



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Optimización de suelos arcillosos con la aplicación cloruro de sodio  
para mejorar su capacidad portante, Tarapoto - 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Chinchay Garcia, Lucy Elizabeth ([orcid.org/0000-0003-3046-268X](https://orcid.org/0000-0003-3046-268X))

Vásquez Tello, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-5808-7562](https://orcid.org/0000-0002-5808-7562))

**ASESOR:**

Msc. Paredes Aguilar, Luis ([orcid.org/0000-0002-1375-179X](https://orcid.org/0000-0002-1375-179X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**TARAPOTO — PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi amor a mis padres Fidel Chinchay Chanta y mi hermosa madre Lucila García Llacsahuanga por formarme con valores y hacer una persona fuerte y humilde, también a mis hermanos maravillosos que siempre me apoyan a seguir adelante ya que sin su apoyo no estaría logrando mis objetivos.

***Lucy Chinchay***

Mi trabajo de investigación esta dedico a mi querida madrecita María Tello Ruiz, mi padrastro Víctor Medina y a mis hermanos Jane Vásquez Tello y Maykol Medina Tello, por siempre darme su apoyo incondicional para lograr mis metas y no dejarme solo nunca.

***Luis Tello.***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme salud y fuerzas que hacen posible hacerme llegar hasta este momento tan maravilloso de mi vida a mis padres en especial a mi hermana María Magdalena Chinchay García por sus consejos y por ser un gran apoyo incondicional a mi hermano William Fidel Chinchay García por su gran esfuerzo que nos brinda a todos.

***Lucy Chinchay***

Agradezco a Dios por bendecirme con la vida, por guiarme en este logro, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultades. A mi mamá, padrastro y hermanos por siempre apoyarme y estar conmigo en todo momento.

***Luis Tello.***

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Figuras .....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	8
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Validez y confiabilidad.....	13
3.6. Procedimientos.....	13
3.7. Método de análisis de datos.....	14
3.8. Aspectos éticos.....	14

IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	22
VI. CONCLUSIONES.....	25
VII. RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS.....	33

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Esquema De Diseño Para La Investigación.....	9
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de Muestras Para Ensayar .....	11
<b>Tabla 3.</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	13
<b>Tabla 4.</b> Propiedades físicas del cloruro de sodio. ....	15
<b>Tabla 5</b> Propiedades Químicas Del Cloruro De Sodio.....	15
<b>Tabla 6.</b> Propiedades físicas del suelo arcilloso. ....	16
<b>Tabla 7.</b> Cuadro Resumen De La Variación Portante Del Suelo Arcilloso.....	17
<b>Tabla 8.</b> Porcentaje adecuado de adición de cloruro de sodio que nos brinda un óptimo aumento de capacidad portante (2%). ....	18
<b>Tabla 9</b> Costo de estabilización de suelo con cloruro de sodio al 2%.....	19
<b>Tabla 10.</b> Variación de las propiedades físico – mecánicas del suelo arcilloso.....	20
<b>Tabla 11.</b> Variación de Proctor Modificado. ....	20
<b>Tabla 12.</b> Variación de CBR con la dosificación de 0%,2%,5%,10% de cloruro de sodio. ....	21
<b>Tabla 13.</b> Variación de CBR de la muestra patrón y la dosificación óptima de cloruro de sodio. ....	21
<b>Tabla 14.</b> Costo de estabilización de un suelo con 2% de cloruro de sodio.....	21

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Relación de Entre Variables de Investigación. ....	8
<b>Figura 2.</b> Excavación de calicata N° 01. ....	35
<b>Figura 3.</b> Verificación de medida correspondiente de calicata N°01.....	35
<b>Figura 4.</b> Excavación de calicata N°02 .....	36
<b>Figura 5.</b> Verificación de medidas correspondientes de la calicata N°02. ....	36
<b>Figura 6.</b> Excavación de la calicata N°03.....	37
<b>Figura 7.</b> Verificación de medidas correspondientes de la calicata N°03. ....	37
<b>Figura 8.</b> Excavación de la calicata N°04.....	38
<b>Figura 9.</b> Verificación de medidas correspondientes de la calicata N°04. ....	38
<b>Figura 10.</b> Pesado de la muestra para ensayo de análisis granulométrico. ....	39
<b>Figura 11.</b> Procedimiento de lavado de la muestra de suelo patrón.....	39
<b>Figura 12.</b> Procedimiento de secado de la muestra de suelo patrón.....	40
<b>Figura 13.</b> Realización del ensayo de análisis granulométrico.....	40
<b>Figura 14.</b> Adición de 0% de cloruro de sodio a muestreo de material.....	41
<b>Figura 15.</b> Adición de 2% de cloruro de sodio a muestreo de material.....	41
<b>Figura 16.</b> Adición de 5% de cloruro de sodio a muestreo de material.....	42
<b>Figura 17.</b> Adición de 10% de cloruro de sodio a muestreo de material.....	42
<b>Figura 18.</b> Proceso de combinación del material con el cloruro de sodio.....	43
<b>Figura 19.</b> Llenado de la muestra al molde de Proctor modificado.....	43

<b>Figura 20.</b> Ensayo de compactación (Proctor modificado).....	44
<b>Figura 21.</b> Se está realizando el pesado de la muestra para peso específico.....	44
<b>Figura 22.</b> Llenado de la Fiola para realizar peso específico. ....	45
<b>Figura 23.</b> Se está realizando ensayo de peso específico. ....	45
<b>Figura 24.</b> Realizando ensayo de CBR.....	46
<b>Figura 25.</b> Realizando el ensayo de penetración en la prensa de CBR. ....	46
<b>Figura 26.</b> Realizando la lectura de expansión antes de la inmersión en agua....	47

## RESUMEN

La investigación titulada “Optimización de suelos arcillosos con la aplicación cloruro de sodio para mejorar su capacidad portante, Tarapoto – 2021” su objetivo general es optimizar los suelos arcillosos con la aplicación de cloruro de sodio para mejorar su capacidad portante, la finalidad de la investigación es pre experimental dado que se manipula la variable independiente: aplicación de cloruro de sodio en suelos arcillosos y se analiza cómo afecta a la variable dependiente : aumentar su capacidad portante. La investigación es cuantitativa correlacional transversal. La muestra corresponde a 20 ensayos las cuales se realizaron con los siguientes ensayos como granulometría, peso específico, límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR estos ensayos fueron realizados con la adición del 0%, 2%,5% 10%; además se utilizó técnicas e instrumentos para la recolección de datos como: observación, formatos estandarizados y fichas de registro; el trabajo se realizó en un respectivo laboratorio de suelos. En conclusión, El óptimo porcentaje adecuado de adición de cloruro de sodio que nos brinda un óptimo aumento de capacidad portante es 2%, obteniendo buenos resultados en óptimo contenido de humedad 9.8 %, densidad seca máxima 2.036 g/cm<sup>3</sup> y en el CBR obtuvimos 16.5 de la cual tenemos una buena capacidad portante.

Palabras clave: Cloruro de sodio, suelos, capacidad portante.

## ABSTRACT

The current research entitled “Optimization of clay soils with the application of sodium chloride to improve its bearing capacity, Tarapoto – 2021” has the general objective of optimizing clay soils with the application of sodium chloride to improve its bearing capacity, in order to achieve established , the research being carried out is experimental since the independent variable is manipulated: application of sodium chloride in clay soils and it is analyzed how it affects the dependent variable: increase its bearing capacity. The research carried out is quantitative and experimental. The sample corresponding to 20 tests which were carried out: granulometry, Specific Weight Test, Atterberg Limit Samples, Modified Proctor Samples, CBR Samples these tests will be carried out at 0%, 2%, 5% 10%; In addition, techniques and instruments will be used to collect data such as: observation, standardized formats, and record sheets; the work was carried out in a respective soil laboratory as well as cabinet work. In conclusion, the optimal suitable percentage of sodium chloride addition that gives us an optimal increase in bearing capacity 2% since with this we obtain satisfactory results in optimal moisture content 9.8%, maximum dry density 2,036 g / cm<sup>3</sup> and in the test from CBR we obtained 16.5 in which we have a good bearing capacity.

Keywords: Sodium chloride, soils, bearing capacity.

## I. INTRODUCCIÓN

En el proyecto de investigación se exhibe la problemática a nivel global, exponiendo que la existencia de terrenos arcillosos origina múltiples contratiempos en edificaciones e infraestructura vial en continentes como América, Asia, África; estos inconvenientes son principalmente atribuibles a la ignorancia de la existencia de tales suelos. En el ámbito estadounidense, se estima que las mermas económicas oscilan entre 6000 y 11000 millones de dólares anualmente, cifras que exceden a las ocasionadas por calamidades naturales. Por otro lado, en Rusia, las pérdidas financieras se elevan a un rango de 3000 a 5000 millones de dólares, según Musso (2003). La variación y aumento de volumen de los suelos arcillosos producidos por la filtración de agua son una de las causas principales para que una infraestructura sufra asentamientos, por ende, estas empiezan a presentar fisuras; por otra parte, las vías terrestres tienden a tener deformaciones plásticas, Torres (2015). A nivel nacional, las carreteras no pavimentadas son susceptibles a fallas por la inestabilidad de sus suelos, para mejorar estos suelos se han realizado muchas técnicas de estabilización, siendo una de ellas la utilización de productos químicos que mejoran el comportamiento de serviciabilidad, Gutiérrez (2010); así como también, desde hace muchos años se han venido empleando diversos productos químicos como cal, sales, cementos, aditivos, entre otros con el fin de estabilizar los suelos, Fernández (2018), las carreteras generan muchos ingresos económicos y beneficios sociales, en nuestro país más del 50% de sus carreteras no están pavimentadas una de las razones para que suceda esto, es que se cuenta con suelos deficientes, Tantaquilla (2019); mientras que a nivel regional no se han registrado estudios de estabilización de estos. En nuestra localidad no se ha empleado la estabilización con aditivos o agentes químicos, a fin de mejorar y estabilizar los suelos arcillosos; lo que más se emplea es la sustitución de los suelos arcillosos por materiales mejorados con ligante; la solución que planteamos es la aplicación de cloruro de sodio adicionando 0%, 2%, 5% y 10% específicamente, a fin de mejorar su capacidad portante. A las muestras obtenidas de los ensayos de suelos se le adicionará un porcentaje de cloruro de sodio, respecto al peso específico. El proyecto busca optimizar su poder portante de suelos empleando cloruro de sodio, para ser utilizado en la construcción y

mejoramiento de carreteras. Simultáneamente identificamos el **Problema General**: ¿Es posible aumentar la capacidad portante de los suelos arcillosos por medio de la aplicación de cloruro de sodio Tarapoto 2021? paralelamente se mencionan los siguientes **Problemas Específicos**: ¿Cuál es la propiedad física y química del cloruro de sodio que se empleará en la investigación Tarapoto 2021?, ¿Cuál es la característica del suelo arcilloso que se empleará en la investigación, Tarapoto 2021?, ¿Cuál es la variación del Proctor modificado y CBR del suelo arcilloso para muestra base y para muestras con dosificaciones de 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio Tarapoto 2021?, ¿cuál es el porcentaje adecuado de adición de cloruro de sodio que brindará mayor aumento de capacidad portante del suelo arcilloso Tarapoto 2021?, ¿Cuál será el costo de mejoramiento de suelo con aplicación de cloruro de sodio Tarapoto 2021? la subsiguiente investigación se respalda teóricamente, ya que nos brinda la oportunidad de descifrar los atributos fisicoquímicos del cloruro de sodio, así como las características físicas y mecánicas del suelo arcilloso. Esto nos facilitará determinar la proporción idónea para potenciar la capacidad portante de estos suelos desde una perspectiva económica. Para fundamentar la práctica, este estudio actúa como un faro en la búsqueda de optimizar la capacidad portante del suelo arcilloso, mediante la incorporación de 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio en vinculación al peso específico del suelo. En la era contemporánea, se destaca el uso del cloruro de sodio por su facultad de adherirse a los suelos, lo que lo convierte en una vía prometedora para el acondicionamiento de suelos arcillosos. En Tarapoto, en justificación por conveniencia, se establece que la capacidad portante del suelo es importante para que la estructura de cualquier proyecto tenga una duración a largo plazo, ya que si los suelos son inestables y de baja plasticidad dichas estructuras generarían consecuencias significativas tanto social como económica; por ello es necesario conocer el comportamiento y el tipo de suelos en el que se vaya a ejecutar alguna obra, por ello en la investigación se adicionará la sustancia en mención a los suelos arcillosos para aumentar su capacidad portante. En lo referente a la justificación social de la investigación, su propósito es asistir al ámbito constructor. Al añadir cloruro de sodio en estos suelos posibilitará un incremento de capacidad portante, prolongando la durabilidad de la subrasante, esto conllevará a un decremento en los costos por

mantención y reparación. Por último, desde la perspectiva metodológica, nuestro objetivo es escudriñar el procedimiento mediante ensayos de laboratorio siguiendo formatos y reglamentos estipulados en la Norma Técnica Peruana. Esta estrategia se propone para recabar información determinante que defina las propiedades físico-mecánicas del suelo examinado, contribuyendo así a futuros proyectos análogos en la región. Seguidamente en la investigación se tomó como **Objetivo general**: optimizar los suelos arcillosos con la aplicación de cloruro de sodio para mejorar su capacidad portante, Tarapoto 2021, con la finalidad de lograr lo establecido, se precisó los siguientes **objetivos específicos**: conocer las propiedades físico químicas del cloruro de sodio Tarapoto 2021, Conocer las propiedades del suelo arcilloso a través de ensayos realizados en laboratorio de suelos Tarapoto 2021, determinar la variación del Proctor modificado y CBR del suelo arcilloso para la muestra base y para la muestras con dosificaciones del 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio, Tarapoto 2021, precisar el porcentaje adecuado de adición de cloruro de sodio que nos brinde un óptimo aumento de capacidad portante del suelo arcilloso Tarapoto 2021, Establecer el costo de mejoramiento del suelo con aplicación de cloruro de sodio Tarapoto 2021, de igual forma se presentan las hipótesis, estableciendo como **Hipótesis General**: con la aplicación de cloruro de sodio se aumentará la capacidad portante de los suelos arcillosos Tarapoto 2021, y por ende las **hipótesis específicas**: con la determinación de los atributos físico–mecánicas de suelos arcillosos influirán en su capacidad portante Tarapoto 2021. Las características y propiedades del cloruro de sodio también contribuirán a mejorar y aumentar la capacidad portante de los suelos arcillosos Tarapoto 2021. Los experimentos efectuados en el laboratorio nos permitieron discernir la variación de la capacidad portante del suelo arcilloso comparando la muestra de referencia con variantes dosificadas de 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio Tarapoto 2021. La incorporación de cloruro de sodio resultó en un incremento de la capacidad portante de los suelos arcilloso, Tarapoto 2021. Además, al calcular el gasto implicado en la estabilización de suelo con 2% de cloruro de sodio, se reveló una optimización en la estabilización de dicho suelo, logrando así una solución más rentable en Tarapoto 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Presentamos antecedentes desde un **contexto internacional**, en la exploración realizada por Pérez, y Torres. (2015), en su proyecto de investigación: “*Estudio de la cal y el cloruro de sodio como agentes estabilizadores de suelos arcillosos en propiedades como la resistencia y expansividad*”, descubrieron que la combinación de estos reduce efectivamente la tendencia expansiva del suelo; notablemente la cal brinda aumento a la resistencia del suelo a compresión, tracción y penetración; estos agentes demuestran propiedades que traspasan lo físico, pues sus cualidades químicas crean vínculos más fuertes, especialmente al interactuar con iones de carga opuesta, haciéndolos efectivos como ligantes. Mientas, Roldan (2010) en su investigación titulada “*Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y subbases*”, los resultados indicaron que, mientras un exceso de cloruro de sodio la muestra tiende a presentar características desfavorables y, su uso en cantidades moderadas mejora considerablemente sus propiedades mecánicas; además, se observó que forma una barrera que limita la evaporación de la humedad, favoreciendo la compactación del suelo. Por otra parte, Reyes, (2006) en su trabajo de investigación titulada: “*Uso de cloruro de sodio en bases granulares*”, concluyó que la humedad óptima de estos materiales disminuye según aumenta la concentración del cloruro, aunque sin cambios significativos en su densidad seca. Por otro lado, Larrea (2019) en su tesis: “*Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio*”, descubrió que esta mezcla libera sílice y alúmina, transformándolas en aglutinantes cementantes, enriqueciendo así las características del suelo. Por último, Guamán (2016) en su investigación titulada: “*Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)*” sus experimentos mostraron que un incremento en la proporción de cloruro de sodio mejora la trabajabilidad y facilita su compactación, mientras que la cal, aunque efectiva, no alcanza el mismo grado de mejora que el cloruro de sodio; a sí mismo en el **ámbito nacional**, en la exhaustiva investigación llevada a cabo por Fernández, (2018), titulado: “*Estabilización de suelos arcillosos mediante adición de cloruro de sodio, para uso de vías terrestres. Estudio de casos: suelos de Chachapoyas*”,

determinó que, para los suelos con alta maleabilidad, un 5% de sal es la proporción perfecta para estabilizar, notó que, en esta concentración exacta, el suelo presentaba una estabilidad impresionante, realzando sus cualidades de resistencia, cohesión, durabilidad e impermeabilidad. En una investigación distinta, Palomino, (2016), analizó: *“Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice california bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso”*, descubrió que al añadir proporciones mayores de sal el índice de plasticidad disminuye considerablemente, evidenciando un 11.00% para muestras sin adición de cloruro de sodio, descendiendo a 9% con 4% de cloruro de sodio, 8% con 8% y 6.22% con un 12% de cloruro de sodio. Así, confirmó su hipótesis que incrementa el valor del CBR hasta en 10% respecto a la muestra patrón, al agregar 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio, variando 9.48% el CBR para 0.1 y a 9.69% para 0.2” en comparación con la muestra de control. Además, Quiroz, (2020), en su tesis: *“Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento Lambayeque”*, estableció que la sequedad del suelo aumenta y la humedad óptima de compactación disminuyen en proporción directa con cada incremento de 1%, 1.5% y 2% de cloruro de sodio (NaCl). Este fenómeno se atribuye a la proliferación de cristales del cloruro de sodio y la lubricación subsecuente, lo cual reduce la fricción intergranular del suelo y mejora las propiedades físico mecánicas. Finalmente, Eche, y Peláez, (2019), en su trabajo de investigación titulada: *“Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa – Ancash”*, concluyeron que la humedad óptima se incrementa en concordancia con la cantidad de cloruro añadida, influyendo positivamente en la estabilización del área en cuestión mejorando sutilmente las propiedades físico-mecánicas del suelo, aunque en proporciones no mayores al 2%. Por otra parte, la presente investigación engloba las teorías vinculadas con la **variable independiente**: aplicación de cloruro de sodio en suelos arcillosos, teniendo como **definición conceptual**. Según Ortega y Pacheco, (2014). Son partículas que necesitan de transformaciones minerales piroxenos, anfíboles, micas y feldespatos para tener dimensiones entre 0,2 a 5 micras, que al mezclarse con una cantidad limitada de agua desarrollan plasticidad, Pérez y

