

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ADICIÓN DE  $MgCl_2$  PARA LA ESTABILIZACIÓN  
DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL  
KM 6 DESVIO ALTO CUIN – DESVIO  
CHINAPAMPA, COCHORCO, SÁNCHEZ  
CARRIÓN- LA LIBERTAD 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autores:**

Darwin Antonio Chavez Polo  
Kerly Jimena Quispe Estela

**Asesor:**

Mg. German Sagastegui Vásquez  
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

2023

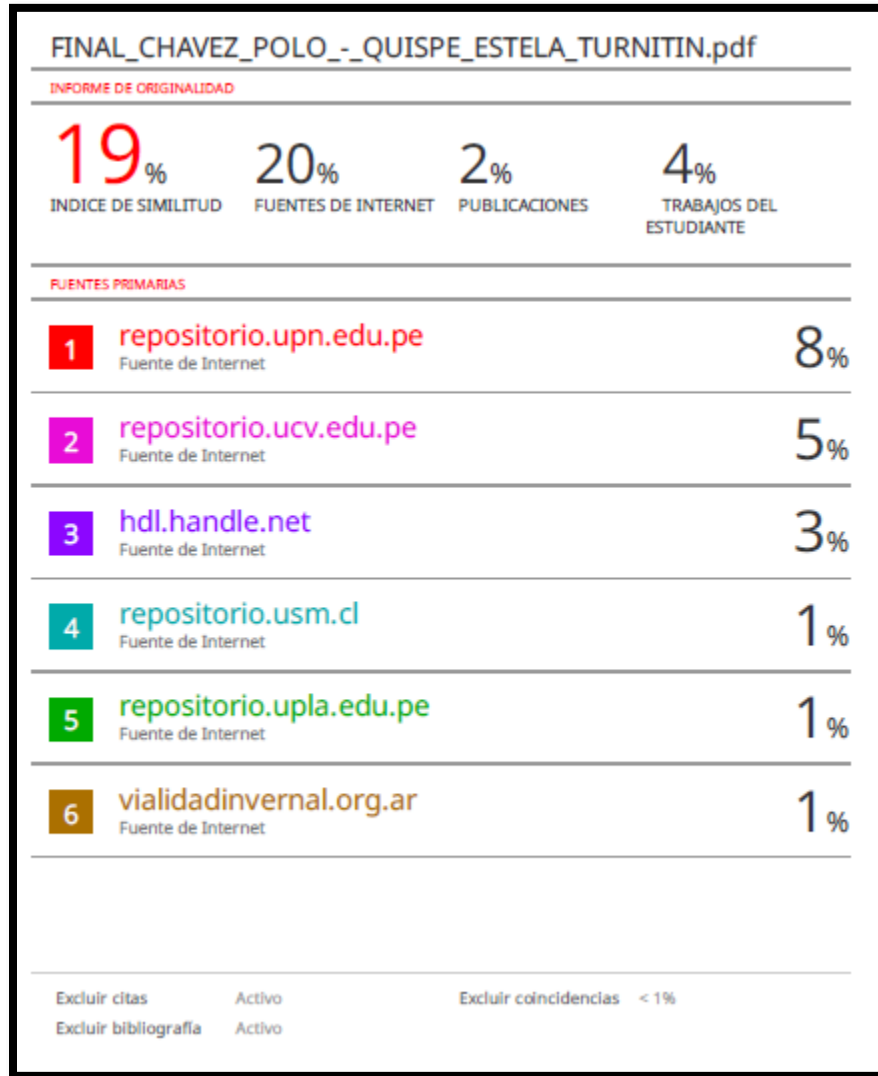
**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	Nixon Brayan Peche Melo	<b>70615775</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Gonzalo Hugo Diaz García	<b>40539624</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Sheyla Cornejo Rodriguez	<b>41639360</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD



## DEDICATORIA

*A nuestros padres. Ustedes han sido siempre el motor que impulsa nuestras sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a nuestro lado en los días y noches más difíciles durante nuestras horas de estudio. Siempre han sido nuestros mejores guías de vida. Hoy cuando concluimos nuestros estudios, les dedicamos a ustedes este logro amados padres, como una meta más conquistada. Orgullosos que sea. Nuestros padres y que estén a nuestro lado en este momento tan importante.*

*Gracias por ser quienes son y por creer en nosotros.*

*Chávez Polo, Darwin Antonio*

*Quispe Estela Kerly Jimena*

## AGRADECIMIENTO

*Dedicamos nuestra tesis principalmente a Dios, por darnos la fuerza necesaria para culminar esta meta.*

*A nuestros padres, hermanos e hijos por todo su amor y por motivarnos a seguir hacia adelante.*

*A nuestro asesor Ing. German Sagastegui Vasquez por el tiempo y dedicación nos ha apoyado con sus conocimientos para la realización de nuestra investigación, gracias también a todos nuestros profesores de la Universidad Privada del Norte*

*Chávez Polo, Darwin Antonio*

*Quispe Estela Kerly Jimena*

## RESUMEN

El estudio tuvo como propósito analizar la adición de cloruro de magnesio a nivel de subrasante en una trocha carrozable desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa, su tipo de investigación es aplicada, diseño de investigación experimental y el muestreo fue no probabilístico, se adicionó a la subrasante 3%, 5% y 10% de cloruro de magnesio. El resultado de esta investigación para el 3% de magnesio se tuvo un CBR de 17.92% con contenido de humedad 7.20% y una MDS 1.75 g/cm<sup>3</sup>, con un 5% MgCl<sub>2</sub> se tuvo un CBR de 26.09% con un contenido de humedad 6.48% y una MDS 1.96 g/cm<sup>3</sup>, con un 10% MgCl<sub>2</sub> se tuvo un CBR de 38.55% con un contenido de humedad 7.40% y una MDS 1.97 g/cm<sup>3</sup>. Se concluyó que ha mayor porcentaje de cloruro de magnesio las características del suelo natural mejora.

**Palabras clave:** cloruro de magnesio, CBR, Proctor modificado, subrasante

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>JURADO CALIFICADOR .....</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>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Realidad problemática.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Antecedentes.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3. Definiciones conceptuales .....</b>	<b>20</b>
<b>1.4. Formulación del problema .....</b>	<b>27</b>
<b>1.5. Objetivos .....</b>	<b>27</b>
<b>1.6. Hipótesis.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. Tipo de investigación .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. Diseño de investigación.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3. Clasificación de variables.....</b>	<b>28</b>
<b>2.4. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>29</b>
<b>2.5. Operacionalización de variables .....</b>	<b>30</b>
<b>2.6. Técnicas e instrumentos de recolección .....</b>	<b>32</b>
<b>2.7. Procedimiento.....</b>	<b>32</b>

<b>2.8</b>	<b>Análisis de datos.....</b>	<b>37</b>
<b>2.9.</b>	<b>Aspectos éticos.....</b>	<b>37</b>
	<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
	<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>93</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>98</b>



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de Suelos .....	21
Tabla 2: Clasificación de Variables.....	29
Tabla 3: Matriz de operacionalización de variables .....	31
Tabla 4: Requisitos para el agua.....	36
Tabla 5: Análisis Mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-01.....	38
Tabla 6: Límite de consistencia de la calicata PC-01 .....	39
Tabla 7: Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-02.....	39
Tabla 8: Límite de consistencia de la calicata PC-02 .....	40
Tabla 9: Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-22) de la calicata PC-03 .....	40
Tabla 10: Límite de consistencia de la calicata PC-03 .....	41
Tabla 11: Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-04.....	42
Tabla 12: Límite de consistencia de la calicata PC-04 .....	42
Tabla 13: Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-05.....	43
Tabla 14: Límite de consistencia de la calicata PC-05 .....	44
Tabla 15: Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-06.....	44
Tabla 16: Límite de consistencia de la calicata PC-06 .....	45
Tabla 17: Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-07.....	45
Tabla 18: Límite de consistencia de la calicata PC-07 .....	46
Tabla 19: Ensayo Proctor modificado 1 suelo natural.....	46
Tabla 20: Ensayo CBR 1 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural.....	48
Tabla 21: Porcentaje obtenidos para golpes de 12,25 y 56 CBR suelo natural .....	50
Tabla 22: Ensayo Proctor modificado 2 suelo natural .....	50
Tabla 23: Ensayo CBR 2 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural .....	51
Tabla 24: Porcentaje obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR suelo natural.....	53
Tabla 25: Ensayo de Proctor modificado 3 suelo natural .....	53
Tabla 26: Ensayo de CBR 3 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural .....	54

Tabla 27: Porcentaje obtenidos para golpes de 12,25 y 56 CBR natural.....	56
Tabla 28: Ensayo Proctor modificado 1 suelo natural + 3% cloruro de magnesio .....	56
Tabla 29: Ensayo CBR 1 a los 12,25 y 56 golpes suelo natural + 3% cloruro de magnesio.....	57
Tabla 30: Porcentajes obtenidos para golpes de 12,25 y 56 CBR 1 suelo natural + 3% cloruro de magnesio...	59
Tabla 31: Ensayo de Proctor Modificado 2 suelos natural + 3% cloruro de magnesio.....	59
Tabla 32: Ensayo CBR 2 a los 12,25 y 56 golpes suelo natural + 3% cloruro de magnesio.....	60
Tabla 33: Porcentajes obtenidos para golpes de 12,25 y 56 CBR 2 suelo natural + 3% cloruro de magnesio...	62
Tabla 34: Ensayo de Proctor Modificado 3 suelo natural + 3% cloruro de magnesio.....	62
Tabla 35: Ensayo CBR a los 12,25 y 56 golpes suelo natural + 3% cloruro de magnesio.....	63
Tabla 36: Porcentaje obtenidos para golpes de 12,25 y 56 CBR suelo natural + 3% de cloruro de magnesio..	65
Tabla 37: Ensayo de Proctor Modificado 1 suelo natural + 5% cloruro de magnesio.....	65
Tabla 38: Ensayo CBR 1 a los 12,25 y 56 golpes suelo natural + 5% cloruro de magnesio.....	66
Tabla 39: Porcentaje obtenidos para golpes de 22, 25 y 56 CBR 1 suelo natural + 5% cloruro de magnesio...	68
Tabla 40: Ensayo de Proctor Modificado 2 suelo natural + 5% cloruro de magnesio.....	68
Tabla 41: Ensayo CBR 2 a los 12,25 t 56 golpes suelo natural + 5% cloruro de magnesio.....	69
Tabla 42: Porcentaje obtenidos para golpes de 12,25 y 56 CBR 2 suelo natural + 5% cloruro de magnesio....	71
Tabla 43: Ensayo de Proctor Modificado 3 suelo natural +5% cloruro de magnesio.....	71
Tabla 44: Ensayo CBR 3 a los 12,25 y 56 golpes suelo natural + 5% de cloruro de magnesio.....	72
Tabla 45: Porcentajes obtenidos para golpes de 12,25 t 56 CBR 3 suelo natural + 5% cloruro de magnesio...	74
Tabla 46: Ensayo de Proctor Modificado 1 suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	74
Tabla 47: Ensayo CBR 1 a los 12,25 y 56 golpes suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	75
Tabla 48: Porcentajes obtenidos para golpes de 12,25 y 56 CBR 1 suelo natural + 10% cloruro de magnesio..	77
Tabla 49: Ensayo de Proctor Modificado 2 suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	77
Tabal 50: Ensayo CBR 2 a los 12,25 y 56 golpes suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	78
Tabla 51: Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 2 suelo natural+10% de cloruro magnesio..	80

Tabla 52: Ensayo de Proctor Modificado 3 suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	80
Tabla 53: Ensayo CBR a los 12,25 y 56 golpes suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	81
Tabla 54: Porcentajes obtenidos para golpe de 12, 25 y 56 CBR 3 suelo natural+10% cloruro de magnesio..	83
Tabla 55: Comparación CBR del suelo natural y con porcentaje de adición de 3%, 5% y 10% de cloruro de magnesio.....	83
Tabla 56: Comparación Proctor Modificado del suelo natural y con porcentaje de adición de 3%, 5% y 10% de cloruro de magnesio.....	84
Tabla 57: Índice Medio Diario semana – Promedio de vehículos diarios.....	85
Tabla 58: Población futura de vehículos.....	86
Tabla 59: Ejes Equivalentes y factor camión.....	86
Tabla 60: Tráfico proyectado de diseño 10 años.....	86

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del pavimento.....	26
Figura 2. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 1.....	48
Figura 3. Curvas de contenido de humedad vs densidad seca 2.....	51
Figura 4. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 3.....	54
Figura 5. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 1 suelo natural + 3% cloruro de magnesio.....	57
Figura 6. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 2 suelo natural + 3% cloruro de magnesio .....	60
Figura 7. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 3 suelo natural + 3% cloruro de magnesio.....	63
Figura 8. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 1 suelo natural + 5% cloruro de magnesio.....	66
Figura 9. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 2 suelo natural + 5% cloruro de magnesio.....	69
Figura 10. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 3 suelo natural + 5% cloruro de magnesio.....	72
Figura 11. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 1 suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	75
Figura 12. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 2 suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	78
Figura 13. Curva de contenido de humedad vs densidad seca 3 suelo natural + 10% cloruro de magnesio.....	81
Figura 14. Ecuación del método NAASRA.....	87

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCION

### 2.1 Realidad Problemática

#### Macro

En España, uno de los principales problemas en carreteras a nivel de subrasante es el polvo que desprende las vías terrestres no pavimentadas puede impactar significativamente en la salud, la seguridad y en el costo de su mantenimiento. Este problema se da especialmente en terrenos arcillosos y climas áridos y semiáridos. En estos casos, se puede utilizar como alternativa los cloruros para reducir la cantidad de polvo (Yepes, 2021).

En Costa Rica según Jones & Surdahl (2014) indican que en los pasados 100 años nivel internacional los profesionales en carreteras se han dado la tarea de investigar los mecanismos químicos y físicos debido a un gran problema que aqueja las vías no pavimentadas y en realidad una gran variedad de tratamientos químicos se ha desarrollado para mejorar el desempeño de suelos y agregados marginales, lo que a la vez ayuda a reducir el impacto ambiental y social asociado a la extracción de agregados de calidad.

En Ecuador los autores Delgado & Pastor (2011) indican que los vehículos que transitan diariamente sobre la trocha carrozable sin mantenimiento generan polvo durante la marcha a lo largo de toda su trayectoria. (Miranda & Negrete, 2011) Es necesario conocer los tipos de vehículos y los posibles pesos por eje que descargarán sobre la superficie de la carretera. La actividad para establecer las cargas que se aplican sobre una superficie de rodado es denominado: Estudio de Cargas por Eje.

#### Micro

En el caso peruano, desde el punto de vista vial, el suelo presenta varias dificultades. La amplia morfología constituye un reto continuo que destaca la disociación nacional, las soluciones se están dando de manera progresiva. El estado ha tomado la medida de rehabilitar las carreteras que fueron construidas y que por deficiente construcción y plan de mantenimiento, han sido destruidas, de esta manera Provias, viene ejecutando estas rehabilitaciones utilizando los métodos químicos como alternativa de solución (Condor & Huamancayo, 2016)

Se han desarrollado una gran variedad de tratamientos con el fin de corregir esta problemática utilizando diferentes alternativas de estabilización de suelos; una de ellas, es aquella que se aplica productos químicos no tóxicos que permiten a estos suelos en carreteras un adecuado comportamiento en servicio. (Calderón, 2017)

Las vías de comunicación permiten la circulación de diferentes tipos de vehículos, tamaños y pesos, por lo que el paquete estructural de una carretera (pavimento, base, subbase) debe ser diseñada para soportar durante su vida útil las solicitaciones de los pesos de todos vehículos que circulan y circularán por esa vía (Cedeño, 2013).

### **Nano**

Las trochas carrozables llevan décadas sin mantenimiento por parte las entidades públicas y las vías nacionales se encuentran en las mismas condiciones como es el caso del tramo desvío Alto Cuin hasta el desvío Chinapampa.

En la Provincia Sánchez Carrión, distrito de Cochorco desde el tramo desvío Alto Cuin hasta el desvío Chinapampa en este recorrido se ubican viviendas habitadas por numerosas familias que diariamente respiran aire con partículas finas de polvo ingresando al interior de los domicilios contaminando los alimentos; los baches malogran diferentes repuestos de los

vehículos motorizados. Al ser esta una vía abandonada por el estado no cuenta con señales de tránsito y causante de muchos accidentes de tránsito.

La población de los lugares de la zona de influencia ha colocado rompe muelles artesanales de tierra aproximadamente cada 20 m y 50 m en las curvas y rectas prolongadas de más de 100 metros en los sectores más habitados, con finalidad de evitar la generación de polvo y los accidentes de tránsito.

Uno de los puntos centrales de la aplicación en la cual se utilizarán las herramientas de estudio, es el poder presentar en tiempo real el estado situacional de la trocha, para ello es necesario adicionar el cloruro de magnesio al suelo para el mejoramiento de la trocha carrozable en tramos no estructurados.

## **2.2 Antecedentes teóricos**

### **Internacional:**

Heitzer (2017). Tiene como principal objetivo estudiar el efecto de las sales y tipos de suelos en su comportamiento, en la absorción, retención y pérdida de humedad, con el fin de tener mejores condiciones en el terreno. Este estudio utilizó una metodología experimental aplicada, como resultados obtuvo que el cloruro de magnesio comenzó a consumir agua cuando la humedad relativa es mayor a 32% y disminuye la tasa de evaporación del agua en 3,1 veces, mientras que el cloruro de sodio tiene una menor capacidad de absorber y retener humedad, ya que comienza a absorber agua cuando la humedad relativa está por sobre el 75% y disminuye la tasa de evaporación del agua en 1,3 veces. La disminución de la tasa de evaporación permite la retención de humedad en la superficie de rodado, por medio de una presión de vapor menor a la del agua. Como conclusiones las muestras con mezclas M2 y

M3 se comportaron igual a las muestras M1 y M4 con un solo tipo de sal, mostrando tendencias similares en términos de absorción y evaporación de la humedad. Las mezclas con mayor cloruro de magnesio tuvieron una mayor capacidad de absorción de humedad que las muestras sólo con contenido de cloruro de sodio, lo anterior para todos los tipos de suelos en estudio; comparando las tres humedades de acondicionamiento, se observó que a una humedad de acondicionamiento del 40%, el agua absorbida se encuentra en equilibrio con el agua en estado de vapor en el aire dentro de la cámara de humedad al final de la fase de absorción, es por esto que las curvas tienden a mantenerse constantes en el tiempo, mientras que para humedades del 90%, todas las mezclas continuaron absorbiendo humedad al final. Esta investigación nos aporta el comportamiento en absorción, retención y pérdida de humedad en la adición de cloruro de magnesio en tipos de suelos, esto permite tomar en cuenta el desarrollo de los ensayos.

Maturano, Aguilera & Bustos (2015). En su investigación el objetivo de estudio fue realizar diseños de soluciones con proporciones variables salinas y productos orgánicos, teniendo un tipo de investigación aplicada y diseño de investigación experimental. Consideró 6 soluciones donde toma en cuenta la Salmuera + bischofita (cloruro de magnesio). Como resultados tuvieron que las mediciones llevadas a cabo alcanzaron un mayor residuo salino sobre la calzada en función a los días transcurridos y tránsito, en orden decreciente de mejores resultados, 90% de salmuera + 10% vinaza comercial (caña de azúcar), 50% de salmuera + 40% bischofita (cloruro de magnesio) + 1% vinaza comercial, 90% de salmuera + 10% vinaza de vino procedente de Neuquén. Como conclusión, se verificó con claridad, que la adición de vinaza concentrada genera que las sales permanezcan más tiempo sobre calzada.



Esta investigación nos aporta que las sales en este caso el cloruro de magnesio (bischofita) genera mejores características para una calzada en el tiempo, esto permite considerar dentro de las discusiones.

### **Nacional:**

López (2019). En su trabajo de tesis tiene como objetivo analizar la influencia de la bischofita en la estabilidad de la capa de rodadura Palca-chana, Huari, Ancash. Diseño fue experimental, el tipo de investigación fue aplicada, ya que se pretende resolver un problema práctico. Como resultados se tiene que la muestra sin bischofita presenta 59.00% de CBR, la muestra que cuenta con 3% de bischofita presenta 59.30% de CBR, con 7% de bischofita presenta 59.70% de CBR y con 9% de bischofita presenta 59.90% de CBR. Se concluye que teniendo en cuenta el ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R) – ASTM D1883 (C) mejora significativamente la resistencia, la densidad seca aumenta al incorporarse bischofita, así como el contenido de humedad disminuye al incorporarse bischofita, por lo que se afirma que la aplicación de la bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada respecto a la resistencia – C.B.R.

Esta investigación nos aporta las conclusiones de mejora para el ensayo de CBR adicionando el cloruro de magnesio.

Cosiche (2019). Desarrolla el siguiente estudio teniendo como objetivo evaluar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas. Tomó como metodología el método científico de tipo aplicada, con nivel explicativo, de lo cual obtuvo los siguientes resultados, donde el 3% es el porcentaje

adecuado, La C-1, M3, tramo Pazos desvío Pampas Km 339 + 100, terreno natural +3% cloruro de magnesio hexahidratado presenta un C.B.R. a 0.1” al 100% arroja un 43.1% y al 95% proyecta un 40.2 %; asimismo la C-2, M3, tramo Pazos desvío Pampas Km 339 + 100, terreno natural +3% cloruro de magnesio hexahidratado presenta un C.B.R. a 0.1” al 100% arroja un 24.78 % y al 95% proyecta un 19.95 %; y por último la C-3, M3, tramo Pazos desvío Pampas Km 339 + 100, terreno natural +3% cloruro de magnesio hexahidratado presenta un C.B.R. a 0.1” al 100% arroja un 19.88% y al 95% proyecta un 19.11 %. El investigador determinó la siguiente conclusión, que el cloruro de magnesio eleva el CBR del suelo a una proporción del 3%, resultando con una mejor resistencia al corte en el tramo C-1, M3, tramo Pazos desvío Pampas Km 339 + 100, terreno natural +3% cloruro de magnesio hexahidratado presenta un C.B.R. a 0.1” al 100% arroja un 43.1% y al 95% proyecta un 40.2 %.

Esta investigación nos aporta sus resultados para las discusiones y comparar con nuestros resultados.

Valera, (2021) en su tesis tuvo como propósito determinar la influencia del cloruro de magnesio en las características mecánicas de las estabilizaciones de la subrasante en la Av. El Milagro del CPM El Milagro 2021. Como metodología es de tipo experimental y el muestreo fue no probabilístico, la técnica fue la observación. Obtuvo los siguientes resultados: en suelo natural + 1% de MgCl<sub>2</sub> la media es de 27.7060, al 95% de intervalo de confianza para en media en límite inferior es de 18.1337 y límite superior el 37.2563, la media recortada al 5% es de 27.7483, la mediana es 24.43, la varianza es 59.159, la desviación estándar es de 7.69152, el mínimo es de 18.85, el máximo es de 35.80, con un

rango de 16.95, una asimetría de 0.242, y una curtosis de -2.599; asimismo en suelo natural + 2% de MgCl<sub>2</sub> la media es de 28.71, al 95% de intervalo de confianza para en media en límite inferior es de 24.8257 y límite superior el 32.5943, la media recortada al 5% es de 28.7772, la mediana es 28.83, la varianza es 9.786, la desviación estándar es de 3.12828, el mínimo es de 24.51, el máximo es de 31.7, con un rango de 7.19, una asimetría de -0.374, y una curtosis de -1.682; y por último en el en suelo natural + 3% de MgCl<sub>2</sub> la media es de 39.0420, al 95% de intervalo de confianza para en media en límite inferior es de 26.1970 y límite superior el 51.8870, la media recortada al 5% es de 38.9224, la mediana es 33.15, la varianza es 107.018, la desviación estándar es de 10.34495, el mínimo es de 29.81, el máximo es de 50.30, con un rango de 20.49, una asimetría de 0.349, y una curtosis de -3.243.

Concluye que, realizó la estabilización con 1% de cloruro de magnesio aumentó el CBR llegando a un 27.706 % con una humedad optima de 8.176%; con 2% de cloruro de magnesio aumentó un CBR llegando a 28.71 % con una humedad optima de 8.056%; se logró la mejor dosificación al someter el material a una mejora del 3% de Cloruro de Magnesio creando un CBR de 39.04% al 95% MDS y con una humedad optima de 8.62% siendo una estabilización apta para mejorar las carreteras no asfaltadas en CPM El Milagro.

### **1.3 Definiciones conceptuales**

#### **Suelos**

Según Duque & Escobar (2002), en Ingeniería Civil, los suelos son los sedimentos no consolidados de partículas sólidas, generadas de la alteración de las rocas, hielo o viento con contribución de la gravedad como fuerza direccional selectiva, y que suelen tener materia orgánica.

El suelo tiene a presentar diversos tipos de fallas tales como: disgregamiento, deslizamiento en líneas de rotura o fluencia plástica.

Para poder conceptualizar el comportamiento del suelo se consideran tres grupos de parámetros:

a. Parámetros de identificación: La granulometría (distribución de los tamaños de grano que constituyen el agregado), y la plasticidad (la variación de consistencia del agregado en función del contenido en agua).

b. Parámetros de estado: La humedad (contenido en agua del agregado), y la densidad, referida al grado de compacidad que muestren las partículas constituyentes.

c. Parámetros estrictamente geo mecánicos: Resistencia al esfuerzo cortante, deformidad o la permeabilidad.

### **Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)**

Según NTP 339.134.1999 empleado para describir el tamaño, y estructura de partículas de un suelo, este método de clasificación se basa en la gráfica de plasticidad.

El sistema se divide en 2 tipos de suelo:

✓ **Suelo grueso**

✓ **Suelo fino**

Los suelos de granos grueso y fino se diferencian mediante el tamizado del material correspondiente por el tamiz N°. 200.

#### **A) Clasificación para suelos Gruesos**

Se dividen en gravas y arena, y se separan con el tamiz N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo de grava si más del 50% retiene el tamiz No 4 y pertenecerá al grupo arena en caso contrario.

Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N°. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

### **B) Clasificación para suelos Finos**

Según NTP 339.134, 1999 el sistema unificado considera en tres grupos para los limos y arcillas con límite líquido menos al 50%, en tres grupos para los limos y arcillas con límite líquido mayor de 50% y en un grupo para los suelos finos altamente orgánicos.

Los suelos finos divididos entre grupos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (O). Cada uno de estos suelos se subdivide a su vez según su límite líquido, en dos grupos cuya frontera es LI = 50%.

