



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Aplicación del cloruro de sodio en las propiedades del material de  
afirmado para la carretera vecinal EMP.MO 534 El Hueso, Ilo-  
Moquegua, 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA CIVIL**

**AUTORA:**

Valdivia Zeballos, Roussely Jhojahira ([ORCID: 0000-0002-7501-1332](https://orcid.org/0000-0002-7501-1332))

**ASESOR:**

Dr. Benites Zúñiga, José Luis ([ORCID: 0000-0003-4459-494X](https://orcid.org/0000-0003-4459-494X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**Lima – Perú**

**2022**

## **Dedicatoria**

La presente tesis a presentar fruto de mi esfuerzo, constancia y dedicación va dedicada con mucho aprecio y admiración en primer lugar a mi madre y padre por sembrar en mi la semilla de la responsabilidad, el deseo de la superación y los valores morales y espirituales; para progresar en el ámbito profesional, espiritual y emocional con humildad y compromiso; en segundo lugar a mis abuelos por la excelente manera de instruirme para afrontar las adversidades de la vida y, en tercer lugar, a mi persona, por la perseverancia y disciplina para cumplir las metas establecidas. Gracias por la confianza puesta en mí y darme la oportunidad de culminar este logro de los muchos que faltan.

## **Agradecimiento**

La vida es hermosa, y una de las principales características de esta hermosura es que la podemos compartir y disfrutar con quienes amamos, podemos ayudar y guiar a muchas personas si ellas lo permiten, pero también podemos ser ayudados y guiados durante nuestra vida, por esto mismo, mediante estos agradecimientos, quiero exaltar la labor de las personas que estuvieron presentes durante el desarrollo de esta tesis; aquellos que con respeto y decencia realizaron aportes en esta.

Un especial agradecimiento a mis padres Luis Enrique Valdivia Ochoa e Irene Zeballos Corrales, a mis abuelos Adriana Corrales Bernedo y Fortunato Vílchez Aniceto a mi asesor el Dr. Benites Zúñiga, José Luis por ser guías y saber direccionar mis conocimientos.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
<b>I.INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>19</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	19
3.2. Variable, operacionalización:.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo .....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	22
3.5. Procedimientos:.....	24
3.6. Método de análisis de datos:.....	27
3.7. Aspectos éticos: .....	27
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades Físicas, Químicas y Riesgos del Cloruro de Sodio.....	11
Tabla 2. Clasificación de Tamiz e Índice de Plasticidad de Afirmados.....	12
Tabla 3. Características Típicas de Sal (Cloruro de Sodio).....	14
Tabla 4. Clasificación de suelos según el tamaño de partículas .....	15
Tabla 5. Valores proporción mínima y valor máximos para análisis granulométrico. .....	16
Tabla 6. Clasificación de suelos según índice de Plasticidad.....	16
Tabla 7. Cantidades requeridas para ensayos.....	16
Tabla 8. Categorías de Subrasante.....	18
Tabla 9. Rangos y calificación de validez.....	23
Tabla 10. Validez de instrumentos .....	24
Tabla 11: Resumen de clasificación de muestra patrón.....	26
Tabla 12: Resumen parámetros de Calidad.....	27
Tabla 13. Valores del Limite Liquido en Muestra Natural y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl .....	31
Tabla 14. Valores del L. Plástico en MN y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl .....	32
Tabla 15. Valores del Índice de Plasticidad en Muestra Natural y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl.....	33
Tabla 16. Valores del D.M.S y O.C.H. en muestra y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl .....	35
Tabla 17. Valores del Índice de Plasticidad en Muestra Natural y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl.....	36
Tabla 18: Valores de resistencia en Muestra Natural y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl .....	38

Tabla 19: Prueba de normalidad de la variable límite líquido .....	39
Tabla 20: Correlaciones de la variable límite líquido .....	40
Tabla 21: Prueba de normalidad de la variable límite plástico .....	41
Tabla 22: Correlaciones de la variable límite plástico.....	42
Tabla 23: Prueba de normalidad de la variable índice de plasticidad.....	43
Tabla 24: Correlaciones de la variable índice de plasticidad.....	44
Tabla 25: Prueba de normalidad de la variable máxima densidad seca. ....	45
Tabla 26: Correlaciones de la variable máxima densidad seca.....	46
Tabla 27: Prueba de normalidad de la variable capacidad portante.....	48
Tabla 28: Correlaciones de la variable capacidad portante.....	49
Tabla 29: Prueba de normalidad de la variable resistencia a la compresión simple. .....	50
Tabla 30: Correlaciones de la variable resistencia a la compresión.....	51

## Índice de figuras

Figura 1. Compuesto químico Cloruro de Sodio.....	11
Figura 2. Cristales de Cloruro de Sodio .....	11
Figura 3. Carretera Vecinal EMP.MO534 El Hueso; zona de estudio. ....	13
Figura 4. Zona de estudio a investigar Fundo El Hueso EMP.MO 534. ....	17
Figura 5. Ubicación .....	21
Figura 6. Extracción de muestras patrón afirmado de la Cantera Palomino. ....	25
Figura 7. Entrega de muestras patrón en laboratorio de Mecánica de Suelos. ....	25
Figura 8. Ensayo granulométrico de la muestra patrón en laboratorio de suelos. ....	25
Figura 9: Clasificación SUCS .....	26
Figura 10: Clasificación ASSHTO .....	26
Figura 11. Mapa político del Perú.....	28
Figura 12. Mapa político del departamento de Moquegua. ....	28
Figura 13. Mapa político de la Provincia de Ilo.....	29
Figura 14. Zona Carretera Vecinal EMP.MO534 El Hueso. ....	29
<i>Figura 15. Ubicación del distrito de El Algarrobal.....</i>	<i>29</i>
Figura 16. Ensayo para determinación del Limite Líquido en Muestra patrón. ....	30
Figura 17. Preparación de dosificación para LL en muestra + 2%,6% y 10%. ....	30
Figura 18. Valores del Limite Líquido adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl. ....	31
Figura 19. preparación de dosificación para LP en muestra adicionando el 2%,6% y 10%. ....	32
Figura 20. Ensayo para determinación de IP en Muestra patrón. ....	32
Figura 21. Valores del Limite Plástico adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl. ....	32
Figura 22. Ensayo determinación de Índice de Plasticidad en Muestra patrón. ...	33

Figura 23.Preparación de dosificación para Índice de plasticidad en muestra adicionando el 2%,6% y 10%.....	33
Figura 24. Valores del Índice de Plasticidad adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl. ....	34
Figura 25: Dosificación de muestra patrón y la adición del 2%,6% y 10% de NaCl. ....	34
Figura 26: Proctor Modificado en muestra patrón y el 2%,6% y 10% de NaCl.....	34
Figura 27: Valores del OCH Y MDS adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl. ....	35
Figura 28: Afirmado y cloruro de sodio para dosificación 2%,6% y 10% de NaCl para ensayos.....	36
Figura 29: Ensayo de CBR en muestra natural y con adición de 2%,6% y 10% de NaCl. ....	36
Figura 30: Valores de CBR al 100%-95% del MDS adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl. ....	36
Figura 31: Espécimen de MN y muestras con adición de 2,6 y10% de NaCl para ensayo de compresión simple. ....	37
Figura 32: Rotura de espécimen en muestra natural para determinación de resistencia. ....	37
Figura 33: Valores de resistencia de suelo adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl. ....	38
Figura 34: Comparación de valores %LI Valdivia – Ñahui y Vallejos .....	52
Figura 35: Comparación de valores %LP Valdivia - Salinas y Villao .....	53
Figura 36: Comparación de valores %IP Valdivia – Larrea y Rivas .....	54
Figura 37: Comparación de valores M.D.S. y O.C.H. Valdivia – Cochachin .....	55
Figura 38: Comparación de valores CBR Valdivia – Yzaguirre y Luna .....	55



## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal: Evaluar la influencia de la aplicación de cloruro de sodio en las propiedades del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO542 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021. El tipo de investigación fue aplicada de enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental a nivel explicativo; la población de estudio fue el material de afirmado extraído de cantera.