Torres. (2015), los suelos arcillosos se han caracterizado por ser materiales granulados finos formados por silicatos con bastante presencia de aluminio y con morfología laminar que le facilita el contacto con el líquido brindándole atributos de plasticidad y cohesión. **Definición operacional.** Para empezar a elaborar los tests correspondientes con la adición de cloruro de sodio del 2%, 5% y 10% para Fernández. (2018), el cloruro de sodio, son cristales solubles en líquido higroscópicas y fáciles de conseguir y ayudan a la temperatura de congelamiento del agua. Dimensiones: Propiedades físico – químicas del cloruro de sodio. Propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos, Aumento de capacidad portante de los suelos con aplicación de cloruro de sodio al 0%, 2%, 5% y 10%. Reyes. (2006), los compuestos del cloruro de sodio se caracterizan por la presencia de sílice, aluminio y agua, junto a cantidades variables de manganeso, magnesio, hierro, calcio, sodio y potasio principalmente, de acuerdo con las impurezas que contiene presenta diferentes colores, siendo blanca en estado puro, Garnica y et al. (2002). El cloruro de sodio tiene el atributo de atraer y preservar el agua líquida o en vapor, fácilmente de conseguir en mercados en diferentes tamaños y pureza. **Indicadores:** Densidad, Peso molecular, masa, fusión, ebullición, presión de vapor y composición. Límites de Atterberg, peso específico, CBR y Compactación Proctor modificado alterado con 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio. Palomino. (2016). El cloruro de sodio ayuda a la compactación e impermeabilización de los suelos arcillosos, ayudando al comportamiento de estos ante la congelación, aportando resistencia y disminución de evaporación del agua, porque su tensión superficial aumenta debido a que el cloruro de sodio forma una película cristalizada en la superficie formando una barrera que impide la evaporación. **Variable dependiente cuantitativa:** aumentar su capacidad portante, Briones e Irigoín. (2015); para ello es muy necesario conocer que, la capacidad portante del suelo es la capacidad que tiene dicho suelo para soportar las cargas aplicadas sobre él, evitando que se produzca algún fallo estructural como asentamiento de alguna estructura que tiene contacto entre su cimentación y el terreno de fundación, también se le conoce a la capacidad portante como la capacidad que tiene una estructura para resistir las fuerzas aplicadas sobre la misma. **Definición operacional:** De acuerdo con Rico, (2008). La conformación de suelos con

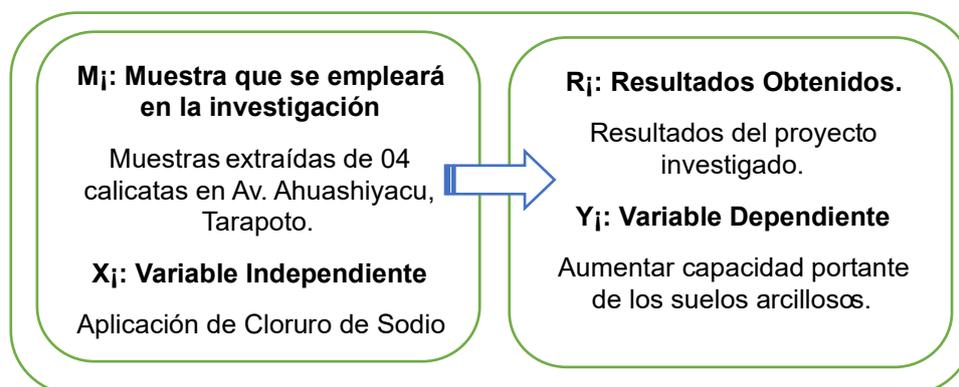
cloruro de sodio sólo mejora ciertas características al igual que otros métodos de conformación, la estabilización de suelos con cloruro de sodio precisa de un procedimiento idóneo para combinarse con el suelo. Con el fin de obtener una composición suelo-cloruro de sodio que ofrezca resultados inmejorables, es crucial hallar una proporción en porcentaje de cloruro de sodio que garantice una estabilización óptima del suelo. Dimensiones: En el contexto de la proporción adecuada para la aplicación de cloruro de sodio y su viabilidad económica, Naranjo y Dranichnikov. (2012). Proponen precisar la capacidad portante aplicando la ecuación de Terzaghi, en esta se considera que la cimentación superficial es aquellas cuya profundidad  $D_f$  es igual o inferior al ancho de la misma; mientras tanto otros eruditos sugieren que la cimentación superficial se caracteriza por tener una profundidad que es 3 o 4 veces el ancho de la cimentación. Indicadores: Ensayo de CBR con aplicación de 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio, Metrados y análisis de costos unitarios. La unidad de escala es la razón.

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

Esta se cataloga como aplicada, dado que se han empleado conocimientos previamente experimentados en la praxis. La esencia de tipificar la investigación radica en precisar su táctica metodológica, ya que existen elementos que varían según el tipo de estudio, Landeau (2007). La investigación abordó un enfoque cuantitativo, priorizando el uso de datos cuantitativos o susceptibles de cuantificación (medible), siguiendo una secuencia demostrativa, basándose en recolectar datos para comprobar la hipótesis en relación a control numérico y estadísticos, estableciendo modelos de comportamiento y comprobación de variables, el tipo de estudio realizado es experimental, porque el investigador manipuló intencionalmente la variables de estudio independiente (aplicación de cloruro de sodio); siendo esta la causa, mediante el cual se analizó los efectos generados de dicha manipulación en la variable dependiente (aumentar capacidad portante de los suelos arcillosos).

**Figura 1:** Relación de Entre Variables de Investigación.



**Fuente:** *Elaboración Propia*

Siguiendo, nos planteamos el siguiente diseño:

### Diseño de la Investigación Cuantitativa Correlacional

**Tabla1.**

*Esquema De Diseño Para La Investigación.*

GE <sub>(1)</sub>	X1 (suelo arcilloso adicionado el 2% cloruro de sodio)	M1 <sub>(24h)</sub>	X1 (suelo arcilloso adicionado el 2% cloruro de sodio)	M2 <sub>(48h)</sub>	X1 (suelo arcilloso adicionado el 2% cloruro de sodio)	M3 <sub>(72h)</sub>	X1 (suelo arcilloso adicionado el 2% cloruro de sodio)	M4 <sub>(96h)</sub>
GE <sub>(2)</sub>	X2 (suelo arcilloso adicionado el 5% cloruro de sodio)	M1 <sub>(24h)</sub>	X2 (suelo arcilloso adicionado el 5% cloruro de sodio)	M2 <sub>(48h)</sub>	X2 (suelo arcilloso adicionado el 5% cloruro de sodio)	M3 <sub>(72h)</sub>	X2 (suelo arcilloso adicionado el 5% cloruro de sodio)	M4 <sub>(96h)</sub>
GE <sub>(3)</sub>	X3 (suelo arcilloso adicionado el 10% cloruro de sodio)	M1 <sub>(24h)</sub>	X3 (suelo arcilloso adicionado el 10% cloruro de sodio)	M2 <sub>(48h)</sub>	X3 (suelo arcilloso adicionado el 10% cloruro de sodio)	M3 <sub>(72h)</sub>	X3 (suelo arcilloso adicionado el 10% cloruro de sodio)	M4 <sub>(96h)</sub>
GC <sub>(4)</sub>	X0 (suelo arcilloso adicionado el 0% cloruro de sodio)	M1 <sub>(24h)</sub>	X0 (suelo arcilloso adicionado el 0% cloruro de sodio)	M2 <sub>(48h)</sub>	X0 (suelo arcilloso adicionado el 0% cloruro de sodio)	M3 <sub>(72h)</sub>	X0 (suelo arcilloso adicionado el 0% cloruro de sodio)	M4 <sub>(96h)</sub>

*Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021.*

#### Donde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control (Suelo arcilloso adicionado el 0% cloruro de sodio)

X1: Suelo arcilloso adicionado el 2% cloruro de sodio.

X2: Suelo arcilloso adicionado el 5% cloruro de sodio.

X3: Suelo arcilloso adicionado el 10% cloruro de sodio.

M1, M2, M3, M4: Muestra.

C1, C2, C3, C4: Observación (24 horas,48 horas,72horas,96horas)

### 3.2. Variables y operacionalización.

La Variable independiente: Aplicación de cloruro de sodio. Con respecto a la operacionalización de variables se encuentra:

- **Definición Conceptual:** Los suelos arcillosos son partículas que necesitan de transformaciones minerales piroxenas, anfíboles, micas y feldspatos para tener dimensiones entre 0,2 a 5 micras, que al mezclarse con una cantidad limitada de agua desarrollan plasticidad. (Ortega y Pacheco, 2014). Los cristales de Cloruro de Sodio, caracterizados por su rápida solubilidad en medios acuosos y su naturaleza higroscópica son accesibles y contribuyen a la disminución del punto de congelación del líquido, según Fernández, (2018). En términos operacionales se planteó realizar pruebas exhaustivas en un laboratorio especializado en suelos ayudará a conocer las características del suelo arcilloso. Optamos por el cloruro de sodio como el mineral empleado debido a su considerable efecto en la optimización de las cualidades físicas y mecánicas al suelo arcilloso. En esta indagación, se esbozaron diversas facetas de estudio, abarcando desde las propiedades físico – químicas del cloruro de sodio hasta el análisis detallado de las capacidades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos. se prestó especial atención al fortalecimiento de la capacidad de carga de estos suelos, experimentando con dosificaciones variadas de cloruro de sodio específicamente en concentraciones del 0%, 2%, 5% y 10%. Los parámetros seleccionados para esta exploración científica incluyeron densidad, masa molecular, masa total, fusión, ebullición, tensión de vapor y composición. Asimismo, se realizaron mediciones de los Límites de Atterberg, peso específico, CBR y Compactación proctor modificado aplicando las proporciones señaladas de cloruro de sodio. La metodología de medición adoptada fue escala de razón. La Variable dependiente en este contexto, se centró en el incremento de la capacidad portante de suelos arcillosos. desde un enfoque teórico, la capacidad portante se define como la aptitud del suelo para resistir y distribuir las fuerzas

impuestas sobre él, evitando así cualquier colapso estructural como el hundimiento de construcciones que reposan sobre su fundamento. Esta capacidad es también conocida como la habilidad de una estructura para soportar cargas impuestas sobre ella, de acuerdo con Briones e Irigoín, (2015).

- **Definición Operacional:** Se aplicó cloruro de sodio en porcentajes diferentes, respecto al peso específico del suelo, para aumentar la capacidad portante. Posteriormente se tiene las Dimensiones: Porcentaje adecuado de aplicación de cloruro de sodio, Factibilidad económica.
- **Indicadores:** Ensayo de CBR con aplicación de 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio las cuales se tomará lectura a las 24 horas, 48 horas, 72 horas, 96 horas, los Metrados y precios unitarios.
- **Escala de medición,** es de razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo.

#### **Población**

La agrupación de entes que tiene los atributos a indagar. Gallego, et al (2006). Nuestra investigación tiene como población suelos arcillosos de la Av. Ahuashiyacu correspondiente al distrito de la banda Shilcayo, al cual se le incorporará cloruro de sodio.

#### **Muestra**

Proceso de muestreo puede ser no probabilística e intencional, porque no se escoge sus unidades en forma casual, sino en forma arbitraria, designado a cada unidad según características que al investigador resulten de relevancia (Sabino, C, 200, p.68) .

**Tabla2.**  
*Cantidad de Muestras Para Ensayar*

ENSAYOS	M0	M2	M5	M10	Subtotal
Granulometría	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	4 ensayos
Ensayo de Peso específico	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	4 ensayos
Muestras límites de Atterberg	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	4 ensayos
Muestras Proctor Modificado	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	4 ensayos
Muestras CBR	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	1 ensayo	4 ensayos
<b>Total, ensayos</b>					<b>20 ensayos</b>

*Fuente Elaboración propia de los tesisistas, 2021.*

La muestra se extrajo de cuatro calicatas, con la cual elaboramos los ensayos adicionando factores de cloruro de sodio de 0%, 2%, 5% y 10% tal y como se muestra en la siguiente tabla, donde M0, M2, M5 y M10, son las muestras ensayadas con las diferentes concentraciones de cloruro de sodio respectivamente.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

#### Técnica

El método abarca la totalidad de los procedimientos técnicos empleados tanto para documentar observaciones como para facilitar su análisis y procesamiento. Yuni, J; Urbano C, (2005, p.169) explican que su función esencial radica en la observación meticulosa de fenómenos empíricos y la acumulación de información, la cual posteriormente se contrasta con modelos teóricos preestablecidos o se utiliza para formular una teoría sustancial basada en dichos datos.

#### Instrumento

En cuanto al mecanismo de recopilación de datos, se emplearán esquemas normalizados conforme a la normativa ASTM del Reglamento Nacional De Edificaciones, principalmente Norma Técnica E. 050 – Suelos Y Cimentaciones, esta estrategia garantizará la obtención de resultados fidedignos y directos a través de una serie de ensayos.

**Tabla3.**  
*Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

<b>Técnicas para recolección de datos</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuente</b>
<i>Granulometría</i>	<i>Formatos de</i>	<i>NTP 399.129 (ASTM C-4318)</i>
<i>Ensayo de peso específico</i>	<i>ensayos</i>	<i>NTP 399.129 (ASTM D-4318)</i>
<i>Ensayos de límites de Atterberg</i>	<i>estandarizados y</i>	<i>NTP 400.021 (ASTM D-854)</i>
	<i>validados.</i>	
<i>Ensayo de Proctor Modificado</i>	<i>Equipos</i>	<i>ASTM D – 1557</i>
<i>Ensayo de CBR</i>	<i>calibrados.</i>	<i>ASTM D – 1883</i>

*Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021.*

### **3.5. Validez y confiabilidad.**

#### **Validez**

En la siguiente investigación la validez se obtendrá siguiendo la normativa E.050, que nos permite trabajar dentro de parámetros para no alterar los formatos, las muestras y los equipos de recolección de datos utilizados en el laboratorio de mecánica de suelos.

#### **Confiabilidad**

Con el fin de que los ensayos sean confiables los equipos a utilizar están debidamente calibrados y estandarizados por el laboratorio de estudio de suelos y los formatos a utilizar se precisan establecidas con las normas ASTM.

### **3.6. Procedimientos.**

Este estudio inicialmente se enfoca en identificar la proporción más beneficiosa del cloruro de sodio para potenciar la capacidad portante de suelos arcillosos. El primer paso involucra la localización y selección de áreas específicas para la excavación de calicatas hasta una profundidad de 1.50 m, con la finalidad de recolectar las muestras de suelo, estas muestras serán transportados a un laboratorio, donde se someterán a una serie de ensayos incluyendo los límites de Atterberg, Peso Específico, Proctor modificado, ensayo de California Bearing Ratio (CBR) y pH del suelo. Posteriormente, se procederá a la obtención del cloruro de sodio

con su respectiva documentación técnica a fin de conocer sus propiedades físicas y químicas. Tras concluir los análisis en la muestra estándar, se llevarán a cabo 18 nuevos ensayos adicionales; en esta etapa, sin embargo, las muestras serán adicionadas con cloruro de sodio en concentraciones de 2%, 5% y 10% respectivamente, este proceso de orienta hacia una exploración detallada de como cada uno de estos incrementos afecta a la capacidad portante permitiendo así un entendimiento más profundo de la influencia del cloruro de sodio en la estabilidad del suelo arcilloso.

### **3.7. Método de análisis de datos.**

Los atributos físico-mecánicos del suelo arcilloso se someterá a una evaluación rigurosa, alineada con la normativa peruana ASTM y la Norma Técnica E. 050 – Suelos y Cimentaciones. Esta evaluación implicará la realización de pruebas esenciales, determinando los límites de Atterberg, peso específico, Proctor modificado y ensayo de California Bearing Ratio (CBR), en concordancia con sus respectivos indicadores. Para la estimación del coste de mejoramiento se llevará a cabo el análisis de costos unitarios y presupuesto, siguiendo las regulaciones y recomendaciones establecidas por la normativa de CAPECO.

Los datos recabados en el laboratorio se organizarán y analizarán utilizando hojas de cálculo de (Microsoft Excel 2019). El procesamiento y la interpretación de estos datos se realizarán mediante un análisis detallado de los resultados obtenidos de los cálculos previos.

### **3.8. Aspectos éticos.**

La realización de la investigación busca incrementar la capacidad de carga del suelo arcilloso en la av. Ahuashiyacu, banda de Shilcayo, con el objetivo de mejorar la Transitabilidad tanto peatonal como vehicular. Para alcanzar este fin, se diseñará el proyecto conforme a las normas NTP 399.129 (ASTM C-4318, ASTM D - 4318), NTP 400.021 (ASTM D-854), ASTM D – 1557, ASTM D– 1883. Se mantendrá un enfoque meticuloso

en la integridad científica para garantizar un seguimiento preciso de la información y de los ensayos, asegurando así transparencia en los resultados y responsabilidad en toda investigación. La documentación y citación de las fuentes se realizará siguiendo normativas ISO 690-2 y la guía de productos observables, respetando la ética y la autoría de artículos científicos, normas, libros y tesis utilizadas en la investigación.

#### IV. RESULTADOS.

##### 4.1. Propiedades físico - químicas del cloruro de sodio.

**Tabla4.**

*Propiedades físicas del cloruro de sodio.*

<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<i>Color</i>	-	<i>Rosado</i>
<i>Humedad</i>	%	<i>0.35</i>
<i>Pureza</i>	%	<i>99.6</i>
<i>Granulometría</i>	%	<i>85.10</i>
<i>Sustancias impermeabilizantes</i>	%	<i>0.25</i>

*Fuente: Ficha Técnica Sal Amazónica*

**Tabla5**

*Propiedades Químicas Del Cloruro De Sodio.*

<b>ELEMENTOS QUÍMICOS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<i>Sulfato</i>	%	<i>0.015</i>
<i>Calcio</i>	%	<i>0.005</i>
<i>Magnesio</i>	%	<i>0.004</i>
<i>Hierro</i>	mg/kg	<i>0.55</i>

*Fuente: Ficha Técnica Sal Amazónica*

**Interpretación:** teniendo como resultados de las propiedades físicas y propiedades químicas del cloruro de sodio la cuales fueron obtenidos de la ficha técnica sal amazónica. Para la investigación se utilizó cloruro de sodio (rosado) extraído de la mina de sal de roca volcánica, ubicado en el valle de Mishquiyacu, distrito de Pilluana, provincia de Picota Región

San Martín-Perú. Sus propiedades físicas y químicas nos ayudan a mejorar la trabajabilidad y la resistencia del suelo.