**Tabla 1**

*Clasificación de suelos*

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Prefijo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Sifijo</b>
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Probamente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto	L
Turba	Pt	Límite líquido alto	H

Nota: Se observa la clasificación de suelos según la NTP 339.134,1999.

**Clases de estratos o suelos**, la variedad de tipología de estratos se diferencia por sus distintas características físicas, mecánicas, químicas y morfológicas, su color y textura hace valioso la clasificación de estos, entre los más conocidos se tiene a:

**Gravas:** Su dimensión oscila superior a la malla N°4 se le considera grava, siendo fragmentos de rocas que tienen más de 2 mm de diámetro.

**Arenas:** Es considerado lo que retiene la malla N°4, donde se tiene arenas gruesas y finas, procedentes de la trituración artificial o natural por años, cuyas partículas varían entre 2 mm a 0.05 mm.

**Limos:** Se considera material de grano fino, con poca plasticidad, considerado como limo orgánico o inorgánico, hallándose en ríos, su tamaño varía entre 0.05 mm hasta 0.005 mm

**Arcillas:** Se consideran como partículas de poco tamaño inferior a 0.005 mm y cuya masa tiene la cualidad de convertirse plástica al ser involucrada con agua.

Existen tablas con simbologías y descripciones para contemplar a mayor detalle (Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, 2018).

### **Estabilización de suelos**

Según MTC (2014). La estabilización de suelos, tiene como objetivo mejorar una o más propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos o adicionando productos químicos, naturales o sintéticos. Las estabilizaciones

se aplican en las subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización de suelo-cemento, suelo-cal, suelo-asfalto y otros productos diversos, esto conlleva a una mayor resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades al paso de los años. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación o adición de uno o más agentes estabilizantes.

### **Estabilización química**

Según Murty et all (2016) se entiende en emplear sustancias químicas para el mejoramiento de las propiedades de los suelos, disminuyendo su plasticidad e incrementando su resistencia frente las cargas de tráfico el cual está expuesto el suelo y condiciones ambientales.

### **Estabilización Mecánica**

Este método de estabilización de suelos mediante la compactación se logre un material denso y bien graduado mediante la mezcla. (Higuera et all, 2012)

### **Estabilización física**

En este tipo de estabilización se pretende incrementar la fricción cohesión y la impermeabilidad del suelo, esta se realiza mediante ajuste en la granulometría agregando material a la banda granulométrica del suelo (Higuera et all, 2012)

### **Estabilización físico – química**

Es usualmente utilizado en suelo que tienen mayor cantidad de finos plásticos, como limos y arcillas, donde se le agrega el insumo químico el cual genera un intercambio iónico y cementación, esta estabilización se realiza con el fin de incrementar la resistencia, permeabilidad, trabajabilidad y estabilidad volumétrica del suelo (Higuera et all, 2012)

### **Cloruro magnesio**

Es en forma de color blanco, más efectivo que el cloruro de calcio para incrementar la tensión superficial generan una superficie más dura, en caminos no pavimentos, como tratamiento supresor de polvo, de preferencia contar con un 10% -20% de material fino para la cohesión y al menos un 20% de material granular superior al tamaño 10mm para asegurar una estabilidad estructural. (MTC, 2014)

### **Método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities)**

Método para el dimensionamiento de espesores de afirmado que relaciona el valor de soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE. (Manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos, 2014).



$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10}(CBR))^2] * \log_{10}\left(\frac{N_{req}}{120}\right)$$

### **Pavimento**

El pavimento es una conformación por varias capas construida sobre la subrasante del camino, para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos, mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. (MTC, 2014)

### **Capa de Rodadura**

Es la parte superior de un pavimento, de tipo bituminoso, de concreto o adoquines, cuyo objetivo es sostener el tránsito, su función es absorber las cargas generadas por los vehículos y distribuir las, para evitar grandes deformaciones. (MTC, 2014)

### **Base**

Capa constituida por material cuya función es estructural, y cuyo espesor depende de un diseño en función a la cantidad de vehículo que transitan sobre ella. Esta se coloca sobre la sub base o sobre el nivel de sub rasante, según sea que se considere o no la incorporación de material sub base (Ponce, 2018).

### **Sub base**

Es la capa que se encuentra debajo de un pavimento y cumple la función de absorber las cargas de tránsito en menor cantidad, por lo que cumple una función estructural ya que, deberá de tener buena capacidad de carga. (Montejo, 2002)

### **Subrasante**

Es la capa situada arriba del cuerpo de terraplén y debajo de la sub base, que tiene la función de dar alineamiento vertical del camino, por lo que recibe menor cantidad de esfuerzo a causa de las cargas de tránsito. (Coronado, 2002).

### **Figura 1**

#### *Estructura del Pavimento*



Nota: En esta imagen se puede apreciar la conformación de la estructura del pavimento. Sánchez, (2022)

## **1.4 Formulación del problema**

¿Cuál es la adición del  $MgCl_2$  para la estabilización de trocha carrozable del tramo km 0 al km 6 desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa, distrito de Cochorco, Sánchez Carrión- La Libertad 2022?

## **1.5 Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la adición de  $MgCl_2$  para la estabilización de trocha carrozable del tramo km 0 al km 6 Alto Cuin – desvío Chinapampa, distrito de Cochorco, Sánchez Carrión- La Libertad 2022

### **Objetivos específicos**

OE1: Determinar las características del suelo de la trocha carrozable del km 0 al km 6 Alto Cuin – desvío Chinapampa, distrito de Cochorco, Sánchez Carrión.

OE2: Determinar el porcentaje óptimo de  $MgCl_2$  en la subrasante de la trocha carrozable en estudio.

OE3: Comparar las propiedades mecánicas de la subrasante inicial y la subrasante con el  $MgCl_2$  en estudio.

OE4: Diseñar mediante el método Naasra considerando las propiedades mejoradas con el  $MgCl_2$ .

## **1.6 Hipótesis:**

La adición de cloruro de magnesio mejorará las características de la trocha carrozable del tramo Km 0 al Km 6 desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa.

## **CAPITULO II: METODOLOGIA**

### **2.3 Tipo de investigación**

#### **Por el propósito**

Tipo aplicada, debido a que requiere información real teórica y aplicada para nutrir de conocimientos y poder aplicarlos en una situación real, con la finalidad de poder intervenir o dar solución a un problema (Cochachin, 2018). Podemos considerar en la investigación a través de los resultados tener un porcentaje de solución adecuado de cloruro de magnesio antes un problema detectado en la realidad, mediante criterios o parámetros técnicos aplicativos para tener un mejor resultado.

### **2.4 Diseño de investigación**

Experimental, dado que hay una manipulación deliberada de las variables específicas, por lo que se tiene que estudiar los efectos producto de la manipulación de las variables mencionadas (Hernandez,2014). Podemos considerar que se manipuló la variable independiente con el objetivo de evaluar y estudiar la cantidad de adición de cloruro de magnesio sobre la variable dependiente, es experimental puro porque se presume que la variable independiente causará una variación en el comportamiento de la variable dependiente.

### **2.5 Clasificación de variables**

**Tabla 2**
*Clasificación de Variables*

VARIABLES	Clasificación				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Cloruro de magnesio	Independiente	Cuantitativa	Intervalo	Porcentaje de adición	Directa
Estabilización de trocha carrozable	Dependiente	Cuantitativa	Intervalo	Limites, Proctor	CBR, Directa

*Nota.* En esta figura se muestra la clasificación de variables acorde a la relación, naturaleza, escala de medición, dimensión y forma de medición.

## 2.4 Población, muestra y muestreo

### Población

La población fue las trochas carrozables del distrito de Cochorco. Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Lepkowski, 2008).

### Muestra

La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población (Fernández-Baptista, 2014). Por lo tanto, la muestra se consideró la trocha carrozable del desvío Alto Cuín – desvío Chinapampa del Km 00+0.00 al Km 06+0.00, distrito de Cochorco, La Libertad. Así mismo se realizó 7 calicatas de 1.00 x 1.00 x 1.50m donde se realizó los ensayos

correspondientes, análisis mecánico por tamizado, límites consistencia, Proctor modificado, California Bearing Ratio – CBR y expansión.

### **Muestreo**

El muestreo es no probabilístico a conveniencia. En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador (Lepkowski, 2008)

## **2.5 Operacionalización de Variables**

Tabla 3

*Matriz de operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
VI: Cloruro de magnesio	Es una sal donde tiene la finalidad de estabilizar superficialmente en carpetas granulares. (Gutiérrez, 2010)	Se realizó la aplicación de cloruro de magnesio en 3,5,10 % en el suelo.	Dosificación de cloruro	Proporción 3% Proporción 5% Proporción 10%	Guía de observación	Intervalo
VD: Estabilización de la trocha carrozable	Es el proceso de mejorar una o más propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos o adicionando productos químicos, naturales o sintéticos (MTC, 2014)	Se agrupó y clasificará las partículas que forman los suelos separándolas en intervalos de tamaños, se realizó los ensayos CBR, Proctor, límites	Propiedades físicas  Propiedades Mecánicas  Método NAASRA	Granulometría Límites  CBR Proctor  ESAL CBR	Guía de observación	Intervalo

## **2.6 Técnicas e instrumentos de recolección**

### **Técnicas de recolección de datos**

La técnica de recolección de datos que se utilizó en la investigación fue la observación, se realizó las tomas de muestras de suelo para su análisis en laboratorio para el estudio de sus propiedades físico mecánicas sin y con adición de cloruro de magnesio de acuerdo a las normas “ASTM”. Según Bunge (2007), la observación es donde el investigador se analiza procedimiento elemental de la ciencia y procesa hechos o fenómenos, realiza una selección particular de la información verdadero o contundente.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó la guía de observación, estos formatos nos permitieron la recolección los datos obtenidos y ayudó a llevar un orden para describir lo observado en cada ensayo aplicado para las propiedades físicas y mecánicas. Según Tamayo (2004) define como un formato de recolección de datos registro constante y homogéneo, es decir el control claro objetiva de acontecimientos necesarios respondiendo a las variables.

## **2.7 Procedimiento**

Se describe a continuación el proceso de desarrollo que se llevó usando procedimientos sugeridos por las normas. Se realizó 7 calicatas en el tramo de 6 km, donde se excavó 1.50 m de profundidad elaborando los siguientes ensayos:



## Ensayos de laboratorio

### Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422)

Tiene como objetivo determinar el material en dosificaciones en tamaños distintos que forman la muestra. El ensayo consiste en pasar la muestra por distintos tamices 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, luego pesar lo retenido en los tamices y calcular el porcentaje con relación al peso seco.

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\%Pasa = 1 - \%Retenido$$

### Ensayo de contenido de humedad (NTP 339.185)

Su objetivo es disponer la humedad evaporable de los conglomerados en estudio mediante el secado. Se logra llevando el espécimen al horno, luego ya seco se obtendrá la variación con respecto a su peso seco. El valor se expresa en porcentaje:

$$P\% = \frac{(W - D)}{D} \times 100$$

#### Donde:

- ✓ P% = contenido total
- ✓ W = masa de muestra húmeda
- ✓ D = masa de muestra seca

### Limites de Attemberg (ASTM D4318)

En la primera parte, se tamizó una cierta cantidad de muestra (suelo) por un tamiz número 40. Para determinar el **límite líquido**, se mezcló el suelo con agua hasta obtener una mezcla homogénea. A continuación, la muestra preparada se colocó en la cuchara Casagrande dividiéndola por una ranura. Finalmente, se realizan los golpes necesarios con la palanca hasta que la muestra se unió para luego colocarla en el horno. Para determinar el **límite plástico**, se preparó la cantidad de muestra en una prueba de flujo, se formó manualmente en pequeñas bolas, luego se colocó la bola en un portavasos, el cual se giró con la yema del dedo hasta formar columnas de 3 mm de diámetro. se mantuvo hasta que se rompió, así que lo pusimos en un recipiente para meterlo al horno. (Díaz, 2018)

$$LP(\%) = \frac{W}{W_s} \times 100$$

**Donde:**

- ✓ W = peso del agua
- ✓ W<sub>s</sub> = peso seco de la muestra en el horno

**Proctor modificado según norma (ASTM D1557)**

El ensayo fue desarrollado por Ralph R. Proctor en 1933, este ensayo permite determinar la compactación máxima de un terreno respecto a su contenido de humedad.

El ensayo consiste en compactar el suelo en un cilindro (molde Proctor) con un peso y volumen conocido, este suelo se mezclará con diferentes porcentajes de agua con respecto al peso del suelo a compactar, esta secuencia se repite un número de veces, las suficientes para obtener los datos que permitan dibujar una curva de densidad seca versus contenido de

humedad. Se proporciona 3 métodos alternativos, en este caso se realizó mediante el Método B.

### **METODO B**

- Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.
- Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg).
- Número de Capas: 5
- Golpes por capa: 25
- Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg).
- Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

### **California Bearing Ratio (ASTM D1883)**

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte. El ensayo se realiza normalmente sobre un suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad. Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base (MTC, 2014).

La prueba CBR de suelos consiste básicamente en compactar un suelo con el óptimo contenido de humedad, en unos moldes normalizados de peso y volumen conocido, sumergirlos, medir la expansión producida y aplicar un punzonamiento sobre la superficie del terreno mediante un pistón normalizado (MTC, 2014).

$$CBR = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patron}} \times 100(\%)$$

## Agua

El agua que será utilizado para la elaboración del insumo requerido estará normada por todos los reglamentos vigentes:

**Tabla 4**

*Requisitos para el Agua*

Descripción	Valor
	Máximo Admisible
Cloruros	1000 p.p.m.
Sulfatos	600 p.p.m.
Alcalinidad	1000 p.p.m.
PH	5 a 8
Sólidos en Suspensión	5000 p.p.m.
Materia Orgánica	3 p.p.m.

Fuente: NTP 339.088

## Validación del instrumento de recolección de datos

En esta investigación se validó los instrumentos de recolección de datos, mencionados anteriormente, gracias a la firma del ingeniero German Sagastegui Vasquez, especialista en la rama de Transportes, teniendo en cuenta la consideración fundamental de cumplir con lo que se requiere representar de manera efectiva.

## **2.8 Análisis de Datos**

Se procedió a recoger de datos. Se utilizó el programa Microsoft Excel 2016 para crear gráficos estadísticos y tablas de frecuencias, para documentar como se resuelven los procedimientos y comprobar que los procesos se completan en las fechas previstas para ello. (Batanero, C. & Diaz, C. ,2011)

## **2.9 Aspectos éticos.**

La ética estará necesariamente presente en nuestro trabajo de investigación y me adheriré a esto a través de formas normativa de cita y cita. El plagio, la apropiación de derechos de propiedad intelectual, textos científicos, métodos de investigación, gráficos e ideas, así como la fabricación y falsificación de información se clasifican como una forma de mala conducta científica en la ética de la publicación científica. (Castro, Y. 2021)

### CAPITULO III: RESULTADOS

- 1) Determinar las características del suelo de la trocha carrozable del km 0 al km 6 Alto Cuin – desvío Chinapampa

Con respecto al suelo se realizó 7 calicatas

#### Características del suelo PC - 01

**Tabla 5**

*Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-01*

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	4.23	0.7	0.7	96.2
N° 8	2.380	5.12	0.8	1.50	87.2
N° 10	2.000	3.84	0.6	2.10	
N° 16	1.190	8.62	1.4	3.50	65.7
N° 30	0.590	15.05	2.4	5.80	35.1
N° 40	0.420	20.12	3.2	9.00	
N° 50	0.300	21.44	3.4	12.40	14.3
N° 100	0.149	33.23	5.3	17.70	4.9
N° 200	0.074	12.45	2.0	19.60	1.6
Fondo	-	507.90	80.4	100.0	0.0
		867.9	100		

**Nota:** En la tabla se observa el análisis mecánico por tamizado donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N° 4 de 4.23 gr., tamiz N° 8 de 5.12 gr., tamiz N° 10 de 3.84 gr., tamiz N° 16 de 8.62 gr., tamiz N° 30 de 15.05 gr., tamiz N°

40 de 20.12 gr., tamiz N° 50 de 21.44 gr., tamiz N° 100 de 33.23 gr., tamiz N°

200 de 12.45 gr., fondo de 507.90 gr., haciendo una suma de 867.90 gr.

**Tabla 6**

*Límite de consistencia de la calicata PC-01*

Límites de consistencia	Und	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de golpes		16	26	34	-	-	-
Peso de tara	gr	16.56	19.79	24.22	20.45	22.90	22.41
Peso tara + suelo húmedo	gr	333.99	38.66	44.02	25.32	26.42	26.32
Peso tara + suelo seco	gr	28.61	33.16	38.54	24.48	25.83	25.64
Humedad %	%	44.65	41.14	38.25	20.84	20.14	21.05
<b>Límites</b>		<b>41.05</b>			<b>20.68</b>		
<b>Índice Plástico</b>		<b>20.40</b>					

**Nota:** En la tabla se observa los límites de consistencia en el caso del límite

líquido de 41.05, límite plástico de 20.68 y para el índice plástico de 20.40

**Tabla 7**

*Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-02*

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	4.35	0.8	0.8	99.24
N° 8	2.380	5.67	1.0	1.7	98.26
N° 10	2.000	3.24	0.6	2.3	97.69
N° 16	1.190	7.44	1.3	3.6	96.40
N° 30	0.590	12.67	2.2	5.8	94.19
N° 40	0.420	15.56	2.7	8.5	91.48

Adición de MgCl<sub>2</sub> para la estabilización de trocha carrozable del tramo Km 0 al km 6 desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa, Cochorco, Sánchez Carrión – La Libertad 2022

N° 50	0.300	14.37	2.5	11.0	88.98
N° 100	0.149	34.23	6.0	17.0	83.02
N° 200	0.074	16.69	2.9	19.9	80.11
Fondo	-	460.01	80.1	100.0	0.0
574.23					

**Nota:** En la tabla se observa el análisis mecánico por tamizado donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N° 4 de 4.35 gr., tamiz N° 8 de 5.67 gr., tamiz N° 10 de 3.24 gr., tamiz N° 16 de 7.44 gr., tamiz N° 30 de 12.67 gr., tamiz N° 40 de 15.56 gr., tamiz N° 50 de 14.37 gr., tamiz N° 100 de 34.23 gr., tamiz N° 200 de 16.69 gr., fondo de 460.01 gr., haciendo una suma de 574.23 gr.

**Tabla 8**

*Límite de consistencia de la calicata PC-02*

Límites de consistencia	Und	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de golpes		16	24	35	-	-	-
Peso de tara	gr	17.43	16.34	29.20	23.14	21.45	20.34
Peso tara + suelo húmedo	gr	40.23	36.35	41.34	28.24	27.43	28.40
Peso tara + suelo seco	gr	33.24	30.62	38.00	27.38	26.43	27.00
Humedad %	%	44.21	40.13	37.95	20.28	20.08	21.02
<b>Límites</b>		<b>40.40</b>			<b>20.46</b>		
<b>Índice Plástico</b>		<b>19.90</b>					

**Nota:** En la tabla se observa los límites de consistencia en el caso del límite líquido de 40.40, límite plástico de 20.46 y para el índice plástico de 19.90

**Tabla 9**

*Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-03*

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0



Adición de MgCl<sub>2</sub> para la estabilización de trocha carrozable del tramo Km 0 al km 6 desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa, Cochorco, Sánchez Carrión – La Libertad 2022

1”	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾”	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
½”	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8”	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	0.00	0.0	0.0	100.00
N° 8	2.380	0.00	0.0	0.0	100.00
N° 10	2.000	109.40	10.9	10.9	89.06
N° 16	1.190	175.30	17.5	28.5	71.53
N° 30	0.590	140.60	14.1	42.5	57.47
N° 40	0.420	100.20	10.0	52.6	47.45
N° 50	0.300	110.10	11.0	63.6	36.44
N° 100	0.149	119.80	12.0	75.5	24.46
N° 200	0.074	77.70	7.8	83.3	16.69
Fondo	-	166.90	16.7	100.0	0.0
1000.0					

**Nota:** En la tabla se observa el análisis mecánico por tamizado donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N° 10 de 109.40 gr., tamiz N° 16 de 175.30 gr., tamiz N° 30 de 140.60 gr., tamiz N° 40 de 100.20 gr., tamiz N° 50 de 110.10 gr., tamiz N° 100 de 119.80 gr., tamiz N° 200 de 77.70 gr., fondo de 166.90 gr., haciendo una suma de 1000.0 gr.

**Tabla 10**

*Límite de consistencia de la calicata PC-03*

Límites de consistencia	Und	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de golpes		15	24	36	-	-	-
Peso de tara	gr	23.21	23.00	23.81	22.49	22.47	
Peso tara + suelo húmedo	gr	36.31	35.89	35.90	35.81	35.20	
Peso tara + suelo seco	gr	32.51	32.60	33.40	33.60	33.10	
Humedad %	%	40.86	34.27	26.08	19.89	19.76	
<b>Límites</b>		<b>32.63</b>			<b>19.82</b>		
<b>Índice Plástico</b>		<b>12.81</b>					

**Nota:** En la tabla se observa los límites de consistencia en el caso del límite líquido de 32.63, límite plástico de 19.82 y para el índice plástico de 12.81

**Tabla 11**
*Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-04*

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.380	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 16	1.190	176.20	17.6	17.6	82.38
N° 30	0.590	139.50	14.0	31.6	68.43
N° 40	0.420	96.20	9.6	41.2	58.81
N° 50	0.300	109.40	10.9	52.1	47.87
N° 100	0.149	121.40	12.1	64.3	35.73
N° 200	0.074	69.70	7.0	71.2	28.76
Fondo	-	287.60	28.8	100.0	0.0
		1000.0			

**Nota:** En la tabla se observa el análisis mecánico por tamizado donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N° 16 de 176.20 gr., tamiz N° 30 de 139.50 gr., tamiz N° 40 de 96.20 gr., tamiz N° 50 de 109.40 gr., tamiz N° 100 de 121.40 gr., tamiz N° 200 de 69.70 gr., fondo de 287.60 gr., haciendo una suma de 1000.0 gr.

**Tabla 12**
*Límite de consistencia de la calicata PC-04*

Límites de consistencia	Und	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de golpes		15	24	36	-	-	-
Peso de tara	gr	23.15	23.20	23.18	23.25	23.80	
Peso tara + suelo húmedo	gr	36.40	36.01	35.90	35.90	35.20	

<b>Peso tara + suelo seco</b>	gr	32.60	32.80	33.30	33.81	33.30
<b>Humedad %</b>	%	40.21	33.44	25.69	19.79	20.00
<b>Límites</b>		<b>32.04</b>			<b>19.90</b>	
<b>Índice Plástico</b>		<b>12.14</b>				

**Nota:** En la tabla se observa los límites de consistencia en el caso del límite líquido de 32.04, límite plástico de 19.90 y para el índice plástico de 12.14

**Tabla 13**

*Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-05*

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	4.15	0.7	0.7	99.30
N° 8	2.380	7.52	1.3	2.0	98.04
N° 10	2.000	2.16	0.4	2.3	97.68
N° 16	1.190	8.00	1.3	3.7	96.33
N° 30	0.590	12.62	2.1	5.8	94.21
N° 40	0.420	13.51	2.3	8.1	91.94
N° 50	0.300	15.10	2.5	10.6	89.41
N° 100	0.149	40.16	6.7	17.3	82.66
N° 200	0.074	13.21	2.2	19.6	80.44
Fondo	-	478.88	80.4	100.0	0.0
		595.30			

**Nota:** En la tabla se observa el análisis mecánico por tamizado donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N° 4 de 4.15 gr., tamiz N° 8 de 7.52 gr., tamiz N° 10 de 2.16 gr., tamiz N° 16 de 8.00 gr., tamiz N° 30 de 12.62 gr., tamiz N° 40 de 13.51 gr., tamiz N° 50 de 15.10 gr., tamiz N° 100 de 40.16 gr., tamiz N° 200 de 13.21 gr., fondo de 478.88 gr., haciendo una suma de 595.30 gr.

**Tabla 14**

*Límite de consistencia de la calicata PC-05*

Límites de consistencia	Und	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de golpes		16	26	34	-	-	-
Peso de tara	gr	20.86	22.90	22.41	21.40	24.10	23.24
Peso tara + suelo húmedo	gr	35.15	40.24	39.43	28.54	29.67	28.65
Peso tara + suelo seco	gr	30.88	35.33	36.16	27.27	28.72	27.71
Humedad %	%	42.61	39.50	23.78	21.64	20.56	21.03
<b>Límites</b>			<b>34.23</b>		<b>21.08</b>		
<b>Índice Plástico</b>					<b>13.16</b>		

**Nota:** En la tabla se observa los límites de consistencia en el caso del límite líquido de 34.23, límite plástico de 21.08 y para el índice plástico de 13.16

**Tabla 15**

*Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-06*

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.0
N° 8	2.380	12.68	1.3	1.3	98.73
N° 10	2.000	86.20	8.6	9.9	90.11
N° 16	1.190	96.30	9.6	19.5	80.48
N° 30	0.590	95.00	9.5	29.0	70.98
N° 40	0.420	86.90	8.7	37.7	62.29
N° 50	0.300	55.70	5.6	43.3	56.72
N° 100	0.149	160.30	16.0	59.3	40.69
N° 200	0.074	51.20	5.1	64.4	35.57
Fondo	-	355.72	35.6	100.0	0.0
		1000.0			

**Nota:** En la tabla se observa el análisis mecánico por tamizado donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N°8 de 12.68 gr., tamiz N°10 de 86.20 gr., tamiz N°16 de 96.30 gr., tamiz N°30 de 95.00 gr., tamiz N°40 de 86.90 gr., tamiz N°50 de 55.70 gr., tamiz N°100 de 160.30 gr., tamiz N°200 de 51.20 gr., fondo de 355.72 gr., haciendo una suma de 1000.0 gr.