Mediante los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos Geotecnia y Pavimentos del Sur S.A.C. los principales resultados determinaron la clasificación del material muestra natural perteneciente al grupo A-2-4 grava y arena arcillosa o limosa según la clasificación AASHTO; teniendo como dosificación óptima un 10% de NaCl mejorando sus propiedades físicas reduciendo el %LL de 37.999% a 35.804%; el % LP de 31.494% a 31.222%; el %IP de 6.504% a 4.583%; también muestra mejoras en las propiedades mecánicas como su M.D.S. aumenta de 1.940 a 2.027 gr/cm<sup>3</sup> y su O.C.H. reduce de 6.56% a 5.83%; la capacidad portante aumenta el CBR al 100% de 36.830% a 49.190% y su resistencia a la compresión a 14 días aumenta de 9.772 a 15.585 kg/cm<sup>2</sup>. La influencia es favorable para el tipo de material afirmado estudiado.

**Palabras clave:** Cloruro de sodio, afirmado, capacidad portante, estabilización.

## **Abstract**

The main objective of this research is: To evaluate the influence of the application of sodium chloride on the properties of the paving material for the neighborhood road EMP.MO542 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021. The type of research was applied with a quantitative approach and a quasi-experimental design at the explanatory level; the study population was the material extracted from the quarry.

Through the tests carried out in the soil mechanics laboratory Geotecnia y Pavimentos del Sur S.A.C. the main results determined the classification of the natural sample material belonging to group A-2-4 gravel and clayey or silty sand according to the AASHTO classification; having 10% NaCl as the optimum dosage, improving its physical properties by reducing the LL% from 37.999% to 35.804%; the LP% from 31.494% to 31.222%; the %PI from 6.504% to 4.583%; shows improvements in mechanical properties as well as its M.D.S. increases from 1,940 to 2,027 gr/cm<sup>3</sup> and its O.C.H. reduce from 6.56% to 5.83%; the bearing capacity increases the CBR at 100% from 36.830% to 49.190% and its compressive strength at 14 days increases from 9.772 to 15.585 kg/cm<sup>2</sup>. The influence is favorable for the type of affirmed material studied.

**Keywords:** Sodium chloride, affirmed, bearing capacity, stabilization.

## I. INTRODUCCIÓN

Diversas sub rasantes y rasantes presentan problemas de baja capacidad portante, lo cual lleva a que en el diseño incrementen los espesores en la sub base y base granular. Si se lograra aumentar las propiedades de capacidad portante inicial de la parte de la sub rasante o rasante con un aditivo; se reduciría el grosor tanto de la base y sub base granular; a su vez, también reduciría el costo y tiempo. A nivel internacional; existen infraestructuras viales en dos estados tanto pavimentadas como no pavimentadas que por la debida presencia de finos en los suelos se ven afectadas y muestran un bajo porcentaje en su capacidad portante CBR y en presencia de líquidos surge diferencias en volumen que conlleva a un desgaste en la vía. En países de Latinoamérica como Colombia establecen procedimientos en cuanto a la construcción de pavimentos urbanos, rurales, ciclo vías y otras; identifican si el CBR es menor a 2; plantean estrategias de sustitución de materiales que tengan resultados óptimos en las propiedades físicas tanto como químicas y aumenten su CBR ya sea aditivos como cal, cemento, sal y otros [1].

A nivel nacional, en el Perú siendo un país donde sus principales actividades económicas son el turismo, agricultura, etc.; el cual se ve afectado por su infraestructura vial baja en desarrollo; de acuerdo a la red vial a nivel nacional; que conecta tanto en longitud y transversalmente al país de donde el cual el 76.186% se encuentra pavimentada y el 3.09% no pavimentada en estado regular; respecto la red vial a nivel departamental cuenta con 14.410% en estado pavimentado y el 16.222% no pavimentada de los cuales tiene un porcentaje alto de estado malo y predomina carreteras a nivel afirmado y finalmente la red vial vecinal con un 9.404% que se encuentra pavimentada y el 80.89% no pavimentada donde predomina la carretera a nivel de trocha y afirmado en estado muy malo [2]. Perú también presenta una diversidad de tipo de suelos; del cual la arcilla es la que afecta considerablemente en el CBR de la infraestructura vial por presencia de finos.

La carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso, corresponde a la geografía del distrito de El Algarrobal ubicado en la provincia de Ilo, Moquegua; este distrito según el censo 2017 cuenta con más 4305 además es un distrito en desarrollo;

donde la principal actividad económica es la producción agrícola. Generalmente, solo en meses de febrero y marzo recibe precipitaciones fluviales moderadamente leves e irregulares. Según el tipo de terreno encontrado a lo largo de la carretera se observó que es tipo arcilloso; también la carretera presenta deterioro en cada cierto tramo y desnivel en la rasante del pavimento afirmado; esto produce que las unidades que transportan los productos agrícolas se vean afectadas; por tal motivo se propone una alternativa de aplicar cloruro de sodio en cierto porcentaje y poder determinar su influencia para el mejoramiento de la capacidad portante de la rasante.

Por esta problemática descrita anteriormente se ha planteado el siguiente problema: ¿En qué medida la aplicación de cloruro de sodio influye en las propiedades del material de afirmado para la carretera vecinal EMP MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021? Así también se planteó como Problemas Específicos a los siguientes: i) ¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en el límite líquido del material afirmado para la carretera vecinal EMO.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021?, ii) ¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en el límite plástico del material afirmado para la carretera vecinal EMO.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021?, iii) ¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en el índice de plasticidad del material afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021?, iv) ¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en la densidad máxima del material de afirmado para la carretera vecinal EMO.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021?, v) ¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en la capacidad portante del material de afirmado para la carretera vecinal EMO.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021?, vi) ¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en la resistencia a la compresión del material de afirmado para la carretera vecinal EMO.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021?

Esta investigación se puede justificar planteando nuevas alternativas para una solución y mejorar la rasante de un cualquier pavimento afirmado; del cual se propone utilizar el Cloruro de Sodio en cierto porcentaje; la aplicación del componente presenta ciertos beneficios siendo ellos; la economía del proyecto,

facilidad de aplicación, mejora propiedades del pavimento afirmado y no afecta ambientalmente la zona. La justificación teórica de la presente investigación busca incrementar nuestros conocimientos de acuerdo al comportamiento mecánico y físico de la rasante del pavimento afirmado con la aplicación del cloruro de sodio (NaCl); por ende se aplica diversos conceptos de estabilización de suelos con el componente NaCl, que favorecería técnicamente y económicamente con los resultados de los indicadores en las propiedades tanto físicas como mecánicas como tales: LL (límite líquido), LP (límite plástico), IP (índice de plasticidad) también conocidos como Ensayo de Límites Atterberg, la densidad máxima seca (Ensayo de Compactación Proctor) y la capacidad portante (CBR). En cuanto a la justificación práctica; se plasmarán todos los alcances del procedimiento para la conservación de las vías dejando un estudio en documento de aplicación al grupo estudiantil y población beneficiaria.