## 4.2 Propiedades del suelo arcilloso.

**Tabla6.**  
*Propiedades físicas del suelo arcilloso.*

	ENSAYOS	UND.	MO
<b>Humedad Natural</b>	Humedad	%	11.6
<b>Granulometría</b>	Pasa Tamiz N° ¾"	%	100.00
	Pasa Tamiz N° 200	%	49.40
	Clasificación SUCS	-	SC
	Clasificación AASHTO	-	A-4 (3)
<b>Peso Específicos</b>	Peso Específicos	%	2.475
<b>Límites de Atterberg</b>	Límite Líquido	%	20.51
	Límite Plástico	%	12.25
	Índice de Plasticidad	%	8.26
<b>Proctor Modificado</b>	Óptimo Contenido de Humedad	%	10.70
	Densidad Seca Máxima	g/cm <sup>3</sup>	1.934
<b>CBR</b>	CBR	-	15.1

*Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021.*

**Interpretación:** se puede observar los datos de las pruebas realizadas del suelo en el cual se va a trabajar, las pruebas fueron realizadas en el laboratorio JHCD contratistas SAC la cual cuentan con equipos bien calibrados para tener resultados exactos, cada prueba realizada al material fue siguiendo los pasos que manda las norma ASTM D2216 (humedad natural), norma ASTM D422 (análisis granulométrico por tamizado), norma ASTM D4318 (límite líquido y límite plástico), norma ASTM D2487 (clasificación unificada de suelos), norma ASTM D1557 (Proctor modificado), norma ASTM D1883 (CBR). Se obtuvo como resultado de humedad natural 11.6%, se obtuvo en el análisis granulométrico pasado por el tamiz N° ¾ teniendo el 100% y por el tamiz N°200 teniendo 49.40%, también se clasificó nuestro suelo como un SC A-4(3), como peso específico se tiene 2.475% en límite líquido 20.51% en límite plástico 12.25% como índice de plasticidad 8.26%, a sí mismo los resultados del proctor modificado tenemos como óptimo contenido de

humedad 10.70% como densidad seca máxima 1.934g/cm<sup>3</sup>, como resultados de CBR 15.1. Estos resultados fueron de gran ayuda para poder realizar los ensayos con la adición de cloruro de sodio.

#### 4.3 Variación del proctor modificado y CBR del suelo arcilloso

Se ha logrado determinar la variación del proctor modificado y CBR del suelo arcilloso para la muestra base y para las muestras con dosificaciones del 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio, Tarapoto 2021.

**Tabla7.**

*Cuadro Resumen De La Variación Portante Del Suelo Arcilloso.*

ENSAYOS		UND.	M0	M2	M5	M10
<b>Peso Específico</b>	<i>Peso Específico</i>	-	2.475	2.611	2.549	2.606
	<i>Límite Líquido</i>	%	20.51	19.33	18.13	15.27
<b>Límites de Atterberg</b>	<i>Límite Plástico</i>	%	12.25	13.10	13.58	13.55
	<i>Índice de Plasticidad</i>	%	8.26	6.23	4.55	1.72
<b>Proctor Modificado</b>	<i>Óptimo Contenido de Humedad</i>	%	10.70	9.80	9.30	8.10
	<i>Densidad Seca Máxima</i>	g/cm <sup>3</sup>	1.934	2.036	2.100	2.216
<b>CBR</b>	<i>CBR</i>	-	15.1	16.5	17.4	19.9

*Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021.*

**Interpretación:** En la tabulación presentada, exhibimos una comparativa exhaustiva de los hallazgos experimentales derivados de los distintos análisis efectuados, contrastando la muestra control con aquellas enriquecidas con cloruro de sodio en cantidades proporcionales del 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio. En lo que concierne al peso específico en la muestra original registró 2.475 mientras que con muestras adicionadas se mostraron variaciones: 2.611 para 2%, 2.549 con 5% y con el 10% - 2.606. En cuanto al límite líquido en la muestra control arrojó 20.51% y modificando se a 19.33% con el 2% de cloruro, 18.13% con el 5% y con el 10% - 15.27%, respecto al límite plástico en la muestra control se observó 12.25% alterándose a 13.10% con un 2% de cloruro, 13.58% con

el 5% y con 10% - 13.55%. En el índice de plasticidad la muestra control mostró un 8.26% que disminuyó a 6.23% tanto con el 2% y 5% respectivamente y con 10% de cloruro a 1.72%. relación al contenido óptimo de humedad, se presentó 10.70% en la muestra control, disminuyendo a 9.80% con un 2% de cloruro, 9.30% con un 5% y con el 10% - 8.10%. Para la densidad seca máxima, la muestra original mostró 1.934 g/cm<sup>3</sup> mientras que con cloruro se observaron incrementos a 2.036 g/cm<sup>3</sup> con el 2%, 2.100 g/cm<sup>3</sup> con 5% y con el 10% - 2.216 g/cm<sup>3</sup>. Finalmente, en los resultados del ensayo CBR la muestra original registró 15.1 que aumentó a 16.5 con el 2%, 17.4 con un 5% y con el 10% - 19.9.

#### 4.4 Porcentaje adecuado de adición de cloruro de sodio.

Se ha logrado precisar el porcentaje adecuado de adición de cloruro que nos brinde un óptimo aumento de capacidad portante del suelo arcilloso, Tarapoto 2021..

##### **Tabla8.**

*Porcentaje adecuado de adición de cloruro de sodio que nos brinda un óptimo aumento de capacidad portante (2%).*

ENSAYOS		Und.	SUELO PATRÓN	ÓPTIMO 2% CLORURO DE SODIO
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo Contenido de Humedad	%	10.70	9.80
	Densidad Seca Máxima	g/cm <sup>3</sup>	1.934	2.036
CBR	CBR	-	15.1	16.5

*Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021.*

**Interpretación:** Mediante los ensayos realizados se pudo encontrar los resultados con muestra patrón en óptimo contenido de humedad tuvimos 10.70%, densidad seca máxima 1.934 g/cm<sup>3</sup> y también los ensayos de CBR de 15.1 y con la adición del 2% cloruro de sodio obtuvimos en óptimo contenido de humedad 9.8 %, densidad seca máxima 2.036 g/cm<sup>3</sup> y en el ensayo de CBR obtuvimos 16.5.

#### 4.5 Costo del mejoramiento del suelo con aplicación de cloruro de sodio.

Se ha logrado establecer el costo del mejoramiento del suelo con aplicación de cloruro de sodio, Tarapoto 2021.

##### **Tabla9**

*Costo de estabilización de suelo con cloruro de sodio al 2%.*

<b>Costo de Estabilización de Suelo con Cloruro de Sodio al 2%.</b>	
<b>Costo Directo</b>	<b>1,084,627.71</b>
<b>Gastos Generales (10.02%)</b>	108,679.70
<b>Utilidad (5.00%)</b>	54,231.39
<b>Sub Total 1,247,538.79</b>	
<b>IGV (18.00%)</b>	224,556.98
<b>PRESUPUESTO DE OBRA</b>	<b>1,472,095.77</b>
<b>SUPERVISION (5.37%)</b>	79,051.54
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>1,551,147.32</b>

*Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021*

**Interpretación:** conforme a los datos presentados en la tabla 9, la inversión total requerida para la estabilización de suelos utilizando 2% de cloruro de sodio asciende a 1,551,147.32 soles. De este monto la porción atribuible al costo directo suma 1,084,627.71soles. Para los gastos generales, se calcula un 10.02% del costo directo sumando 108,679.70 soles. En lo que respecta a la generación de utilidades, se contempló un 5% del costo directo sumando 54,231.39. Además, se estimaron los costos de supervisión como el 5.37% de costo directo, alcanzando un total de 79,051.54 soles.

## VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Datos adquiridos por el programa Excel en la cual podremos visualizar los gráficos estadísticos la diferencia entre la muestra patrón y la muestra con la adición del 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio.

**Tabla10.**

*Variación de las propiedades físico – mecánicas del suelo arcilloso.*

VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO						
ENSAYOS		UND	SUELO PATRÓN	2 % CLORURO DE SODIO	5 % CLORURO DE SODIO	10 % CLORURO DE SODIO
<b>Clasificación SUCS</b>	Clasificación SUCS	-	SC	SC – SM	SC – SM	SM
<b>Límites de Atterberg</b>	Límite Líquido	%	20.51	19.33	18.13	15.27
	Límite Plástico	%	12.25	13.10	13.58	13.55
	Índice de Plasticidad	%	8.26	6.23	4.55	1.72

*Fuente: Elaboración propia de los tesisas, 2021.*

**Tabla11.**

*Variación de Proctor Modificado.*

VARIACIÓN DE PROCTOR MODIFICADO						
ENSAYOS		UND.	SUELO PATRON	2% CLORURO DE SODIO	5% CLORURO DE SODIO	10% CLORURO DE SODIO
<b>Clasificación SUCS</b>	Clasificación SUCS	-	SC	SC – SM	SC – SM	SM
<b>Proctor Modificado</b>	Óptimo Contenido de Humedad	%	10.70	9.80	9.30	8.10
	Máxima Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.934	2.036	2.100	2.216

*Fuente: Elaboración propia de los tesisas, 2021.*

**Tabla12.**

Variación de CBR con la dosificación de 0%,2%,5%,10% de cloruro de sodio.

ENSAYOS	UND.	VARIACIÓN DE CBR			
		MUESTRA PATRON	2% CLORURO DE SODIO	5% CLORURO DE SODIO	10% CLORURO DE SODIO
CLASIFICACIÓN SUCS	-	SC	SC – SM	SC – SM	SM
CBR	%	15.10	16.50	17.40	19.90

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021.

**Tabla13.**

Variación de CBR de la muestra patrón y la dosificación óptima de cloruro de sodio.

ENSAYOS	UND.	SUELO PATRÓN	ÓPTIMO 2% CLORURO DE SODIO
CBR	CBR	-	15.1
			16.5

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021.

**Tabla14.**

Costo de estabilización de un suelo con 2% de cloruro de sodio

PRESUPUESTO OPTIMIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS				
	UND	METRADO	P. U	TOTAL
2% CLORURO DE SODIO	M3	6,580.68	235.71	S/ 1,551,147.32

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas, 2021

## V. DISCUSIÓN.

Los investigadores Pérez y Torres que, en el año 2015, en su “Estudio de la cal y el cloruro de sodio como agentes estabilizadores de suelos arcillosos en propiedades de la resistencia y expansividad”, en ella descubrieron positivos al usar cal en la estabilización de carreteras notando la disminución de la expansividad del suelo. En nuestra inquisición, hemos deducido que lo idóneo para el óptimo contenido de humedad de nuestra investigación es del 10.70%, mientras que para densidad seca se registró un valor de 1.934 g/cm<sup>3</sup>. Los experimentos de CBR revelaron un resultado de 15.1. Asimismo, Roldan en su investigación de 2010 en su investigación “Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y subbases”, ha conseguido estabilizar los suelos con cloruro de sodio, advirtiendo que un excedente de este compuesto puede derivar en características desfavorables en la muestra. De los hallazgos de nuestra investigación, se visualiza que el índice de plasticidad de la muestra es 8.26%, con la aplicación del agente estabilizador en 2% el índice de plasticidad disminuye a 6.23%, con un 5% de cloruro el índice permanece en 6.23% y finalmente, con la aplicación del 10% de cloruro el índice de plasticidad disminuye drásticamente a 1.72%. Posteriormente, abordamos al investigador Reyes que en el año 2006 hizo un análisis siendo este el “Uso de cloruro de sodio en bases granulares” deduciendo que el substrato granular inicia un proceso de reducción en la humedad óptima a medida que se incrementa, mientras que la densidad seca se mantiene sin variaciones. En nuestra búsqueda hemos descifrado humedad natural alcanzó 11.6%, estableciendo un peso específico de 2.475%, límite líquido 20.51% y límite plástico de 12.25% y el índice de plasticidad de 8.26%. En los resultados del Proctor modificado determinamos un contenido de humedad óptimo de 10.70% y densidad seca máxima 1.934g/cm<sup>3</sup>, obteniendo de CBR 15.1. Larrea investigó en 2019 la “Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio”, el logrando precisar propiedades funcionales del suelo se potencian al mezclarse con cloruro de sodio, liberando sílice y alúmina transformándolas en compuestos cementantes. De igual forma, en nuestra investigación se recolectó evidencia que al aplicar cloruro de sodio a nuestra muestra control se fomenta

significativamente la resistencia del suelo. Finalmente, en el trabajo de Guamán de 2016 “Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)”, se observó en ensayos de compresión simple, un incremento en la proporción del agente químico mejora notablemente la trabajabilidad y agiliza el proceso de compactación del suelo. En el marco de nuestra exhaustiva exploración, se ha confirmado que la trabajabilidad inherente de los suelos experimenta mejoras al enriquecerla con cloruro de sodio. Fernández en el 2018, en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos mediante adición de cloruro de sodio, para uso de vías terrestres. Estudio de casos: suelos de Chachapoyas”, descubrió que para los suelos arcillosos de alta plasticidad la incorporación de cloruro de sodio óptima es 5%, añadiendo que el suelo de estudio presenta cierta estabilidad en un 5% de NaCl mejorando sustancialmente sus propiedades de resistencia, cohesión, durabilidad e impermeabilidad. Posteriormente descubrimos que tenemos un similar resultado ya que al tener un tipo de suelo parecido al añadir más cloruro de sodio nuestra muestra mejora su comportamiento aumentando su capacidad portante. La cual obtenemos buenos resultados con el uso del 5% y el 10% de cloruro de sodio mientras mayor es el incremento de cloruro de sodio la capacidad portante aumenta, pero en este caso al agregar el 2% de cloruro de sodio se obtiene buen resultado. Palomino en el 2016 investigó “Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice california bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso”, descubriendo que incorporando porcentajes elevados de cloruro de sodio el índice de plasticidad va decreciendo obteniendo 11.00% para la muestra control sin adición de cloruro de sodio, 9% al incorporar 4% de cloruro de sodio, 8% de cloruro de sodio y 6.22% de plasticidad al incorporar 12% de cloruro de sodio; por consiguiente, logró comprobar su hipótesis planteada que incrementa el valor del CBR hasta en 10% respecto a la muestra patrón, al agregar 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio, variando 9.48% el índice CBR para 0.1”; mientras que para 0.2” varía 9.69% respecto a la muestra patrón. De acuerdo con nuestra investigación es muy cierto que la plasticidad disminuye cuando se adiciona cloruro de sodio. Así como el CBR aumenta considerablemente al adicionar el cloruro de sodio. Dentro de nuestro estudio, integramos hallazgos de Quiroz en quien en su tesis de 2020 “Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el

camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento Lambayeque”, determinó que en el proceso de compactación, la densidad seca aumenta y la humedad óptima para la compactación disminuye progresivamente al adicionar 1%, 1.5% y 2% de cloruro de sodio (NaCl); este fenómeno se atribuye a la proliferación de los cristales del cloruro de sodio y la lubricación subsiguiente, lo cual reduce la fricción entre los granos del suelo y realza sus propiedades físico mecánicas. Concordamos plenamente con esta investigación y sus resultados, corroborando la inclusión del cloruro de sodio merma la proporción de humedad en los suelos. Además, hemos examinado el trabajo de Eche y Peláez de 2019, “Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa – Ancash”, donde dedujeron que la humedad óptima en los suelos aumenta en relación directa con el incremento del porcentaje de cloruro de sodio, ejerciendo una influencia positiva en la estabilización del tramo estudiado, mejorando levemente las características físico mecánicas del suelo, siempre y cuando el porcentaje no exceda el 2%. No obstante, nuestros hallazgos difieren de los de estos autores, ya que indican que, al incrementar la concentración del cloruro de sodio, la proporción de humedad tiende a reducirse. A pesar de ciertos beneficios observados, concluimos que la proporción más adecuada de cloruro de sodio a utilizar para nuestros propósitos específicos es de 2%.

## VI. CONCLUSIONES.

- 6.1. Tras una investigación bibliográfica y con información extraída de la ficha técnica del cloruro de sodio emitida por Sal Amazónica pudimos obtener las características físicas y químicas está formado por 0.015% de sulfato, 0.005% calcio, 0.004% magnesio, 0.55mg/kg hierro.
- 6.2. Los datos obtenidos mediante de laboratorio JHCD precisan los atributos del suelo arcilloso. Teniendo 11.6% humedad, 100% pasante en el tamiz N° 3/4 y 49.40% pasante por el tamiz N°200, clasificación SUCS como un SC, clasificación AASHTO como un A-4(3), 2.475% peso específico 20.51% límite líquido, 12.25% límite plástico, 1.934% índice de plasticidad, 10.70% óptimo contenido de humedad, 10.70% densidad seca máxima y un 7.3 en CBR.
- 6.3. Los datos obtenidos mediante los ensayos realizado con la adición de cloruro de 2%, 5%, 10% el comportamiento del límite líquido disminuye obteniendo en la muestra patrón 20.51%, con el 2%-19.33%, con el 5% - 18.13 y con el 10% -15.27. Y en el caso del límite de plasticidad aumenta teniendo en la muestra patrón 12.25%, con el 2% - 13.10%, con el 5% - 13.58% y con el 10% - 13.55. en nuestro estudio, al medir el índice de plasticidad, encontramos que la muestra control tenía un 8.26%. Al adicionar cloruro de sodio este índice de plasticidad disminuyó a 6.23% con un 2% y 5% de cloruro de sodio, y cayó drásticamente a 1.72% con un 10% de cloruro. En cuanto al contenido de humedad, observamos una disminución: partiendo de un 10.70% en la muestra estándar, bajó a 9.80% con un 2% de cloruro de sodio, a 9.30% con un 5%, y con 10% a 8.10%. La densidad seca máxima mostró un incremento: en la muestra estándar fue de 1.934 g/cm<sup>3</sup> ascendiendo a 2.036 g/cm<sup>3</sup> con un 2% de cloruro de sodio, 2.100 g/cm<sup>3</sup> con un 5% y 2.216 g/cm<sup>3</sup> con un 10%. En los resultados de CBR la capacidad portante aumentó significativamente: partiendo de 15.1 en la muestra estándar, subió a 16.5 con un 2% de cloruro de sodio, a 17.4 con un 5%, y a 19.9 con un 10%.

- 6.4. Concluimos que el factor perfecto del agente estabilizador para obtener un aumento significativo de la capacidad portante es del 2%, con esta cantidad, logramos excelentes resultados: lo deseable en niveles de contenido de humedad de 9.8 %, densidad seca máxima 2.036 g/cm<sup>3</sup> y un valor de CBR de 16.5 indicando mejor capacidad portante.
- 6.5. Precisamos el costo de estabilización de suelo con 2% de cloruro de sodio asciende a un total de 235.71 soles el metro cúbico.