**Tabla 16**

*Límite de consistencia de la calicata PC-06*

Límites de consistencia	Und	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de golpes		15	23	36	-	-	-
Peso de tara	gr	15.94	19.79	23.44	23.25	23.80	
Peso tara + suelo húmedo	gr	34.37	34.52	40.68	35.90	35.20	
Peso tara + suelo seco	gr	29.06	30.86	37.17	33.80	33.35	
Humedad %	%	40.47	33.06	25.56	19.91	19.37	
<b>Límites</b>			<b>31.74</b>		<b>19.64</b>		
<b>Índice Plástico</b>					<b>12.10</b>		

**Nota:** En la tabla se observa los límites de consistencia en el caso del límite líquido de 31.74, límite plástico de 19.64 y para el índice plástico de 12.10

**Tabla 17**

*Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata PC-07*

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.0

Adición de MgCl<sub>2</sub> para la estabilización de trocha carrozable del tramo Km 0 al km 6 desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa, Cochorco, Sánchez Carrión – La Libertad 2022

N° 8	2.380	4.35	0.7	0.7	99.33
N° 10	2.000	7.32	1.1	1.8	98.21
N° 16	1.190	5.84	0.9	2.7	97.31
N° 30	0.590	9.72	1.5	4.2	95.81
N° 40	0.420	15.49	2.4	6.6	93.43
N° 50	0.300	32.75	5.0	11.6	88.39
N° 100	0.149	42.95	6.6	18.2	81.79
N° 200	0.074	20.54	3.2	21.4	78.63
Fondo	-	511.27	78.6	100.0	0.0
650.23					

**Nota:** En la tabla se observa el análisis mecánico por tamizado donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N°8 de 4.35 gr., tamiz N°10 de 7.32 gr., tamiz N°16 de 5.84 gr., tamiz N°30 de 9.72 gr., tamiz N°40 de 15.49 gr., tamiz N°50 de 32.75 gr., tamiz N°100 de 42.95 gr., tamiz N°200 de 20.54 gr., fondo de 511.27 gr., haciendo una suma de 650.23 gr.

**Tabla 18**

*Límite de consistencia de la calicata PC-07*

Límites de consistencia	Und	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de golpes		17	26	35	-	-	-
Peso de tara	gr	20.54	23.65	21.60	20.64	23.65	21.60
Peso tara + suelo húmedo	gr	34.60	37.45	43.26	26.43	27.46	29,33
Peso tara + suelo seco	gr	30.20	33.40	37.30	25.41	26.82	28.00
Humedad %	%	45.55	41.54	37.96	21.38	20.19	20.78
<b>Límites</b>			<b>41.63</b>		<b>20.78</b>		
<b>Índice Plástico</b>					<b>20.84</b>		

**Nota:** En la tabla se observa los límites de consistencia en el caso del límite líquido de 41.63, límite plástico de 20.78 y para el índice plástico de 20.84

**Tabla 19**

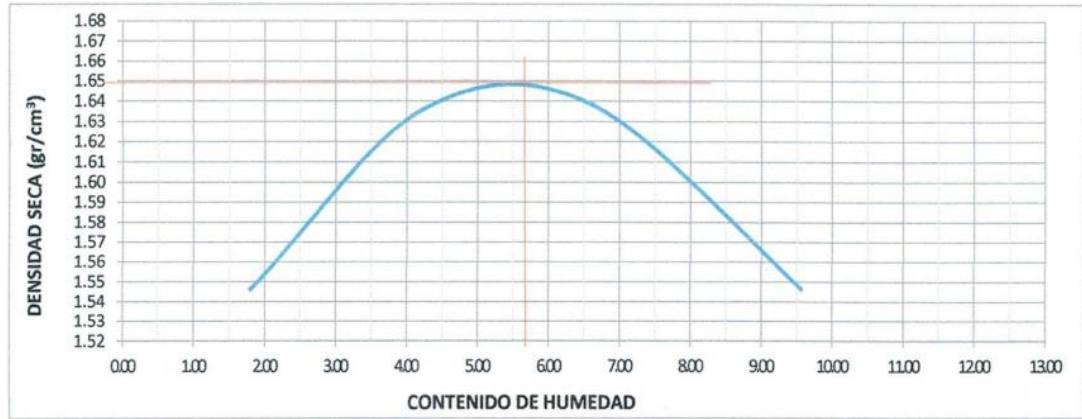
*Ensayo de Proctor modificado 1 suelo natural*

<b>Contenido de humedad (%)</b>					
<b>Ensayo N°</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso tara + suelo húmedo	g	120.40	114.13	118.99	118.00
Peso tara + suelo seco	g	118.90	111.00	114.00	111.00
Peso del Agua	g	1.50	3.13	4.99	7.00
Peso Tara	g	35.70	36.90	38.60	37.80
Peso Suelo seco	g	83.20	74.10	75.40	73.20
Contenido de humedad	%	1.80	4.22	6.62	9.56
<b>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					
<b>Ensayo N°</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3400	3525	3565	3515
Peso Molde	g	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo húmedo	g	1505	1630	1670	1620
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.57	1.70	1.75	1.69
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.546	1.636	1.638	1.547

**Nota:** En la tabla presenta los resultados de contenidos de humedad y las densidades secas de los 4 ensayos.

## Figura 2

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca I*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,65 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 5.80%

**Tabla 20**

*Ensayo CBR 1 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural*



Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
N de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	7850		7720		7540	
Peso de Molde (gr)	4110		4122		4100	
Peso de suelo húmedo (gr)	3740.00		3598		3440	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1096		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77		1.70		1.63	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	66.2		66.8		66.5	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	63.2		63.7		63.5	
Peso de agua (gr)	3.00		3.1		3.00	
Peso de cápsula (gr)	20.5		20		20	
Peso de suelo seco (gr)	42.7		43.7		43.50	
% de Humedad	7.03		7.14		6.90	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65		1.59		1.52	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento.

**Tabla 21**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR suelo natural*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	3.48	10.00	3.48	1.52
12	0.20	3.79	15.00	2.52	1.52
25	0.10	4.21	10.00	4.21	1.59
25	0.20	4.36	15.00	2.91	1.59
56	0.10	5.12	10.00	<b>5.12</b>	<b>1.65</b>
56	0.20	5.31	15.00	<b>3.54</b>	<b>1.65</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 5.12% a 56 golpes y el CBR mínimo a 3.48% a 12 golpes, densidad máxima seca 1.65 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 22**

*Ensayo de Proctor modificado 2 suelo natural*

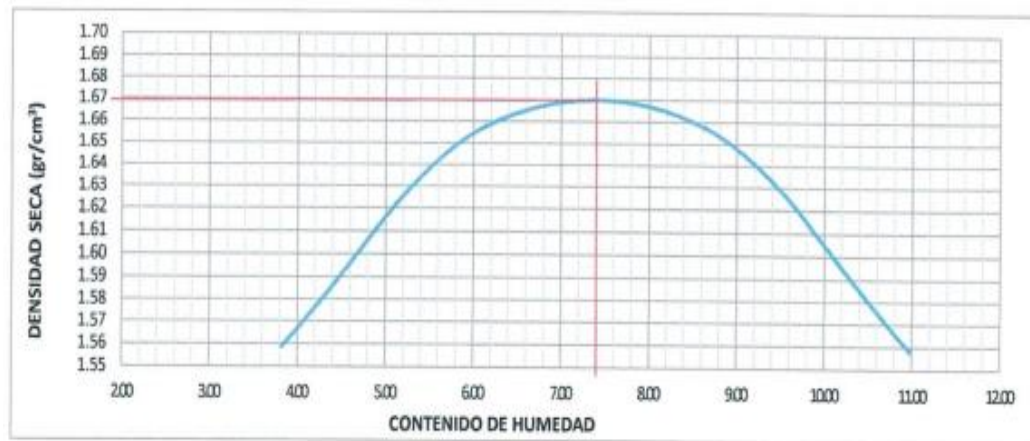
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	155.40	135.10	145.60	152.60
Peso tara + suelo seco	g	150.50	128.66	136.05	139.47
Peso del Agua	g	4.90	6.44	9.55	13.13
Peso Tara	g	22.54	23.65	25.51	19.84
Peso Suelo seco	g	127.96	105.01	110.54	119.63
Contenido de humedad	%	3.83	6.13	8.64	10.98
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso molde + peso suelo húmedo	g	9730	10030	10120	9970
Peso Molde	g	6295	6295	6295	6295
Peso Suelo húmedo	g	3435	3735	3825	3675
Volumen Suelo húmedo	g	2122.07	2123.07	2124.07	2125.07
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.62	1.76	1.80	1.73

Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.56	1.66	1.66	1.56
---------------	-------------------	------	------	------	------

**Nota:** En la tabla presenta los resultados de contenidos de humedad y las densidades secas de los 4 ensayos.

### Figura 3

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 2*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,67 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 7.40%

### Tabla 23

*Ensayo CBR 2 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
N de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	7880		7730		7570	
Peso de Molde (gr)	4140		4108		4130	
Peso de suelo húmedo (gr)	3740.00		3622		3440	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77		1.71		1.63	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	66.8		66.6		67.6	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	63.6		63.2		64.2	
Peso de agua (gr)	3.20		3.4		3.40	
Peso de cápsula (gr)	20.5		20		20	
Peso de suelo seco (gr)	43.1		43.2		44.20	
% de Humedad	7.42		7.97		7.69	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65		1.59		1.51	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento.

**Tabla 24**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR suelo natural*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	3.54	10.00	3.54	1.51
12	0.20	3.79	15.00	2.52	1.51
25	0.10	5.12	10.00	5.12	1.59
25	0.20	5.43	15.00	3.62	1.59
56	0.10	5.98	10.00	<b>5.98</b>	<b>1.65</b>
56	0.20	6.22	15.00	<b>4.15</b>	<b>1.65</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 5.98% a 56 golpes y el CBR mínimo a 2.52% a 12 golpes, densidad máxima seca 1.65 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 25**

*Ensayo de Proctor modificado 3 suelo natural*

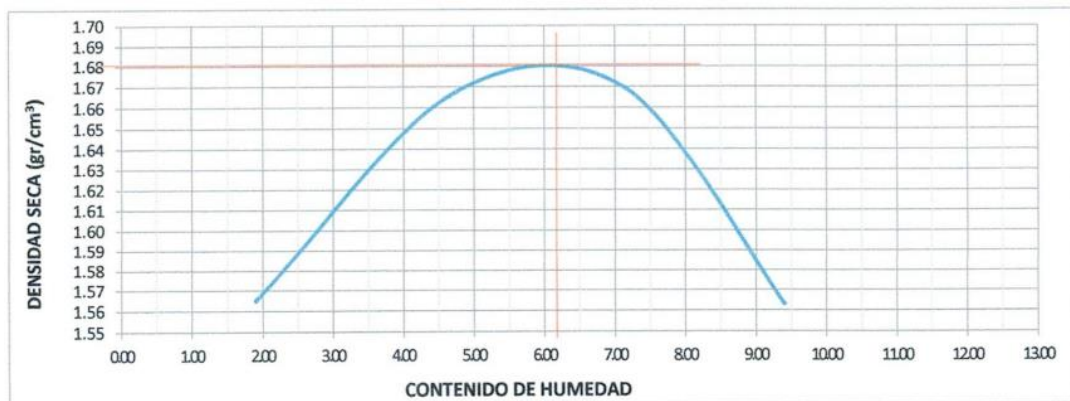
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	119.10	113.41	119.40	117.21
Peso tara + suelo seco	g	117.504	110.00	114.00	110.39
Peso del Agua	g	1.56	3.41	5.40	6.82
Peso Tara	g	35.70	36.90	38.60	37.80
Peso Suelo seco	g	81.84	73.10	75.40	72.59
Contenido de humedad	%	1.91	4.66	7.16	9.40
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3420	3562	3605	3530
Peso Molde	g	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo húmedo	g	1525	1667	1710	1635
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.60	1.74	1.79	1.71

Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.565	1.666	1.669	1.563
---------------	-------------------	-------	-------	-------	-------

**Nota:** En la tabla presenta los resultados de contenidos de humedad y las densidades secas de los 4 ensayos.

#### Figura 4

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 3*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,68 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 6.10%

#### Tabla 26

*Ensayo CBR 3 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
N de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	7940		7710		7500	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	3805.00		3575		3365	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.80		1.69		1.59	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	67.1		66.9		67.8	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	63.2		63.0		63.80	
Peso de agua (gr)	3.90		3.9		4.01	
Peso de cápsula (gr)	20.5		20		20	
Peso de suelo seco (gr)	42.7		43.0		43.79	
% de Humedad	9.13		9.12		9.16	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65		1.55		1.46	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento.

**Tabla 27**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR suelo natural*

<b>Golpes</b>	<b>Penetración (Pulg)</b>	<b>Esfuerzo (Mpa)</b>	<b>Carga Unitaria (MPa)</b>	<b>CBR (%)</b>	<b>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
12	0.10	3.30	10.00	3.30	1.46
12	0.20	3.76	15.00	2.50	1.46
25	0.10	5.43	10.00	5.43	1.55
25	0.20	6.04	15.00	4.02	1.55
56	0.10	7.60	10.00	<b>7.60</b>	<b>1.65</b>
56	0.20	8.16	15.00	<b>5.44</b>	<b>1.65</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 7.60% a 56 golpes y el CBR mínimo a 2.50% a 12 golpes, densidad máxima seca 1.65 gr/cm<sup>3</sup>

**Respecto al objetivo 2: Determinar el porcentaje óptimo de MgCl<sub>2</sub> en la subrasante de la trocha carrozable en estudio.**

**Tabla 28**

*Ensayo de Proctor modificado 1 suelo natural + 3% cloruro de magnesio*

<b>Contenido de humedad (%)</b>					
<b>Ensayo N°</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso tara + suelo húmedo	g	119.10	114.70	121.58	118.36
Peso tara + suelo seco	g	117.70	111.37	116.21	111.39
Peso del Agua	g	1.40	3.33	5.37	6.97
Peso Tara	g	35.70	36.90	38.60	37.80
Peso Suelo seco	g	82.00	74.47	77.61	73.59
Contenido de humedad	%	1.71	4.47	6.92	9.47
<b>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					
<b>Ensayo N°</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3440	3595	3640	3560
Peso Molde	g	1895	1895	1895	1895

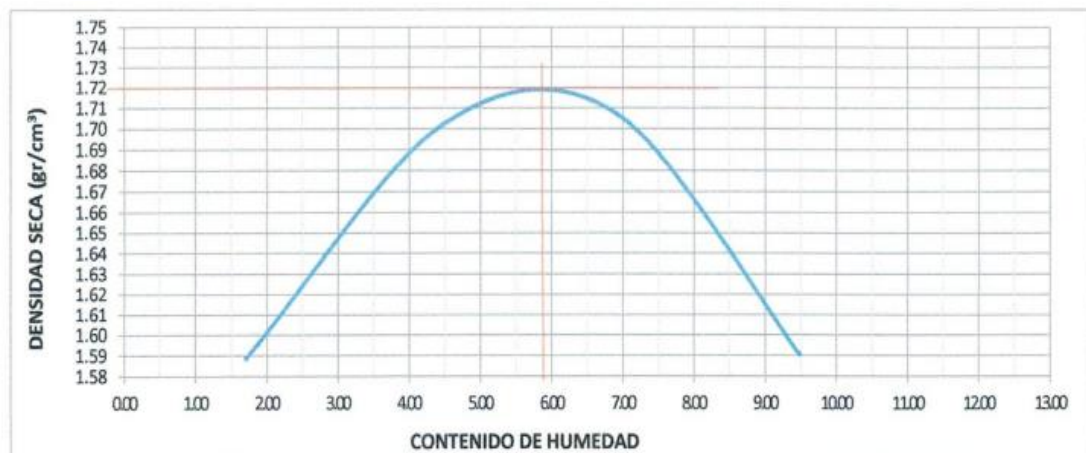


Peso Suelo húmedo	g	1545	1700	1745	1665
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.62	1.78	1.83	1.74
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.589	1.702	1.707	1.591

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 3% cloruro de magnesio

### Figura 5

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 1 suelo natural + 3% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,72 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 5.90%

### Tabla 29

*Ensayo CBR 1 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 3% cloruro de magnesio*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
N de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8261		8052		7796	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4126.00		3917		3661	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95		1.85		1.73	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	66.4		70.2		67.73	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	63.9		67.4		65.17	
Peso de agua (gr)	2.45		2.7		2.56	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	36.3		40.0		37.07	
% de Humedad	6.75		6.83		6.91	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83		1.73		1.62	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 1 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 3% cloruro de magnesio

**Tabla 30**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 1 suelo natural + 3%  
cloruro de magnesio*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	13.33	10.00	13.33	1.62
12	0.20	13.63	15.00	9.09	1.62
25	0.10	14.85	10.00	14.85	1.73
25	0.20	15.15	15.00	10.10	1.73
56	0.10	16.37	10.00	<b>16.37</b>	<b>1.83</b>
56	0.20	16.67	15.00	<b>11.11</b>	<b>1.83</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 16.37% a 56 golpes  
y el CBR mínimo a 9.09% a 12 golpes, densidad máxima seca 1.83 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 31**

*Ensayo de Proctor modificado 2 suelo natural + 3% cloruro de magnesio*

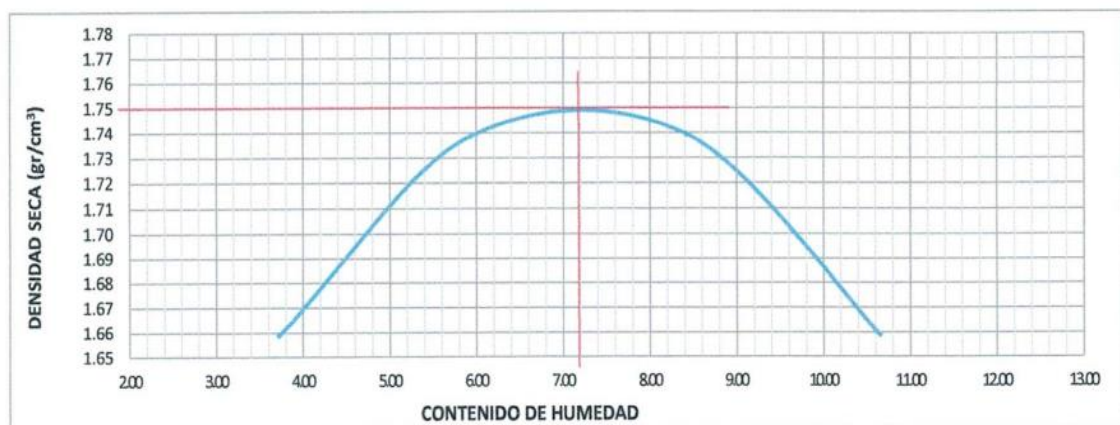
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	115.40	117.14	112.60	116.10
Peso tara + suelo seco	g	112.70	112.90	107.10	108.80
Peso del Agua	g	2.70	4.24	5.50	7.30
Peso Tara	g	40.20	41.50	41.80	40.30
Peso Suelo seco	g	72.50	71.40	65.30	68.50
Contenido de humedad	%	3.72	5.94	8.42	10.66
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3540	3656	3698	3650
Peso Molde	g	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo húmedo	g	1645	1761	1803	1755

Volumen húmedo	Suelo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda		g/cm <sup>3</sup>	1.72	1.84	1.89	1.84
Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.659	1.739	1.739	1.659

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 3% cloruro de magnesio

### Figura 6

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 2 suelo natural + 3% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,75 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 7.20%

### Tabla 32

*Ensayo CBR 2 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 3% cloruro de magnesio*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
<b>N de golpes por capa</b>	56		25		12	
<b>Sobrecarga</b>	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8292		8090		7880	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4157		3955		3745	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96		1.87		1.77	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	66.0		66.7		66.9	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	63.5		64.1		64.4	
Peso de agua (gr)	2.54		2.6		2.48	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	35.9		36.7		36.27	
% de Humedad	7.08		7.09		6.84	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83		1.75		1.66	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 2 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 3% cloruro de magnesio

**Tabla 33**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 2 suelo natural + 3% de cloruro de magnesio*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	13.94	10.00	13.94	1.66
12	0.20	14.24	15.00	9.49	1.66
25	0.10	16.06	10.00	16.06	1.75
25	0.20	16.37	15.00	10.91	1.75
56	0.10	17.92	10.00	<b>17.92</b>	<b>1.83</b>
56	0.20	18.19	15.00	<b>12.13</b>	<b>1.83</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 17.92% a 56 golpes y el CBR mínimo a 9.49% a 12 golpes, densidad máxima seca 1.83 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 34**

*Ensayo de Proctor modificado 3 suelo natural + 3% cloruro de magnesio*

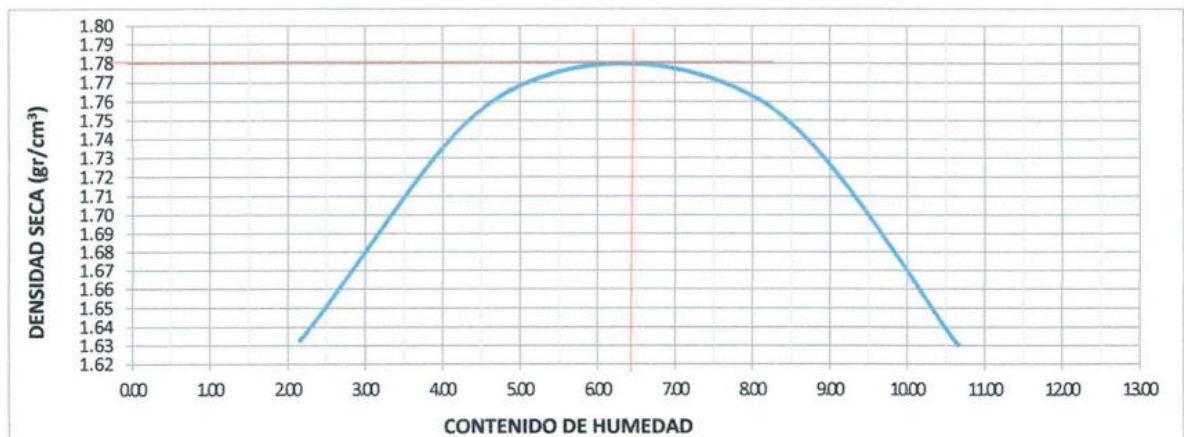
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	120.70	114.60	120.10	118.80
Peso tara + suelo seco	g	118.90	111.00	114.00	111.00
Peso del Agua	g	1.80	3.60	6.10	7.80
Peso Tara	g	35.70	36.90	38.60	37.80
Peso Suelo seco	g	83.20	74.10	75.40	73.20
Contenido de humedad	%	2.16	4.86	8.09	10.66
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4

Peso molde + peso suelo húmedo	g	3490	3665	3715	3620
Peso Molde	g	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo húmedo	g	1595	1770	1820	1725
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.67	1.85	1.90	1.80
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.633	1.766	1.761	1.631

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 3% cloruro de magnesio

### Figura 7

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 3 suelo natural + 3% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,78 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 6.40%

### Tabla 35

*Ensayo CBR 3 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 3% cloruro de magnesio*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
<b>N de golpes por capa</b>	56		25		12	
<b>Sobrecarga</b>	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8292		8056		7799	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4127		3921		3664	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95		1.85		1.73	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	69.0		66.6		66.7	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	66.4		64.1		64.3	
Peso de agua (gr)	2.64		2.5		2.40	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	38.8		36.7		36.20	
% de Humedad	6.80		6.82		6.63	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83		1.73		1.62	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 3 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 3% cloruro de magnesio



**Tabla 36**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR suelo natural + 3 % de cloruro de magnesio*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	12.42	10.00	12.42	1.62
12	0.20	12.72	15.00	8.48	1.62
25	0.10	15.15	10.00	15.15	1.73
25	0.20	15.46	15.00	10.30	1.73
56	0.10	17.58	10.00	<b>17.58</b>	<b>1.83</b>
56	0.20	17.89	15.00	<b>11.92</b>	<b>1.83</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 17.58% a 56 golpes y el CBR mínimo a 8.48% a 12 golpes, densidad máxima seca 1.83 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 37**

*Ensayo de Proctor modificado 1 suelo natural + 5% cloruro de magnesio*

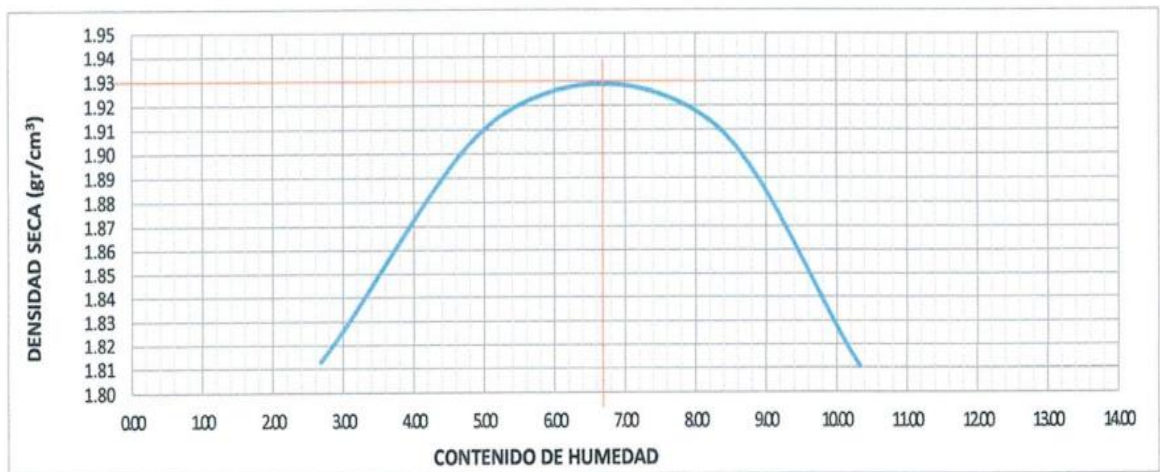
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	122.50	124.20	123.00	122.40
Peso tara + suelo seco	g	120.30	120.00	116.70	114.70
Peso del Agua	g	2.20	4.20	6.30	7.70
Peso Tara	g	38.50	40.80	39.60	40.10
Peso Suelo seco	g	81.80	79.20	77.10	74.60
Contenido de humedad	%	2.69	5.30	8.17	10.32
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3680	3830	3880	3810
Peso Molde	g	1900	1900	1900	1900

Peso Suelo húmedo	g	1780	1930	1980	1910
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.86	2.02	2.07	2.00
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.813	1.917	1.915	1.811

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 5% cloruro de magnesio

### Figura 8

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 1 suelo natural + 5% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,93 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 6.70%

### Tabla 38

*Ensayo CBR 1 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 5% cloruro de magnesio*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
N de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8520		8370		8200	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4385		4235		4065	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		2.00		1.92	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	69.0		68.0		68.3	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	66.5		65.1		65.70	
Peso de agua (gr)	2.50		2.9		2.60	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	38.9		37.7		37.60	
% de Humedad	6.43		7.70		6.91	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95		1.86		1.80	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 1 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 5% cloruro de magnesio