La justificación social viene dada porque la población de la provincia de Ilo demanda una infraestructura vial en un estado óptimo a nivel de pavimento afirmado, permitiendo una transitabilidad segura, rápida y sin obstáculos; para ello cada proyecto debe ser de calidad, innovador, viable y sostenible que genere desarrollo productivo y comercial; donde directamente serán favorecidos los agricultores de la comunidad de Fundo El Hueso. En cuanto a la justificación metodológica; se debe de cumplir con procedimientos, normas y parámetros establecidos por la Ingeniería de manera imprescindible; con el propósito de que la investigación sea científica y técnica. Los objetivos del estudio de la investigación acuden a la recopilación y resultado de información en campo como en gabinete; el cual tendrá un papel predominante, lo que conlleva a que el diseño de esta investigación sea lo primordial de la metodología.

En esta investigación se ha considerado el objetivo General: Evaluar la influencia de la aplicación de cloruro de sodio en las propiedades del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO542 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021. Así también se planteó como objetivos específicos a los siguientes: i) Determinar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el límite líquido del material afirmado para la carretera vecina EMP.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021. ii) Determinar la

influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el límite plástico del material afirmado para la carretera vecina EMP.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021. iii) Determinar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el índice de plasticidad del material afirmado para la carretera vecina EMP.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021. iv) Evaluar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en la densidad máxima del material afirmado para la carretera vecina EMP.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021. v) Evaluar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en la capacidad portante del material afirmado para la carretera vecina EMP.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021. vi) Evaluar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en la resistencia a la compresión del material afirmado para la carretera vecina EMP.MO534 El Hueso, Ilo – Moquegua, 2021.

En la siguiente investigación, se propone la Hipótesis General: La aplicación del cloruro de sodio influye en las propiedades del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021. Así también se planteó 5 hipótesis específicas: i) La aplicación del cloruro de sodio influye en el límite líquido del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo -Moquegua, 2021. ii) La aplicación del cloruro de sodio influye en el límite plástico del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo -Moquegua, 2021. iii) La aplicación del cloruro de sodio influye en el índice de plasticidad del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo -Moquegua, 2021. iv) La aplicación del cloruro de sodio influye en la densidad máxima del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo -Moquegua, 2021. v) La aplicación del cloruro de sodio influye en la capacidad portante del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo -Moquegua, 2021. vi) La aplicación del cloruro de sodio influye en la resistencia a la compresión del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo -Moquegua, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Cochachin (2018), en su investigación, planteo como objetivo general determinar la estabilización y durabilidad de la sub base con el uso del agregado de la cantera de Chalhua, adicionando el 2,4 y 6% de cloruro de sodio, Huaraz, 2017. Aprovecho su estudio fue de tipo aplicada, explicativa y con un enfoque cuantitativo. En cuanto a población de estudio, considero conformarla por agregados procesados por la cantera de Chalhua, y como muestra, a tres proporciones representativas de los agregados de la cantera de Chalhua. Los instrumentos empleados fueron guías de observación como resumen y fichas técnicas del laboratorio de suelos de los ensayos. Los principales resultados fueron tipo de suelo arena limosa y posteriormente al realizar una comparación entre el suelo patrón seleccionado con el 2,4 y 6% de cloruro de sodio se obtiene un aumento del CBR con el 2% aumentando y mejorando la densidad seca máxima hasta en un  $1.211 \text{ gr/cm}^3$  con una humedad óptima de 14.1%, mejorando así la capacidad portante CBR en un 99.9% obteniendo un 3.1% superior del patrón estudiado; a diferencia del 4 y 6 % que disminuyen en el CBR con valores de 96.2% y 68.5%. Se concluye que aplicando el 2% de cloruro de sodio se obtienen resultados favorables para el tipo de suelo arena limosa y que se deben ejecutar más ensayos para obtener resultado según el tipo de suelo, ya que el NaCl reacciona de distintas maneras ante porcentajes de sal similares en cuanto al CBR. [3].

Yzaguirre y Luna (2019), en su investigación procedida, tuvieron como principio determinar la influencia que tiene el cloruro de sodio extraído de agua de mar en la estabilización de los suelos de la Red Vial Vecinal AN-873, Santa, Anchash-2019. En cuanto al tipo de estudio, fue cuasi-experimental con diseño de tipo transversal. Consideraron a la población del estudio la red vial vecinal AN-873 – 0+000 al 2+400 km donde se hicieron su investigación y como muestra se realizó 4 calicatas donde se extrajo la muestra patrón. Los instrumentos empleados fueron protocolos de ensayos de laboratorio. Como resultados de su investigación fue que el tipo de suelo limo-arenoso, su contenido de humedad fue 21-22% en la muestra patrón y añadiendo el 5% y 7% de NaCl se obtuvo 10.10% y 9%; su densidad máxima seca

fue 2.046 gr/cm<sup>2</sup> en la muestra patrón y añadiendo el 5% y 7% de NaCl se obtuvo 2.1 y 2.13 gr/cm<sup>2</sup>; %; los valores de CBR fue 8.29% en la muestra patrón y añadiendo el 5% y 7% de NaCl se obtuvo 16.06 y 7.5 donde con el 5% aumenta en 93.73% y con el 7% disminuye a 8.93%. Se concluye que el porcentaje óptimo para utilizar en suelos limo-arenosos es con el 5% de cloruro de sodio por el incremento en la capacidad portante del suelo para obtener resultados óptimos ante una estabilización de suelos de la Red Vial Vecinal AN-873 [4].

Ñahui y Vallejos (2021), en su investigación realizada, tuvieron como objetivo general determinar la influencia de la aplicación del aditivo o compuesto químico cloruro de sodio en la conservación de la carretera departamental HV-116 tramo Km59.974-km60.374, Huancavelica, 2020. Establecieron su estudio de tipo aplicada, con un nivel de explicativo, método científico y diseño cuasi-experimental. Estableció que la población del estudio abarcaría la carretera departamental HV116, tramo km 59.914 – km 60.914 en la región Huancavelica, en cuanto a la muestra de la investigación fue tres prospecciones, obteniendo la muestra patrón y especímenes para el grupo donde se adicionó 2% ,4% y 6% de cloruro de sodio con relación a la muestra en cuanto al peso, para cada dosificación. Sus instrumentos empleados fueron basándose en normas técnicas vigentes establecidas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y el proceso en laboratorio de mecánica de suelos. Como resultado en la muestra B se obtuvo que el índice de plasticidad de la muestra patrón es 5.42% y al aplicar el 2%,4% y 6% de cloruro de sodio resulta 6.10%,5.69% y 4.62% en la cual disminuye progresivamente; en cuanto al contenido de humedad óptimo del suelo patrón sin tratamiento es 12.01% y al aplicar el 2%,4% y 6% de cloruro de sodio resulta 11.31%,10.98% y 10.28% en la cual decrece gradualmente; la densidad máxima seca de la muestra sin tratamiento es 1.900 gr/cm<sup>3</sup> y al aplicar el 2%,4% y 6% de cloruro de sodio resulta 1.981,2.151 y 2.221 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente; el CBR de la muestra sin tratamiento es 6.87% y al aplicar el 2%,4% y 6% de cloruro de sodio 7.54%, 8.13% y 8.69% aumentando gradualmente. Concluyeron que al aplicar el componente químico cloruro de sodio se tiene un efecto muy favorable en cuanto a la estabilización de la carretera no pavimentada HV-116 tramo km 59.914 – km 60.914; ya que hay una mejora en las propiedades tanto físicas y mecánicas del



suelo que tiene la carretera donde evita el deterioro sobre la superficie de rodadura [5].