## VII. RECOMENDACIONES.

- 7.1. A futuras investigaciones se les recomienda, efectuar ensayos con el 4% de cloruro de sodio, ya que con este porcentaje podría obtener mejores resultados, teniendo en cuenta el pH del suelo, para mejorar la capacidad portante.
- 7.2. La integración del cloruro de sodio en el proceso requiere de una supervisión exhaustiva y detallada. Esto implica un control riguroso en la mezcla suelo – cloruro de sodio como en la fase de compactación; durante este proceso, es crucial monitorear la densidad y la humedad para asegurarse que alcance al menos un 95% de la Densidad mediante la aplicación del Proctor Modificado (norma ASTM D.1557).
- 7.3. En cuanto a compactación, se establece lo siguiente: para la subrasante y las labores de mejoramiento, se debe obtener un 95% de densidad máxima seca, también de acuerdo con el ensayo Proctor modificado. Para la subbase y base granular, el objetivo es lograr el 110% de dicha densidad máxima seca en el ensayo Proctor modificado. Este enfoque garantiza que la estructura y la estabilidad del suelo sean óptimas para las aplicaciones previstas.
- 7.4. Se recomienda sólo usar para subrasantes, que a futuro no lleven revestimiento con asfalto o concreto, porque al añadir el cloruro de sodio eleva el PH del suelo y esto perjudica la durabilidad de los revestimientos.
- 7.5. Se recomienda buscar otras alternativas de mejoramiento de suelos con diferentes productos químicos, ya que estabilizar con cloruro de sodio tiene un costo muy elevado.

## REFERENCIAS.

- Briones Alva, M. E. e Irigoín Gonzales, N. (2015). *Zonificación Mediante El Sistema Unificado De Clasificación De Suelos (Sucs) Y La Capacidad Portante Del Suelo, Para Viviendas Unifamiliares En La Expansión Urbana Del Anexo Lucmacucho Alto -Sector Lucmacucho, Distrito De Cajamarca*. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/6679>
- Calvo Verdú, Miguel. (2005). Formador Ocupacional. Editorial. MAD, SL. Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=kxzx6GaYaCYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Eche Oroya, K. F. y Pelaez Loyola, A. K. (2019). *Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras*. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35886>
- Fernández Riva, L. (2018). *Estabilización De Suelos Arcillosos Mediante Adición De Cloruro De Sodio (Nacl) Para Uso De Vías Terrestres. Estudio De Casos: Suelos De Chachapoyas, 2016*. Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1504>
- Garnica Anguas, P., Pérez Salazar, A., Gomez López, J. y Obil Veiza, E. (2002). *Estabilización De Suelos Con Cloruro De Sodio Para Su Uso En Las Vías Terrestres*. Publicación Técnica N° 201. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf>
- Gallego, C; Isem, M; Pulpón, A, (2006). *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*.p.55. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=5CWKWi3woi8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=5CWKWi3woi8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Guaman, I. (2016). *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)*. Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24608/1/Tesis%201088%20-%20Guam%c3%a1n%20ller%20Israel%20Isa%c3%adas.pdf>

Gutiérrez Montes, C. A. (2010). Estabilización Química De Carreteras No Pavimentadas En El Perú Y Ventajas Comparativas Del Cloruro De Magnesio (Bischofita) Frente Al Cloruro De Calcio. Disponible en: [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/116/gutierrez\\_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/116/gutierrez_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Landeau, R. (2007). Elaboración de Trabajos de Investigación. Editorial. Alfa. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=M\\_N1CzTB2D4C&printsec=frontcover&dq=landeau+2007&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjTpKPgtKvtAhUYE7kGHV\\_BAMAQ6wEwAHoECAUQAQ#v=onepage&q=landeau%202007&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=M_N1CzTB2D4C&printsec=frontcover&dq=landeau+2007&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjTpKPgtKvtAhUYE7kGHV_BAMAQ6wEwAHoECAUQAQ#v=onepage&q=landeau%202007&f=false)

Larrea Olivero, B. R. Y Rivas Cajo, J. C. (2019). Estabilización De Suelos Arcillosos Con Cloruro De Sodio Y Cloruro De Calcio. Disponible en: <http://repositorio.ucsq.edu.ec/handle/3317/12607>

Muñiz, L. (2009). Control Presupuestario. Editorial. Profit. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=nPGWEj5OfsC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Musso, M., Rostan, Á., & Behak, L. (2003). Subrasantes expansivas en Rutas Nacionales: ¿mito o realidad? In: Paper presented at the 4° congreso de Ingeniería Vial, Asociación Uruguaya de Caminos Montevideo, 4-6 nov. 2003. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/336748505\\_Subrasantes\\_expansivas\\_en\\_Rutas\\_Nacionales\\_mito\\_o\\_realidad](https://www.researchgate.net/publication/336748505_Subrasantes_expansivas_en_Rutas_Nacionales_mito_o_realidad)

Naranjo Aguay, H. y Dranichnikov, T. (2012). Cálculo de Capacidad Portante Basado en Geofísica y Método Convencional. Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6133/1/calculo%20de%20>

[capacidad%20portante%20basado%20en%20geofisica%20y%20metodo%20convencional.pdf](#)

NTP 339.127 (1999) – Contenido de humedad. Disponible en:  
<https://vdocuments.mx/ntp-339127-contenido-de-humedad.html>

NTP 339.128 (1999) – Análisis granulométrico. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/423280629/339-128>

NTP 339.129 (1999) – Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/474697212/NTP-339-129>

NTP 339.134 (1999) – Clasificación SUCS. Disponible en:  
<https://idoc.pub/documents/suelos-ntp-339134-1999-clasificacion-de-suelos-sucs-on23wdp5j3l0>

NTP 339.141 (1999) – Método de ensayo Proctor modificado. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/263730265/NTP339-141-1999-Proctor-Modificado>

NTP 339.145 (1999) – Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de california) de suelos compactados en laboratorio. Disponible en:  
<https://vsip.info/norma-ntp-339145-1999-pdf-free.html>

Ortega Larea, G. D. Y Pacheco Tonato, O. M. (2014). Guía Para La Elección De Maquinaria Pesada En La Excavación De Zanjias Para Alcantarillado En Suelos Arcillosos. Disponible en:  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12071/GU%C3%8DA%20PARA%20LA%20ELECCI%C3%93N%20DE%20MAQUINARIA%20PESADA%20EN%20LA%20EXCAVACI%C3%93N%20DE%20ZANJIAS%20PARA%20ALCANTARILLADO%20EN%20SUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Palomino Saldaña, Y. E. (2016). Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice california bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9989>
- Quiroz Alcántara, A. (2020). Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8363>
- Reyes Ortiz, O., Camacho Tauta, J. Y Troncoso Rivera, R. (2006). Uso De Cloruro De Sodio En Bases Granulares. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2332333>
- Rico, A. R. (2008). La Ingeniería de Suelos en las vías terrestres. México: Limusa. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?id=d042vJAKVK8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=d042vJAKVK8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Roldan De Paz, O. E. (2010). Estabilización De Suelos Con Cloruro De Sodio (NaCl) Para Bases Y Sub-Bases. Disponible en: <https://studylib.es/doc/6942719/estabilizaci%C3%B3n-de-suelos-con-cloruro-de-sodio--nacl>
- Sabino, C. (200). El proceso de la investigación. Caracas. Panapo. Disponible en: [http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso\\_investigacion.pdf](http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso_investigacion.pdf)
- Tantaquilla Otiniano, E. W. Y Valdivia Julca, F. A. (2019). Comparación Entre Las Influencias de Cal Hidratada Y aditivo Quim kd-40 Para Estabilización De Suelos Arcillosos Como Capa Subrasante En Pavimentos Flexibles, Huamachuco-Cajabamba. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23685>
- Torres Valenzuela, J. Y Pérez Ardila, W. (2015). Estudio De La Cal Y El Cloruro De Sodio Como Agentes Estabilizadores De Suelos arcillosos En Propiedades

Como la Resistencia Y Expansividad. Disponible en:  
<http://repositorio.udes.edu.co/handle/001/2938>

Parra Gomez Manuel Gerardo (2018) Estabilización de suelos y tierra construcción: materiales, propiedades y técnicas, Universidad Católica De Colombia. Disponible en:  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587>

Yuni, J; Urbano C, (2005), *mapas y herramientas conocer la escuela: investigación etnográfica e investigación – acción*. Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=5-01TuLCmAEC&pg=PA171&dq=tecnicas+de+recoleccion+de+datos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjCifjm\\_dz0AhVVK7kGHVBOC70Q6wF6BAqIEAE#v=onepage&q=tecnicas%20de%20recoleccion%20de%20datos&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=5-01TuLCmAEC&pg=PA171&dq=tecnicas+de+recoleccion+de+datos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjCifjm_dz0AhVVK7kGHVBOC70Q6wF6BAqIEAE#v=onepage&q=tecnicas%20de%20recoleccion%20de%20datos&f=false)

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables**

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Variable independiente	Los suelos arcillosos son partículas que necesitan de transformaciones minerales piroxenos, anfíboles, micas y feldspatos para tener dimensiones entre 0,2 a 5 micras, que al mezclarse con una cantidad limitada de agua desarrollan plasticidad. (ORTEGA Y PACHECO, 2014).	Realizar ensayos necesarios en laboratorio de suelos que nos permitirá conocer las características del suelo arcilloso.	Propiedades físico – químicas del cloruro de sodio.	Densidad, Peso molecular, masa, fusión, ebullición, presión de vapor y composición.	Intervalo
Aplicación de cloruro de sodio	El cloruro de sodio son cristales fácilmente solubles en aguas higroscópicas y fáciles de conseguir y ayudan a la temperatura de congelamiento del agua. (FERNANDEZ, 2018).	El mineral para emplear será el cloruro de sodio, ya que aporta mayor propiedad física y mecánica al suelo arcilloso.	Propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos.	Análisis granulométrico por tamizado. Límites de atterberg, peso específico y CBR.	Intervalo
Variable dependiente	La capacidad portante del suelo es la capacidad que tiene dicho suelo para soportar las cargas aplicadas sobre él, evitando que se produzca algún fallo estructural como asentamiento de alguna estructura que tiene contacto entre su cimentación y el terreno de fundación, también se le conoce a la capacidad portante como la capacidad que tiene una estructura para soportar las cargas aplicadas sobre la misma. (BRIONES e IRIGOIN, 2015)	Se aplicará cloruro de sodio en porcentajes diferentes, respecto al peso específico del suelo, para aumentar la capacidad portante.	Aumento de la capacidad portante de los suelos arcillosos con aplicación de cloruro de sodio al 0%, 2%, 5% y 10%.	Compactación Proctor modificado con 0%, 2%, 5% y 10% de aplicación de cloruro de sodio.	Intervalo
Aumentar la Capacidad portante de los suelos arcillosos			Porcentaje adecuado de aplicación de cloruro de sodio	Ensayo de CBR con aplicación de 0%, 2%, 5% y 10% de cloruro de sodio	Intervalo
			Factibilidad económica	Metrados y análisis de costos.	Intervalo

**Fuente.** Elaboración propia de los tesisistas, 2021.

## Anexo 2: Extracción de muestra de las calicatas 01, 02, 03 y 04



*Figura 2. Excavación de calicata N° 01.*



*Figura 3. Verificación de medida correspondiente de calicata N°01.*



**Figura 4.** Excavación de calicata N°02



**Figura 5.** Verificación de medidas correspondientes de la calicata N°02.



*Figura 6. Excavación de la calicata N°03.*



*Figura 7. Verificación de medidas correspondientes de la calicata N°03.*



**Figura 8.** Excavación de la calicata N°04.



**Figura 9.** Verificación de medidas correspondientes de la calicata N°04.

**Anexo 3: Procesos de los ensayos realizados en laboratorio.**



*Figura 10. Pesado de la muestra para ensayo de análisis granulométrico.*



*Figura 11. Procedimiento de lavado de la muestra de suelo patrón.*



**Figura 12.** Procedimiento de secado de la muestra de suelo patrón.



**Figura 13.** Realización del ensayo de análisis granulométrico



**Figura 14.** Adición de 0% de cloruro de sodio a muestreo de material.



**Figura 15.** Adición de 2% de cloruro de sodio a muestreo de material.



*Figura 16. Adición de 5% de cloruro de sodio a muestreo de material.*



*Figura 17. Adición de 10% de cloruro de sodio a muestreo de material.*



**Figura 18.** Proceso de combinación del material con el cloruro de sodio.



**Figura 19.** Llenado de la muestra al molde de Proctor modificado.



**Figura 20.** Ensayo de compactación (Proctor modificado)



**Figura 21.** Se está realizando el pesado de la muestra para peso específico.



*Figura 22. Llenado de la Fiola para realizar peso específico.*



*Figura 23. Se está realizando ensayo de peso específico.*



**Figura 24.** Realizando ensayo de CBR



**Figura 25.** Realizando el ensayo de penetración en la prensa de CBR.



**Figura 26.** Realizando la lectura de expansión antes de la inmersión en agua.

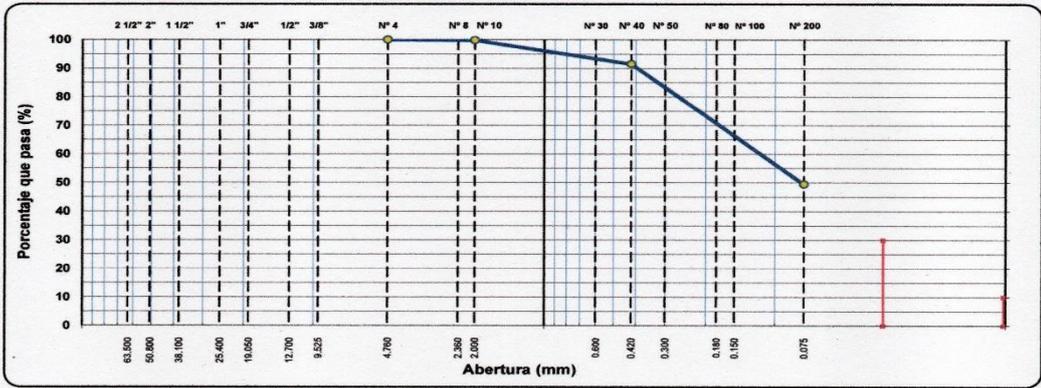
## Anexo 4. Resultados Obtenidos De Laboratorio

- Ensayos de laboratorio de la muestra patrón

		C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 (E) jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo					
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>							
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> ASTM D 422							
OBRA : <b>"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"</b>		N° REGISTRO : 001					
LOCALIDAD : Tarapoto MATERIAL : Terreno de Fundacion. CALICATA : N°01, N°2, N°3, N°4 MUESTRA : Cloruro de sodio 0% PROFUND. : SOLICITANTE : SECTOR : UBICACIÓN :		TÉCNICO : S.R.V ING° RESP. : V.A.C.H.G FECHA : 15/05/2021 HECHO POR : C.C.S DEL KM : AL KM : CARRIL :					
TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 800.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 303.5 gr
2"	50.800						PESO FINO = 800.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 20.51 %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO = 12.25 %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO = 8.26 %
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO = A-4 (3)
3/8"	9.525						CLASF. SUCCS = SC
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200
# 4	4.760				100.0		P.S. Seco = 600.0
# 8	2.360						P.S. Lavado = 303.5
# 10	2.000	1.2	0.2	0.2	99.8		% Grava = 0.0 %
# 30	0.850						% Arena = 50.5 %
# 40	0.420	49.6	8.3	8.5	91.5		% Humedad = 49.4 %
# 50	0.300						P.S.H. =
# 60	0.180						P.S.S =
# 100	0.150	170.7	28.5	36.9	63.1		% Humedad
# 200	0.075	82.0	13.7	50.6	49.4		OBSERVACIONES:
< # 200 FONDO		296.5	49.4	100.0	0.0		
FINO	800.0						Coef. Uniformidad = -
TOTAL	800.0						Coef. Curvatura = -
Descripción suelo: Arena arcillosa							Pot. de Expansión = Bajo
							Índice de Consistencia = Blando

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 30	N° 40	N° 50	N° 80	N° 100	N° 200
Porcentaje que pasa (%)	63.500	50.800	38.100	25.400	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	2.000	0.850	0.420	0.300	0.180	0.150	0.075
	Abertura (mm)															





VICTOR ALBERTO CHUNG GARZA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 13986



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

OBRA	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Terreno de Fundacion.	ING. RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA	: 15/05/2021
MUESTRA	: Cloruro de sodio 0%	HECHO POR	: C.C.S
PROFUND	: 0	DEL KM	:
SOLICITANTE	:	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	:		

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	11	14		
PESO DE LA TARA (grs)	200	200		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1700	1452.1		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1546	1320.2		
PESO DEL AGUA (grs)	154.00	131.90		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1346.00	1120.20		
% DE HUMEDAD	11.44	11.77		
PROMEDIO % DE HUMEDAD			11.6	

OBSERVACIONES:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



VICTOR AARON CHUNG GARZALUA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15960



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
ASTM D 4318

<b>OBRA</b> :	"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	<b>N° REGISTRO</b> :	001
<b>CIUDAD</b> :	Tarapoto	<b>TÉCNICO</b> :	S.R.V
<b>MATERIAL</b> :	Terreno de Fundación.	<b>ING° RESP.</b> :	V.A.CH.G
<b>CALICATA</b> :	N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b> :	15/05/2021
<b>MUESTRA</b> :	Cloruro de sodio 0%	<b>HECHO POR</b> :	C.C.S
<b>PROFUND.</b> :		<b>DEL KM</b> :	
<b>SOLICITANTE</b> :		<b>AL KM</b> :	
<b>SECTOR</b> :		<b>CARRIL</b> :	
<b>UBICACIÓN</b> :			

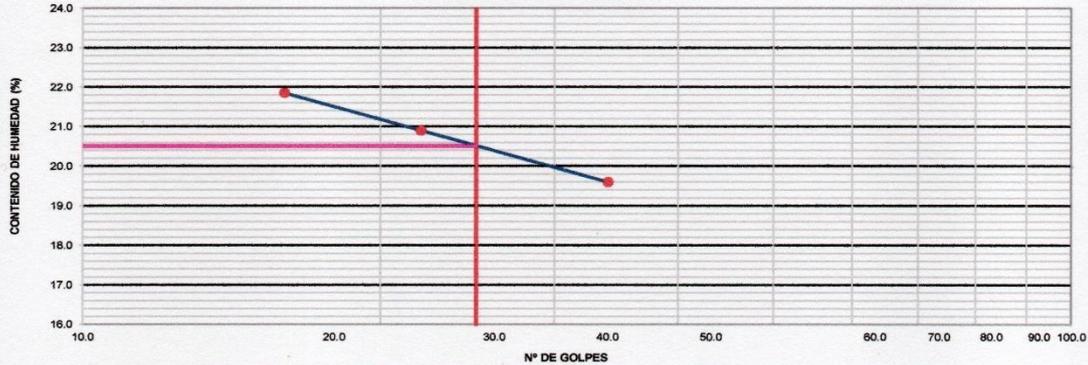
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	12	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	34.10	32.70	30.80
TARRO + SUELO SECO	31.20	29.90	28.20
AGUA	2.90	2.80	2.60
PESO DEL TARRO	16.40	16.50	16.30
PESO DEL SUELO SECO	14.80	13.40	11.90
% DE HUMEDAD	19.59	20.90	21.85
N° DE GOLPES	34	22	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	19	16
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.40	23.50
TARRO + SUELO SECO	23.60	22.70
AGUA	0.80	0.80
PESO DEL TARRO	16.70	16.50
PESO DEL SUELO SECO	6.90	6.20
% DE HUMEDAD	11.59	12.90