**Tabla 39**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 1 suelo natural + 5%  
cloruro de magnesio*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	11.81	10.00	11.81	1.80
12	0.20	12.11	15.00	8.08	1.80
25	0.10	16.06	10.00	16.06	1.86
25	0.20	16.37	15.00	10.91	1.86
56	0.10	23.40	10.00	<b>23.40</b>	<b>1.95</b>
56	0.20	23.66	15.00	<b>15.77</b>	<b>1.95</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 23.40% a 56 golpes  
y el CBR mínimo a 8.08% a 12 golpes, densidad máxima seca 1.95 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 40**

*Ensayo de Proctor modificado 2 suelo natural + 5% cloruro de magnesio*

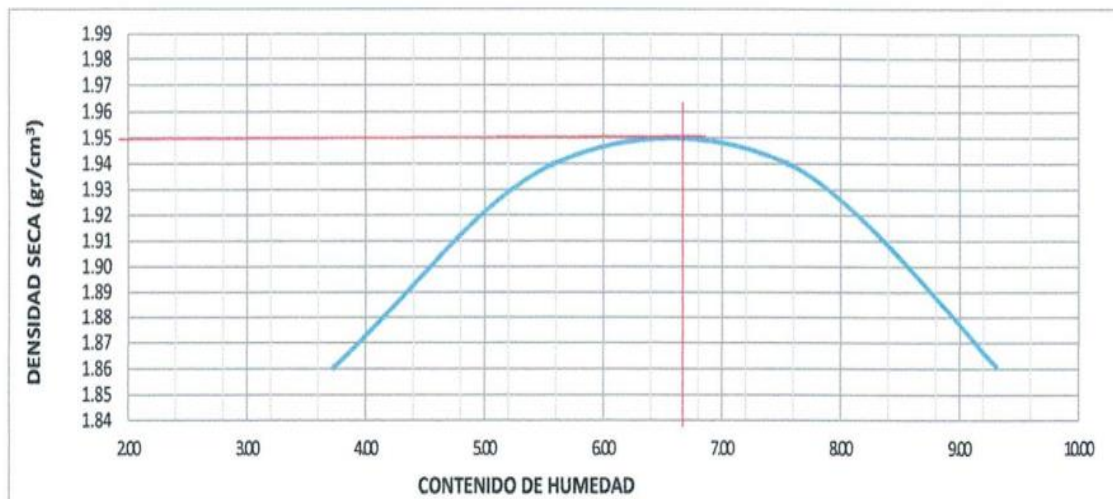
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	121.90	120.80	130.40	122.40
Peso tara + suelo seco	g	118.90	116.30	123.40	115.30
Peso del Agua	g	3.00	4.50	7.00	7.00
Peso Tara	g	38.50	35.60	30.70	40.10
Peso Suelo seco	g	80.40	80.70	92.70	75.20
Contenido de humedad	%	3.73	5.58	7.55	9.31
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3740	3853	3890	3840
Peso Molde	g	1895	1895	1895	1895

Peso Suelo húmedo	g	1845	1958	1995	1945
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.93	2.05	2.09	2.03
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.860	1.940	1.940	1.861

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 5% cloruro de magnesio

### Figura 9

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 2 suelo natural + 5% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,95 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 6.70%

### Tabla 41

*Ensayo CBR 2 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 5% cloruro de magnesio*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
N de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8520		8340		8160	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4385		4205		4025	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		1.99		1.90	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	68.7		67.7		67.9	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	66.1		64.7		65.30	
Peso de agua (gr)	2.57		3.0		2.60	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	38.5		37.3		37.20	
% de Humedad	6.67		8.11		6.99	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94		1.84		1.78	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 2 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 5% cloruro de magnesio

**Tabla 42**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 2 suelo natural + 5%  
cloruro de magnesio*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	13.02	10.00	13.02	1.78
12	0.20	13.33	15.00	8.89	1.78
25	0.10	17.28	10.00	17.28	1.84
25	0.20	17.58	15.00	11.72	1.84
56	0.10	23.66	10.00	<b>23.66</b>	<b>1.94</b>
56	0.20	23.96	15.00	<b>15.98</b>	<b>1.94</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 23.66% a 56 golpes  
y el CBR mínimo a 8.89% a 12 golpes, densidad máxima seca 1.94 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 43**

*Ensayo de Proctor modificado 3 suelo natural + 5% cloruro de magnesio*

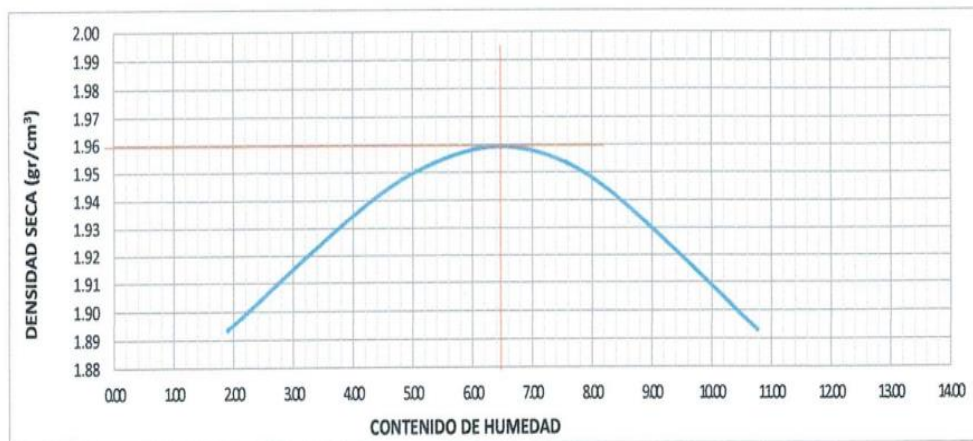
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	126.85	127.00	124.80	126.00
Peso tara + suelo seco	g	125.20	122.85	118.80	117.65
Peso del Agua	g	1.65	4.15	6.00	8.35
Peso Tara	g	38.50	40.80	39.60	40.10
Peso Suelo seco	g	86.70	82.05	79.20	77.20
Contenido de humedad	%	1.90	5.06	7.58	10.77
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3745	3859	3909	3905
Peso Molde	g	1900	1900	1900	1900

Peso Suelo húmedo	g	1845	1959	2009	2005
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.93	2.05	2.10	2.10
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.894	1.950	1.953	1.893

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 5% cloruro de magnesio

### Figura 10

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 3 suelo natural + 5% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 1,96 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 6.48%

### Tabla 44

*Ensayo CBR 3 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 5% cloruro de magnesio*



Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
<b>N de golpes por capa</b>	56		25		12	
<b>Sobrecarga</b>	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8740		8510		8260	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4605		4375		4125	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.18		2.07		1.95	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	68.6		67.3		67.6	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	66.0		64.6		65.10	
Peso de agua (gr)	2.57		2.7		2.50	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	38.4		37.2		37.00	
% de Humedad	6.69		7.27		6.76	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04		1.93		1.83	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 3 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 5% cloruro de magnesio

**Tabla 45**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 3 suelo natural + 5%  
cloruro de magnesio*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	16.06	10.00	16.06	1.83
12	0.20	16.37	15.00	10.91	1.83
25	0.10	20.62	10.00	20.62	1.93
25	0.20	20.92	15.00	13.95	1.93
56	0.10	26.09	10.00	<b>26.09</b>	<b>2.04</b>
56	0.20	26.39	15.00	<b>17.60</b>	<b>2.04</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 26.09% a 56 golpes  
y el CBR mínimo a 10.91% a 12 golpes, densidad máxima seca 2.04 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 46**

*Ensayo de Proctor modificado 1 suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

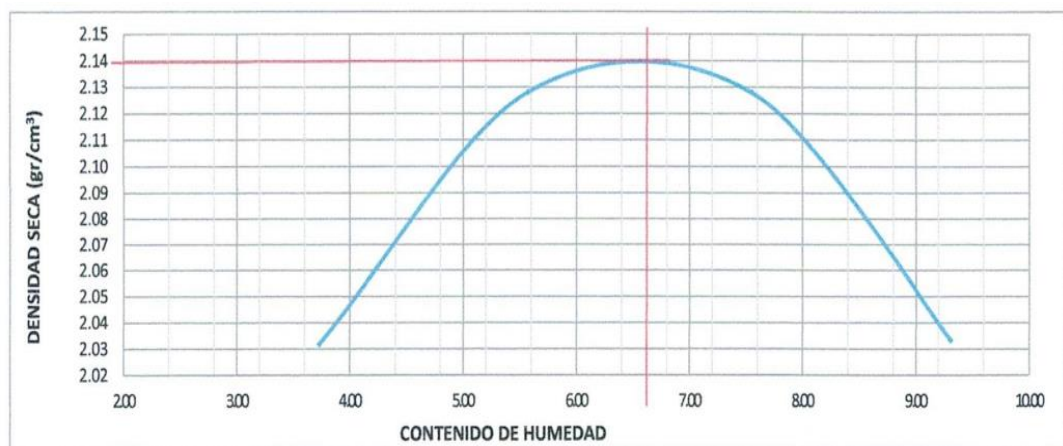
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	121.90	120.80	130.40	122.30
Peso tara + suelo seco	g	118.90	116.30	123.40	115.30
Peso del Agua	g	3.00	4.50	7.00	7.00
Peso Tara	g	38.50	35.60	30.70	40.10
Peso Suelo seco	g	80.40	80.70	92.70	75.20
Contenido de humedad	%	3.73	5.58	7.55	9.31
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3910	4043	4083	4020
Peso Molde	g	1895	1895	1895	1895

Peso Suelo húmedo	g	2015	2148	2188	2125
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.11	2.25	2.29	2.22
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	2.032	2.128	2.128	2.033

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 10% cloruro de magnesio

### Figura 11

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 1 suelo natural + 10% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 2.14 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 6.70%

### Tabla 47

*Ensayo CBR 1 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
N de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8840		8670		8400	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4705		4535		4265	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.22		2.14		2.02	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	69.3		68.2		68.5	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	66.5		65.1		65.70	
Peso de agua (gr)	2.85		3.1		2.80	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	38.9		37.7		37.60	
% de Humedad	7.34		8.23		7.45	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		1.98		1.88	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 1 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 10% cloruro de magnesio

**Tabla 48**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 1 suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	23.05	10.00	23.05	1.88
12	0.20	23.36	15.00	15.57	1.88
25	0.10	30.34	10.00	30.34	1.98
25	0.20	30.65	15.00	20.43	1.98
56	0.10	36.12	10.00	<b>36.12</b>	<b>2.07</b>
56	0.20	36.42	15.00	<b>24.28</b>	<b>2.07</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 36.12% a 56 golpes y el CBR mínimo a 15.57% a 12 golpes, densidad máxima seca 2.07 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 49**

*Ensayo de Proctor modificado 2 suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

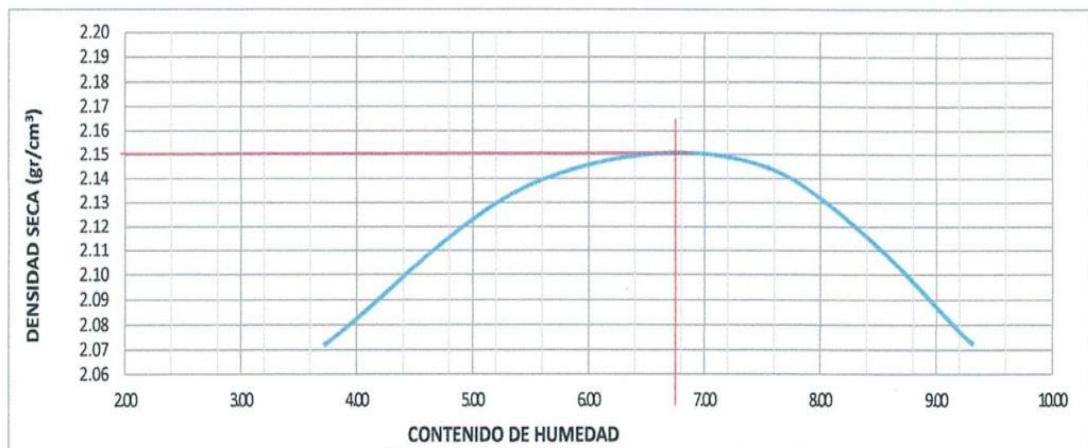
Contenido de humedad (%)					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso tara + suelo húmedo	g	121.90	120.80	130.40	122.30
Peso tara + suelo seco	g	118.90	116.30	123.40	115.30
Peso del Agua	g	3.00	4.50	7.00	7.00
Peso Tara	g	38.50	35.60	30.70	40.10
Peso Suelo seco	g	80.40	80.70	92.70	75.20
Contenido de humedad	%	3.73	5.58	7.55	9.31
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
Ensayo N°		1	2	3	4
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3950	4054	4100	4061
Peso Molde	g	1895	1895	1895	1895

Peso Suelo húmedo	g	2055	2159	2205	2166
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.15	2.26	2.31	2.27
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	2.072	2.139	2.144	2.073

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 10% cloruro de magnesio

### Figura 12

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 2 suelo natural + 10% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 2.15 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 6.80%

### Tabla 50

*Ensayo CBR 2 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
N de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8740		8510		8260	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4605		4375		4125	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.18		2.07		1.95	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	68.6		67.3		67.6	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	66.0		64.6		65.10	
Peso de agua (gr)	2.57		2.7		2.50	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	38.4		37.2		37.00	
% de Humedad	6.69		7.27		6.76	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04		1.93		1.83	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 2 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 10% cloruro de magnesio

**Tabla 51**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 2 suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

<b>Golpes</b>	<b>Penetración (Pulg)</b>	<b>Esfuerzo (Mpa)</b>	<b>Carga Unitaria (MPa)</b>	<b>CBR (%)</b>	<b>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
12	0.10	24.27	10.00	24.27	1.87
12	0.20	24.57	15.00	16.38	1.87
25	0.10	30.95	10.00	30.95	1.97
25	0.20	31.26	15.00	20.84	1.97
56	0.10	37.33	10.00	<b>37.33</b>	<b>2.07</b>
56	0.20	37.64	15.00	<b>25.09</b>	<b>2.07</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 37.33% a 56 golpes y el CBR mínimo a 16.38% a 12 golpes, densidad máxima seca 2.07 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 52**

*Ensayo de Proctor modificado 3 suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

<b>Contenido de humedad (%)</b>					
<b>Ensayo N°</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso tara + suelo húmedo	g	121.90	120.80	130.40	122.30
Peso tara + suelo seco	g	118.90	116.30	123.40	115.30
Peso del Agua	g	3.00	4.50	7.00	7.00
Peso Tara	g	38.50	35.60	30.70	40.10
Peso Suelo seco	g	80.40	80.70	92.70	75.20
Contenido de humedad	%	3.73	5.58	7.55	9.31
<b>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					
<b>Ensayo N°</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso molde + peso suelo húmedo	g	3939	4089	4145	4135
Peso Molde	g	1900	1900	1900	1900

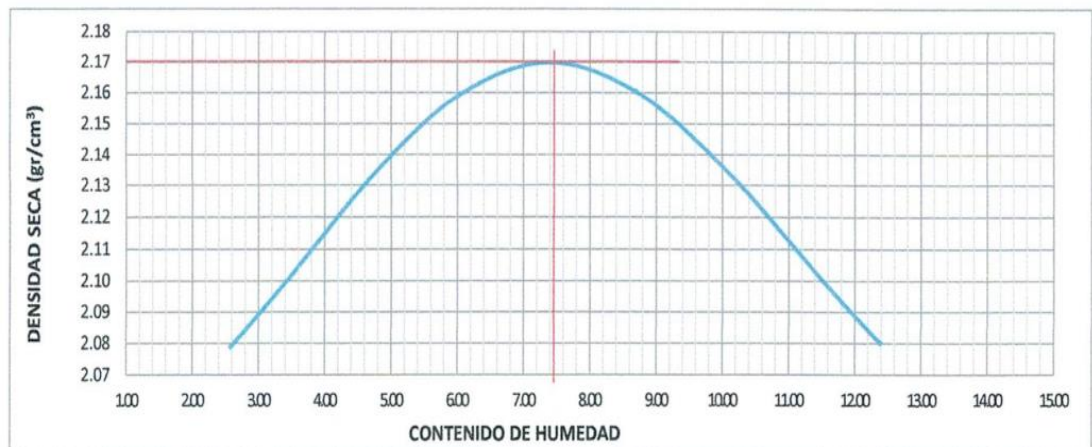


Peso Suelo húmedo	g	2039	2189	2245	2235
Volumen Suelo húmedo	g	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.13	2.29	2.35	2.34
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	2.079	2.159	2.160	2.080

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados de contenidos de humedad y las densidades secas para la realización del gráfico de curva suelo natural + 10% cloruro de magnesio

### Figura 13

*Curva de contenido de humedad vs densidad seca 3 suelo natural + 10% de cloruro de magnesio*



**Nota:** En la figura se observa los resultados densidad seca máxima 2.17 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad 7.40%

### Tabla 53

*Ensayo CBR 3 a los 12, 25 y 56 golpes suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

Estado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado	Sin saturar	Saturado
Molde	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
<b>N de golpes por capa</b>	56		25		12	
<b>Sobrecarga</b>	4530		4530		4530	
Peso de suelo húmedo + molde (gr)	8850		8640		8400	
Peso de Molde (gr)	4135		4135		4135	
Peso de suelo húmedo (gr)	4715		4505		4265	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.23		2.13		2.02	
<b>Cápsula N°</b>	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + cápsula (gr)	68.8		67.7		67.6	
Peso de suelo seco + cápsula (gr)	65.9		64.6		64.80	
Peso de agua (gr)	2.90		3.1		2.80	
Peso de cápsula (gr)	27.6		27.45		28.1	
Peso de suelo seco (gr)	38.3		37.2		36.70	
% de Humedad	7.57		8.34		7.63	
Densidad de suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		1.97		1.87	

**Nota:** En la tabla presenta los resultados hallados para la realización del ensayo CBR 3 en capas de 12, 25 y 56 golpes por apisonamiento para suelo natural + 10% cloruro de magnesio

**Tabla 54**

*Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR 3 suelo natural + 10% cloruro de magnesio*

Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (Mpa)	Carga Unitaria (MPa)	CBR (%)	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
12	0.10	24.27	10.00	24.27	1.83
12	0.20	24.57	15.00	16.38	1.83
25	0.10	30.95	10.00	32.47	1.93
25	0.20	31.26	15.00	21.85	1.93
56	0.10	37.33	10.00	<b>38.55</b>	<b>2.04</b>
56	0.20	37.64	15.00	<b>25.90</b>	<b>2.04</b>

**Nota:** En el presente cuadro obtenemos el CBR máximo a 38.55% a 56 golpes y el CBR mínimo a 16.38% a 12 golpes, densidad máxima seca 2.04 gr/cm<sup>3</sup>

- 3) **Comparar las propiedades mecánicas de la subrasante inicial y la subrasante con el MgCl<sub>2</sub> en estudio**

**Tabla 55**

*Comparación CBR del suelo natural y con porcentajes de adición de 3%, 5% y 10% de cloruro de magnesio*

Porcentaje de cloruro de magnesio (%)		CBR (%)
0%	1	5.12
	2	5.98
	3	7.60
3%	1	16.37
	2	17.92
	3	17.58
5%	1	23.40

Adición de MgCl<sub>2</sub> para la estabilización de trocha carrozable del tramo Km 0 al km 6 desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa, Cochorco, Sánchez Carrión – La Libertad 2022

	2	23.66
	3	26.09
	1	36.12
10%	2	37.33
	3	38.55

**Nota:** En la tabla se puede observar el CBR natural más crítico de 5.12%, con suelo natural + 3% de cloruro de magnesio con 17.92% de CBR, con suelo natural + 5% de cloruro de magnesio con 26.09% de CBR, con suelo natural + 10% de cloruro de magnesio con 38.55% de CBR

**Tabla 56**

*Comparación Proctor modificado del suelo natural y con porcentajes de adición de 3%, 5% y 10% de cloruro de magnesio*

Porcentaje de cloruro de magnesio (%)	Proctor modificado	Contenido de humedad óptimo (%)	Densidad seca Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )
0	1	5.80	1.65
	2	7.40	1.67
	3	6.10	1.68
3	1	5.90	1.72
	2	7.20	1.75
	3	6.40	1.78
5	1	6.70	1.93
	2	6.70	1.95
	3	6.48	1.96
10	1	6.70	2.14
	2	6.80	2.15
	3	7.40	2.17

**Nota:** En la tabla se puede observar los contenidos de humedad óptimo y las densidades secas máximas con respecto al suelo natural y con la adición de 3%, 5% y 10% de cloruro de magnesio.

4) **Diseñar mediante el método NAASRA considerando las propiedades mejoradas con el MgCl<sub>2</sub>**

**Tabla 57**

*Índice Medio Diario Semanal – Promedio de vehículos diarios*

DIA		Auto	S. Wagon	Camionetas	Camion
				Pick Up	2E
<b>Domingo</b>	Ida	5	4	3	2
	Vuelta	5	3	2	2
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Lunes</b>	Ida	3	4	2	1
	Vuelta	3	4	2	1
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Martes</b>	Ida	3	4	2	1
	Vuelta	3	3	2	0
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
<b>Miércoles</b>	Ida	4	4	2	1
	Vuelta	3	3	1	1
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Jueves</b>	Ida	3	3	1	0
	Vuelta	3	4	2	1
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Viernes</b>	Ida	4	4	2	1
	Vuelta	4	3	1	1
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Sábado</b>	Ida	5	3	3	2
	Vuelta	4	4	2	1
	<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>IMDs</b>	Ida	3.86	3.71	2.14	1.14
	Vuelta	3.57	4.43	1.71	1.00
	<b>Total</b>	<b>7.33</b>	<b>8.14</b>	<b>3.85</b>	<b>2.14</b>
<b>IMDa</b>	Ida	3.76	3.62	2.07	1.10
	Vuelta	3.48	4.32	1.66	0.97
	<b>Total</b>	<b>7.24</b>	<b>7.94</b>	<b>3.73</b>	<b>2.07</b>
<b>IMDa 2023</b>	<b>Total, Veh.</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

**Nota:** En la tabla tenemos el conteo diario según los tipos de vehículos del lugar de estudio

**Tabla 58**

*Población futura de vehículos*

VEHICULO		IMDa	r%	n	IMDa “n”
	Auto	7	1.26	4	7.27
	S. Wagon	8	1.26	4	8.31
Camionetas	Pick up	4	1.26	4	4.15
Camión	2E	2	2.83	4	2.17

**Nota:** En la tabla pronosticamos los vehículos

**Tabla 59**

*Ejes Equivalentes y Factor Camión*

TIPO DE VEHICULO		IMDA 2027	TIPO EJE	NUMERO LLANTAS	CARGA EJE Tn	“F” P. FLEXIBLE	F. IMDA FLEXIBLE
VEHICULOS LIGEROS	Autos	7.27	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00383144
		7.27	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00383144
	S. Wagon	8.31	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00437954
		8.31	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00437954
	Pick Up	4.15	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00218713
		4.15	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00218713
CAMIÓN	2E	2.17	SIMPLE	2	7	1.26536675	2.74584585
		2.17	SIMPLE	4	11	3.23828696	7.02708270
							<b>9.79372477</b>

**Nota:** En la tabla tenemos las cargas de cada tipo de vehiculos

**Tabla 60**

*Trafico proyectado de diseño 10 años*

TRAFICO PROYECTADO DE DISEÑO 10 AÑOS		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r =	2.83%
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n =	10
Factor Fca vehículos pesados	Fca =	11.37
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 1 sentidos, 1 carril por sentido
	Σf. IMDa =	9.7937
Factor direccional*Factor carril	Fd*Fc =	1.0
<b>Número de ejes equivalentes</b>	<b>ESAL =</b>	<b>40644.34</b>

**Nota:** En la Tabla se observa el valor del ESAL proyectado para 10 años.

### Diseño mediante el método NAASRA

Después de haber realizado los cálculos se procede a definir el espesor del afirmado para la capa de rodadura, siguiendo la normativa del manual de carreteras- suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014, mediante el método NAASRA

### Figura 14

*Ecuación del Método NAASRA*

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la sub rasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

**Nota:** Fórmula del Método NAASRA, MC- SSP 2014

De los CBR encontrados se calculó con el mejor valor de CBR adicionados el 10% de cloruro de magnesio: 38.50%

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} 38.50) + 58 * (\log_{10}(38.50))^2] * \log_{10}\left(\frac{40644.34}{120}\right)$$

$$e = 78.67 \text{ mm}$$

e = 10 cm

## CAPITULO IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES

### DISCUSION

Maturano, Aguilera & Bustos (2015), en su investigación indica al adicionar sales concentradas genera que permanezcan más tiempo sobre calzada. La cantidad de residuo salino sobre la calzada va disminuyendo en el tiempo, pero la incorporación de sales permite mantener sobre el pavimento una mayor cantidad de residuo salino luego de varios días, respecto a lo que se observa en el caso de las soluciones sin este agregado, en nuestra investigación se observó que al adicionar los porcentajes de cloruro de magnesio tiene un mejor comportamiento, lo que genera una mejor cohesión del material, generando mejores condiciones y características al suelo, este tipo de alternativa se utiliza presencia de polvo o pequeñas partículas en el suelo generando una mejor cohesión de ello.

Cosiche (2019) en esta investigación se determinó la siguiente conclusión, que el cloruro de magnesio eleva el CBR del suelo a una proporción del 3%, resultando con una mejor resistencia al corte en el tramo C-1, M3, tramo Pazos desvío Pampas Km 339 + 100, terreno natural +3% cloruro de magnesio hexahidratado presenta un C.B.R. a 0.1” al 100% arroja un 43.1% y al 95% proyecta un 40.2 %, en nuestra investigación tenemos resultados similares en nuestro caso el porcentaje de adición adecuada es de 10% de cloruro de magnesio, donde presenta un CBR de 38.55% mejorando 7 veces mas con respecto al suelo natural.

Valera (2021) concluye en su investigación, la aplicación con cloruro de magnesio al 1% aumenta de CBR llegando a un 27.706 %, una humedad optima de 8.176%; con cloruro de magnesio al 2% aumenta de CBR llegando a un 28.71 %, una humedad optima de 8.056%; la mejor dosificación fue con el 3% de Cloruro de



Magnesio obteniendo un CBR de 39.04% al 95% MDS y con una humedad óptima de 8.62%, teniendo finalmente una estabilización adecuada en las carreteras no asfaltadas en CPM El Milagro, en nuestra investigación para 3% de cloruro de magnesio tenemos un CBR de 17.92% con una humedad de 7.20%, con 5% de cloruro de magnesio tenemos un CBR de 26.09% con una humedad 6.48%, con 10% de cloruro de magnesio tenemos un CBR de 38.55% con un contenido de humedad 7.40%, se puede observar que a cantidades pequeñas como indica Valera en su investigación sube gradualmente y es óptima para carreteras no asfaltadas.