Seguidamente, los antecedentes internacionales como Salinas y Villao (2019), en su investigación, tuvieron como principio comparar algunos métodos de estabilización de suelos con propiedades expansivas mediante muestras de suelo analizadas en el laboratorio, para evaluar su eficiencia en cuanto a disminuir o eliminar la expansividad del material existente. El estudio fue de tipo aplicada, de diseño experimental. Estableció a la población de estudio, estuvo conformada por la Comuna Bajadita de Colonche de la Parroquia de colonche, donde se recopiló muestras del suelo realizando calicatas a cielo abierto de la zona. Los instrumentos empleados fueron en base de normas técnicas del ASTM y ensayos en laboratorio. Como resultados se obtuvo que al adicionar a la muestra patrón 3%,5% y 7% de sal, utilizando un porcentaje de 5% donde reduce un 69.88% el hinchamiento; aumentado su propiedad mecánica soporte del suelo. Se concluye que el uso del aditivo cloruro de sodio o sal en terrenos expansivos en 5% reduce el potencial expansivo y aumenta la capacidad de soporte [6].

Larrea y Rivas (2019), en su investigación, tuvieron como enfoque la estabilización de suelos tipo arcillosos con un rango de índice de plasticidad entre (16-18) con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio para su aplicación en vías. La investigación optó por un estudio de tipo experimental. La población de estudio estuvo conformada por el proyecto Sistema 3 Flor de Bastión – H&H, mientras que la muestra será extraída de la Mina Cañaverl. Los instrumentos empleados fueron basándose en las normas técnicas ASTM y proceso de laboratorio de suelos. Como resultados se obtuvo que el límite líquido de la muestra sin tratamiento es 39% y al aplicar el 1%,5%, 10%, 15%, 20% y 25% de cloruro de sodio resulta el 15% el resultado más óptimo, ya que reduce el límite líquido al 24.10%; así mismo en cuanto al índice de plasticidad reduce de 17% a un 7.32% valores permitidos en el MTOP; en la humedad óptima se tiene una reducción de 27% a lo que corresponde de 15.20% a 11.10%; en cuanto a la densidad máxima seca incremento 9.33% de 1736kg/m<sup>3</sup> a 1898 kg/m<sup>3</sup>; finalmente en lo que respecta al estudio de CBR su porcentaje disminuye desde un 27.27% a 24.20% al 95% de compactación; en

cuanto a la aplicación de cloruro de calcio el porcentaje óptimo es del 20% ; en su límite líquido presento una ligera reducción del 39.05% a 23.77%; el índice de plasticidad de un 17% a 8.48%; en la humedad óptima fue de 14.10% la cual no presentó ninguna reducción significativa de igual forma la densidad máxima seca de 1822 kg/m<sup>3</sup>; finalmente en el ensayo de CBR se encontró un descenso de 27.27% a 5.58% al 95%. Se concluyó que el uso del compuesto químico Cloruro de Calcio no es recomendable a pesar de que estabiliza la humedad, pero disminuye el porcentaje de CBR; a diferencia del cloruro de sodio, que es recomendado como agente para estabilizador por medio de humedad [7].

Los artículos de esta investigación, según Tique et al. (2019), como objetivo tuvieron comparar el rendimiento de dos componentes químicos como estabilizadores del suelo tipo arcilloso de la Unidad Chontalpa de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), localizada en el municipio de Cunduacan, Tabasco, México. La población de estudio estuvo conformada por Unidad Chontalpa de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; donde la muestra de la investigación donde se extrajo el material fue a espaldas del Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco. Los principales resultados fueron que al incluir a la muestra patrón el 2%,4%,6%,8%,10% y 16% de cloruro de sodio y óxido de calcio (CaO) se obtiene óptimo resultado con el 8% de NaCl, donde el índice de plasticidad disminuye en 37% en suelos arcillosos más que el CaO. Se concluyó que el uso de sal que se utiliza en mesa o NaCl es el componente químico con mejores resultados en lo que respecta al límite plástico, el límite líquido e índice de plasticidad; además, en cuanto al costo en la zona de estudio es 12.50% más barato y el NaCl presenta un riesgo de salud muy bajo para el trabajador que aplique el aditivo [8].

Reyes, Camacho y Troncoso (2020), en su estudio, tuvieron como objetivo general determinar los efectos en las propiedades mecánicas que tiene al incorporar NaCl industrial en bases granulares con granulometría del Instituto Nacional de Vías- INVIAS. Los principales resultados fueron el incremento de CBR desde nueve veces para una adición del 15% de Cloruro de Sodio; en la resistencia a la compresión hubo un crecimiento de 100% para un porcentaje de 8% de Cloruro de

Sodio y en la resistencia a la tracción un descenso para porcentajes adicionados. Se concluyó que el uso de Cloruro de Sodio en la base granular del Instituto Nacional de Vías-INVIAS tiene un efecto positivo y un aumento considerable en el CBR utilizando 8% de cloruro de sodio [9].

Brawer, Giubergia y Gil (2020), tuvieron como objetivo evaluar diferentes técnicas para lograr disminuir el polvo suspendido en caminos mineros. Los resultados principales fueron eficaces y la cantidad que se empleó fue de 20% que asegura una temperatura con niveles bajos de congelamiento de caminos; siempre y cuando sean caminos transitados por vehículos livianos o camiones. Se concluye que, al incorporar productos como hidróxido de magnesio, melaza, TGC, cloruro de sodio y bischofita, se obtiene que el aditivo bischofita ofrece óptimos resultados en zona tratada previamente con suelo – sal. [10].

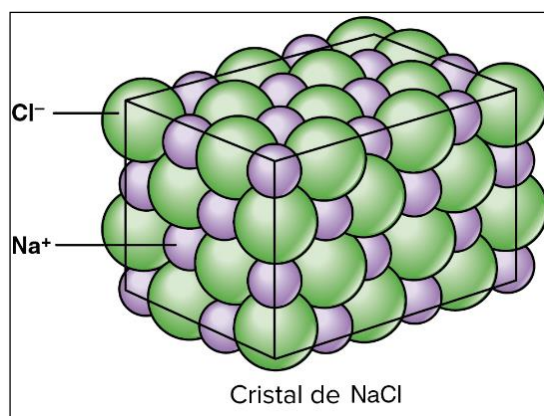
Flórez, Garzón y Molina (2019), en su investigación titulada Testing stabilization of high-plasticity clays used in sloping terrain by adding sodium silicate; tuvieron como objetivo general analizar el comportamiento de suelos tipo arcillosos; altamente expansivos, aplicando cloruro de sodio. Se estableció que sea de tipo experimental La población estuvo compuesta por la zona metropolitana de San José de Cúcuta, Colombia; mientras que la muestra fue tomada en los suelos arcillosos de la urbanización Colinas de Vista Hermosa. Los principales resultados al adicionar 1%,1.5%,2% y 3% de silicato de sodio, el resultado óptimo en cuando a los ensayos de Atterberg fue 3% de silicato de sodio. Se concluyó que la adición más efectiva fue la de 3% de concentración de silicato de sodio, donde presenta altos niveles de efectividad en las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo arcilloso, lo que reduce su expansividad; mientras que los límites de Atterberg como el límite líquido, el límite plástico e índice de plasticidad presentan tendencia a la baja para un concentrado óptima logrando estabilidad en el suelo. [11].

Habiba (2017), en su artículo nombrado como Stabilization of clayey soils using chloride components, se tuvo como enfoque general lograr incrementar las características físicas y mecánicas de suelos de tipo arcilloso implementando aditivos químicos como el cloruro de sodio, de calcio y de magnesio. La

metodología empleada fue el aumento de capacidad portante y estabilización de suelos mediante de compuestos químicos. Los principales resultados fueron que al añadir 4%,8% y 12% de los compuestos químicos, en tanto la densidad máxima seca de los suelos arcillosos asciende añadiendo cloruro de sodio de un 1.82gr/cm<sup>3</sup> del suelo patrón a 1.83,1.84 y 184 gr/cm<sup>3</sup>. Se concluyó que con respecto a los límites de Atterberg, siendo el límite líquido, el plástico e índice de plasticidad descienden distinguidamente cuando se le añade en porcentaje el cloruro de sodio; lo cual que se afirma que si mejora las propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón y suelos arcillosos. [12].