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	20.51
LÍMITE PLÁSTICO	12.25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.26

OBSERVACIONES



Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 13556

**ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO**

<p><b>"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"</b></p>		N° REGISTRO 001
OBRA :		TÉCNICO S.R.V
MATERIAL :	Terreno de Fundacion.	ING° RESP. V.A.CH.G
CALICATA :	N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA 15/05/2021
MUESTRA :	Cloruro de sodio 0%	HECHO POR E.P.S
PROFUND :	0	DEL KM
		AL KM
		CARRIL

Peso del Material Secado al Aire (P)	201.0	201	201.0	2.475
Peso Frasco + Agua (PO)	664.2	865.2	81.2	
Peso Frasco + Agua + Material (PS)	784			

$$\frac{P}{(P+PO) - (PS)}$$

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



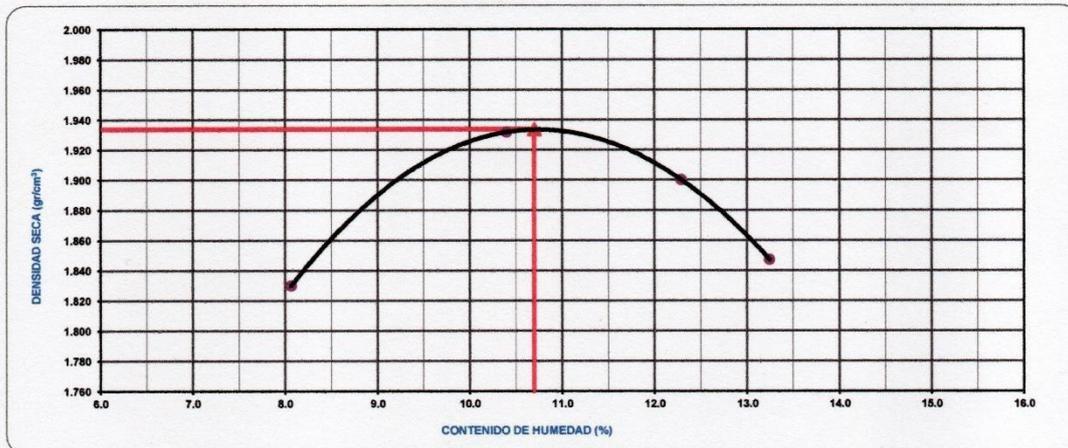
Victor Aarón Chung Garzañua  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 15985

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO  
ASTM D 1557**

<b>OBRA</b>	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	<b>N° REGISTRO</b>	: 001
<b>CIUDAD</b>	: Tarapoto	<b>TÉCNICO</b>	: S.R.V
<b>MATERIAL</b>	: Terreno de Fundacion.	<b>ING. RESP.</b>	: V.A.CH.G
<b>CALICATA</b>	: N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b>	: 15/05/2021
<b>MUESTRA</b>	: Cloruro de sodio 0%	<b>HECHO POR</b>	: C.C.S
<b>PROFUND.</b>	:	<b>DEL KM</b>	:
<b>SOLICITANTE</b>	:	<b>AL KM</b>	:
<b>SECTOR</b>	:	<b>CARRIL</b>	:
<b>UBICACIÓN</b>	:		

COMPACTACIÓN					
<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	:	"A"			
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	:	25			
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	:	5			
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5550	5700	5700	5860
PESO DE MOLDE (gr)		3650	3650	3650	3650
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1900	2050	2050	2010
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		961	961	961	961
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.977	2.133	2.133	2.092
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.830	1.932	1.900	1.847
CONTENIDO DE HUMEDAD					
<b>RECIPIENTE N°</b>		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		207.70	229.30	235.70	233.40
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		192.20	207.70	209.90	206.10
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)		15.50	21.60	25.80	27.30
PESO DE SUELO SECO (gr)		192.20	207.70	209.90	206.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.06	10.40	12.29	13.25
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		1.934		<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> 10.70	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>PROYECTO</b> :	"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	<b>N° REGISTRO</b> :	001
<b>CIUDAD</b> :	Tarapoto	<b>TÉCNICO</b> :	S.R.V
<b>MATERIAL</b> :	Terreno de Fundacion.	<b>ING° RESP.</b> :	V.A.CH.G
<b>CALICATA</b> :	N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b> :	15/05/2021
<b>MUESTRA</b> :	Cloruro de sodio 0%	<b>HECHO POR</b> :	C.C.S
<b>PROFUND.</b> :		<b>DEL KM</b> :	
<b>LADO</b> :		<b>AL KM</b> :	
<b>SECTOR</b> :		<b>CARRIL</b> :	
<b>UBICACIÓN</b> :			

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		5		6	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13215		12978		12890	
Peso de molde (gr)	8612		8612		8615	
Peso del suelo húmedo (gr)	4603		4366		4275	
Volumen del molde (cm3)	2150		2152		2203	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.141		2.029		1.941	
Humedad (%)	10.70		10.50		10.66	
Densidad seca (gr/cm3)	1.934		1.836		1.754	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.00		300.00		300.00	
Tarro + Suelo seco (gr)	271.00		271.50		271.10	
Peso del Agua (gr)	29.00		28.50		28.90	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	271.00		271.50		271.10	
Humedad (%)	10.70		10.50		10.66	
Promedio de Humedad (%)	10.70		10.50		10.66	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2021	04:00:00 p.m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
16/05/2021	04:00:00 p.m.	24	3.5	0.035	0.028	4.0	0.040	0.031	4.7	0.047	0.037
17/05/2021	04:00:00 p.m.	48	4.0	0.040	0.031	4.5	0.045	0.035	5.3	0.053	0.042
18/05/2021	04:00:00 p.m.	72	4.4	0.044	0.035	5.2	0.052	0.041	5.7	0.057	0.045
19/05/2021	04:00:00 p.m.	96	5.1	0.051	0.040	5.6	0.056	0.000	6.2	0.062	0.049

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		18	4			9	1.7			5	0.7		
0.050		24	5			12	2.3			6	1.0		
0.075		35	7			18	3.5			9	1.6		
0.100	70.31	59	13	10.62	15.1	30	6.2	5.13	7.3	15	2.9	2.39	3.4
0.150		69	15			35	7.3			17	3.5		
0.200	105.46	80	17	18.35	17.4	40	8.5	9.05	8.6	20	4.1	4.40	4.2
0.250		110	24			55	11.7			28	5.7		
0.300		150	33			75	16.1			38	7.9		
0.400													



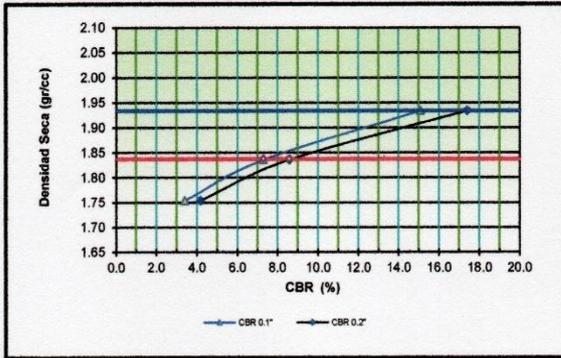
Victor Azorín Chuño Garza  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto - 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: Tarapoto	TECNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Terreno de Fundacion.	ING° RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA	: 15/05/2021
MUESTRA	: Cloruro de sodio 0%	HECHO POR	: C.C.S
PROFUND.	:	DEL KM	:
LADO	:	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	:		

**GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



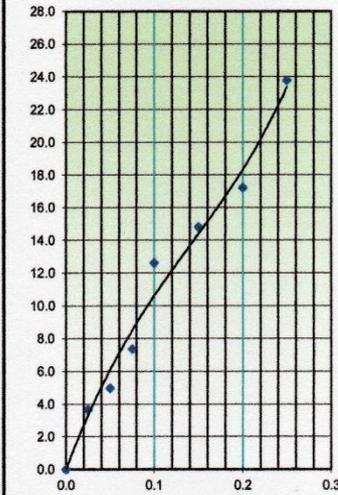
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 15.1	0.2": 17.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 7.3	0.2": 8.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.934	gr/cc
Óptima Humedad	10.70	%

OBSERVACIONES:

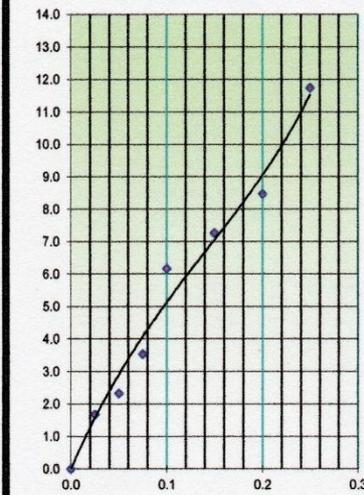
EC = 56 GOLPES

$$y = 1198.1x^3 - 503.52x^2 + 144.53x$$



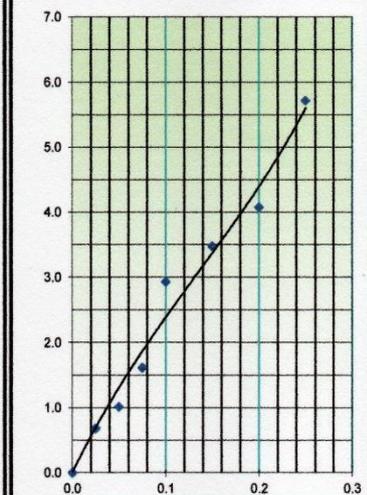
EC = 25 GOLPES

$$y = 523.86x^3 - 217.99x^2 + 67.884x$$



EC = 12 GOLPES

$$y = 186.72x^3 - 75.235x^2 + 29.56x$$



Victor Aeron Chung Garzatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15986

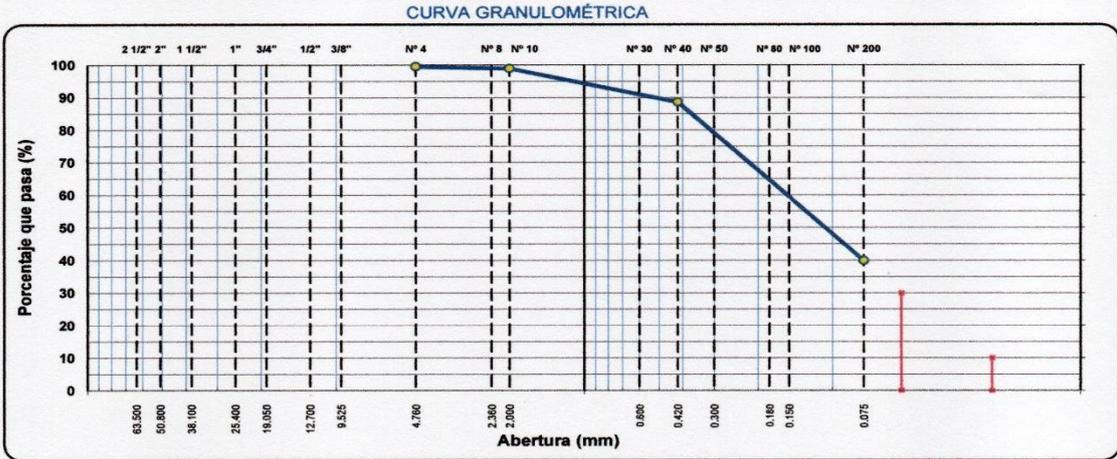
• Ensayos De Laboratorio Con Adición De 2% De Cloruro De Sodio

 <p><b>JHCD</b> CONTRATISTAS S.A.C.</p>	<p>C. (51) 956 217 383 – 939 175 863                  @.jhcdcontratistas@gmail.com                  D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo</p> <p><b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b></p>
--	--

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
ASTM D 422

OBRA : <b>"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"</b>	N° REGISTRO : 001
LOCALIDAD : Tarapoto	TÉCNICO : S.R.V
MATERIAL : Terreno de Fundacion.	ING° RESP. : V.A.CH.G
CALICATA : N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA : 15/05/2021
MUESTRA : Cloruro de sodio 2%	HECHO POR : C.C.S
PROFUND. :	DEL KM :
SOLICITANTE :	AL KM :
SECTOR :	CARRIL :
UBICACIÓN :	

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
3"	76.200						PESO TOTAL	=	600.0	gr			
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	360.5	gr			
2"	50.800						PESO FINO	=	597.0	gr			
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	19.33	%			
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	13.10	%			
3/4"	19.050				100.0		ÍNDICE PLÁSTICO	=	6.23	%			
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-4	(1)			
3/8"	9.525	1.2	0.2	0.2	99.8		CLASF. SUCCS	=	SC - SM				
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200		P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200		
# 4	4.760	1.8	0.3	0.5	99.5				600.0	360.5	39.9		
# 8	2.360						% Grava	=	0.5	%			
# 10	2.000		0.5	1.0	99.0		% Arena	=	59.6	%			
# 30	0.600						% Fino	=	39.9	%			
# 40	0.420	62.0	10.3	11.4	88.6		% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad		
# 50	0.300						OBSERVACIONES:						
# 80	0.180												
# 100	0.150	188.0	31.3	42.7	57.3								
# 200	0.075	104.3	17.4	60.1	39.9								
< # 200	FONDO	239.5	39.9	100.0	0.0								
FINO		597.0					Coef. Uniformidad		-		Índice de Consistencia		
TOTAL		600.0					Coef. Curvatura		-		0.7		
Descripción suelo: Arena limo arcillosa							Pot. de Expansión		Bajo		Blando		



	<p>Victor Aaron Chung Garazatua  <b>INGENIERO CIVIL</b>                  REG. CIP N° 19998</p>
---	--



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM C 566

OBRA	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Terreno de Fundacion.	ING. RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA	: 15/05/2021
MUESTRA	: Cloruro de sodio 2%	HECHO POR	: C.C.S
PROFUND	: 0	DEL KM	:
SOLICITANTE	:	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	:		

**DATOS DE LA MUESTRA**

NUMERO TARA	13	15		
PESO DE LA TARA (grs)	200	200.1		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1711.1	1700.1		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1657.6	1649.5		
PESO DEL AGUA (grs)	53.50	50.60		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1457.60	1449.40		
% DE HUMEDAD	3.67	3.49		
PROMEDIO % DE HUMEDAD	3.6			

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



*Victor Aarón Chung Garzatur*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

OBRA	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Terreno de Fundacion.	ING° RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA	: 15/05/2021
MUESTRA	: Cloruro de sodio 2%	HECHO POR	: C.C.S
PROFUND.	:	DEL KM	:
SOLICITANTE	:	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	:		

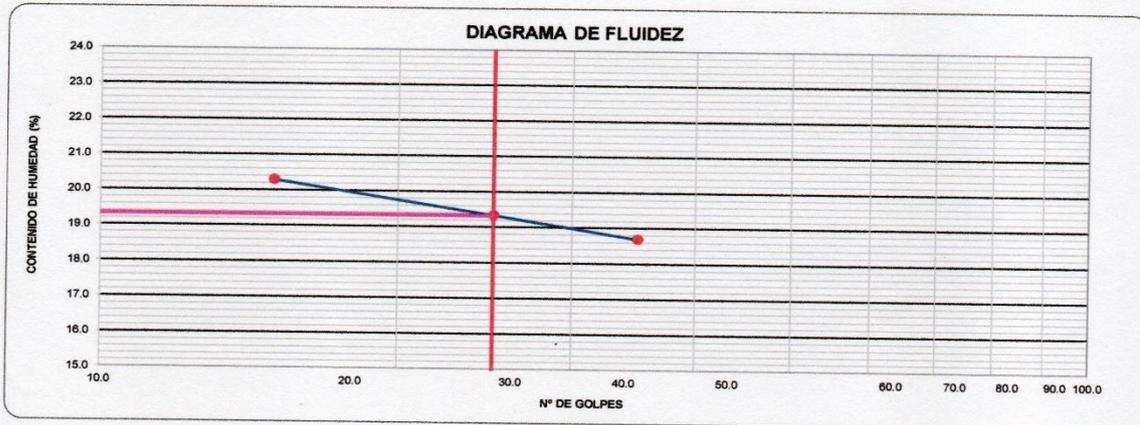
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	7	20	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.90	31.10	33.50
TARRO + SUELO SECO	26.90	28.80	30.70
AGUA	2.00	2.30	2.80
PESO DEL TARRO	16.20	16.90	16.90
PESO DEL SUELO SECO	10.70	11.90	13.80
% DE HUMEDAD	18.69	19.33	20.29
N° DE GOLPES	35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	8	16
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.50	21.20
TARRO + SUELO SECO	20.05	20.70
AGUA	0.45	0.50
PESO DEL TARRO	16.60	16.90
PESO DEL SUELO SECO	3.45	3.80
% DE HUMEDAD	13.04	13.16

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	19.33
LÍMITE PLÁSTICO	13.10
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.23

OBSERVACIONES



Victor Aaron Chung Garzatuza  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 15285