### **Implicancias**

Los ensayos de laboratorio nos implicaron poder comprobar los parámetros y procedimientos de nuestros resultados.

Con respecto al diseño vial, nos implicó corroborados con el Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC con el fin de dar una propuesta de mejora basada en el método NAASRA.

### **Limitaciones**

En cuanto a las limitaciones de las investigaciones ha sido complejo encontrar temas relacionados al cloruro de magnesio a nivel internacional.

Existen fuentes de información que no tiene acceso al contenido de la investigación sobre cloruro de magnesio, esto nos limita para de realizar nuestra recopilación documentaria.

Existen investigaciones de aplicación a nivel de base mas no de subrasante a nivel internacional.

## Conclusiones

Se evaluó el tramo desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa del Km 0 al Km 6.00, donde se tuvo un estudio de tráfico 40,644.34EE, clasificándose en un TNP<sub>2</sub> en carreteras no pavimentadas.

Se determinó las propiedades mecánicas del suelo de las 7 calicatas en las cuales en su granulometría tiene presencia en su mayoría finos, el tipo de suelo mediante la clasificación al sistema SUCS, es CL (arcilla media plasticidad arenosa), mediante ASSHTO es un suelo arcilloso A-7-6. En cuanto al ensayo de Proctor modificado del suelo natural se obtuvo su máxima densidad de 1.65 g/cm<sup>3</sup> con contenido óptimo de humedad de 5.80%, teniendo un CBR natural de 5.12%.

Se determinó que el porcentaje óptimo de cloruro de magnesio para la subrasante siendo el 10%, obteniendo como MDS en el ensayo Proctor modificado 7.40 g/cm<sup>3</sup>, con respecto a los ensayos de CBR con la adición de 10% de cloruro de magnesio se obtuvo un valor de 38.55%.

Se evaluó que las propiedades mecánicas del suelo natural de la subrasante no son buenas para el diseño vial según la normativa al tener menor al 6% de CBR tenemos una subrasante pobre, por consiguiente, se buscó la adición de cloruro de magnesio en las propiedades del suelo, esto generó un aumento de forma progresiva con respecto a los diferentes porcentajes. Se concluyó que al adicionar 10% de cloruro de magnesio al suelo natural aumenta hasta 7 veces el CBR; así mismo se puede observar en su MDS dando un aumento de 0.52 g/cm<sup>3</sup> con respecto al valor inicial obtenido del suelo natural. Finalmente, con respecto a la adición de porcentajes en el ensayo CBR con el 10% se logró una subrasante excelente considerando estas características adecuadas para el diseño vial de una subrasante pobre.

Se diseñó mediante el método NAASRA la estructura vial del tramo desvío Alto Cuin – desvío Chinapampa, considerando la adición al 10% de cloruro de magnesio, el espesor de una capa de afirmado resultó menor con respecto al suelo natural. Para un diseño vial según el catálogo del manual de carreteras suelos, geología, geotecnia, y pavimentos el espesor es considerado 30 cm base de afirmado y en nuestra propuesta de diseño vial considerando las nuevas características se reduce hasta 10 cm. como propuesta.

## **Recomendaciones**

Se recomienda adicionar otros porcentajes mayores a nivel de base o subbase

Comparar con nuevos aditivos tomando en cuenta el cloruro de magnesio a nivel de subrasante.

Se recomienda adicionar materiales ecológicos, eco sostenible a nivel de subrasante para caminos de bajo volumen de tránsito

Realizar diseño con otras metodologías y compararlo donde el producto económico sea lo más beneficioso.

**REFERENCIAS**

- BUNGE, M. (2007). *La investigación científica*. México, Siglo XXI.
- Batanero, C. & Diaz, C. (2011) Estadística de proyectos
- CALDERÓN, M. (2017). “*Mejoramiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado mediante el uso de cloruro de magnesio como mejorador de la capacidad de soporte*” Huánuco, Perú, Universidad Alas Peruanas.
- Castro, Y. (2021) Ética
- CEDEÑO, D. (2013). *Investigación de la estabilización de suelos con Enzima aplicado a la Sub-rasante de la Avenida Quitumbre - Ñan, Cantón Quito. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2201>*
- Condor, E. & Huamancayo, P. (2016) Comparación Económica del Resultado y el Mantenimiento entre los Estabilizadores PROES y CONSOLID para el Sistema de Mejoramiento de Suelos Blandos para las Carreteras no Pavimentadas en La Selva Peruana, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú
- [https://upc.aws.openrepository.com/bitstream/handle/10757/620693/HUAMANCAYO\\_CP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upc.aws.openrepository.com/bitstream/handle/10757/620693/HUAMANCAYO_CP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Coronado J. (2002) Manual centroamericano para diseño de pavimentos
- <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-pavimentos.pdf>
- Cosiche, G. (2019) INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS, “Universidad Peruana Los Andes”, Tesis de Pregrado, Huancayo, Perú
- <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/927>

DELGADO, A., & PASTOR, R. (2011). Estabilización de suelos para atenuar efectos de plasticidad del material de subrasante de la carretera Montecristi - Los Bajos. Manabí, Ecuador.

Duque G. & Escobar, C. (2002) Mecánica de Suelos

Goodrich, B., Koski, R., Jacobi, W. (2019) artículo Roadside vegetation health condition and magnesium chloride (MgCl<sub>2</sub>) dust suppressant use in two Colorado, U.S. Counties, USA.

Gutiérrez, C. (2010) Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el peru y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio, Tesis Pre grado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú

[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/116/gutierrez\\_ca.pdf?sequence=1](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/116/gutierrez_ca.pdf?sequence=1)

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ª edición)*. México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores S. A.

Heitzer, C. (2017). Efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados. Chile. Universidad Técnica Federico Santa María departamento de obras civiles Valparaiso – Chile

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23014/3560900231931UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández. (2014). “Metodología de la investigación”. Perú.

Higuera, C., Gómez, J. & Pardo, Ó. (2012). *Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. Revista Facultad de Ingeniería, vol. 21, no. 32, pp. 21-40. ISSN 2357-5328. DOI 10.19053/01211129.1431.*

Jones, D., & Surdahl, R. (2014). A New Procedure for Selecting Chemical Treatments on Unpaved Roads. University of California Davis, University of California Pavement Research Center, Department of Civil and Environmental Engineering, Davis, CA.

<https://journals.sagepub.com/doi/10.3141/2433-10>

Llerena, H. (2015). *Mejoramiento de una base superficial con cloruro de magnesio hexahidratado. Arequipa, Perú*: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

López, B. (2019). *Aplicación de bischofita para mejorar la estabilidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada Palca-Chana, Huari, Ancash. Lima. Perú: Universidad César Vallejo.*

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53242/Lopez\\_BFG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53242/Lopez_BFG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lepkowski, J (2008) Metodología de la investigación: Muestreo

Maturano, Aguilera & Bustos (2015). Diseño y aplicación experimental de soluciones salinas antihielo con aditivos residuales de origen orgánico. Universidad Nacional de San Juan, Argentina

[http://www.vialidadinvernal.org.ar/pdfs/Disenio-aplicacion-soluciones-antihielo\\_Maturano-otros.pdf](http://www.vialidadinvernal.org.ar/pdfs/Disenio-aplicacion-soluciones-antihielo_Maturano-otros.pdf)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014) Manual de carreteras: Suelos Geología, geotecnia 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)

Miranda, J., & Negrete, D. (2011). Estabilización de suelos cohesivos con el uso de cloruro de calcio. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Montejo, A. (2002) Ingeniería de pavimentos

Murty, K., Silva, A. & Venkata, B.(2016). Chemical stabilization of Sub-grade soil with gypsum and NaCl. International Journal of Advances 55 in engineering & Technology vol. 9, N°. 5, pp. 569-581. DOI ISSN 22311963. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Kavya-Ch>

4/publication/352019122\_CHEMICAL\_STABILIZATION\_OF\_SUB-  
GRADE\_SOIL\_WITH\_GYPSUM\_AND\_NACL/links/60b5e019299bf106f6edd2  
55/CHEMICAL-STABILIZATION-OF-SUB-GRADE-SOIL-WITH-GYPSUM-  
AND-NACL.pdf.

Norma Técnica Peruana 339.134.(1999) Métodos clasificación Suelos SUCS:  
INDECOPI

Norma Técnica Peruana 400.012. (2013). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: INDECOPI.

Norma Técnica Peruana 339.088. (2006). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Lima: INDECOPI.

Norma Técnica Peruana 339.185. (2013). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima: INDECOPI.

Norma Técnica Peruana 339.129 (1998) Límites de Atterberg. Lima: INDECOPI

Norma Técnica Peruana 339.141 (2014) Método de ensayo para la compactación mediante Proctor Modificado. Lima: INDECOPI



Norma Técnica Peruana 339.145 (1999) Método de Ensayo CBR. Lima:

INDECOPI

Ponce, D. (2018). Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha-Puyhuan Grande-Hunacavelica. Universidad Nacional de Huancavelica.

Sanchez, F. (2022) Tipos de Suelos para carreteras

<http://compavsa.com.mx/2022/09/22/tipos-de-suelos/>

Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. México: Limusa

<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet->

<LaObservacionUnMetodoParaElEstudioDeLaRealidad-3979972.pdf>

Valera, b. (2021). *Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas para la estabilización de la Av. El Milagro intersección con Ca. Bancharo Rossi hasta Ca. Ciro Alegría del CPM El Milagro 2021*. Perú: Universidad privada del Norte

Yepes, V. (2021). Procedimientos de construcción para la compactación y mejora del terreno. Colección Manual de Referencia, 1ª edición. Editorial Universitat Politècnica de València, 426 pp. Ref. 428. ISBN: 978-84-9048-603

Zea, N. (2005). “Características de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales” Estudio de Investigación. Universidad San Carlos de Guatemala, Chimaltenango – Guatemala.

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-ingenieria/taller-de-geotecnia/tesis-caracterizacion-de-arcilla-para-la-fabricacion-de-ladrillos-artesanales/19082096>.

## ANEXOS



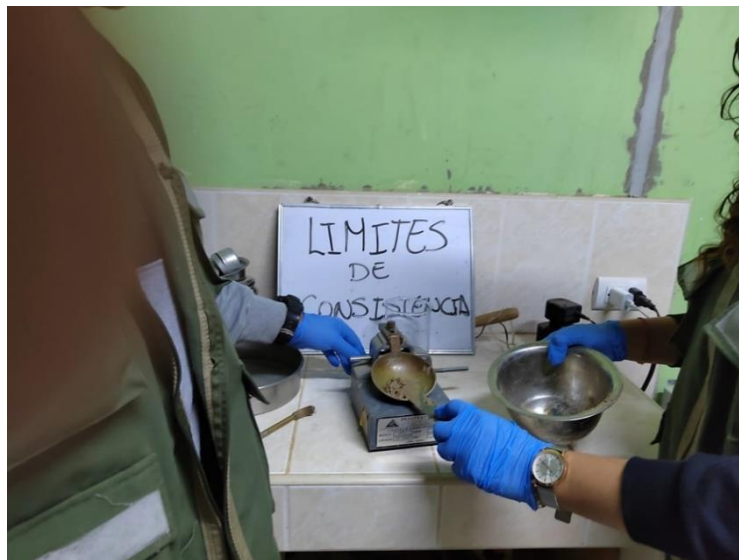
**Fotografía 1:** Elaboración de ensayos



**Fotografía 2:** Granulometría del material de la subrasante



**Fotografía 3:** Material natural en horno para el contenido de humedad



**Fotografía 4:** Ensayo para determinar limite de consistencia mediante copa de Casagrande



**Fotografía 5:** Ensayo Proctor del terreno natural



**Fotografía 6:** Elaboración de compactado en ensayo CBR





**Fotografía 7:** Adición de  $MgCl_2$  en suelo natural



**Fotografía 8:** Ensayo de CBR adicionado  $MgCl_2$



**Fotografía 9:** Ensayo de CBR adicionado al 3%  $MgCl_2$



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022

**Solicitante** : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO

**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD

**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022

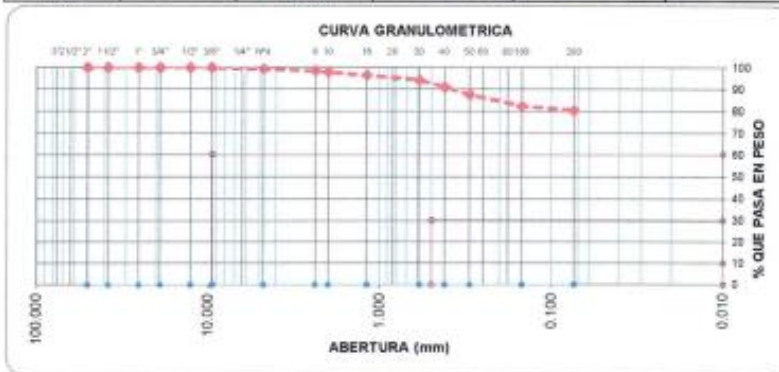
**Calicata** : FC 01

**Tipo de suelo** : Arcilla de baja plasticidad

**Peso de muestra seca** : 632.0

**Peso de muestra lavada** : 507.9

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	4.23	0.7	0.7	99.33		
Nº8	2.380	5.12	0.8	1.5	98.52		
Nº10	2.000	3.84	0.6	2.1	97.91		
Nº16	1.190	8.62	1.4	3.5	96.55		
Nº30	0.590	15.06	2.4	5.8	94.17		
Nº40	0.420	20.12	3.2	9.0	90.98		
Nº50	0.300	21.44	3.4	12.4	87.59		
Nº100	0.149	33.23	5.3	17.7	82.33		
Nº200	0.074	12.45	2.0	19.6	80.36		
< Nº200		507.90	80.4	100.0	0.00		
Total		632.00					



Límites e Indices de Consistencia	
L. Líquido	41.05
L. Plástico	20.68
Ind. Plástico	20.40
Clas. BUCS	CL
Clas. AASHTO	A-7-6 (12)

**HUMEDAD NATURAL = 8.59%**

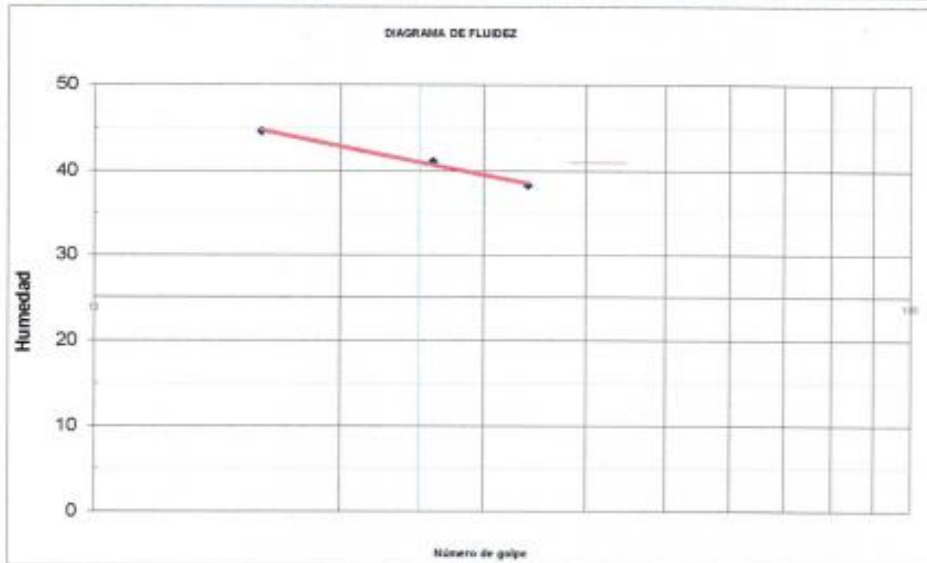
*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Obra	: ADICIÓN DE MgCl <sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022
Solicitante	: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO
Ubicación	: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022
Calicata	: PC 01
Tipo de suelo	: Arcilla de baja plasticidad

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de golpes	16	20	34	-	-	-
Peso tara (g)	16.56	19.79	24.22	20.45	22.90	22.41
Peso tara + suelo húmedo (g)	33.99	38.66	44.02	25.32	26.42	26.32
Peso tara + suelo seco (g)	28.61	33.16	38.54	24.48	25.83	25.64
Humedad %	44.65	41.14	38.25	20.84	20.14	21.05
Límites	41.05			20.68		
Índice Plástico	20.40					



*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

® INDECOPI

Calle Huayna Cápac 144 – Int. 2 – Urb. Santa María - Mov: 976785652 - E-Mail: Jim\_0626@hotmail.com

TRUJILLO - PERU



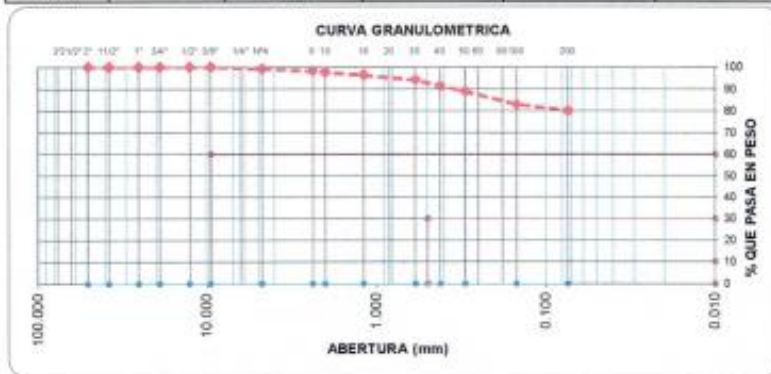


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
**Solicitante** : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
 DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
**Calicata** : PC 02  
**Tipo de suelo** : Arcilla de baja plasticidad  
 Peso de muestra seca : 574.2  
 Peso de muestra lavada : 460.0

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
						Límites	
						Superior	Inferior
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00		
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00		
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	4.35	0.8	0.8	99.24		
Nº8	2.380	5.67	1.0	1.7	98.26		
Nº10	2.000	3.24	0.6	2.3	97.69		
Nº16	1.190	7.44	1.3	3.6	96.40		
Nº30	0.590	12.67	2.2	5.8	94.19		
Nº40	0.420	15.96	2.7	8.5	91.48		
Nº50	0.300	14.37	2.5	11.0	88.98		
Nº100	0.149	34.23	6.0	17.0	83.02		
Nº200	0.074	16.89	2.9	19.9	80.11		
< Nº200		460.01	80.1	100.0	0.00		
Total		574.23					



**Límites e Índices de Consistencia**

L. Líquido	: 40.40
L. Plástico	: 20.46
Ind. Plástico	: 19.90
Clas. SUCS	: CL
Clas. AASHTO	: A-7-6 (12)

HUMEDAD NATURAL = 8.82

*Ing. C. Jim C. Anton Fiestas*  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

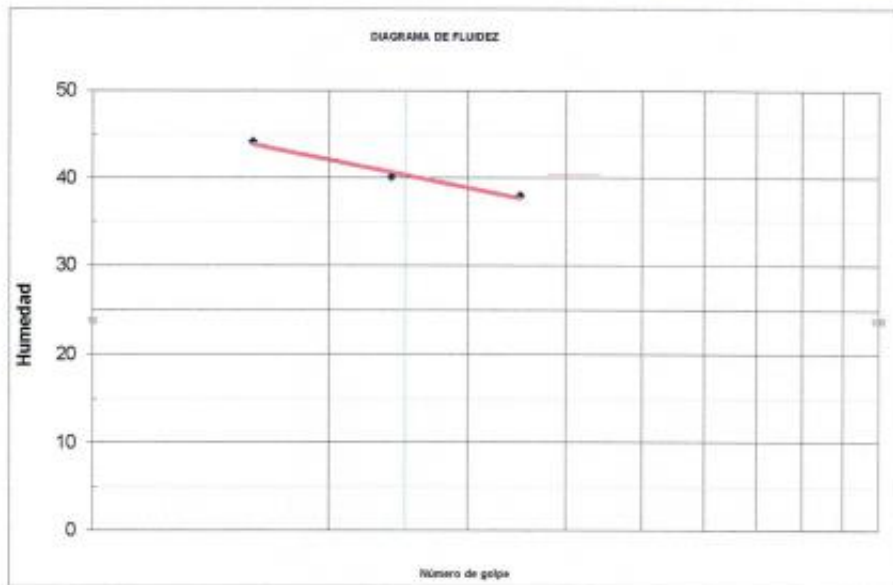


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Calicita : PC 02  
Tipo de suelo : Arcilla de baja plasticidad

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico			
N° de golpes	16	24	35	-	-	-	-
Peso tara (g)	17.43	16.34	29.20	23.14	21.45	20.34	
Peso tara + suelo húmedo (g)	40.23	36.35	41.34	28.24	27.43	28.40	
Peso tara + suelo seco (g)	33.24	30.62	38.00	27.38	26.43	27.00	
Humedad %	44.21	40.13	37.95	20.28	20.08	21.02	
Límites				40.40			20.46
Índice Plástico				19.90			



*[Handwritten Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Calicata : PC 03  
Tipo de suelo : Arena Arcillosa  
Peso de muestra seca (gr) : 1000.0  
Peso de muestra lavada (gr) : 166.9

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION TIPO B	
						Límites	
						Superior	Inferior
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00		
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00		
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.00	100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	95	75
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	75	40
Nº4	4.760	0.00	0.0	0.0	100.00	60	30
Nº8	2.380	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº10	2.000	109.40	10.9	10.9	89.06	45	20
Nº16	1.190	175.30	17.5	28.5	71.53		
Nº30	0.590	140.00	14.1	42.5	57.47		
Nº40	0.420	100.20	10.0	52.6	47.45	30	15
Nº50	0.300	110.10	11.0	63.6	36.44		
Nº100	0.149	119.00	12.0	75.5	24.46		
Nº200	0.074	77.70	7.8	83.3	16.69	15	5
< Nº200		166.00	16.7	100.0	0.00		
Total		1000.00					



**Límites e Indices de Consistencia**

L. Líquido	: 32.63
L. Plástico	: 19.82
Ind. Plástico	: 12.81
Clas. SUCS	: SC
Clas. AASHTO	: A-2-6 (0)

**HUMEDAD NATURAL**

Sh + Tara (gr)	: 168.1
Ss + Tara (gr)	: 159.3
Tara (gr)	: 39.8
Peso Agua (gr)	: 8.8
Peso Suelo Seco ( )	: 119.5
Humedad(%)	: 7.40

*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022

Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO

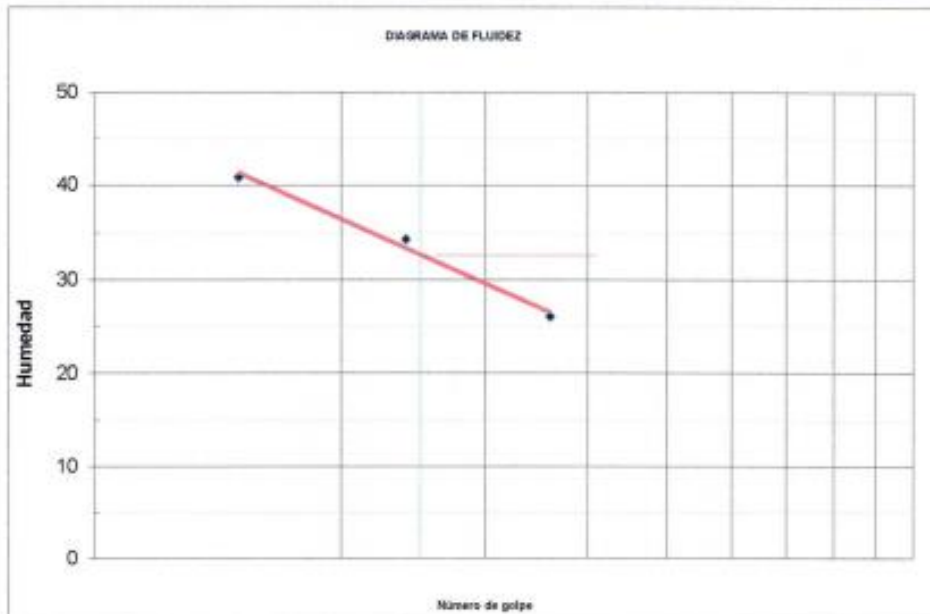
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022

Calicata : PC 03

Tipo de suelo : Arena Arcillosa

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	15	24	36	-	-
Peso tara (g)	23.21	23.00	23.81	22.49	22.47
Peso tara + suelo húmedo (g)	36.31	35.89	35.90	35.81	35.20
Peso tara + suelo seco (g)	32.51	32.60	33.40	33.60	33.10
Humedad %	40.86	34.27	26.08	19.89	19.76
Limites	32.63			19.82	
Índice Plástico	12.81				



*[Signature]*  
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251701



**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022

Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO

Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022

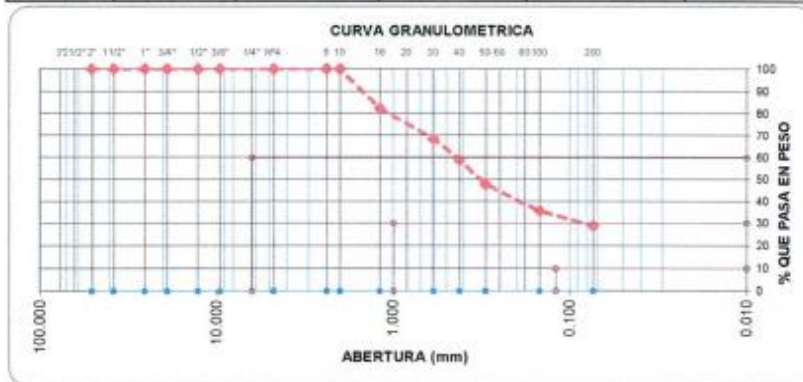
Calicata : PC 04

Tipo de suelo : Arena Arcillosa

Peso de muestra seca (gr) : 1000,0

Peso de muestra lavada (gr) : 287,6

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION TIPO B	
						Límites Superior Inferior	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00		
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00		
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	95	75
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	75	40
Nº4	4.760	0.00	0.0	0.0	100.00	60	30
Nº8	2.380	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº10	2.000	0.00	0.0	0.0	100.00	45	20
Nº16	1.190	176.20	17.6	17.6	82.38		
Nº30	0.590	139.50	14.0	31.6	68.43		
Nº40	0.420	96.20	9.6	41.2	58.81	30	15
Nº50	0.300	109.40	10.9	52.1	47.87		
Nº100	0.149	121.40	12.1	64.3	35.73		
Nº200	0.074	69.70	7.0	71.2	28.76	15	5
< Nº200		287.60	28.8	100.0	0.00		
Total		1000.00					