Al Hattamleh et al. (2020), en su artículo de investigación The effect of Dead Sea salt solution on the engineering properties of expansive subgrade clayey soil Amman; tuvieron como objetivo general evaluar el efecto de solución del aditivo sal de mar Muerto dentro de las propiedades y características de la sub rasante de suelos expansivos. Como muestra tuvo la cuenca de Al-Azraq ubicada a 110km noreste de Amman, Jordania. Como principales resultaron que al añadir 0%,3%,6%,9% y 12% de aditivo a la muestra patrón; optimiza las propiedades de expansión de suelo; su densidad seca máxima disminuye al utilizar de 9 a 12% de aditivo, a su vez empleas del 4.45% a 6% de aditivo sal de mar Muerto logra disminuir de 10.4% a 0% el oleaje libre. Concluyendo usar 6% de aditivo de sal de mar Muerto produce vacíos dentro de la estructura del suelo expandido como resultado de la floculación y del aumento de tamaño de las partículas [13].

La teoría del Cloruro de Sodio se define como en un compuesto iónico cuya fórmula está representada por la siglas NaCl; normalmente se le conoce como sal; en cuanto a sus masas molares cuentan con 22.99gr x mol en Sodio y 33.45 gr x mol en Cloruro; además contiene una proporción entre Sodio y Cloruro de 1:1 [14]. El NaCl representado en forma de cristales, estos son solubles en agua; una de sus características es que son higroscópicos y se consiguen con facilidad; además que permiten estabilización en cualquier tipo de suelo (excepción de aquellos suelos que contienen un alto contenido orgánico); incorporando dosificaciones de agua y sal; que se determinan en ensayos de laboratorio junto con el suelo a estabilizar [15].



*Figura 1.* Compuesto químico Cloruro de Sodio

Fuente: Extraído de *OpenStax Anatomy and Physiology (Anatomía y fisiología OpenStax)*, CC-BY-NC-SA 4.0.



*Figura 2.* Cristales de Cloruro de Sodio

Fuente: Blog Bioquímica.cl

**Tabla 1.** *Propiedades Físicas, Químicas y Riesgos del Cloruro de Sodio*

<b>PROPIEDADES FÍSICAS CLORURO DE SODIO</b>	
Estado	Sólido
Aspecto	Incoloro, inodoro; cristales finos o pulverizados blanco
Presión de Vapor	865°C
Valor de fusión	1074 K (801°C)
Valor de Ebullición	1738 K (1465°C)
Densidad	2200 kg/m <sup>3</sup>
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS CLORURO DE SODIO</b>	
Formula Química	NaCl
Peso Molecular	58.44 g/mol
Solubilidad	35.9
KPS	37.79 mol <sup>2</sup>

RIESGOS CLORURO DE SODIO	
Salud Personal	Rango ligero
Inflamabilidad	No aplica
Reactividad	No aplica

Fuente: Extraído de <http://quimicametodosdeseparacion.blogspot.com/>

La teoría del material afirmado se define como la combinación o mezcla de 3 tamaños entre ellos: arena, finos y piedras; para que exista un buen afirmado debe de haber una buena combinación entre estos materiales; la piedra es necesaria para el soporte de las cargas; así como la arena para llenar vacíos entre estas y para llenar los componentes o materiales de las capas de afirmado es necesario los finos [16]. El MTC define a 4 tipos de afirmado, el primero se usa en caminos de clase T0 y T1 con un IMD menor a 50 veh/d; el segundo tipo corresponde al uso de caminos de clase T2 con un IMD de 51 a 100 veh/d; el tercer tipo de afirmado corresponde a la clase T3 con un IMD entre 101 a 200 veh/d y finalmente el cuarto tipo de uso de clase T4 proyectado entre 201 y 400 vehículos por día [17].

**Tabla 2.** Clasificación de Tamiz e Índice de Plasticidad de Afirmados

PORCENTAJE QUE PASA POR EL TAMIZ	TIPO Y AFIRMADO			
	TRAFICO T0 y T1:	TRAFICO T2	TRAFICO T3	TRAFICO T4
	Tipo 1 IMD < 50 VEH	Tipo 2 51 a 100 VEH	Tipo 3 101 a 200VEH	Tipo 4 201 a 400VEH
50 mm (2")	100	100		
37.5 mm (1 1/2")		95 a 100	100	
25 mm (1")	50 a 80	75 a 95	90 a 100	100
19 mm (3/4")			65 a 100	80 a 100
12.5 mm (1/2")				
9.5 mm (3/8")		40 a 75	45 a 80	65 a 100
4.75 mm (N°4)	20 a 50	30 a 60	30 a 65	50 a 85
2.36 mm (N°8)				
2.0 mm (N°10)		20 a 45	22 a 52	33 a 67
4.25 um (N°40)		15 a 30	15 a 35	20 a 45
5 um (N°200)	4 a 12	5 a 15	5 a 20	5 a 20
<b>Índice de Plasticidad</b>	<b>4 a 9</b>	<b>4 a 9</b>	<b>4 a 9</b>	<b>4 a 9</b>

Fuente: MTC Manual para el diseño de caminos no pavimentados (2014). Pág. 148



*Figura 3.* Carretera Vecinal EMP.MO534 El Hueso; zona de estudio.

Fuente: Propia del investigador.

Como variable independiente; la aplicación de cloruro de sodio como aditivo sirve como un estabilizante atrayendo y manteniendo su humedad; conformada por cristales dimensionados, desde tamaños finos hasta cristales grandes [18]. Así mismos agentes químicos como cemento Portland, cenizas, volantes, papel, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, cemento; etc.; son estabilizantes que aumentan la resistencia del suelo; mejoran su plasticidad y controlan su volumen [19]; la sal es utilizado como estabilizador de superficies como suelo en carreteras de 3er orden que se encuentran en nivel afirmado [20]; es aplicado en un porcentaje adecuado directamente a la carpeta de rodadura ya sea en grano donde no es 100% seguir, ya que no tiene una combinación proporcionada o también en relación suelo-NaCl esta es homogénea [21].

Se considera la dimensión 1 al cloruro de sodio, este se explota y produce mediante tres métodos, el primero generar evaporación del recurso salado mediante energía

solar para obtener residuos de sal; el segundo mediante la evaporación del agua de océano empleando hornos o motores industriales y por último de las minas de sal mediante una extracción directa [22]. El NaCl tiene características como dureza, cristalización, tonalidad y color; además de ser un compuesto natural que contiene combinación de átomos y iones [23], dentro de sus propiedades presenta anión y catión, al reaccionar estos reducen el polvo conservando la humedad absorbida del aire y mejorando la cohesión del suelo [24]. Algunas consideraciones emitidas por el MTC son: i) la cantidad de sal en el suelo que se estabilizará estará dentro del rango de 50 kg/m<sup>3</sup> y 80 kg/m<sup>3</sup>, siendo no imperativo, ya que este va a depender de cada estudio en laboratorio. ii) La grava en el suelo no debe exceder en tamaño la tercera parte de la capa compactada en cuanto a su espesor. iii) El índice de plasticidad deberá ser mínimo de 8% y los suelos que pasen la malla N°200 deberá ser mínimo 12% de plasticidad. iv) Los suelo a tratar con Cloruro de sodio deberán estar limpios y libres de sustancias orgánicas, donde el máximo de materia orgánica permitida será 3% [25].