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO

OBRA :		"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"		N° REGISTRO 001				
MATERIAL :		Terreno de Fundacion.		TÉCNICO S.R.V				
CALICATA :		N°01, N°2, N°3, N°4		ING° RESP. V.A.CH.G				
MUESTRA :		Cloruro de sodio 2%		FECHA 15/05/2021				
PROFUND :		0		HECHO POR E.P.S				
				DEL KM				
				AL KM				
				CARRIL				
Peso del Material Secado al Aire (P)					300.0	300	300.0	2.611
Peso Frasco + Agua (PO)					670.4	970.4	114.9	
Peso Frasco + Agua + Material (PS)					855.5			

$$\frac{P}{(P+PO) - (PS)}$$

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15986



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

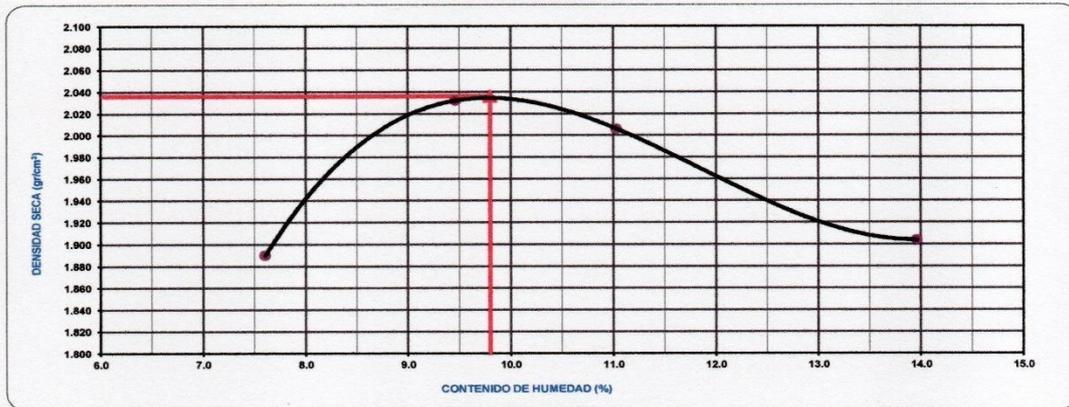
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO  
 ASTM D 1557**

<b>OBRA</b>	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	<b>N° REGISTRO</b>	: 001
<b>CIUDAD</b>	: Tarapoto	<b>TÉCNICO</b>	: S.R.V
<b>MATERIAL</b>	: Terreno de Fundacion.	<b>ING. RESP.</b>	: V.A.CH.G
<b>CALICATA</b>	: N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b>	: 15/05/2021
<b>MUESTRA</b>	: Cloruro de sodio 2%	<b>HECHO POR</b>	: C.C.S
<b>PROFUND.</b>	:	<b>DEL KM</b>	:
<b>SOLICITANTE</b>	:	<b>AL KM</b>	:
<b>SECTOR</b>	:	<b>CARRIL</b>	:
<b>UBICACIÓN</b>	:		

COMPACTACIÓN					
<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	:	"A"			
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	:	25			
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	:	5			
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5604	5788	5790	5735
PESO DE MOLDE (gr)		3650	3650	3650	3650
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1954	2138	2140	2085
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		961	961	961	961
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		2.033	2.225	2.227	2.170
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.890	2.032	2.006	1.904
CONTENIDO DE HUMEDAD					
<b>RECIPIENTE N°</b>		<b>s/n</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		215.00	355.20	185.20	297.10
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		199.80	324.50	166.80	260.70
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)		15.20	30.70	18.40	36.40
PESO DE SUELO SECO (gr)		199.80	324.50	166.80	260.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.61	9.46	11.03	13.96
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.036</b>		<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	
				<b>9.80</b>	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



Victor Aaron Chung Garzatua  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 12989

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

PROYECTO : "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto - 2020"	N° REGISTRO : 001
CIUDAD : Tarapoto	TÉCNICO : S.R.V
MATERIAL : Terreno de Fundación.	ING° RESP. : V.A.CH.G
CALICATA : N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA : 15/05/2021
MUESTRA : Cloruro de sodio 2%	HECHO POR : C.C.S
PROFUND. :	DEL KM :
LADO :	AL KM :
SECTOR :	CARRIL :
UBICACIÓN :	

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	1		2		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13420		13170		12960	
Peso de molde (gr)	8611		8611		8610	
Peso del suelo húmedo (gr)	4809		4559		4350	
Volumen del molde (cm3)	2150		2145		2160	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.237		2.125		2.014	
Humedad (%)	9.77		9.73		9.77	
Densidad seca (gr/cm3)	2.038		1.937		1.835	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.00		300.00		300.00	
Tarro + Suelo seco (gr)	273.30		273.40		273.30	
Peso del Agua (gr)	26.70		26.60		26.70	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	273.30		273.40		273.30	
Humedad (%)	9.77		9.73		9.77	
Promedio de Humedad (%)	9.77		9.73		9.77	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2021	04:00:00 p.m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
16/05/2021	04:00:00 p.m.	24	2.2	0.022	0.017	2.9	0.029	0.023	3.2	0.032	0.025
17/05/2021	04:00:00 p.m.	48	2.8	0.028	0.022	3.2	0.032	0.025	3.4	0.034	0.027
18/05/2021	04:00:00 p.m.	72	3.2	0.032	0.025	3.6	0.036	0.028	3.9	0.039	0.031
19/05/2021	04:00:00 p.m.	96	3.6	0.036	0.028	4.0	0.040	0.031	4.2	0.042	0.033

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		18	4			9	1.7			5	0.7		
0.050		25	5			13	2.4			6	1.1		
0.075		35	7			18	3.5			9	1.6		
0.100	70.31	65	14	11.58	16.5	33	6.8	5.61	8.0	16	3.3	2.63	3.7
0.150		72	15			36	7.6			18	3.6		
0.200	105.46	87	19	18.90	17.9	44	9.2	9.32	8.8	22	4.5	4.53	4.3
0.250		90	19			45	9.8			23	4.6		
0.300		120	26			60	12.8			30	6.3		
0.400													



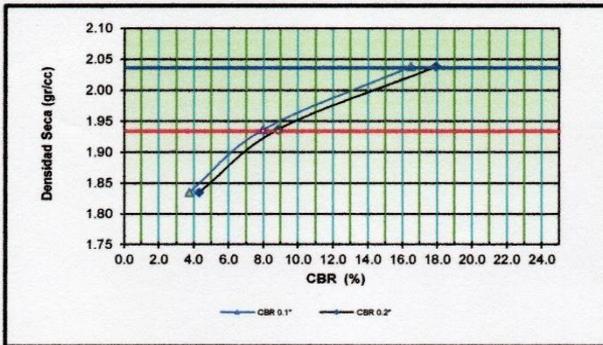
Victor Aaron Chung Garzatur  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 13888

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b>	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto - 2020"	<b>N° REGISTRO</b>	: 001
<b>CIUDAD</b>	: Tarapoto	<b>TECNICO</b>	: S.R.V
<b>MATERIAL</b>	: Terreno de Fundacion.	<b>ING° RESP.</b>	: V.A.CH.G
<b>CALICATA</b>	: N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b>	: 15/05/2021
<b>MUESTRA</b>	: Cloruro de sodio 2%	<b>HECHO POR</b>	: C.C.S
<b>PROFUND.</b>	:	<b>DEL KM</b>	:
<b>LADO</b>	:	<b>AL KM</b>	:
<b>SECTOR</b>	:	<b>CARRIL</b>	:
<b>UBICACIÓN</b>	:		

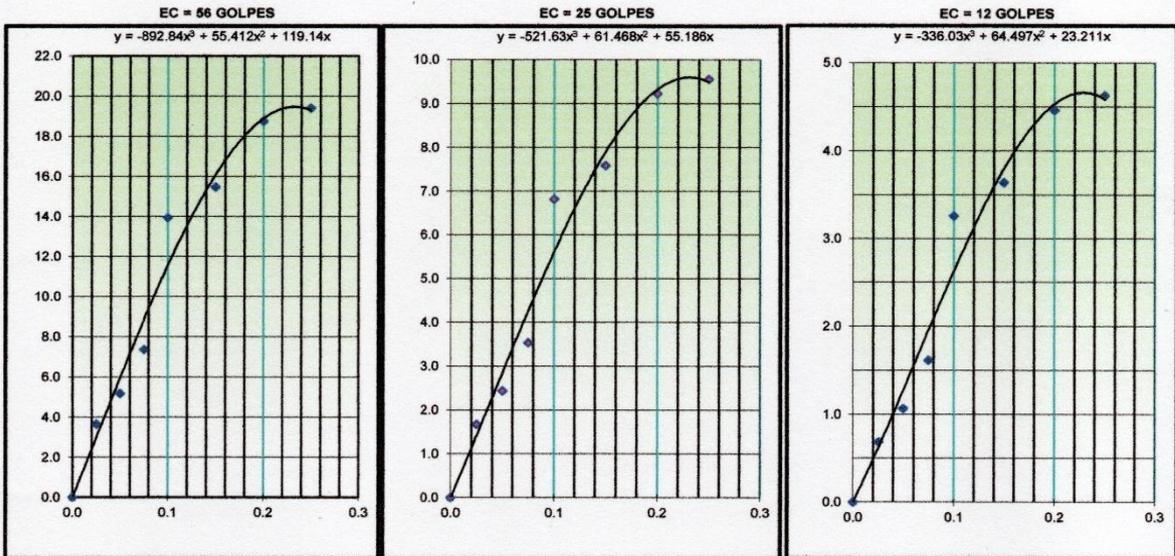
**GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



<b>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</b>	0.1": 16.5	0.2": 17.9
<b>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	0.1": 8.0	0.2": 8.8

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.036	gr/cc
Óptima Humedad	9.80	%

**OBSERVACIONES:**



Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985

# Ensayos De Laboratorio Con Adición Del 5% De Cloruro De Sodio



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

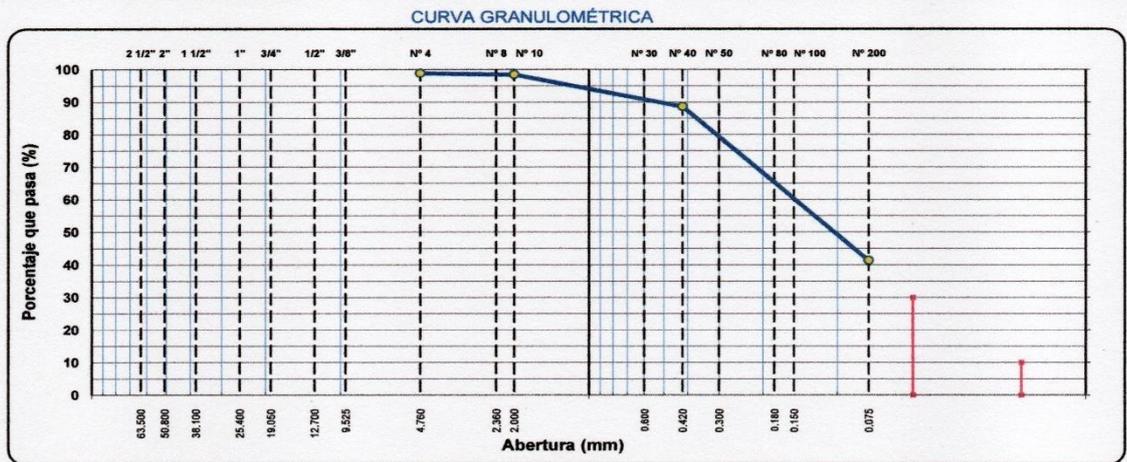
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

<b>OBRA :</b> "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"  <b>LOCALIDAD :</b> Tarapoto <b>MATERIAL :</b> Terreno de Fundación. <b>CALICATA :</b> N°01, N°2, N°3, N°4 <b>MUESTRA :</b> Cloruro de sodio 5% <b>PROFUND. :</b> <b>SOLICITANTE :</b> <b>SECTOR :</b> <b>UBICACIÓN :</b>	<b>N° REGISTRO :</b> 001  <b>TÉCNICO :</b> S.R.V <b>ING° RESP. :</b> V.A.CH.G <b>FECHA :</b> 15/05/2021 <b>HECHO POR :</b> C.C.S <b>DEL KM :</b> <b>AL KM :</b> <b>CARRIL :</b>
---	---

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
3"	76.200						PESO TOTAL	=	600.0	gr			
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	352.2	gr			
2"	50.800						PESO FINO	=	593.0	gr			
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	18.13	%			
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	13.58	%			
3/4"	19.050				100.0		ÍNDICE PLÁSTICO	=	4.55	%			
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-4	(1)			
3/8"	9.525	4.1	0.7	0.7	99.3		CLASF. SUCCS	=	SC - SM				
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200		P. S. Seco.	P. S. Lavado	% 200		
# 4	4.760	2.9	0.5	1.2	98.8				600.0	352.2	41.3		
# 8	2.360						% Grava	=	1.2	%			
# 10	2.000	2.6	0.4	1.6	98.4		% Arena	=	57.5	%			
# 30	0.600						% Fino	=	41.3	%			
# 40	0.420	58.6	9.8	11.4	88.6		% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad		
# 50	0.300						OBSERVACIONES:						
# 80	0.180												
# 100	0.150	192.1	32.0	43.4	56.6								
# 200	0.075	91.9	15.3	58.7	41.3								
< # 200	FONDO	247.8	41.3	100.0	0.0								
FINO		593.0					Coef. Uniformidad		-		Índice de Consistencia		
TOTAL		600.0					Coef. Curvatura		-		0.7		
Descripción suelo: Arena limo arcillosa							Pot. de Expansión		Bajo		Blando		





Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL**  
ASTM C 566

OBRA	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Terreno de Fundacion.	ING. RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA	: 15/05/2021
MUESTRA	: Cloruro de sodio 5%	HECHO POR	: C.C.S
PROFUND	: 0	DEL KM	:
SOLICITANTE	:	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	:		

**DATOS DE LA MUESTRA**

NUMERO TARA	2	22		
PESO DE LA TARA (grs)	200.1	200.1		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1711.2	1680.2		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1657.7	1627.5		
PESO DEL AGUA (grs)	53.50	52.70		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1457.60	1427.40		
% DE HUMEDAD	3.67	3.69		
PROMEDIO % DE HUMEDAD		3.7		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Victor Aaron Chung Garzatuza  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985

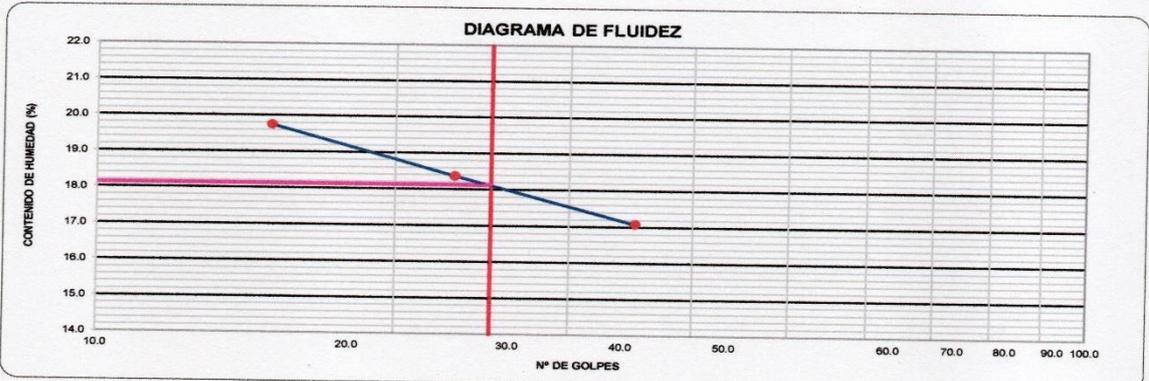
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
ASTM D 4318

OBRA :	"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	N° REGISTRO :	001
CIUDAD :	Tarapoto	TÉCNICO :	S.R.V
MATERIAL :	Terreno de Fundacion.	ING° RESP. :	V.A.CH.G
CALICATA :	N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA :	15/05/2021
MUESTRA :	Cloruro de sodio 5%	HECHO POR :	C.C.S
PROFUND. :		DEL KM :	
SOLICITANTE :		AL KM :	
SECTOR :		CARRIL :	
UBICACIÓN :			

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	6	13	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	31.10	33.90	35.20	
TARRO + SUELO SECO	29.00	31.20	32.10	
AGUA	2.10	2.70	3.10	
PESO DEL TARRO	16.70	16.50	16.40	
PESO DEL SUELO SECO	12.30	14.70	15.70	
% DE HUMEDAD	17.07	18.37	19.75	
N° DE GOLPES	35	25	15	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	10	8		
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.00	22.20		
TARRO + SUELO SECO	20.50	21.50		
AGUA	0.50	0.70		
PESO DEL TARRO	16.70	16.50		
PESO DEL SUELO SECO	3.80	5.00		
% DE HUMEDAD	13.16	14.00		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	18.13
LÍMITE PLÁSTICO	13.58
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4.55

OBSERVACIONES



Victor Aaron Chung Garzatus  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO

<b>"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"</b>		N° REGISTRO 001
OBRA :		TÉCNICO S.R.V
MATERIAL : Terreno de Fundacion.		ING° RESP. V.A.CH.G
CALICATA : N°01, N°2, N°3, N°4		FECHA 15/05/2021
MUESTRA : Cloruro de sodio 5%		HECHO POR E.P.S
PROFUND : 0		DEL KM
		AL KM
		CARRIL

Peso del Material Secado al Aire (P)	300.0	300	300.0	2.549
Peso Frasco + Agua (PO)	664.2	964.2	117.7	
Peso Frasco + Agua + Material (PS)	846.5			

$$\frac{P}{(P+PO) - (PS)}$$

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Victor Aarón Chung Garzabua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @.jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

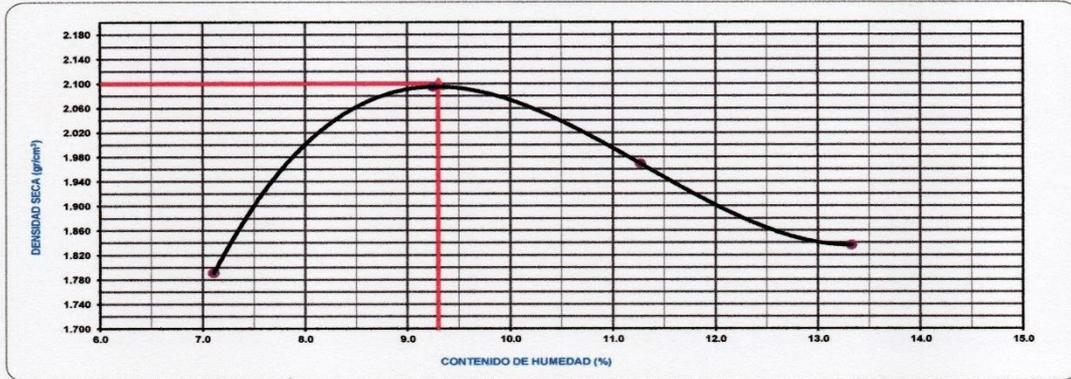
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO  
 ASTM D 1557**

<b>OBRA</b>	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	<b>N° REGISTRO</b>	: 001
<b>CIUDAD</b>	: Tarapoto	<b>TÉCNICO</b>	: S.R.V
<b>MATERIAL</b>	: Terreno de Fundación.	<b>ING. RESP.</b>	: V.A.CH.G
<b>CALICATA</b>	: N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b>	: 15/05/2021
<b>MUESTRA</b>	: Cloruro de sodio 5%	<b>HECHO POR</b>	: C.C.S
<b>PROFUND.</b>	:	<b>DEL KM</b>	:
<b>SOLICITANTE</b>	:	<b>AL KM</b>	:
<b>SECTOR</b>	:	<b>CARRIL</b>	:
<b>UBICACIÓN</b>	:		