**Límites e Índices de Consistencia**

L. Líquido	: 32.04
L. Plástico	: 19.90
Ind. Plástico	: 12.14
Clas. SUCS	: SC
Clas. AASHTO	: A-2-6 (0)

**HUMEDAD NATURAL**

Sh + Tara (gr)	: 149.3
Ss + Tara (gr)	: 147.9
Tara (gr)	: 48.1
Peso Agua (gr)	: 6.4
Peso Suelo Seco (g)	: 94.8
Humedad(%)	: 6.80

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251701

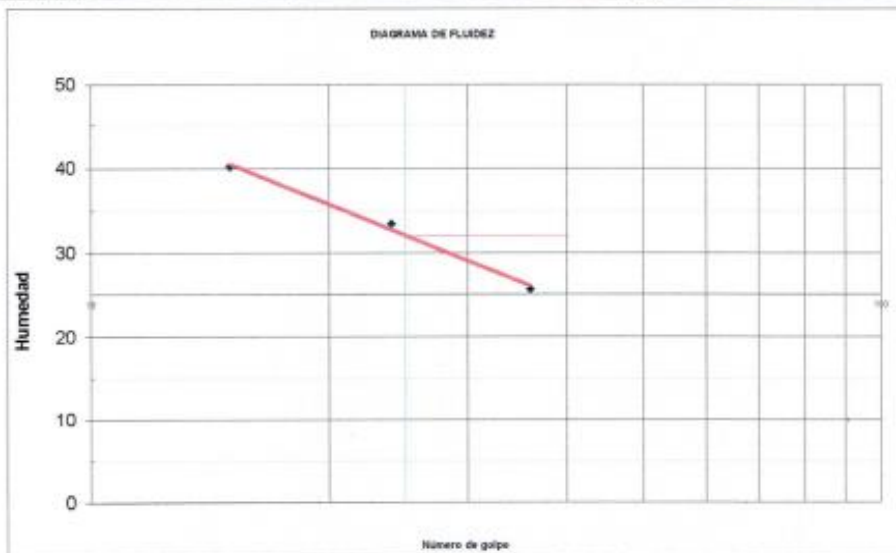


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
Darwin Antonio Chavez Polo  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Calicata : PC 04  
Tipo de suelo : Arena Arcillosa

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	15	24	36	-	-
Peso tara (g)	23.15	23.20	23.18	23.25	23.80
Peso tara + suelo húmedo (g)	36.40	36.01	35.90	35.90	35.20
Peso tara + suelo seco (g)	32.60	32.80	33.30	33.81	33.30
Humedad %	40.21	33.44	25.69	19.79	20.00
Límites				32.04	19.90
Índice Plástico	12.14				



*[Firma]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



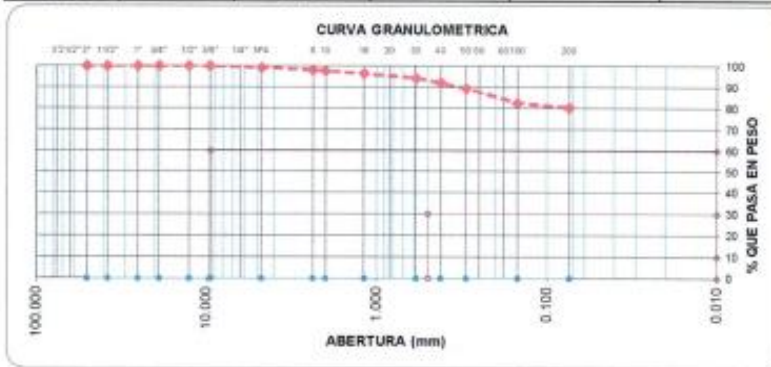
**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
**Solicitante** : KERLY JIMENA QÚISPE ESTELA  
 DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
**Calicata** : PC 05  
**Tipo de suelo** : Arcilla de baja plasticidad  
 Peso de muestra seca : 595.3  
 Peso de muestra lavada : 478.9

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	4.15	0.7	0.7	99.30		
Nº8	2.380	7.52	1.3	2.0	98.04		
Nº10	2.000	2.16	0.4	2.3	97.68		
Nº16	1.190	8.00	1.3	3.7	96.33		
Nº30	0.590	12.62	2.1	5.8	94.21		
Nº40	0.420	13.51	2.3	8.1	91.94		
Nº50	0.300	15.10	2.5	10.6	89.41		
Nº100	0.149	40.16	6.7	17.3	82.66		
Nº200	0.074	13.21	2.2	19.6	80.44		
< Nº200		478.85	80.4	100.0	0.00		
Total		595.30					



**Límites e Indices de Consistencia**

L. Líquido	: 43.50
L. Plástico	: 22.80
Ind. Plástico	: 20.70
Clas. SUCS	: CL
Clas. AASHTO	: A-7-6 (13)

HUMEDAD NATURAL = 8.78%

*Ing. C. Jim C. Anton Fiestas*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022

**Solicitante** : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO

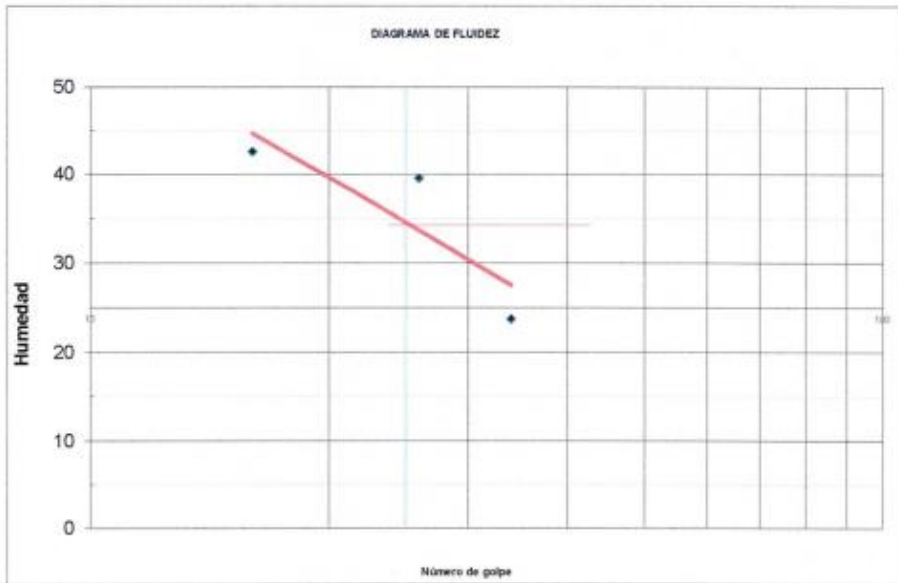
**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD

**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022

**Calicata** : PC 05

**Tipo de suelo** : Arcilla de baja plasticidad

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico			
Nº de golpes	16	26	34	-	-	-	-
Peso tara (g)	20.86	22.90	22.41	21.40	24.10	23.24	
Peso tara + suelo húmedo (g)	35.15	40.24	39.43	28.54	29.67	28.65	
Peso tara + suelo seco (g)	30.88	35.33	36.16	27.27	28.72	27.71	
Humedad %	42.61	39.50	23.78	21.64	20.56	21.03	
Límites	34.23			21.08			
Índice Plástico				13.16			



*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701





**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
 Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
 DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
 Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
 Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
 Calicata : PC 06  
 Tipo de suelo : Arena Arcillosa  
 Peso de muestra seca (gr) : 1000.0  
 Peso de muestra lavada (gr) : 355.7

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº8	2.380	12.68	1.3	1.3	98.73		
Nº10	2.000	82.20	8.6	9.9	90.11		
Nº16	1.190	89.30	9.6	19.5	80.48		
Nº30	0.590	95.09	9.5	29.0	70.98		
Nº40	0.420	89.90	8.7	37.7	62.29		
Nº50	0.300	55.70	5.6	43.3	56.72		
Nº100	0.149	180.30	16.0	59.3	40.69		
Nº200	0.074	51.20	5.1	64.4	35.57		
< Nº200		355.72	35.6	100.0	0.00		
Total		1000.00					



L. Líquido	:	31.74
L. Plástico	:	19.64
Ind. Plástico	:	12.10
Clas. SUCS	:	SC
Clas. AASHTO	:	A-6 (1)

Sh + Tara (gr)	:	250.4
Ss + Tara (gr)	:	239.9
Tara (gr)	:	46.9
Peso Agua (gr)	:	10.6
Peso Suelo Seco (gr)	:	203.4
Humedad(%)	:	5.21

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251701

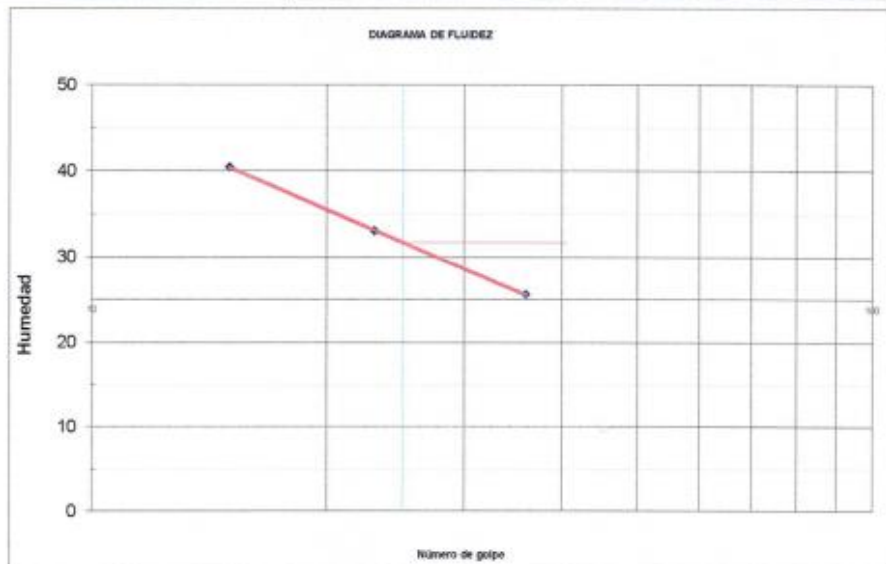


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
                  : DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Calicata : PC 06  
Tipo de suelo : Arena Arcillosa

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico			
N° de golpes	15	23	36	-	-	-	-
Peso tara (g)	15.94	19.79	23.44	23.25	23.80		
Peso tara + suelo húmedo (g)	34.37	34.52	40.68	35.90	35.20		
Peso tara + suelo seco (g)	29.06	30.86	37.17	33.80	33.35		
Humedad %	40.47	33.06	25.56	19.91	19.37		
Límites	31.74			19.64			
Índice Plástico				12.10			



*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

Obra : ADICION DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACION DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Calicata : PC 07  
Tipo de suelo : Arcilla de baja plasticidad  
Peso de muestra seca : 650.2  
Peso de muestra lavada : 511.3

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	ESPECIFICACION S2	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	Límites	
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	Superior	Inferior
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00		
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº4	4.760	0.00	0.0	0.0	100.00		
Nº8	2.380	4.35	0.7	0.7	99.33		
Nº10	2.000	7.32	1.1	1.8	98.21		
Nº16	1.190	5.84	0.9	2.7	97.31		
Nº30	0.590	9.72	1.5	4.2	95.81		
Nº40	0.420	16.48	2.4	6.6	93.43		
Nº60	0.300	32.75	5.0	11.6	88.39		
Nº100	0.149	42.95	6.6	18.2	81.79		
Nº200	0.074	20.54	3.2	21.4	78.63		
< Nº200		511.27	78.6	100.0	0.00		
Total		650.23					



**Límites e Índices de Consistencia**

L. Líquido	: 41.63
L. Plástico	: 20.78
Ind. Plástico	: 20.84
Clas. SUCS	: CL
Clas. AASHTO	: A-7-6 (13)

**HUMEDAD NATURAL = 8.94%**

*Ing. C. Jim C. Anton Fiestas*  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

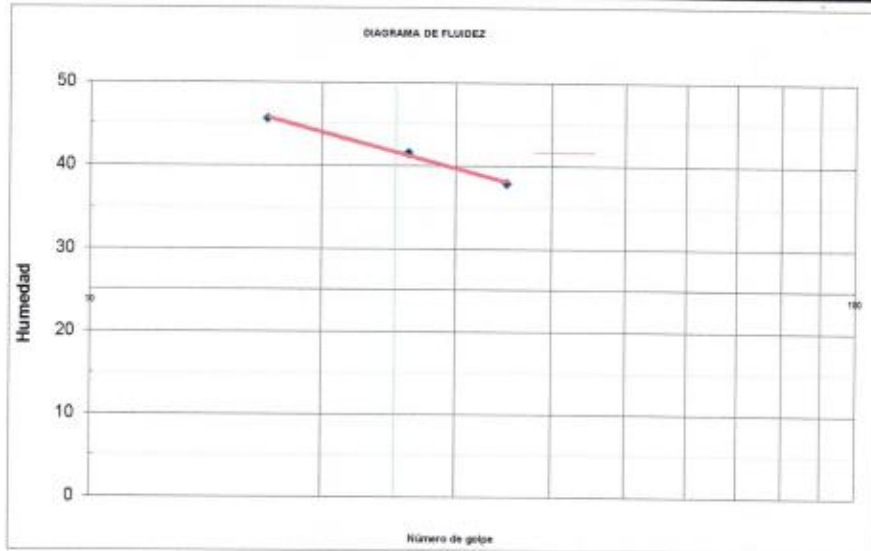


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
**Solicitante** : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
 DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
**Calicata** : PC-07  
**Tipo de suelo** : Arcilla de baja plasticidad

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
Nº de golpes	17	26	35	-	-	-
Peso tara (g)	20.54	23.65	21.60	20.64	23.65	21.60
Peso tara + suelo húmedo (g)	34.60	37.45	43.26	26.43	27.46	29.33
Peso tara + suelo seco (g)	30.20	33.40	37.30	25.41	26.82	28.00
Humedad %	45.55	41.54	37.96	21.38	20.19	20.78
Límites	41.63			20.78		
Índice Plástico	20.84					



*[Handwritten Signature]*  
 Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251701



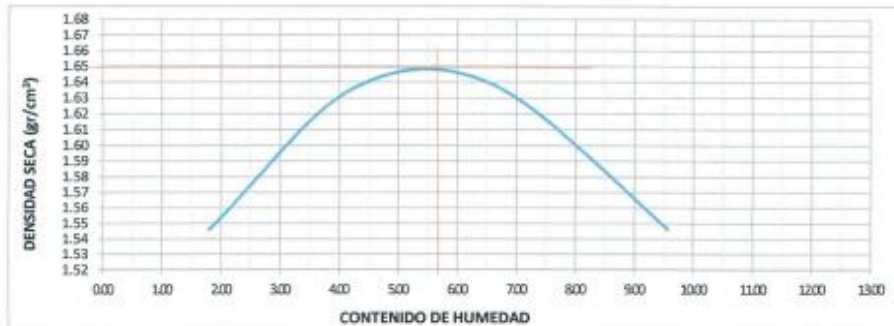


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 - METODO B)

OBRAS: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	120.40	114.13	118.99	118.00
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	118.90	111.00	114.00	111.00
Peso del Agua (gr)	1.50	3.13	4.99	7.00
Peso tara (gr)	35.70	36.90	38.60	37.80
Peso Suelo Seco (gr)	83.20	74.10	75.40	73.20
Contenido de humedad (%)	1.80	4.22	6.62	9.56
ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3400	3525	3665	3515
Peso Molde (gr)	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo Húmedo (gr)	1505	1630	1670	1620
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.57	1.70	1.75	1.69
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.546	1.636	1.636	1.547



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.65 gr/cm<sup>3</sup>

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 5.80 %

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



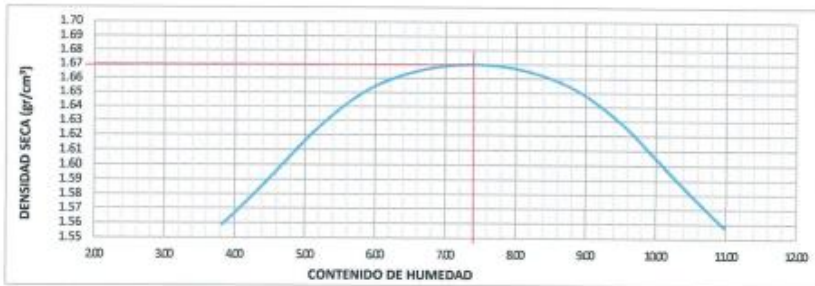
**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN –  
DESVIÓ CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
ENSAYO No	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	155.40	135.10	145.60	152.60
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	150.50	128.66	136.06	139.47
Peso del Agua (gr)	4.90	6.44	9.55	13.13
Peso tara (gr)	22.54	23.65	25.51	19.84
Peso Suelo Seco (gr)	127.96	105.01	110.54	119.63
Contenido de humedad (%)	3.83	6.13	8.64	10.98
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )				
ENSAYO No	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	9730	10030	10120	9970
Peso Molde (gr)	6295	6295	6295	6295
Peso Suelo Húmedo (gr)	3435	3735	3825	3675
Volumen Suelo Húmedo (gr)	2122.07	2123.07	2124.07	2125.07
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.62	1.76	1.80	1.73
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.56	1.66	1.66	1.59



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.67 gr/cm<sup>3</sup>

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 7.4 %

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



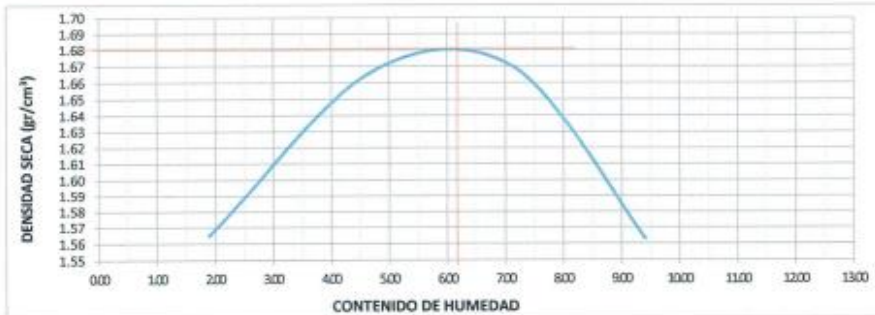
**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
ENSAYO No	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	119.10	113.41	119.40	117.21
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	117.54	110.00	114.00	110.39
Peso del Agua (gr)	1.56	3.41	5.40	6.82
Peso tara (gr)	35.70	36.90	36.60	37.80
Peso Suelo Seco (gr)	81.84	73.10	75.40	72.59
Contenido de humedad (%)	1.91	4.66	7.16	9.40
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )				
ENSAYO No	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3420	3562	3605	3530
Peso Molde (gr)	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo Húmedo (gr)	1525	1667	1710	1635
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.74	1.79	1.71
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.565	1.668	1.669	1.563



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.68 gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.10 %

*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

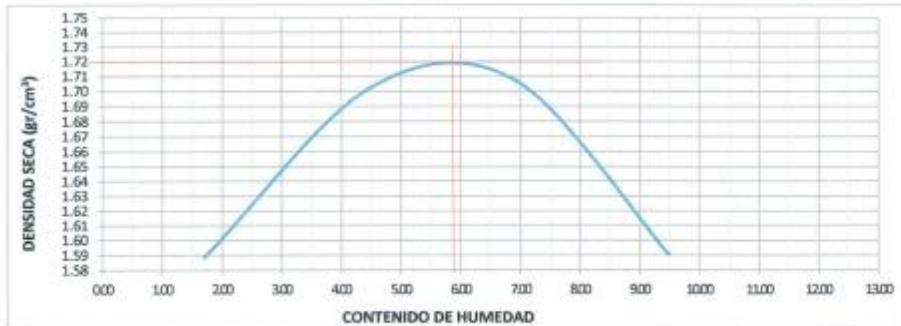


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 3% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	119.10	114.70	121.58	118.36
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	117.70	111.37	116.21	111.39
Peso del Agua (gr)	1.40	3.33	5.37	6.97
Peso tara (gr)	35.70	36.90	38.60	37.80
Peso Suelo Seco (gr)	82.00	74.47	77.61	73.59
Contenido de humedad (%)	1.71	4.47	6.92	9.47
ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3440	3595	3640	3560
Peso Molde (gr)	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo Húmedo (gr)	1545	1700	1745	1665
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.62	1.78	1.83	1.74
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.589	1.702	1.707	1.591



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.72 gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 5.96 %

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701





**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

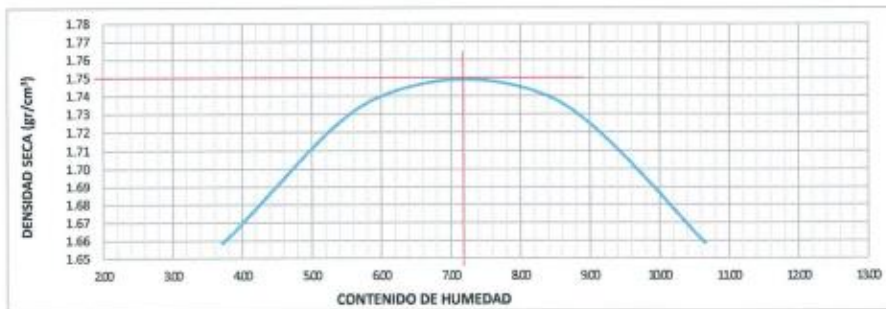
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 3% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	115.40	117.14	112.60	116.10
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	112.70	112.90	107.10	108.80
Peso del Agua (gr)	2.70	4.24	5.50	7.30
Peso tara (gr)	40.20	41.50	41.80	40.30
Peso Suelo Seco (gr)	72.50	71.40	65.30	68.50
Contenido de humedad (%)	3.72	5.94	8.42	10.66

ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3540	3656	3698	3650
Peso Molde (gr)	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo Húmedo (gr)	1645	1761	1803	1755
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.84	1.89	1.84
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.659	1.739	1.739	1.659



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.75 gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 7.20 %

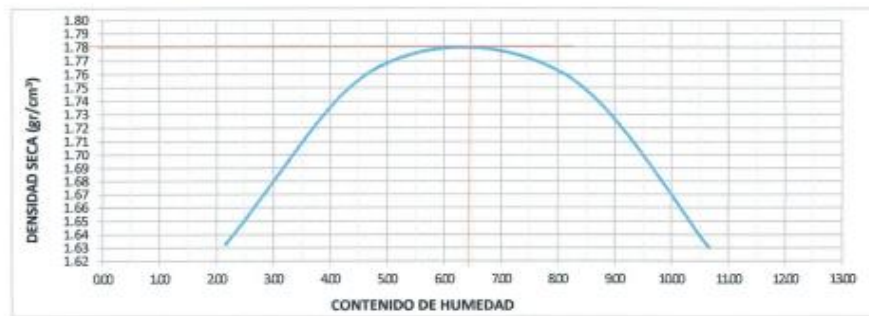
NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 3% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	120.70	114.60	120.10	118.80
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	118.90	111.00	114.00	111.00
Peso del Agua (gr)	1.80	3.60	6.10	7.80
Peso tara (gr)	35.70	36.90	38.60	37.80
Peso Suelo Seco (gr)	83.20	74.10	75.40	73.20
Contenido de humedad (%)	2.16	4.86	8.09	10.66
ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3480	3665	3715	3620
Peso Molde (gr)	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo Húmedo (gr)	1585	1770	1820	1725
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.85	1.90	1.80
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.633	1.766	1.761	1.631



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.78 gr/cm<sup>3</sup>

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.40 %

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Firma]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

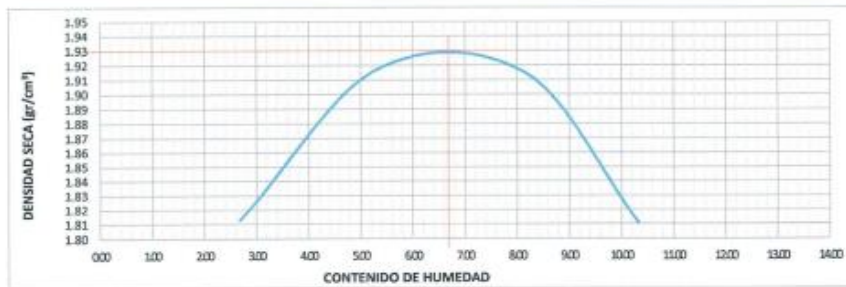


**M&M ANTÓN LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 5% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	122.50	124.20	123.00	122.40
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	120.30	120.00	116.70	114.70
Peso del Agua (gr)	2.20	4.20	6.30	7.70
Peso tara (gr)	38.50	40.80	39.60	40.10
Peso Suelo Seco (gr)	81.80	79.20	77.10	74.60
Contenido de humedad (%)	2.69	5.30	8.17	10.32
ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3880	3830	3880	3810
Peso Molde (gr)	1900	1900	1900	1900
Peso Suelo Húmedo (gr)	1780	1930	1980	1910
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.86	2.02	2.07	2.00
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.813	1.917	1.915	1.811



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.93 gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.70 %

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Handwritten Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

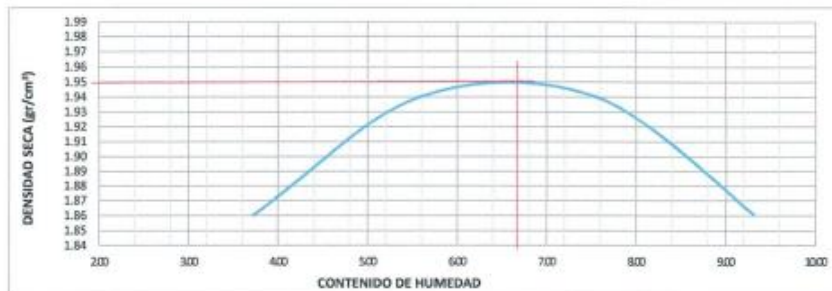


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIÑ – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 5% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	121.90	120.80	130.40	122.30
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	118.90	116.30	123.40	115.30
Peso del Agua (gr)	3.00	4.50	7.00	7.00
Peso tara (gr)	38.50	35.00	30.70	40.10
Peso Suelo Seco (gr)	80.40	80.70	92.70	75.20
Contenido de humedad (%)	3.73	5.58	7.55	9.31
ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3740	3853	3890	3840
Peso Molde (gr)	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo Húmedo (gr)	1845	1958	1995	1945
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	2.05	2.09	2.03
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.860	1.940	1.940	1.861