**Tabla 3.** *Características Típicas de Sal (Cloruro de Sodio)*

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>LIMITES</b>
Cloruro de sodio porcentaje %	98.00 a 99.70
Humedad porcentaje %	2.00 a 3.60
Materia insoluble porcentaje %	0.007 a 0.175
Ion calcio porcentaje %	0.035 a 0.910
Ion magnesio porcentaje %	0.002 a 0.074
Ion sulfato porcentaje %	0.125 a 0.355
Tamiz tamaño 4.75 mm (N°4)	20 a 55%
Tamiz tamaño 1.18 mm (N°16)	50 a 70%
Tasa Tamiz 1.18 mm (N°16)	13% máximo

Fuente: MTC Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos. RD N° 10-2014-MTC/14 (09.04.2014) Pág. 105

Como variable dependiente las propiedades del material de afirmado; el suelo tiene partículas independientes que no se unen con un grado de fuerza alto a diferencia de los cristales de cualquier metal; estas partículas independientes se mueven con libertad comparándolo con un líquido [26]; este está conformado por materia en



estado sólida, gaseosa y líquida, teniendo características mecánicas distintas según la clasificación del suelo provienen en su mayoría de veces del disgregamiento de las rocas; en cuanto a sus propiedades físicas estas están enlazadas al tipo de mineras que la conforman provenientes de la roca de origen definido por su forma y composición química [27]; por ende para una clasificación de un tipo de suelo identificar sus propiedades físicas y mecánicas es muy indispensable [28].

Se considera la dimensión 1 a las propiedades físicas; según lo normado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones; se deben aplicar y agregar ensayos indispensablemente para obtener propiedades físicas del suelo [29]; el ensayo de granulometría separa por tamaños los agregados con uso de tamices normados de los cuales define el tamaño de estos y los clasifica ya sea en grava, limo, arcilla y arena [30], la grava tamaño de 75 a 4.75 mm; en cuanto a los limos y arcillas deben ser menores de 0.075 mm; arena fina entre 0.425 a 0.075 mm; en la arena media debe estar dentro de 2 a 0.425 mm y arena gruesa de 4.75 a 2 mm [31]; los Límites de Atterberg analiza los componentes finos en la granulometría desarrollada; y por la plasticidad que contienen en sus propiedades puede deformarse hasta un cierto límite máximo sin romperse [32] a su vez analiza los estados de consistencia que dependerá del contenido de agua o humedad que presenten [33]. El índice de Plasticidad es un ensayo dentro de los límites de Atterberg este será resuelto como la diferencia del LP y LL, [34] este índice pertenece aquellos suelos que contienen arcilla, mientras más alto el IP mayor porcentaje de suelo con arcilla [35]. El límite líquido es también conocido como el límite superior de plasticidad, se da cuando los suelos en sus partículas contienen gran cantidad de agua y actúan como fluido; dejando de comportarse como un fluido líquido [36] en cambio cuando hablamos del Limite Plástico también llamado como límite inferior de plasticidad este consiste en la transformación del suelo entre plástico y friable; además contiene una humedad máxima lo que permite al suelo poder desarrollarse sin realizar algún cambio en su propiedad física.[37].

**Tabla 4.** *Clasificación de suelos según el tamaño de partículas*

Tipo de Material	Tamaño de la partículas
------------------	-------------------------

Tipo grava		75 mm a 4.75 mm
Arena	A Gruesa	4.75 mm a 2.00 mm
	A Media	2.00 mm a 0.425 mm
	A Fina	0.425 mm a 0.075 mm
Material Fino	MF Limo	0.075 mm a 0.005 mm
	MF Arcilla	Menores a 0.005 mm

Fuente: MTC Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos. RD N° 10-2014-MTC/14 (09.04.2014) Pág. 31

**Tabla 5.** Valores proporción mínima y valor máximos para análisis granulométrico.

Tamaño máximo		Cantidad mínima retenida en el tamiz (N°10) 2,00 mm
Nominales	Redondeados	
(3/8 ") 9,5 mm	10 mm	500 gr
(3/4") 19,0 mm	20 mm	1000 gr
(1") 25,4 mm	25 mm	2000 gr
(1 1/2") 38,0 mm	40 mm	3000 gr
(2") 50,8 mm	50 mm	4000 gr
(3") 76,2 mm	80 mm	5000 gr

Fuente: MTC Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos (2016). Pag.41

**Tabla 6.** Clasificación de suelos según índice de Plasticidad

índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP mayor 20	Alta	Suelos muy arcillosos
20 mayor IP mayor 7	P. media	Suelos arcillosos
IP menor 7	P. baja	Suelos poco arcillosos
IP igual a 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos. RD N° 10-2014-MTC/14 (09.04.2014) Pág. 32

**Tabla 7.** Cantidades requeridas para ensayos.

Ensayos	Cantidad en gramos
Limite Líquido	100
Limite Plástico	15
Límite de Contracción	30
Ensayos de Verificación	65



*Figura 4.* Zona de estudio a investigar Fundo El Hueso EMP.MO 534.

Fuente: Propia del investigador.

Se considera la dimensión 2 a las propiedades mecánicas; que se define como el porcentaje de resistencia de suelos y su comportamiento ante cargas efectuadas; mediante 3 ensayos; el ensayo de Proctor Modificado ; este ensayo define diversos resultados óptimos de humedad en los suelos y cantidad de agua que contiene y se debe efectuar antes de usar el agregado sobre el terreno; tiene como finalidad encontrar el contenido de humedad óptimo de los suelos para que estos logren su máxima densidad seca; es por eso que mientras se aumenta la cantidad de humedad en suelos, dependerá sus mayores o menores densidades[38]; el ensayo California Bearing Ratio – CBR que mide la resistencia al esfuerzo cortante del suelo ante cargas sometidas como el paso de vehículos bajo condiciones de densidad seca al 95% y humedad, estas deben ser controladas para un rendimiento óptimo, este ensayo se debe realizar después de una clasificación previa de suelos por el sistema AASHTO y SUCS; si de la exploración se obtiene más de 6 valores de CBR se debe elegir el valor promedio y cuando se obtiene valores menores a 6

se seleccionaran valores promedios en cuanto al valor más crítico de esta manera se clasifica la sub rasante del suelo desde un rango que va desde malo a excelente [39] y el ensayo de compresión simple o no confinada en suelos cohesivos que están sometidos bajo condiciones remodeladas, se aplica cargas axiales mediante métodos de resistencia y deformación controlada, tiene como finalidad obtener un rápido valor aproximado de resistencia a la compresión de suelos.

**Tabla 8.** *Categorías de Subrasante*

<b>Categorías de Sub rasante</b>	<b>CBR</b>
S0= SR Inadecuada	CBR < 3%
SA= SR Insuficiente	CBR ≥ 3% A CBR < 5%
S2= SR Regular	CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3= SR Buena	CBR ≥ 11% A CBR < 19%
S4= SR Muy buena	CBR ≥ 20%

Fuente: MTC Manual para el diseño de caminos no pavimentados (2014). Pág. 35.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

La investigación del tipo aplicada es definida como una investigación práctica o dinámica; ya que en la cual el investigador aplicara experimentos en campo que garantizan la investigación y será de una forma realista de las cuales las variables independientes según los resultados se manipularan moderadamente [40]. Basándonos en el concepto definido anteriormente, se establece que esta investigación será de tipo aplicada al ser práctica, por lo mismo que se aplicará experiencia en campo mediante los ensayos de laboratorio, respetando la normativa establecida por el MTC, los procedimientos y teorías empleadas en similares investigaciones; incorporando el compuesto químico cloruro de sodio como estabilizante del afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso para socialmente dar beneficio de los agricultores de la zona.