COMPACTACIÓN					
<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	:	"A"			
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	:	25			
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	:	5			
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5494	5850	5755	5650
PESO DE MOLDE (gr)		3650	3650	3650	3650
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1844	2200	2105	2000
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		961	961	961	961
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.919	2.289	2.190	2.081
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.791	2.095	1.969	1.836
CONTENIDO DE HUMEDAD					
<b>RECIPIENTE N°</b>		<b>s/n</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		287.80	291.70	298.20	298.50
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		268.70	267.00	268.00	263.40
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)		19.10	24.70	30.20	35.10
PESO DE SUELO SECO (gr)		268.70	267.00	268.00	263.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.11	9.25	11.27	13.33
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.100</b>		<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	
					<b>9.30</b>

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



Victor Aaron Chung Garzatus  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 12988

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>PROYECTO</b> :	"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto - 2020"	<b>N° REGISTRO</b> :	001
<b>CIUDAD</b> :	Tarapoto	<b>TÉCNICO</b> :	S.R.V
<b>MATERIAL</b> :	Terreno de Fundación.	<b>ING° RESP.</b> :	V.A.C.H.G
<b>CALICATA</b> :	N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b> :	15/05/2021
<b>MUESTRA</b> :	Cloruro de sodio 5%	<b>HECHO POR</b> :	C.C.S
<b>PROFUND.</b> :		<b>DEL KM</b> :	
<b>LADO</b> :		<b>AL KM</b> :	
<b>SECTOR</b> :		<b>CARRIL</b> :	
<b>UBICACIÓN</b> :			

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	13		14		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12370		13845		11892	
Peso de molde (gr)	7515		9231		7503	
Peso del suelo húmedo (gr)	4855		4614		4389	
Volumen del molde (cm3)	2110		2114		2121	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.301		2.183		2.069	
Humedad (%)	9.45		9.33		9.41	
Densidad seca (gr/cm3)	2.102		1.997		1.891	
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.00		300.00		300.00	
Tarro + Suelo seco (gr)	274.10		274.40		274.20	
Peso del Agua (gr)	25.90		25.60		25.80	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	274.10		274.40		274.20	
Humedad (%)	9.45		9.33		9.41	
Promedio de Humedad (%)	9.45		9.33		9.41	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2021	04:00:00 p.m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
16/05/2021	04:00:00 p.m.	24	1.9	0.019	0.015	2.2	0.022	0.017	2.9	0.029	0.023
17/05/2021	04:00:00 p.m.	48	2.5	0.025	0.020	2.8	0.028	0.022	3.2	0.032	0.025
18/05/2021	04:00:00 p.m.	72	3.0	0.030	0.024	3.2	0.032	0.025	3.7	0.037	0.029
19/05/2021	04:00:00 p.m.	96	3.4	0.034	0.027	3.6	0.036	0.028	4.1	0.041	0.032

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 13				MOLDE N° 14				MOLDE N° 15			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		22	5			11	2.1			6	0.9		
0.050		27	6			14	2.7			7	1.2		
0.075		38	8			19	3.9			10	1.8		
0.100	70.31	69	15	12.24	17.4	35	7.3	5.94	8.5	17	3.5	2.80	4.0
0.150		78	17			39	8.2			20	4.0		
0.200	105.46	97	21	21.65	20.5	49	10.3	10.70	10.1	24	5.0	5.22	5.0
0.250		127	28			64	13.6			32	6.7		
0.300		129	28			65	13.8			32	6.8		
0.400													



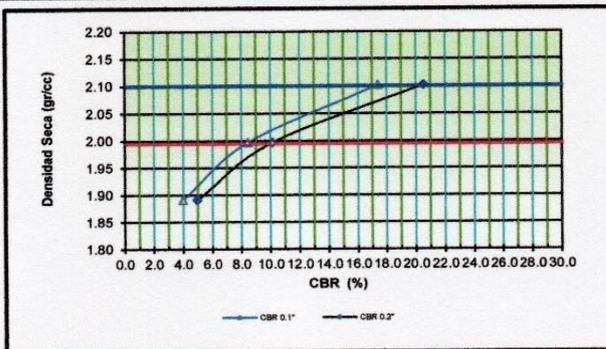
Victor Aaron Chung Garzatus  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 13889

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b>	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	<b>N° REGISTRO</b>	: 001
<b>CIUDAD</b>	: Tarapoto	<b>TECNICO</b>	: S.R.V
<b>MATERIAL</b>	: Terreno de Fundacion.	<b>ING° RESP.</b>	: V.A.C.H.G
<b>CALICATA</b>	: N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b>	: 15/05/2021
<b>MUESTRA</b>	: Cloruro de sodio 5%	<b>HECHO POR</b>	: C.C.S
<b>PROFUND.</b>	:	<b>DEL KM</b>	:
<b>LADO</b>	:	<b>AL KM</b>	:
<b>SECTOR</b>	:	<b>CARRIL</b>	:
<b>UBICACIÓN</b>	:		

**GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



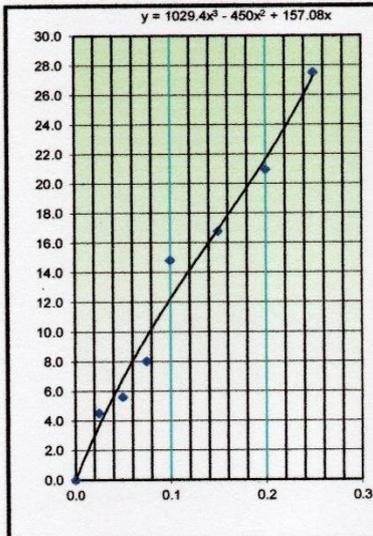
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 17.4	0.2": 20.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 8.5	0.2": 10.1

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.100	gr/cc
Óptima Humedad	9.30	%

**OBSERVACIONES:**

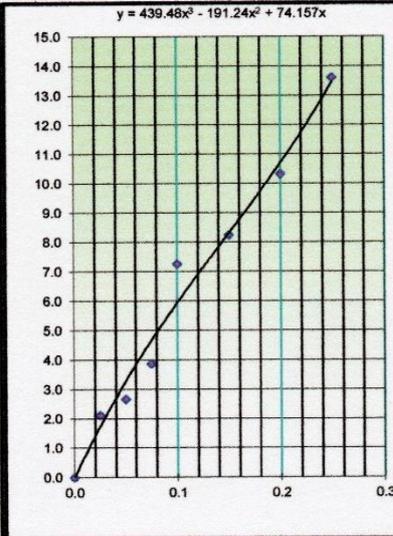
EC = 56 GOLPES

$$y = 1029.4x^3 - 450x^2 + 157.08x$$



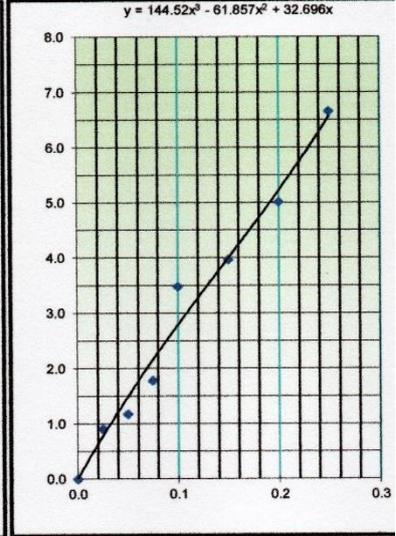
EC = 25 GOLPES

$$y = 439.48x^3 - 191.24x^2 + 74.157x$$



EC = 12 GOLPES

$$y = 144.52x^3 - 61.857x^2 + 32.696x$$



Victor Aaron Chung Garzaatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985

• Ensayos De Laboratorio Con Adición Del 10% De Cloruro De Sodio



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

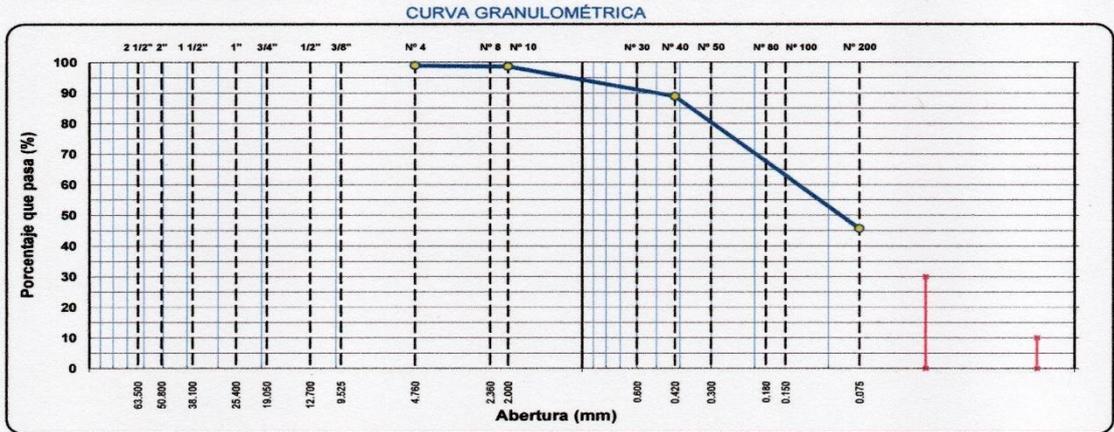
C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@.jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

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

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
ASTM D 422

<b>OBRA</b> : "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020" <b>LOCALIDAD</b> : Tarapoto <b>MATERIAL</b> : Terreno de Fundacion. <b>CALICATA</b> : N°01, N°2, N°3, N°4 <b>MUESTRA</b> : Cloruro de sodio 10% <b>PROFUND.</b> : <b>SOLICITANTE</b> : <b>SECTOR</b> : <b>UBICACIÓN</b> :	<b>N° REGISTRO</b> : 001  <b>TÉCNICO</b> : S.R.V <b>ING° RESP.</b> : V.A.CH.G <b>FECHA</b> : 15/05/2021 <b>HECHO POR</b> : C.C.S <b>DEL KM</b> : <b>AL KM</b> : <b>CARRIL</b> :
--	---

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL	=	600.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	326.1 gr	
2"	50.800						PESO FINO	=	593.4 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	15.27 %	
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	13.55 %	
3/4"	19.050				100.0		ÍNDICE PLÁSTICO	=	1.72 %	
1/2"	12.700						CLASF. AASHTO	=	A-4 (2)	
3/8"	9.525	5.1	0.9	0.9	99.2		CLASF. SUCCS	=	SM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.750	1.5	0.3	1.1	98.9			600.0	326.1	45.7
# 8	2.360						% Grava	=	1.1 %	
# 10	2.000	1.4	0.2	1.3	98.7		% Arena	=	53.3 %	
# 30	0.600						% Fino	=	45.7 %	
# 40	0.420	58.8	9.8	11.1	88.9		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300									
# 80	0.180						OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	170.1	28.4	39.5	60.5					
# 200	0.075	89.2	14.9	54.4	45.7					
<# 200	FONDO	273.9	45.7	100.0	0.0					
FINO		593.4					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		600.0					Coef. Curvatura	-		0.3
Descripción suelo: Arena limosa							Pot. de Expansión		Bejo	Muy Blando





VICTOR ABRAHAM CHAVEZ GARZATUZA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 15985



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@.jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM C 566

OBRA	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto - 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Terreno de Fundacion.	ING. RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA	: 15/05/2021
MUESTRA	: Cloruro de sodio 10%	HECHO POR	: C.C.S
PROFUND	: 0	DEL KM	:
SOLICITANTE	:	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	:		

**DATOS DE LA MUESTRA**

NUMERO TARA	14	4		
PESO DE LA TARA (grs)	198.9	200		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1698.5	1713.4		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1617.9	1617.9		
PESO DEL AGUA (grs)	80.60	95.50		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1419.00	1417.90		
% DE HUMEDAD	5.68	6.74		
PROMEDIO % DE HUMEDAD		6.2		

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 13985

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
ASTM D 4318

OBRA :	"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	N° REGISTRO :	001
CIUDAD :	Tarapoto	TÉCNICO :	S.R.V
MATERIAL :	Terreno de Fundación.	ING° RESP. :	V.A.CH.G
CALICATA :	N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA :	15/05/2021
MUESTRA :	Cloruro de sodio 10%	HECHO POR :	C.C.S
PROFUND. :		DEL KM :	
SOLICITANTE :		AL KM :	
SECTOR :		CARRIL :	
UBICACIÓN :			

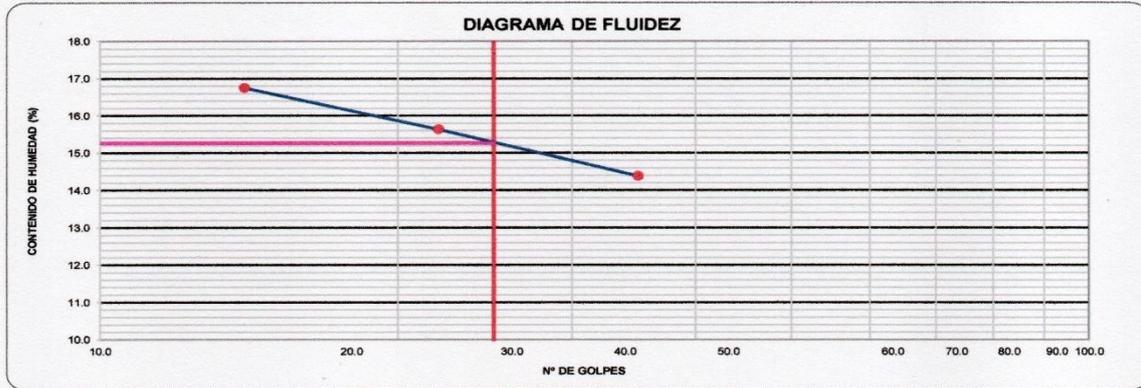
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	6	7
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.90	30.40	28.00
TARRO + SUELO SECO	30.80	28.48	26.35
AGUA	2.10	1.92	1.65
PESO DEL TARRO	16.20	16.20	16.50
PESO DEL SUELO SECO	14.60	12.28	9.85
% DE HUMEDAD	14.38	15.64	16.75
N° DE GOLPES	35	22	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.20	21.30
TARRO + SUELO SECO	20.70	20.70
AGUA	0.50	0.60
PESO DEL TARRO	16.80	16.50
PESO DEL SUELO SECO	3.90	4.20
% DE HUMEDAD	12.82	14.29

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	15.27
LÍMITE PLÁSTICO	13.55
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	1.72

OBSERVACIONES



Victor Aeron Chung Garazalua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 13380

**ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO**

"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"		N° REGISTRO 001
OBRA :		TÉCNICO S.R.V
MATERIAL : Terreno de Fundacion.		ING° RESP. V.A.CH.G
CALICATA : N°01, N°2, N°3, N°4		FECHA 15/05/2021
MUESTRA : Cloruro de sodio 10%		HECHO POR E.P.S
PROFUND : 0		DÉL KM
		AL KM
		CARRIL

Peso del Material Secado al Aire (P)	300.0	300	300.0	2.606
Peso Frasco + Agua (PO)	670.4	970.4	115.1	
Peso Frasco + Agua + Material (PS)	855.3			

$$\frac{P}{(P+PO) - (PS)}$$

OBSERVACIONES:

---



---



---



Victor Aaron Chung Garzatusa  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15985



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @.jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

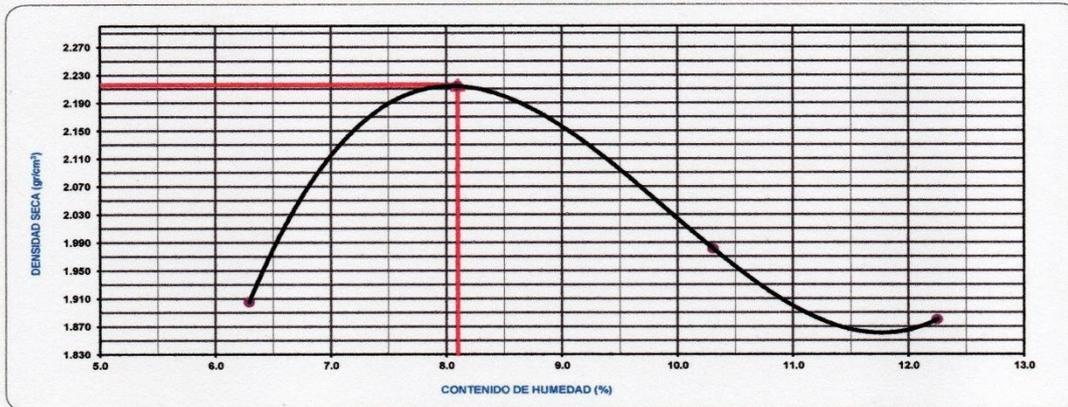
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO  
 ASTM D 1557**

<b>OBRA</b> :	"Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto – 2020"	<b>N° REGISTRO</b> :	001
<b>CIUDAD</b> :	Tarapoto	<b>TÉCNICO</b> :	S.R.V
<b>MATERIAL</b> :	Terreno de Fundacion.	<b>ING. RESP.</b> :	V.A.CH.G
<b>CALICATA</b> :	:	<b>FECHA</b> :	15/05/2021
<b>MUESTRA</b> :	Cloruro de sodio 10%	<b>HECHO POR</b> :	C.C.S
<b>PROFUND.</b> :	:	<b>DEL KM</b> :	:
<b>SOLICITANTE</b> :	:	<b>AL KM</b> :	:
<b>SECTOR</b> :	:	<b>CARRIL</b> :	:
<b>UBICACIÓN</b> :	:		

COMPACTACIÓN					
<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b> :	"A"				
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b> :	25				
<b>NUMERO DE CAPAS</b> :	5				
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5596	5950	5750	5678	
PESO DE MOLDE (gr)	3650	3650	3650	3650	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1946	2300	2100	2028	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	961	961	961	961	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.025	2.393	2.185	2.110	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.905	2.214	1.981	1.880	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
<b>RECIPIENTE N°</b>	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	211.20	156.20	175.50	180.50	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	198.70	144.50	159.10	160.80	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	12.50	11.70	16.40	19.70	
PESO DE SUELO SECO (gr)	198.70	144.50	159.10	160.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.29	8.10	10.31	12.25	
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.216		<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		8.10

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



Victor Aaron Chung Garzatus  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 15985

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

PROYECTO	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto - 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Terreno de Fundación.	ING° RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°01, N°2, N°3, N°4	FECHA	: 15/05/2021
MUESTRA	: Cloruro de sodio 10%	HECHO POR	: C.C.S
PROFUND.	:	DEL KM	:
LADO	:	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	:		