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.95 gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.70 %

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



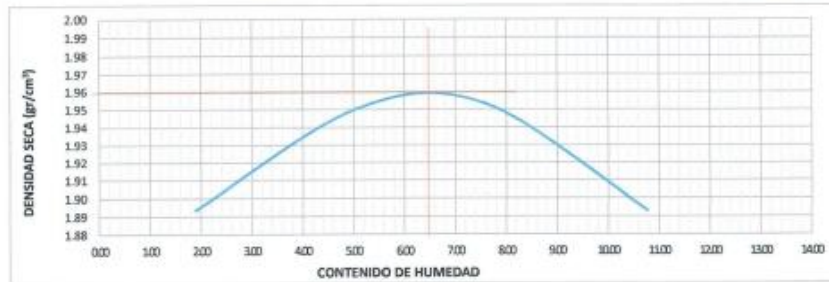


**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 5% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	126.85	127.00	124.80	126.00
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	125.20	122.85	118.80	117.65
Peso del Agua (gr)	1.65	4.15	6.00	8.35
Peso tara (gr)	38.50	40.80	39.60	40.10
Peso Suelo Seco (gr)	86.70	82.05	79.20	77.55
Contenido de humedad (%)	1.90	5.06	7.58	10.77
ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3745	3859	3908	3905
Peso Molde (gr)	1900	1900	1900	1900
Peso Suelo Húmedo (gr)	1845	1959	2008	2005
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	2.05	2.10	2.10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.894	1.950	1.953	1.893



DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.94 gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.48%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Handwritten Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

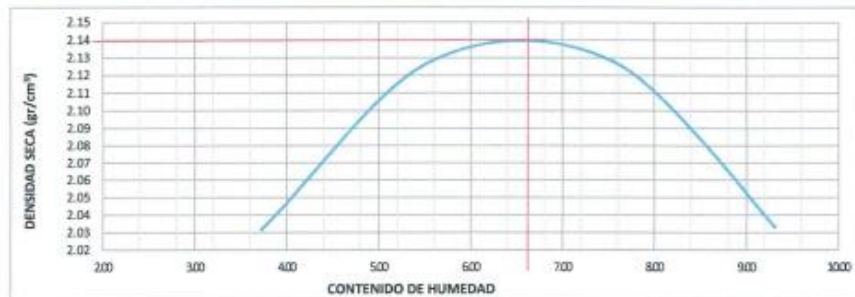
**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 10% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	121.90	120.80	130.40	122.30
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	118.90	116.30	123.40	115.30
Peso del Agua (gr)	3.00	4.50	7.00	7.00
Peso tara (gr)	38.50	35.60	30.70	40.10
Peso Suelo Seco (gr)	80.40	80.70	92.70	75.20
Contenido de humedad (%)	3.73	5.58	7.55	9.31

ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3910	4043	4083	4020
Peso Molde (gr)	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo Húmedo (gr)	2015	2148	2188	2125
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.25	2.29	2.22
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.032	2.128	2.128	2.033



DENSIDAD SECA MAXIMA: 2.14 gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.79 %

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

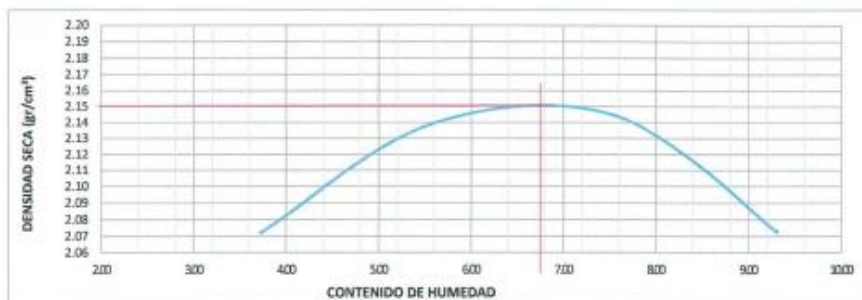
*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 10% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	121.90	120.80	130.40	122.30
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	118.90	118.30	123.40	115.30
Peso del Agua (gr)	3.00	4.50	7.00	7.00
Peso tara (gr)	38.50	35.80	30.70	40.10
Peso Suelo Seco (gr)	80.40	80.70	92.70	75.20
Contenido de humedad (%)	3.73	5.58	7.55	9.31
ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3950	4054	4100	4061
Peso Molde (gr)	1895	1895	1895	1895
Peso Suelo Húmedo (gr)	2055	2159	2205	2166
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.15	2.26	2.31	2.27
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.072	2.139	2.144	2.073



DENSIDAD SECA MAXIMA: 2.15 gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.80 %

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Firma]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

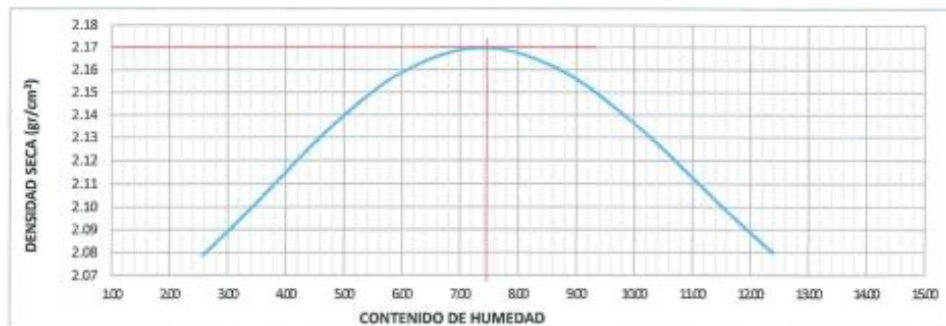




**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D1557 - METODO B)

OBRA: ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
SOLICITA: KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
UBICACIÓN: SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
TIPO DE SUELO: NATURAL + 10% CLORURO DE MAGNESIO

ENSAYO No	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	1	2	3	4
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	125.90	126.90	124.60	125.40
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	123.70	122.00	117.80	116.00
Peso del Agua (gr)	2.20	4.90	6.80	9.40
Peso tara (gr)	38.50	40.80	36.60	40.10
Peso Suelo Seco (gr)	85.20	81.20	78.20	75.90
Contenido de humedad (%)	2.58	6.03	8.70	12.38
ENSAYO No	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3839	4089	4145	4135
Peso Molde (gr)	1900	1900	1900	1900
Peso Suelo Húmedo (gr)	2039	2189	2245	2235
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.29	2.35	2.34
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.079	2.159	2.160	2.080



DENSIDAD SECA MAXIMA: 2.17 gr/cm<sup>3</sup>      OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 7.4 %

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
Darwin Antonio Chavez Polo  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Tipo de suelo : NATURAL

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
N° DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
SOBRECARGA (gr.)	4530				4530				4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	7850				7720				7540			
Peso de Molde (gr.)	4110				4122				4100			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3740.00				3598				3440			
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211				3211				3211			
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095				1095				1095			
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116				2116				2116			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77				1.70				1.63			
CAPSULA N°	1				2				3			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	66.2				66.8				66.5			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	63.2				63.7				63.5			
Peso de Agua (gr.)	3.00				3.1				3.00			
Peso de Cápsula (gr.)	20.5				20				20			
Peso de Suelo Seco (gr.)	42.7				43.7				43.50			
% de Humedad	7.03				7.14				6.90			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65				1.59				1.52			

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL.		HINCH. (%)		LECT. DIAL.		HINCH. (%)		LECT. DIAL.		HINCH. (%)	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
1	0.00				0.00				0.00			
2	0.00				0.00				0.00			
3	0.00				0.00				0.00			
4	0.00				0.00				0.00			

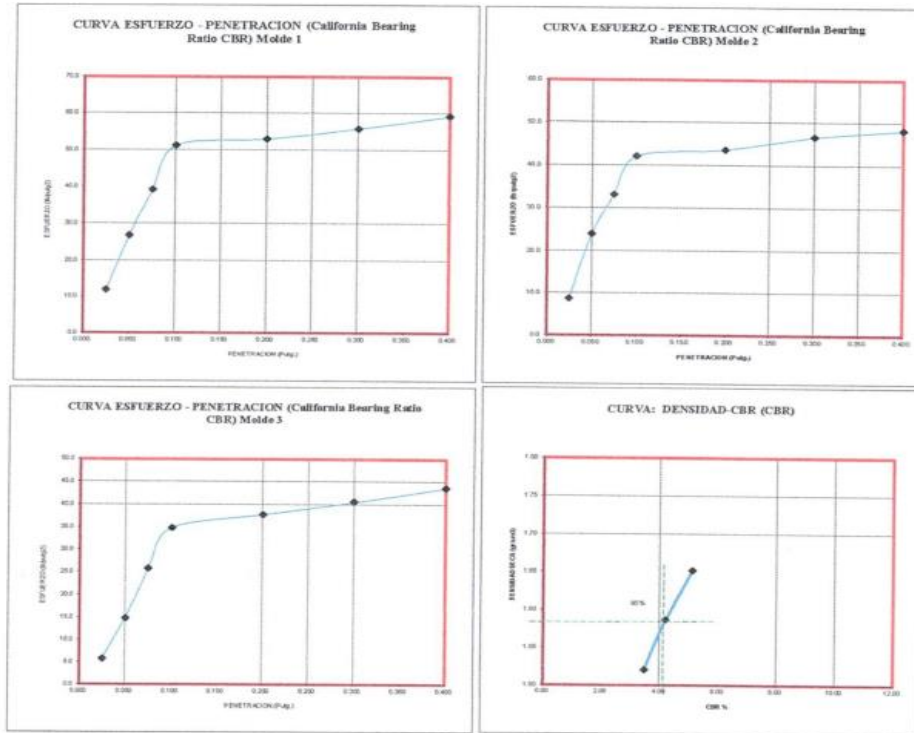
Estructura	Límite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

SUELO NO EXPANSIVO

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA		MOLDE 1		56 GOLPES		LECTURA		MOLDE 2		25 GOLPES		LECTURA		MOLDE 3		12 GOLPES	
	DIAL	lbs.	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.
0.025	7	35.2	11.7	6	26.1	8.7	5	17.0	5.7									
0.050	12	80.8	26.9	11	71.7	23.9	8	44.3	14.8									
0.075	16	117.3	39.1	14	99.0	33.0	12	77.1	25.7									
0.100	20	153.7	51.24	17	126.4	42.1	15	104.5	34.8									
0.200	21	139.2	53.1	18	130.9	43.6	16	113.6	37.9									
0.300	22	167.4	55.8	19	140.0	46.7	17	121.8	40.6									
0.400	23	177.4	59.1	19	144.6	48.2	18	130.9	43.6									

*[Firma]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



valores corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	51.2	1000	5.12	1.65
2	0.1	42.1	1000	4.21	1.59
3	0.1	34.8	1000	3.48	1.52

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	53.1	1500	3.54	1.65
2	0.2	43.6	1500	2.91	1.59
3	0.2	37.9	1500	2.52	1.52

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.65
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.03%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	5.12%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	3.54%

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN –  
DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Tipo de suelo : NATURAL

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo = Molde (gr.)	7880		7730		7570	
Peso de Molde (gr.)	4140		4108		4130	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3740.00		3622		3440	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77		1.71		1.63	
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo = Cápsula (gr.)	66.8		66.6		67.6	
Peso de suelo seco = Cápsula (gr.)	63.6		63.2		64.2	
Peso de Agua (gr.)	3.20		3.4		3.40	
Peso de Cápsula (gr.)	20.5		20		20	
Peso de Suelo Seco (gr.)	43.1		43.2		44.20	
% de Humedad	7.42		7.97		7.69	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65		1.59		1.51	

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

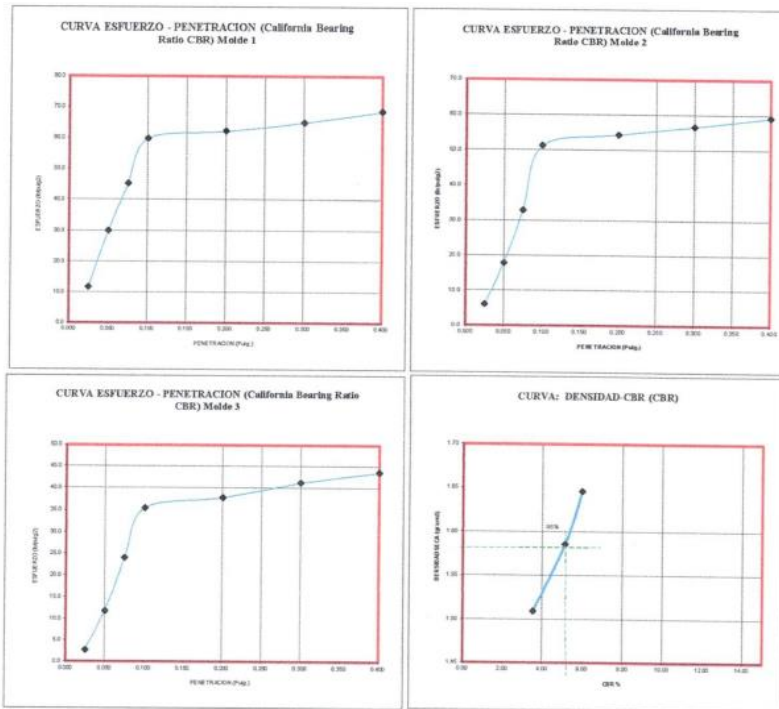
Estructura	Límite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Resante	3

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs.	56 GOLPES lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs.	25 GOLPES lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs.	12 GOLPES lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	7	35.2	11.7	5	17.9	6.0	4	7.9	2.6
0.050	13	89.9	30.0	9	53.4	17.8	7	35.2	11.7
0.075	18	135.5	45.2	14	99.0	33.0	11	71.7	23.9
0.100	23	179.4	59.81	20	153.7	51.2	15	106.3	35.4
0.200	24	186.5	62.2	21	162.8	54.3	16	113.6	37.9
0.300	25	194.7	64.9	22	170.1	56.7	17	123.6	41.2
0.400	26	205.7	68.6	23	177.4	59.1	18	130.9	43.6

  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701





Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	59.8	1000	5.98	1.65
2	0.1	51.2	1000	5.12	1.59
3	0.1	35.4	1000	3.54	1.51

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	62.2	1500	4.15	1.65
2	0.2	54.3	1500	3.62	1.59
3	0.2	37.9	1500	2.52	1.51

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.65
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.42%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	5.98%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	4.15%

*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**

LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIÑ – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
 Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
 Ubicación : DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
 Fecha : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
 Tipo de suelo : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
 Tipo de suelo : NATURAL

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	7940		7710		7500	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3805.00		3575		3365	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.80		1.69		1.59	
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	67.1		66.9		67.8	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	63.2		63.0		63.8	
Peso de Agua (gr.)	3.90		3.9		4.01	
Peso de Cápsula (gr.)	20.5		20		20	
Peso de Suelo Seco (gr.)	42.7		43.0		43.79	
% de Humedad	9.13		9.12		9.16	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65		1.55		1.46	

ENSAYO DE EXPANSION						
DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

Estructura	Límite Max
TIPO	HINCH (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

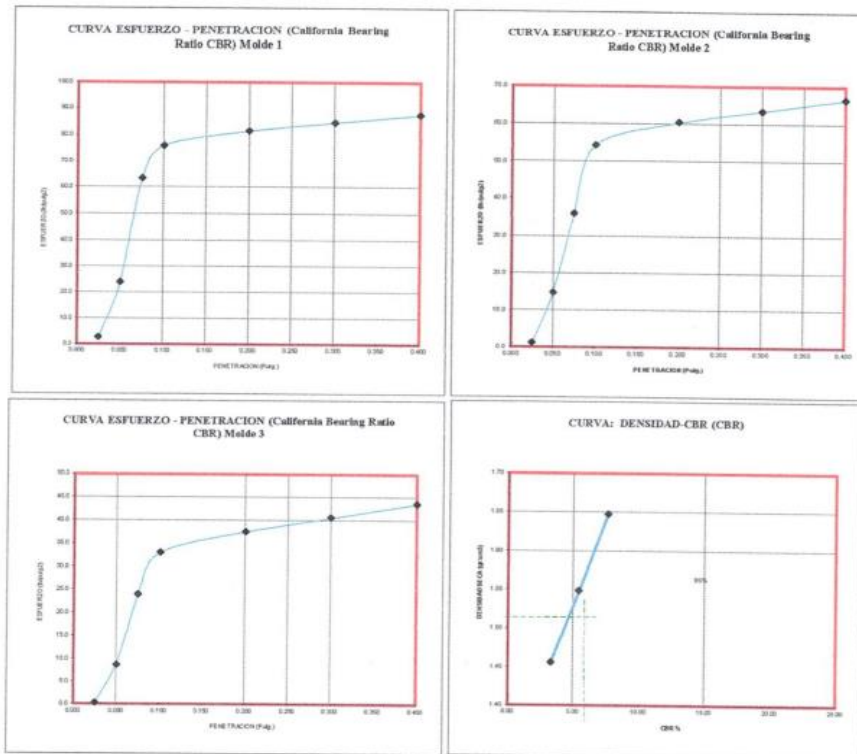
**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA DIAL	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA DIAL	MOLDE 3	12 GOLPES
		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>			lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	4	7.9	2.6	4	3.3	1.1	3	0.6	0.2
0.050	11	71.7	23.9	8	44.3	14.8	6	26.1	8.7
0.075	24	190.2	63.4	15	108.1	36.0	11	71.7	23.9
0.100	28	228.0	76.00	21	162.8	54.3	14	99.0	33.0
0.200	30	244.9	81.6	23	181.1	60.4	16	112.7	37.6
0.300	31	254.0	84.7	24	190.2	63.4	17	121.8	40.6
0.400	32	263.1	87.7	25	199.3	66.4	18	130.9	43.6

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	76.0	1000	7.60	1.65
2	0.1	54.3	1000	5.43	1.55
3	0.1	33.0	1000	3.30	1.46

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	81.6	1500	5.44	1.65
2	0.2	60.4	1500	4.02	1.55
3	0.2	37.6	1500	2.50	1.46

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.65
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.13%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	7.60%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	5.44%

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
**Solicitante** : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
**DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO**  
**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
**Tipo de suelo** : NATURAL + 3% CLORURO DE MAGNESIO

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
MOLDE	56		25		12	
N° DE GOLPES POR CAPA	4530		4530		4530	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8261		8052		7796	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4126		3917		3661	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Util (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95		1.85		1.73	
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	66.4		70.2		67.73	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	63.9		67.4		65.17	
Peso de Agua (gr.)	2.45		2.7		2.56	
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	36.3		40.0		37.07	
% de Humedad	6.75		6.83		6.91	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83		1.73		1.62	

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.10	0.00	0.11	0.00	0.13	0.00
2	0.11	0.12	0.12	0.24	0.15	0.48
3	0.12	0.36	0.15	0.60	0.18	0.60
4	0.13	0.24	0.18	0.84	0.22	0.96

SUELO NO EXPANSIVO

Estructura	Límite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Resarte	3

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		LECTURA DIAL	MOLDE 3	12 GOLPES
		56 GOLPES	LECTURA	25 GOLPES	LECTURA	12 GOLPES	LECTURA			
0.025	15	108.1	36.0	12	80.8	26.9	10	62.8	20.9	
0.050	30	244.9	81.6	25	199.3	66.4	21	162.8	54.3	
0.075	47	399.8	133.3	40	336.0	112.0	36	299.6	99.9	
0.100	57	491.0	167.7	52	445.4	148.5	47	399.8	133.3	
0.200	58	500.1	166.7	53	454.5	151.5	48	409.0	136.3	
0.300	59	509.2	169.7	54	463.7	154.6	49	418.1	139.4	
0.400	60	518.3	172.8	55	472.8	157.6	50	427.2	142.4	

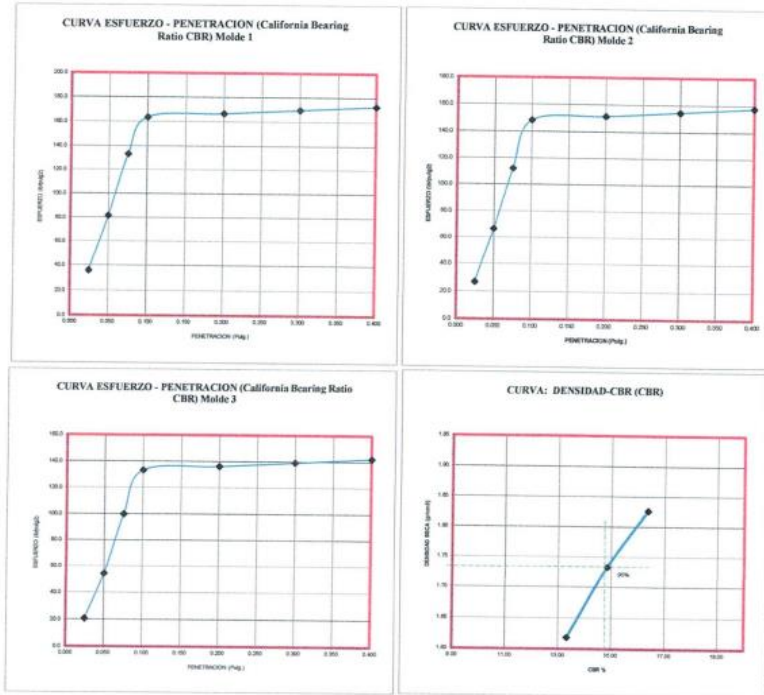
NOTA: Los material fueron suministrados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701





**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	163.7	1000	16.37	1.83
2	0.1	148.5	1000	14.85	1.73
3	0.1	133.3	1000	13.33	1.62

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	166.7	1500	11.11	1.83
2	0.2	151.5	1500	10.10	1.73
3	0.2	136.3	1500	9.09	1.62

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.75%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.37%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	14.85%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
**Solicitante** : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
 DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
**Tipo de suelo** : NATURAL + 3% CLORURO DE MAGNESIO

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
<b>MOLDE</b>	<b>MOLDE 1</b>		<b>MOLDE 2</b>		<b>MOLDE 3</b>	
<b>N° DE GOLPES POR CAPA</b>	56		25		12	
<b>SOBRECARGA (gr.)</b>	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8202		8090		7880	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4157		3955		3745	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Líq. (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96		1.87		1.77	
<b>CAPSULA N°</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	66.0		66.7		66.9	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	63.5		64.1		64.4	
Peso de Agua (gr.)	2.54		2.6		2.48	
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	35.9		36.7		36.27	
% de Humedad	7.08		7.09		6.84	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83		1.75		1.66	

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.10	0.00	0.17	0.00	0.19	0.00
2	0.11	0.24	0.19	0.36	0.21	0.60
3	0.12	0.24	0.20	0.34	0.24	0.72
4	0.14	0.36	0.22	0.38	0.28	0.84

SUELO NO EXPANSIVO

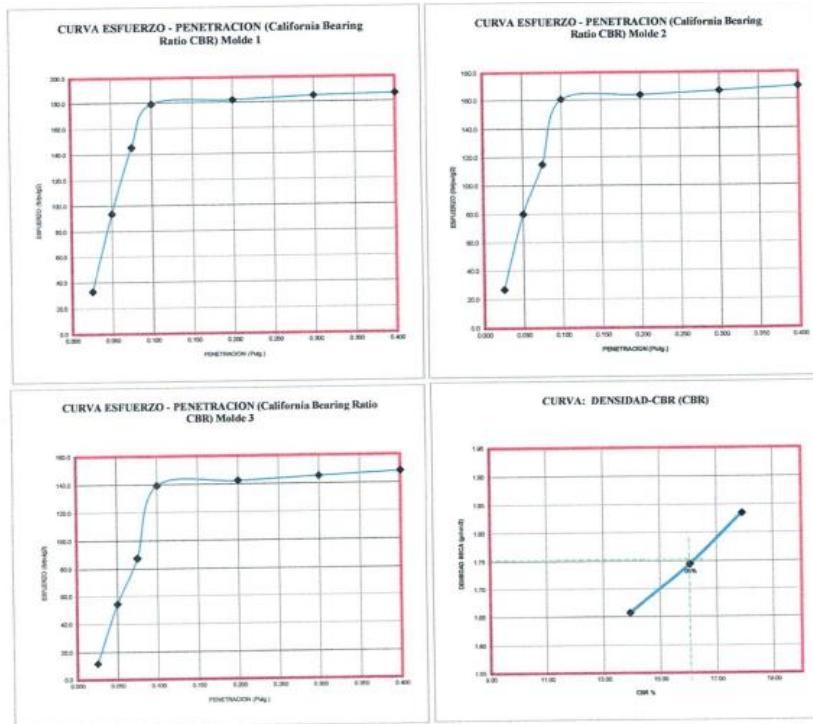
Estructura	Límite Max.
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Resorte	3

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 1	12 GOLPES
<b>PENETRACION</b>	<b>DIAL</b>	<b>Ibs.</b>	<b>Ibs/pulg<sup>2</sup></b>	<b>DIAL</b>	<b>Ibs.</b>	<b>Ibs/pulg<sup>2</sup></b>	<b>DIAL</b>	<b>Ibs.</b>	<b>Ibs/pulg<sup>2</sup></b>
0.025	14	99.0	33.0	12	80.8	26.9	7	35.2	11.7
0.050	34	281.3	93.8	30	240.3	80.1	21	162.8	54.3
0.075	51	436.7	145.4	41	345.2	115.1	32	283.1	87.7
0.100	62	537.5	179.2	56	481.9	160.6	49	418.1	130.4
0.200	62	545.7	181.9	57	491.0	163.7	50	427.2	142.4
0.300	64	554.8	184.9	58	500.1	166.7	51	436.3	145.4
0.400	65	559.4	186.5	59	509.2	169.7	52	445.4	148.5

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo.