##### **Enfoque de investigación**

Para una investigación cuantitativa las teorías y conceptos son el inicio de partida para su desarrollo, para posteriormente comprobar la veracidad de aquellas teorías; esta tiene un enfoque armado para el estudio del fenómeno, dentro de ellas las técnicas que se emplean como recolección de información son las más utilizadas; cuyos datos son considerados tangibles y de alta precisión utilizando procedimientos sistemáticos. [41]. Así pues, es que esta investigación tiene un enfoque cuantitativo por las diversas técnicas de recolección que se emplean cuyos resultados son óptimos y se dan numéricamente; además que su estudio busca una solución a la necesidad de estabilizar carreteras sin generar un impacto ambiental.

##### **El diseño de la investigación**

Un diseño experimental se desarrolla utilizando una variable para modificar a la otra, esta se denomina independiente; de tal manera que se evalúa los efectos en la variable dependiente [42]. Considerando la teoría descrita; se define a esta investigación como experimental del tipo cuasi-experimental, ya que se tendrá dos

grupos de control, uno de la cantera natural donde se abasteció la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso y el otro grupo que será la muestra de la cantera añadiendo en porcentajes de cloruro de sodio para la estabilización de carretera; del cual se manipulará las variables la independiente con respecto a la dependiente.

### **El nivel de la investigación:**

Se define investigación de nivel explicativo a la relación existente dentro de una investigación de la causa y efecto que se presenta o llega a presentarse en diversas áreas o disciplinas; de las cuales lo que se requiere es estudiar y cuestionarse el porqué de los sucesos de los fenómenos y su relación entre variables. [43]. De tal manera que esta investigación tendrá un nivel explicativo, ya que da lugar a la interrogante y búsqueda de respuesta ante el efecto de incorporación del compuesto químico de cloruro de sodio para la estabilización de la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso y a su vez se llegará a buscar la afirmación de la hipótesis planteada inicialmente.

### **3.2. Variables y operacionalización:**

Se define como causa a la variable independiente y efecto a la variable dependiente que resulta el fenómeno que debe de analizarse; los dos tipos de variables se hacen fundamentales en la investigación [44]. Por lo tanto, se establecen las variables de esta investigación como:

Variable Independiente : Aplicación de Cloruro de Sodio

Variable Dependiente : Propiedades del Material de Afirmado

La operacionalización de las variables son importantes y fundamentales, ya que mediante de ellas se precisan todos los elementos que se cuantifican, conocen y registran para llegar a las conclusiones deseadas; a su vez estas comprenden la descomposición de sus elementos para un mayor entendimiento [45]. (Ver matriz de Operacionalización en el anexo 1) y (Ver matriz de Consistencia en el anexo 2)

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población:**

Se define población en una investigación a un conjunto de unidades relacionadas directamente con el problema de investigación, es necesario delimitar la procedencia de estas unidades en cuanto al tiempo y ubicación, puede ser objetos, como lugares, distritos, personas, carreteras, etc. [46]. Por lo cual la población de esta investigación es el material de afirmado de la cantera ubicado en la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso, Ilo, Moquegua durante el año 2021.



*Figura 5. Ubicación*

Fuente: Propia del investigador.

#### **Muestra:**

Definido como una repartición seleccionada de la población de la investigación, esta debe ser conocida y temporal conteniendo su naturaleza [47]. De acuerdo al resumen escrito anteriormente, se extrae 4 muestras de material de afirmado extraídas de la cantera ubicada en el tramo final la carretera vecinal

EMP.MO534 El Hueso; para posterior a ello adicionar en proporción de 2%,6% y 10% de cloruro de sodio en relación con las muestras extraída.

#### **Muestreo:**

Cada muestreo debe tener información de la población para poder hallar posibles parámetros de estudio que se usen en representación del fenómeno que se investiga, además de ser una técnica no probabilista, es de fácil entendimiento la selección [48]. Por tanto, el muestreo es definido por no probabilístico por conveniencia; el investigador a aleatoriamente extraerá la muestra de la población extendida en el tramo final de la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso.

#### **Unidad de análisis:**

Se define como la unidad de estudio que comprender las características de la población planteada del estudio [49]. De acuerdo a lo descrito en esta investigación, su unidad de análisis será el material de afirmado de la cantera en la carretera vecina EMP.MO534 Fundo El Hueso, Ilo – Moquegua 2021; la cual la clasificamos como afirmado de baja calidad.

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

#### **Técnicas**

Una de las técnicas de recolección de datos es la observación directa donde el investigador tiene contacto directo presencial con el fenómeno que se analiza; por otro lado, la observación indirecta se basa en el estudio y revisión de fuentes de investigación textual [50]. De tal manera que las técnicas empleadas en esta investigación son la observación directa e indirecta; inicialmente se extraerá toda la información en el momento de desarrollo de esta; posterior a esto se revisara normas técnicas vigentes para los ensayos que se ejecutaran tales como ASTM para determinar mediante ensayos las características físicas y mecánicas de la muestra patrón originales y con la aplicación de cloruro de sodio.



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

Se utilizan instrumentos para: ejecución, procedimientos de la investigación y para resolver el fenómeno o problemática que se estudia de acuerdo a las dimensiones o indicadores planteados, siempre y cuando solo sean instrumentos necesarios [51]. En esta investigación los instrumentos de recolección de datos serán las guías de observación, a su vez también los parámetros normativos en cuanto a los ensayos; como formatos normalizados por el ASTM para ensayos granulométricos NTP 339.128; los límites de Atterberg NTP 339.154; proctor modificado NTP 339.141, CBR con la normativa NTP 339.145 y ensayo de compresión simple no confinada con la NTP 339.167; de los cuales permiten conocer de qué manera reacciona la muestra ante el químico aplicado en este caso el cloruro de sodio. (Ver anexo 3)

### **Validez**

Para realizar una investigación se indica que deben de ser utilizados instrumentos validados, corresponderá al rango de evaluar la variable a ejecutar, planteada inicialmente [52]. De acuerdo a ello se considera tres validadores de instrumentos, profesionales del rubro Civil especializados en el campo (Ver anexo 4)

**Tabla 9.** Rangos y calificación de validez.

<b>Rango</b>	<b>Calificación de Validez</b>
Menores a 0.53	Nula
0.54 - 0.59	Baja
0.60 - 0.65	Buena
0.66 - 0.71	Muy Buena
0.72 - 0.99	Excelente
1	Perfecta

Fuente: Oseda D. (2012)

**Tabla 10. Validez de instrumentos**

N°	Profesión	Grado Académico	Apellidos y Nombres	CIP
01	Ing. Civil	Ingeniero	Christian Gerardo Rojas Flor	84925
02	Ing. Civil	Ingeniero	Eric Luis Quiñones Rivera	168549
03	Ing. Civil	Ingeniero	Cesar Augusto La Rosa Cárdenas	56468

Fuente: Elaboración propia

### **Confiabilidad de los instrumentos.**

Es la característica de cada instrumento con el cual se mide para la obtención de resultados, estos pueden ser repetitivos y en diferente tiempo. [53]. En la investigación se presentará los certificados de calibración de los instrumentos y equipos que se usaran en el laboratorio para los ensayos, el cual se garantizaran los resultados que se obtenga, siendo esto de alta precisión y con confiabilidad. (Ver anexo 5)

### **3.5. Procedimientos:**

Se realizó el reconocimiento del terreno y extracción de especímenes: se extrajo las muestras de la cantera de abastecimiento de la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso ubicada en el último tramo de esta; se obtuvo la muestra patrón en cantidad suficiente se extrajo 4 sacos de 30 kilos aproximadamente de dicha cantera; posteriormente se llevó las muestras a laboratorio donde se analizó e identificó como material de afirmado cumpliendo con los parámetros de calidad establecidos en la NTP en cuanto al componente químico se compró NaCl industrial con un costo de S/20.00 soles el saco de 50 Kg. que se empleó para aplicar en proporciones de acuerdo a los antecedentes revisados en investigaciones anteriores, los cuales fueron de 2%,6% y 10% debidamente en proporción a la muestra que se extrajo.