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra	10		11		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	10		11		12	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13760		13520		13262	
Peso de molde (gr)	8614		8615		8620	
Peso del suelo húmedo (gr)	5146		4905		4642	
Volumen del molde (cm3)	2149		2152		2153	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.395		2.279		2.156	
Humedad (%)	8.11		8.15		8.11	
Densidad seca (gr/cm3)	2.215		2.107		1.994	
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.00		300.00		300.00	
Tarro + Suelo seco (gr)	277.50		277.40		277.50	
Peso del Agua (gr)	22.50		22.60		22.50	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	277.50		277.40		277.50	
Humedad (%)	8.11		8.15		8.11	
Promedio de Humedad (%)	8.11		8.15		8.11	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/05/2021	04:00:00 p.m.	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
16/05/2021	04:00:00 p.m.	24	0.7	0.007	0.006	1.9	0.019	0.015	2.2	0.022	0.017
17/05/2021	04:00:00 p.m.	48	0.9	0.009	0.007	2.5	0.025	0.020	2.8	0.028	0.022
18/05/2021	04:00:00 p.m.	72	1.1	0.011	0.009	3.0	0.030	0.024	3.2	0.032	0.025
19/05/2021	04:00:00 p.m.	96	1.3	0.013	0.010	3.4	0.034	0.027	3.8	0.038	0.030

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 10				MOLDE N° 11				MOLDE N° 12			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		22	5			11	2.1			6	0.9		
0.050		35	7			18	3.5			9	1.6		
0.075		50	11			25	5.2			13	2.4		
0.100	70.31	58	12	14.02	19.9	29	6.0	6.83	9.7	15	2.9	3.24	4.6
0.150		97	21			49	10.3			24	5.0		
0.200	105.46	124	27	26.23	24.9	82	13.3	12.98	12.3	31	6.5	6.36	6.0
0.250		136	29			98	14.6			34	7.1		
0.300		144	31			72	15.5			38	7.6		
0.400													

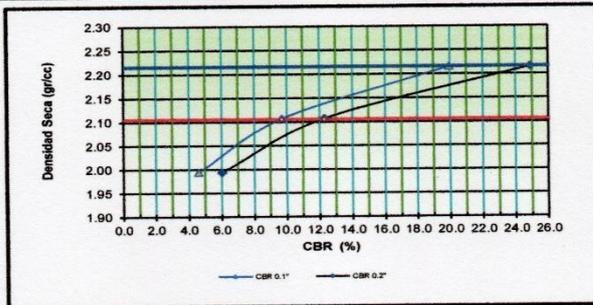


Victor Astor Chung Garzaitua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 10883

**ENSAYO DE CBR**  
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b>	: "Aplicación de cloruro de sodio, para mejorar la capacidad portante de suelos arcillosos, Tarapoto - 2020"	<b>N° REGISTRO</b>	: 001
<b>CIUDAD</b>	: Tarapoto	<b>TECNICO</b>	: S.R.V
<b>MATERIAL</b>	: Terreno de Fundacion.	<b>ING° RESP.</b>	: V.A.C.H.G
<b>CALICATA</b>	: N°01, N°2, N°3, N°4	<b>FECHA</b>	: 15/05/2021
<b>MUESTRA</b>	: Cloruro de sodio 10%	<b>HECHO POR</b>	: C.C.S
<b>PROFUND.</b>	:	<b>DEL KM</b>	:
<b>LADO</b>	:	<b>AL KM</b>	:
<b>SECTOR</b>	:	<b>CARRIL</b>	:
<b>UBICACIÓN</b>	:		

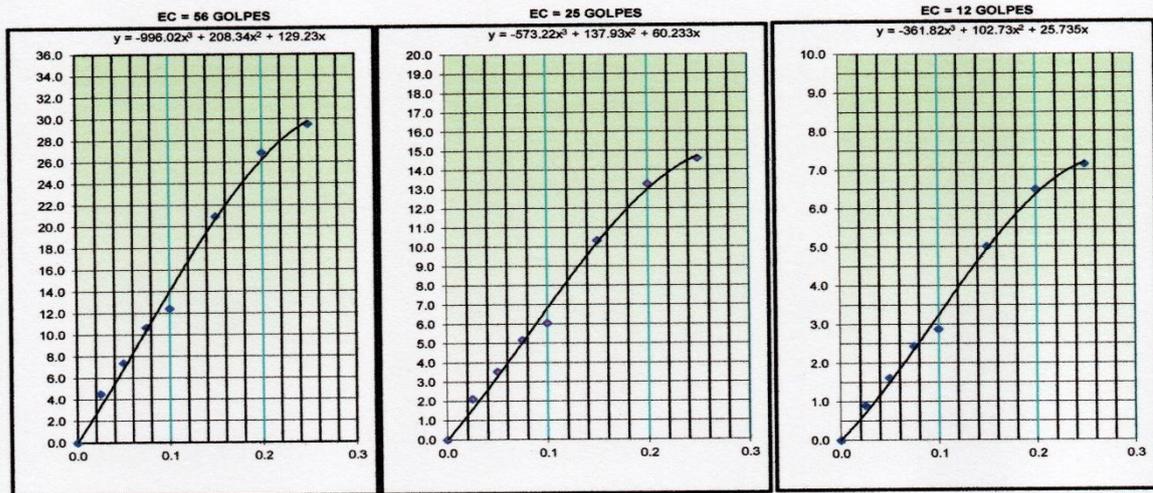
**GRAFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 19.9	0.2": 24.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 9.7	0.2": 12.3

<b>Datos del Proctor</b>		
Densidad Seca	2.216	gr/cc
Óptima Humedad	8.10	%

**OBSERVACIONES:**



Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 13385



# FICHA TÉCNICA SAL AMAZÓNICA



CEL: 942879710 / 964 221 324 / 042-525805  
Email: [gtafur@cerrosalperu.pe](mailto:gtafur@cerrosalperu.pe); [gtafur@salamazonica.pe](mailto:gtafur@salamazonica.pe)  
[www.salamazonica.pe](http://www.salamazonica.pe) / [www.cerrosalperu.pe](http://www.cerrosalperu.pe)  
**SAL DE ROCA VOLCANICA - 100% NATURAL (ROSADO)**

Fecha Emision: 15/01/2020  
Fecha Revision: 15/01/2020  
Codigo: FTSA - Rev. N° 25  
Pag. 1 de 1

RUC: 20602488331

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	SAL AMAZÓNICA		
COLOR	ROSADO		
PROCEDECENCIA	Minas de sal de roca volcánica, ubicado en el Valle de Mishquiyacu, Distrito de Pílluana, Provincia de Picota Región San Martín - Perú		
DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Sal de roca volcánica color rosado, extraído de forma artesanal del conjunto de minas del Valle de Mishquiyacu, Distrito de Pílluana, Provincia de Picota Region San Martín - Perú, los cuales se encuentran rodeados por bosques naturales sin ningún agente contaminante, y seleccionado cuidadosamente desde la misma de sal en roca sin sufrir ninguna alteración física ni química, 100% en su estado natural.		
COMPOSICIÓN	Cloruro de Sodio (NaCl) - Es un producto de origen mina obtenido a partir de la extracción de la sal en roca en su estado natural.		
GRANULOMETRIA	Extra Fina (EF) : $\leq 0.5$ mm (Lo que pasa Tamiz 0.5 mm) Fina (F) : $0.5 < F \leq 1.0$ mm (Lo que pasa Tamiz 1.0 mm) Parrillera (P) : $1.0 < P \leq 2.0$ mm (Lo que pasa Tamiz 2.0) Granulada (G) : $2.0 < G \leq 4.0$ mm (Lo que pasa Tamiz 4.0 mm)		
PROCESO DE ELABORACIÓN	Se extrae de la mina la roca más pura de sal, y se transporta hacia las instalaciones de procesamiento, se selecciona, se lava, se seca y se verifica que esté libre de impurezas y se procede a ingresar a la chancadora artesanal, y se obtiene las 4 granulometrias (Extra Fina, fina, Parrillera y Granulada) luego se envasa cuidadosamente en los sacos de 50 kg de polipropileno plastificado color blanco, y se almacena sobre parihuelas en una bodega cubierta y seca, alejada de cualquier foco de contaminación e insalubridad.		
ASPECTO APARENTE	Producto tamizado en 4 granulometrias(Extra Fina, fina, Parrillera y Granulada), de color rosado, cristalino, inodoro, sabor salino, limpio, suelto y soluble en agua.		
PRESENTACION	Sacos de 50 kg de polipropileno laminado palstificado color blanco, paletizados o productos terminados en caja de 700 gr, bolsa bio degradable de 700 gr, Bolsa transparente de polietileno 700gr, Molinillo (Grinder) de vidrio y plastico de 100 gr, Envase de vidrio clasico de 350 gr.		
	DESCRIPCION	RESULTADO	PERMITIDO NTP
COMPOSICION Y ANALISIS	- Humedad - Cloruro sodico en materia seca - Impurezas solubles en agua - Sustancias impermeabilizantes Tot. Atragadas - Pureza	0.35% 99.45% 0.00% 0.25% 99.60%	0.50% max Característico 0.10% max 1.0 % max 99.1% min
OTROS MINERALES	- Sulfato - Calcio - Magnesio - Hierro	0.015% 0.005% 0.004% 0.55 mg/kg	0.4% max 0.2% max 0.2% max 10 mg/kg
MATERIALES PESADOS	- Cobre - Plomo - Arsénico - Cadmio - Mercurio	0.0018 mg/kg 0.0029 mg/kg 0.006 mg/kg 0.0015 mg/kg 0.0005 mg/kg	2.0 mg/kg max 2.0 mg/kg max 0.5 mg/kg max 0.5 mg/kg max 0.1 mg/kg max
ANALISIS MICROBIOLÓGICO	- Numeracion de Coliformes	<3 NMP/g	
ANALISIS FISICO SENSORIAL	- Aspecto - Olor - Sabor - Color	Granulado, grueso, fino, extra fino libre de sustancias extrañas visibles Inodoro Salado característico Rosado característico del producto	
CONSERVACION Y DURABILIDAD	Se recomienda su conservacion en lugares secos libres de humedad, y con el envase cerrado		
USO PREVISTO	- Alimentación: Para todo tipo de comidas gourmet o de casa, para la alta cocina saludable, al gusto - Industrial de acuerdo a la necesidad - Salud y belleza - Otros		
DOSIS DE USO	Según producto a elaborar y su formulación, al gusto		
VIDA UTIL	No es un producto perecedero		
ESTADO DE LA MATERIA PRIMA	Líquido Sólido Gaseoso	Sólido tamizado	
FABRICANTE	CERRO SAL PERU SAC	ORIGEN: Distrito de Pílluana - San Martín - Perú	
NORMATIVA	- NORMA TECNICA PERUANA NTP 209.015 2005 - 2ª Edición 2006-02-16 SAL PARA CONSUMO HUMANO - R.0013-2006/INDECOPI-CRT. Publicada el 2006-03-06 - NTP-ISO 2859-2:1999 PROCEDIMIENTOS PARA MUESTREO CL - NTP-ISO 2859-1:1999 PROCEDIMIENTO PARA MUESTREO NCA		

## CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

DIVISIONES MAYORES	SÍMBOLOS				NOMBRES	VALOR COMO SUBRASANTE (*)	VALOR COMO SUB BASE (*)	VALOR COMO BASE (*)	ACCIÓN POTENCIAL DE LAS HELADAS	COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	CARACTERÍSTICAS DE DRENAJE	EQUIPOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD SECA $\rho_{ps}$ kg/m <sup>3</sup>	VALORES TÍPICOS DE DISEÑO				
	SUCS	SÍMBOLO	AASHTO	COLOR										CBR	MÓDULO DE LA SUBRASANTE (K) lb/ft <sup>2</sup>			
SUELOS GRANULARES GRUESOS	GRAVAS Y SUELOS GRAVOSOS	GW		A-1-a	AMARILLO	GRAVA BIEN GRADUADA, MEZCLAS DE GRAVA - ARENA, POCO O NADA DE FINO	EXCELENTE	EXCELENTE	BUENO	NINGUNA O MUY LIGERA	CASI NINGUNA	EXCELENTE	TRACTOR DE ORUGA, APLANADORA DE NEUMÁTICOS, APLANADORA DE CILINDROS	125 - 140 2.002 - 2.242	40 - 80	300 - 500		
		GP		A-1-b		GRAVA POBREMENTE GRADUADA, MEZCLA GRAVA - ARENA, POCO O NADA DE FINOS	BUENO A EXCELENTE	BUENO	FAVORABLE A BUENO	NINGUNA O MUY LIGERA	CASI NINGUNA	EXCELENTE	TRACTOR DE ORUGA, APLANADORA DE NEUMÁTICOS, APLANADORA DE CILINDROS	110 - 140 1.761 - 2.242	30 - 60	300 - 500		
		GM		A-2-6		GRAVA LIMOSA, MEZCLAS DE GRAVA ARENA Y LIMO	BUENO A EXCELENTE	BUENO	FAVORABLE A BUENO	LIGERA A REGULAR	MUY LIGERA	FAVORABLE A MALO	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA	125 - 145 2.002 - 2.242	40 - 60	300 - 500		
							BUENO	FAVORABLE	MALO A NO CONVENIENTE	LIGERA A REGULAR	LIGERA	MALO O CASI IMPERMEABLE	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA	115 - 135 1.842 - 2.152	20 - 30	200 - 500		
GC		A-2-7	GRAVA LIMOSA, MEZCLAS DE GRAVA ARENA Y LIMO	BUENO	FAVORABLE	MALO	LIGERA A REGULAR	LIGERA	MALO O CASI IMPERMEABLE	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA	130 - 145 2.082 - 2.242	20 - 40	200 - 500					
SUELOS GRANULARES FINOS	ARENAS Y SUELOS ARENOSOS	SW		A-3	AMARILLO	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS GRAVOSAS, POCO O NADA DE FINOS	BUENO	FAVORABLE A BUENO	MALO A NO CONVENIENTE	NINGUNA O MUY LIGERA	CASI NINGUNA	EXCELENTE	TRACTOR SOBRE ORUGAS, APLANADORA DE NEUMÁTICOS	110 - 130 1.761 - 2.082	20 - 40	200 - 400		
		SP		A-3		ARENAS POBREMENTE GRADUADAS, ARENAS GRAVOSAS, POCO O NADA DE FINOS	FAVORABLE A BUENO	FAVORABLE	MALO	NINGUNA O MUY LIGERA	CASI NINGUNA	EXCELENTE	TRACTOR SOBRE ORUGAS, APLANADORA DE NEUMÁTICOS	105 - 135 1.681 - 2.162	10 - 40	150 - 400		
		SM		A-2-4		ARENAS LIMOSAS, MEZCLA DE ARENA Y LIMO	FAVORABLE A BUENO	FAVORABLE A BUENO	NO CONVENIENTE	LIGERA A FUERTE	MUY LIGERA	FAVORABLE A MALO	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA	120 - 135 1.922 - 2.162	15 - 40	150 - 400		
							FAVORABLE	MALO A FAVORABLE	NO CONVENIENTE	LIGERA A FUERTE	LIGERA A MEDIANA	MALO A CASI IMPERMEABLE	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA	100 - 130 1.602 - 2.082	10 - 20	100 - 300		
SC		A-2-6	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA	MALO A FAVORABLE	MALO	NO CONVENIENTE	LIGERA A FUERTE	LIGERA A MEDIANA	MALO A CASI IMPERMEABLE	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA	100 - 135 1.602 - 2.082	15 - 20	100 - 300					
SUELOS GRANULARES FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	ML		A-4	AZUL	LIMOS INORGÁNICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS, LIMOS DE ALTA PLÁSTICIDAD	MALO A FAVORABLE	NO CONVENIENTE	NO CONVENIENTE	REGULAR A MUY FUERTE	LIGERA A MEDIANA	FAVORABLE A MALO	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA, CONTRO DE HUMEDAD	90 - 130 1.441 - 2.082	15 ó menos	100 - 200		
		CL		A-7-6		ARCILLAS INORGÁNICAS DE BAJA O MEDIANA PLÁSTICIDAD, ARCILLA GRAVOSA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS Y MAGRAS	MALO A FAVORABLE	NO CONVENIENTE	NO CONVENIENTE	REGULAR A FUERTE	MEDIANA	CASI IMPERMEABLE	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA	90 - 130 1.441 - 2.082	15 ó menos	50 - 150		
		OL		A-7-5		LIMOS ORGÁNICOS Y ARCILLAS LIMOSAS DE BAJA PLÁSTICIDAD	MALO	NO CONVENIENTE	NO CONVENIENTE	REGULAR A FUERTE	MEDIANA ALTA	MALO	APLANADORA DE NEUMÁTICO, RODILLO PATA DE CABRA	90 - 105 1.441 - 1.881	5 ó menos	50 - 100		
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)		A-6	LIMOS INORGÁNICOS, MICACEOS O DIATOMACEOS, ARENA FINA O SUELOS LIMOSOS LIMOS ELÁSTICOS		MALO	NO CONVENIENTE	NO CONVENIENTE	REGULAR A MUY FUERTE	ALTA	FAVORABLE A MALO	RODILLO PATA DE CABRA, APLANADORA DE NEUMÁTICOS	80 - 105 1.281 - 1.681	10 ó menos	50 - 100			
						CH	A-7-6	ARCILLAS INORGÁNICAS DE ALTA PLÁSTICIDAD, ARCILLAS RICAS	MALO A FAVORABLE	NO CONVENIENTE	NO CONVENIENTE	REGULAR	ALTA	CASI IMPERMEABLE	RODILLO PATA DE CABRA, APLANADORA DE NEUMÁTICOS	90 - 105 1.441 - 1.842	15 ó menos	50 - 150
									OH	A-6	ARCILLAS ORGÁNICAS DE MEDIANA O ALTA PLÁSTICIDAD, LIMOS ORGÁNICOS	MALO A PÉSIMO	NO CONVENIENTE	NO CONVENIENTE	REGULAR	ALTA	CASI IMPERMEABLE	RODILLO PATA DE CABRA, APLANADORA DE NEUMÁTICOS
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	PI		TURBA	TURBAS Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	NO CONVENIENTE	NO CONVENIENTE	NO CONVENIENTE	LIGERA	MUY ALTA	FAVORABLE A MALO	NO ES POSIBLE LA COMPACTACIÓN	-	-	-				



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PAREDES AGUILAR LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Optimización de suelos arcillosos con la aplicación cloruro de sodio para mejorar su capacidad portante, Tarapoto - 2021", cuyos autores son VÁSQUEZ TELLO LUIS ALBERTO, CHINCHAY GARCIA LUCY ELIZABETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TARAPOTO, 20 de Enero del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PAREDES AGUILAR LUIS <b>DNI:</b> 01158952 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1375-179X	Firmado electrónicamente por: LUPAREDESA el 20- 01-2022 17:50:14

Código documento Trilce: TRI - 0283031