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	179.2	1000	17.92	1.83
2	0.1	160.6	1000	16.06	1.75
3	0.1	139.4	1000	13.94	1.66

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	181.9	1500	12.13	1.83
2	0.2	163.7	1500	10.91	1.75
3	0.2	142.4	1500	9.49	1.66

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.08%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.92%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	16.06%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
**LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
**Solicitante** : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
 DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
**Tipo de suelo** : NATURAL, + 3% CLORURO DE MAGNESIO

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
<b>MOLDE</b>	<b>MOLDE 1</b>		<b>MOLDE 2</b>		<b>MOLDE 3</b>	
<b>N° DE GOLPES POR CAPA</b>	56		25		12	
<b>SOBRECARGA (gr.)</b>	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8262	8056	7799			
Peso de Molde (gr.)	4135	4135	4135			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4127	3921	3664			
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211	3211	3211			
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095	1095	1095			
Volumen Unil (cm <sup>3</sup> )	2116	2116	2116			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	1.85	1.73			
<b>CAPSULA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	69.0	66.6	66.7			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.4	64.1	64.3			
Peso de Agua (gr.)	2.64	2.5	2.40			
Peso de Cápsula (gr.)	27.6	27.45	28.1			
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.8	36.7	36.20			
% de Humedad	6.80	6.82	6.63			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.73	1.62			

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.10	0.00	0.11	0.00	0.14	0.00
2	0.12	0.48	0.13	0.50	0.16	0.58
3	0.13	0.24	0.16	0.53	0.19	0.82
4	0.14	0.31	0.18	0.58	0.22	0.72

SUELO NO EXPANSIVO

Estructura	Límite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

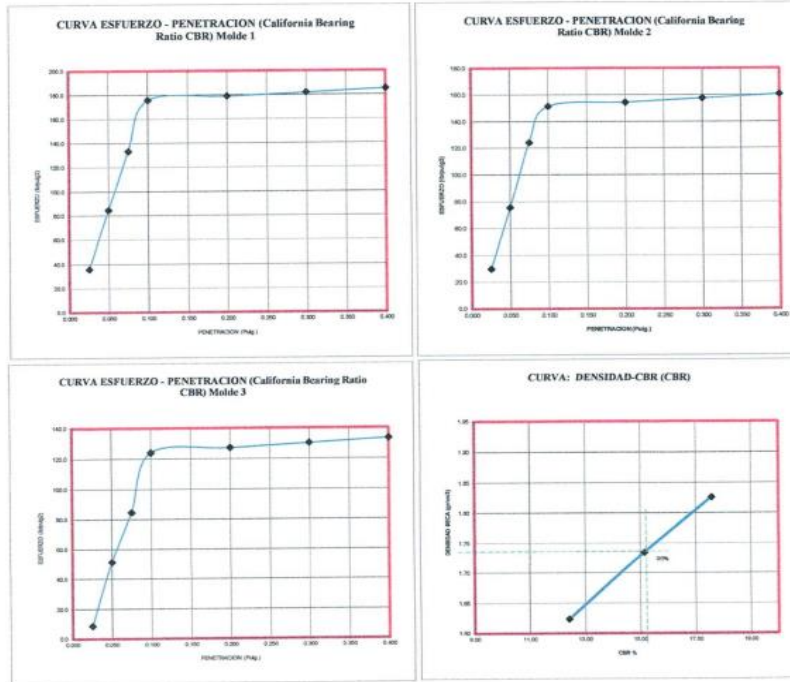
**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/psig <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/psig <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/psig <sup>2</sup>
0.025	15	108.1	36.0	17	40.9	20.0	8	28.1	8.7
0.050	31	254.0	84.7	28	226.6	75.5	20	153.7	51.2
0.075	47	399.8	133.3	44	372.5	134.2	31	254.0	84.7
0.100	61	527.5	175.8	53	454.5	151.5	44	372.5	124.2
0.200	62	536.6	178.9	54	463.7	154.6	45	381.6	127.2
0.300	63	545.7	181.9	55	472.8	157.6	46	390.7	130.2
0.400	64	554.8	184.9	56	481.9	160.6	47	399.8	133.3

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701





Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	175.8	1000	17.58	1.83
2	0.1	151.5	1000	15.15	1.73
3	0.1	124.2	1000	12.42	1.62

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	178.9	1500	11.92	1.83
2	0.2	154.6	1500	10.30	1.73
3	0.2	127.2	1500	8.48	1.62

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.80%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.58%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	15.15%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
Darwin Antonio Chavez Polo  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Tipo de suelo : NATURAL + 5% CLORURO DE MAGNESIO

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8520		8370		8200	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4385		4235		4065	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		2.00		1.92	
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	69.0		68.0		68.3	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.5		65.1		65.70	
Peso de Agua (gr.)	2.50		2.9		2.60	
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.9		37.7		37.60	
% de Humedad	6.43		7.70		6.91	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95		1.86		1.80	

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

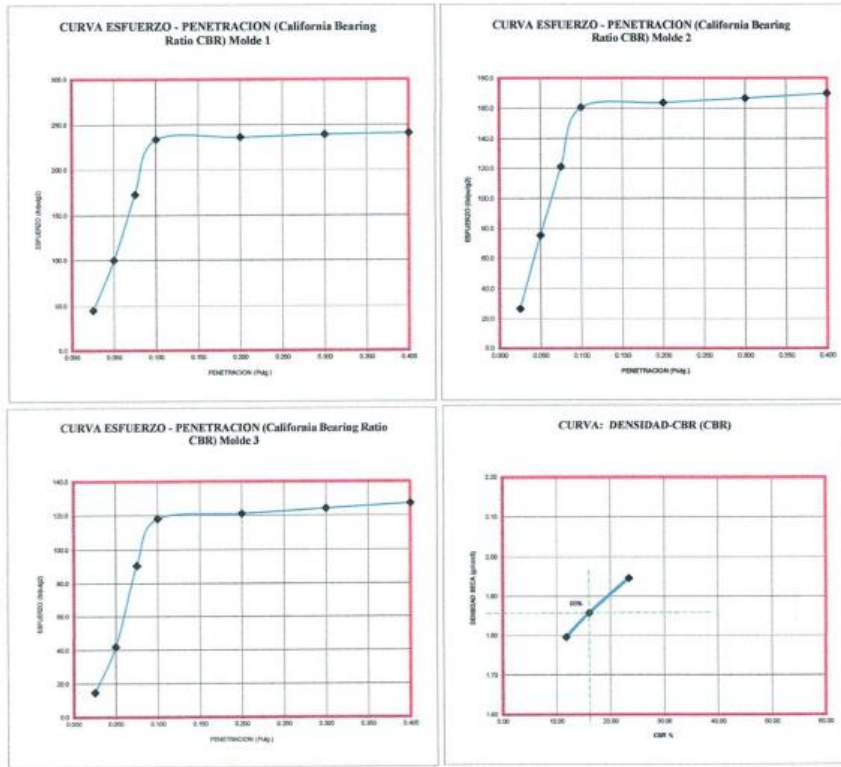
Estructura	Límite Max.
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Resorte	3

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	18	135.5	45.2	12	80.8	26.9	8	44.3	14.6
0.050	36	299.6	99.9	24	226.6	75.5	17	126.4	42.1
0.075	60	518.3	172.8	43	363.4	121.1	33	272.2	90.7
0.100	80	702.0	234.0	56	481.9	160.6	42	354.3	118.1
0.200	81	709.8	236.6	57	491.0	163.7	43	363.4	121.1
0.300	82	718.9	239.6	58	500.1	166.7	44	372.5	124.2
0.400	83	723.5	241.2	59	509.2	169.7	45	381.6	127.2

NOTA: Los material fueron reaccionados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	234.0	1000	23.40	1.95
2	0.1	160.6	1000	16.06	1.86
3	0.1	118.1	1000	11.81	1.80

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	236.6	1500	15.77	1.95
2	0.2	163.7	1500	10.91	1.86
3	0.2	121.1	1500	8.08	1.80

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.95
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.43%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	23.40%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	16.06%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*[Signature]*  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
 Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
 DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
 Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
 Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
 Tipo de suelo : NATURAL + 5% CLORURO DE MAGNESIO

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8520		8340		8160	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4385		4205		4025	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		1.99		1.90	
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	68.7		67.7		67.9	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.1		64.7		65.30	
Peso de Agua (gr)	2.57		3.0		2.60	
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.5		37.3		37.20	
% de Humedad	6.67		8.11		6.99	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94		1.84		1.78	

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

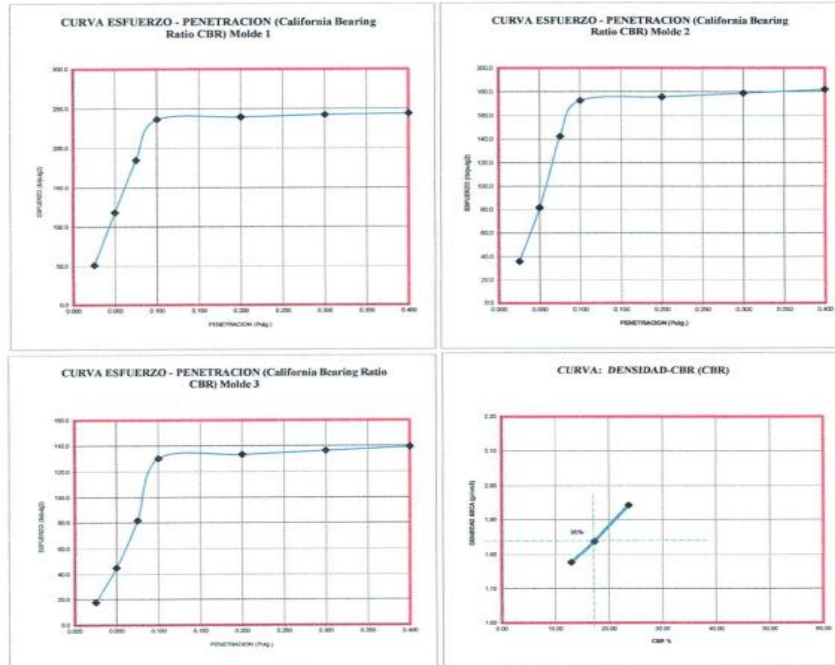
Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Baseote	3

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	20	153.7	51.2	15	108.1	36.0	9	53.4	17.8
0.050	42	354.3	118.1	30	244.9	81.6	18	135.5	45.2
0.075	64	554.8	184.9	50	427.2	142.4	30	244.9	81.6
0.100	81	709.8	236.6	60	518.3	172.8	40	300.7	100.2
0.200	82	718.9	239.6	61	527.5	175.8	47	309.8	103.3
0.300	83	728.0	242.7	62	536.6	178.9	48	309.0	103.1
0.400	84	732.6	244.2	63	545.7	181.9	49	318.1	109.4

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP: 251701





Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	236.6	1000	23.66	1.94
2	0.1	172.8	1000	17.28	1.84
3	0.1	130.2	1000	13.02	1.78

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	239.6	1500	15.98	1.94
2	0.2	175.8	1500	11.72	1.84
3	0.2	133.3	1500	8.89	1.78

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	1.94
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.67%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	23.66%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	17.28%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

*Ing. C. Jim C. Anton Fiestas*  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVIO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Tipo de suelo : NATURAL + 5% CLORURO DE MAGNESIO

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8740		8510		8260	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4605		4375		4125	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.18		2.07		1.95	
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	68.6		67.3		67.6	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.0		64.6		65.10	
Peso de Agua (gr.)	2.57		2.7		2.50	
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.4		37.2		37.00	
% de Humedad	6.69		7.27		6.76	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04		1.93		1.83	

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.10	0.00	0.11	0.00	0.13	0.00
2	0.11	0.12	0.12	0.24	0.15	0.48
3	0.12	0.36	0.15	0.60	0.18	0.60
4	0.13	0.24	0.18	0.84	0.22	0.96

SUELO NO EXPANSIVO

Estructura	Límite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

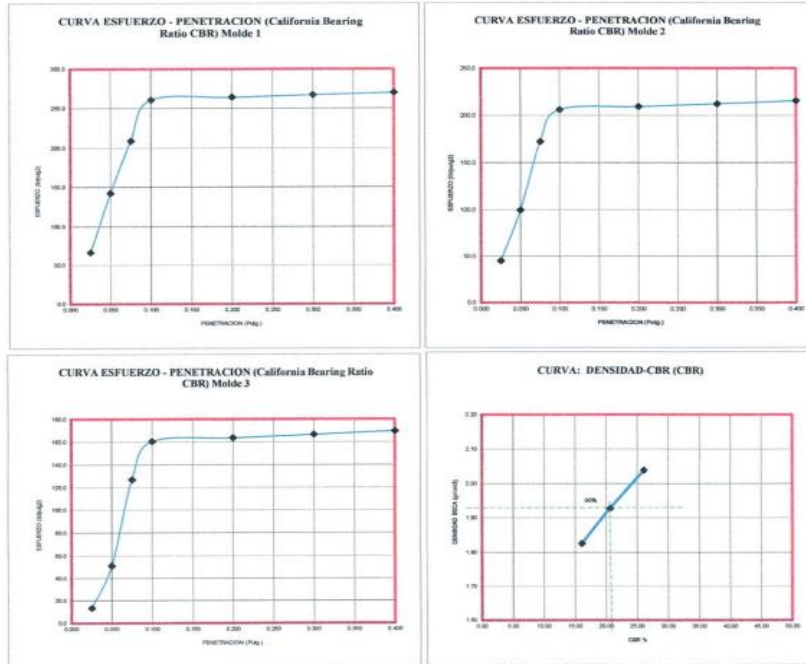
ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	25	199.3	66.4	18	135.5	45.2	8	99.8	13.3
0.050	50	427.2	142.4	36	299.6	99.9	20	153.7	51.2
0.075	72	627.7	209.2	60	518.3	172.8	45	381.6	127.2
0.100	89	782.7	260.9	71	618.6	206.2	56	481.9	160.6
0.200	90	791.8	263.9	72	627.7	209.2	57	491.0	163.7
0.300	91	800.9	267.0	73	636.9	212.3	58	500.1	166.7
0.400	92	810.1	270.0	74	646.0	215.3	59	509.2	169.7

NOTA: Los materiales fueron muestreados por el laboratorio, además de realizar el ensayo

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	260.9	1000	26.09	2.04
2	0.1	206.2	1000	20.62	1.93
3	0.1	160.6	1000	16.06	1.83

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	263.9	1500	17.60	2.04
2	0.2	209.2	1500	13.95	1.93
3	0.2	163.7	1500	10.91	1.83

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.04
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.89%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	26.09%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	20.62%

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Flestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251761



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

**Obra** : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
**Solicitante** : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
**Ubicación** : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Fecha** : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
**Tipo de suelo** : NATURAL + 10% CLORURO DE MAGNESIO

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
<b>N° DE GOLPES POR CAPA</b>	56		25		12	
<b>SOBRECARGA (gr.)</b>	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8840	8670	8400	4135	4265	3211
Peso de Molde (gr.)	4135	4135	4135	4535	4265	3211
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4705	4535	4265	1095	2116	2116
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211	3211	3211	1095	2116	2116
Volumen del Disco Espesador (cm <sup>3</sup> )	1095	1095	1095	2116	2116	2116
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116	2116	2116	2.22	2.14	2.02
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.22	2.14	2.02	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>CAPSULA N°</b>				69.3	68.2	68.5
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	69.3	68.2	68.5	66.5	65.1	65.7
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.5	65.1	65.7	2.85	3.1	2.80
Peso de Agua (gr.)	2.85	3.1	2.80	27.6	27.45	28.1
Peso de Cápsula (gr.)	27.6	27.45	28.1	38.9	37.7	37.60
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.9	37.7	37.60	7.34	8.23	7.45
% de Humedad	7.34	8.23	7.45	2.07	1.98	1.88
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07	1.98	1.88			

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

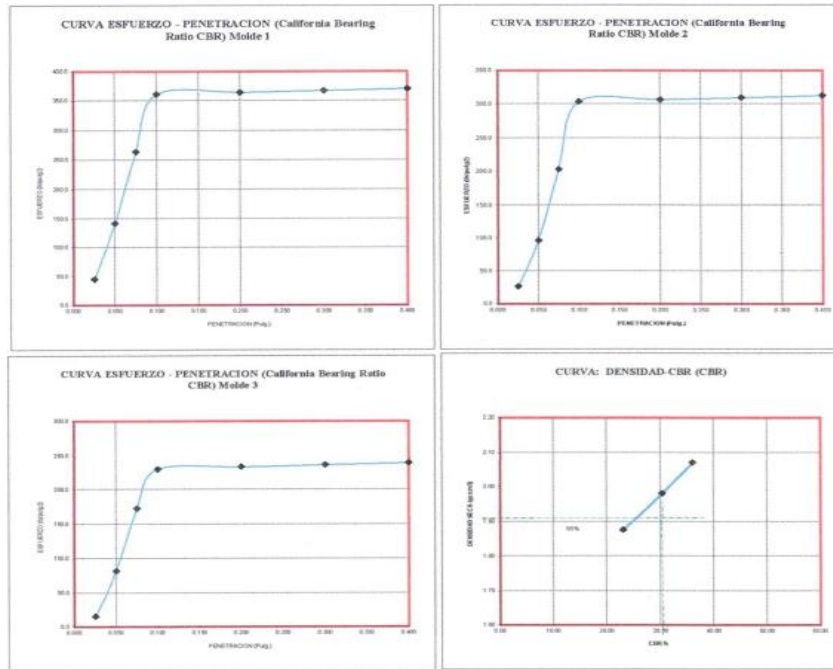
ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	18	135.5	45.2	12	80.8	26.9	8	44.3	14.8
0.050	50	427.2	142.4	35	290.5	96.8	50	264.9	81.6
0.075	90	791.8	263.9	70	609.5	203.2	60	518.3	172.8
0.100	122	1083.5	361.2	103	910.3	303.4	79	691.5	230.5
0.200	173	1092.6	364.2	104	919.4	306.5	80	700.7	233.6
0.300	124	1101.8	367.3	105	928.6	309.5	81	709.8	236.6
0.400	125	1110.9	370.3	106	937.7	312.6	82	718.9	239.6

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701





**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	361.2	1000	36.12	2.07
2	0.1	303.4	1000	30.34	1.98
3	0.1	230.5	1000	23.05	1.88

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	364.2	1500	24.28	2.07
2	0.2	306.5	1500	20.43	1.98
3	0.2	233.6	1500	15.57	1.88

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.07
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.34%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	36.12%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	30.34%

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPE ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Tipo de suelo : NATURAL + 10% CLORURO DE MAGNESIO

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8850		8640		8400	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4715		4505		4265	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.23		2.13		2.02	
CAPSULA Nº	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	68.8		67.7		67.6	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	65.9		64.6		64.8	
Peso de Agua (gr.)	2.90		3.1		2.80	
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.3		37.2		36.70	
% de Humedad	7.57		8.34		7.63	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07		1.97		1.87	

#### ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.10	0.00	0.11	0.00	0.13	0.00
2	0.11	0.12	0.12	0.24	0.15	0.48
3	0.12	0.36	0.15	0.60	0.18	0.60
4	0.13	0.24	0.18	0.84	0.22	0.96

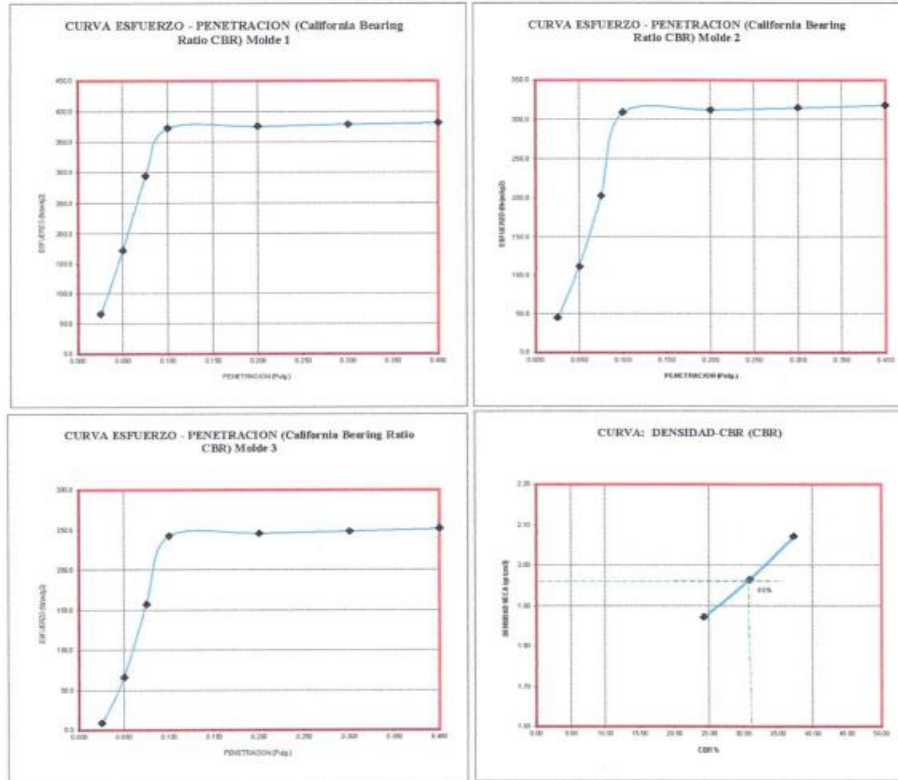
SUELO NO EXPANSIVO

Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	25	199.3	66.4	18	135.5	45.2	6	26.1	8.7
0.050	60	518.3	172.8	40	336.0	112.0	25	199.3	66.4
0.075	100	883.0	294.3	70	609.5	203.2	55	472.8	157.6
0.100	126	1120.0	373.3	105	928.6	309.5	83	728.0	242.7
0.200	127	1129.1	376.4	106	937.7	312.6	84	737.1	245.7
0.300	128	1138.2	379.4	107	946.8	315.6	85	746.2	248.7
0.400	129	1147.3	382.4	108	955.9	318.6	86	755.4	251.8

  
Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	373.3	1000	37.33	2.07
2	0.1	309.5	1000	30.95	1.97
3	0.1	242.7	1000	24.27	1.87

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	376.4	1500	25.09	2.07
2	0.2	312.6	1500	20.84	1.97
3	0.2	245.7	1500	16.38	1.87

<b>Máxima Densidad Seca (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.07</b>
<b>ÓPTIMO Contenido de Humedad</b>	<b>7.57%</b>
<b>C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca</b>	<b>37.33%</b>
<b>C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca</b>	<b>30.95%</b>

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701



**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Obra : ADICIÓN DE MgCl<sub>2</sub> PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO KM 0 AL KM 6 ALTO CUIN – DESVÍO CHINAPAMPA, COCHORCO, SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD 2022  
Solicitante : KERLY JIMENA QUISPÉ ESTELA  
DARWIN ANTONIO CHAVEZ POLO  
Ubicación : SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
Fecha : TRUJILLO, NOVIEMBRE DEL 2022  
Tipo de suelo : NATURAL + 10% CLORURO DE MAGNESIO

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8740		8510		8260	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4605		4375		4125	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm <sup>3</sup> )	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.18		2.07		1.95	
CAPSULA Nº	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	68.6		67.3		67.6	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.0		64.6		65.10	
Peso de Agua (gr.)	2.57		2.7		2.50	
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.4		37.2		37.00	
% de Humedad	6.69		7.27		6.76	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04		1.93		1.83	

#### ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.10	0.00	0.11	0.00	0.13	0.00
2	0.11	0.12	0.12	0.24	0.15	0.48
3	0.12	0.36	0.15	0.60	0.18	0.60
4	0.13	0.24	0.18	0.84	0.22	0.96

SUELO NO EXPANSIVO

Estructura	Límite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

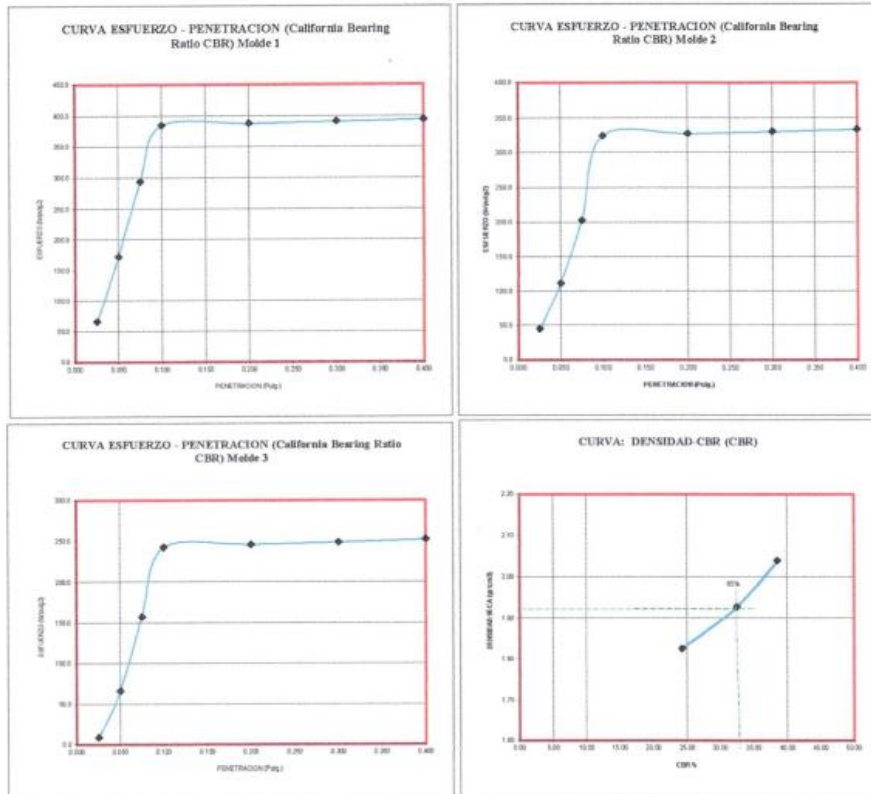
ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	25	199.3	66.4	18	135.5	43.2	6	26.1	8.7
0.050	40	318.3	172.8	40	336.0	112.0	25	199.3	66.4
0.075	100	883.0	294.3	70	609.5	203.2	55	472.8	157.6
0.100	130	1156.4	385.5	110	974.1	324.7	83	728.0	242.7
0.200	131	1165.6	388.5	111	983.3	327.8	84	737.1	245.7
0.300	132	1174.7	391.6	112	992.4	330.8	85	746.2	248.7
0.400	133	1183.8	394.6	113	1001.5	333.8	86	755.4	251.8

Ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701





**M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	385.5	1000	38.55	2.04
2	0.1	324.7	1000	32.47	1.93
3	0.1	242.7	1000	24.27	1.83

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	388.5	1500	25.90	2.04
2	0.2	327.8	1500	21.85	1.93
3	0.2	245.7	1500	16.38	1.83

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.04
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.69%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	38.55%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	32.47%

*[Signature]*  
ing. C. Jim C. Anton Fiestas  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 251701