Posteriormente, se realizó ensayos de análisis granulométrico, humedad natural, límites de Atterberg (límite líquido, plástico e índice de plasticidad) para obtener la clasificación de suelos correspondiente en cuanto al material de afirmado mediante la clasificación ASSTHO y SUCS; seguidamente se realizarán ensayos de los

límites de Atterberg tanto límite líquido como límite plástico además del Índice de Plasticidad, Proctor Modificado, CBR y Compresión Simple no Confinada; para obtener resultados originales de la muestra patrón; en cuanto a los porcentajes de NaCl serán de acuerdo a la proporción del peso de la muestra; se aplicara el NaCl o sal industrial en proporciones de acuerdo a los antecedentes revisados en investigaciones anteriores los cuales serán de 2%,6% y 10%; por cada muestra un porcentaje distinto para luego aplicar los ensayos tanto del límite de Atterberg como son LL y LP, Proctor modificado, capacidad portante CBR y Compresión Simple no Confinada según la normativa vigente Norma Técnica Peruana; todos los ensayos realizados estarán bajo normativas empleadas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y el AASHTO.



*Figura 6.* Extracción de muestras patrón afirmado de la Cantera Palomino.



*Figura 7.* Entrega de muestras patrón en laboratorio de Mecánica de Suelos.



*Figura 8.* Ensayo granulométrico de la muestra patrón en laboratorio de suelos.

Fuente: Fotografía propia del Investigador.

Fuente: Fotografía propia del Investigador.

Fuente: Fotografía propia del Investigador.

Seguidamente se presenta el resumen de las características de la muestra patrón extraída de la Cantera Palomino ubicada en el tramo final de la carretera EMP.MO534 Fundo El Hueso; datos obtenidos mediante los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos los cuales fueron el ensayo o análisis granulométrico (ASTM D-422) y los límites de Atterberg (ASTM D-4318) que comprenden el limite líquido,

plástico e índice de plasticidad; y diferenciados según la clasificación ASSHTO de M-145 y SUCS del ASTM D-2487.

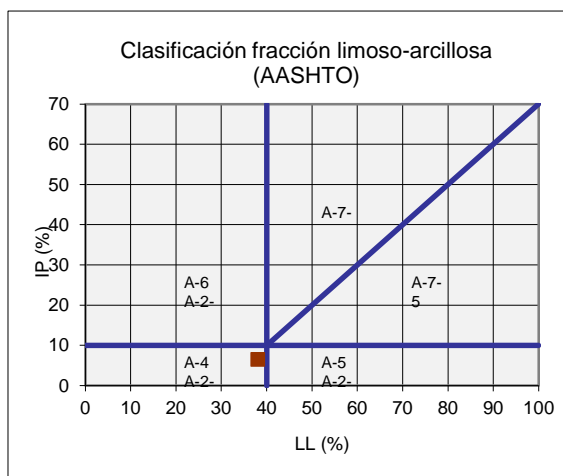


Figura 10: Clasificación ASSHTO

Fuente: Laboratorio Geotécnica y Pavimentos del Sur S.A.C.

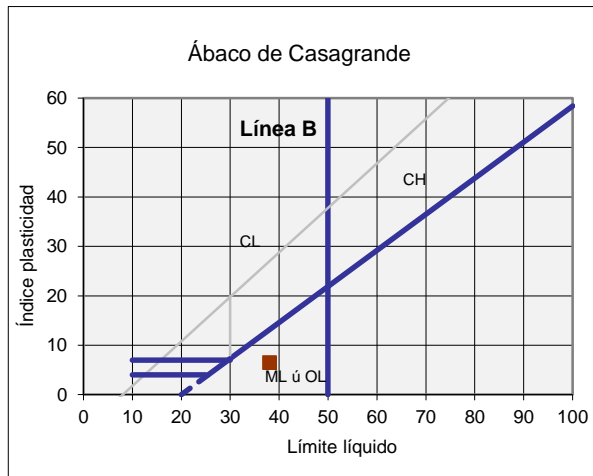


Figura 9: Clasificación SUCS

Fuente: Laboratorio Geotécnica y Pavimentos del Sur S.A.C.

Tabla 11: Resumen de clasificación de muestra patrón.

Material	Ensayo Granulométrico			Clasificación	
Muestra	%Grava	% Arena	% Finos	<b>SUCS</b>	
Cantera Palomino	56.10	38.22	5.67	SP - SM	Suelos partículas gruesas -Arena mal graduada con limo con grava
Material	Límites de Consistencia			Clasificación	
Muestra	Líquido%	Plástico%	INDICE P%	<b>ASSHTO</b>	
Cantera Palomino	38.00%	31.49%	6.50%	A-2-4	Material granular - Grava y arena arcillosa o limosa

Fuente: Laboratorio Geotécnica y Pavimentos del Sur S.A.C

Seguidamente se presenta el resumen de los parámetros de calidad de la muestra patrón extraída de la Cantera Palomino ubicada en el tramo final de la carretera EMP.MO534 Fundo El Hueso; datos obtenidos mediante los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos los cuales fueron el ensayo de abrasión Los Ángeles (ASTM C-131) , límite líquido; el ensayo de proctor modificado (ASTM D-1557) y el ensayo de la capacidad portante CBR (ASTM D-1883); fueron comparados con los parámetros de calidad establecidos por la norma del MTC E 207, MTC E 110 y, MTC E132.

**Tabla 12:** Resumen parámetros de Calidad

PARAMETROS DE CALIDAD			
Ensayos	Normativa MTC		Muestra Patrón
Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.	36.00 %
Limite Liquido	MTC E 110	35 % máx.	38.00%
CBR	MTC E 132	40 % min.	36.83%
Índice de Plasticidad	Tipo 3	4 a 9	6.50%

Fuente: MTC RM-303-2008 (Manual para el Diseño de Carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito) y Laboratorio Geotécnica y Pavimentos del Sur S.A.C

### 3.6. Método de análisis de datos:

En el método de análisis, los datos recolectados en el desarrollo de la investigación extraídas de la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso y de los ensayos en laboratorio sean el análisis granulométrico, límites de Atterberg, CBR y proctor modificado; serán analizados mediante software como Office 2021: Microsoft Excel 2021 para procesar los datos de laboratorio, Microsoft Word 2021 para redacción de resultados y AutoCAD acompañado de AutoCAD Civil3D 2021 para elaboración de planos.

### 3.7. Aspectos éticos:

En el desarrollo de la presente tesis está basada en mis principios que son éticos y morales siendo todos los datos redactados de autoría propia; se tuvo como consideración velar por los beneficios sociales ambientales y económicos; además de aplicar normativas vigentes tales como la normativa estilo ISO 690; citado debidamente y aplicando referencias de diferentes fuentes de investigación, además de Guías de investigación de la Universidad Cesar Vallejo y normas técnicas peruanas como son: E.050 Suelos y Cimentaciones , CE0.20 Estabilización de Suelos y ASTM para ensayos en laboratorio.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

Seguidamente se describe la ubicación de la zona de estudio de la investigación tomando referencias los mapas políticos del Perú e información del IGN Sistema de Información Geográfica además de imágenes satelitales y mapas.

### Ubicación política

El área de estudio de la presente investigación se encuentra ubicada políticamente en:

- Departamento: Moquegua
- Provincia: Ilo
- Distrito: El Algarrobal
- Zona: Carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso



Figura 11. Mapa político del Perú.

Fuente: IGN Sistema de Información Geográfica

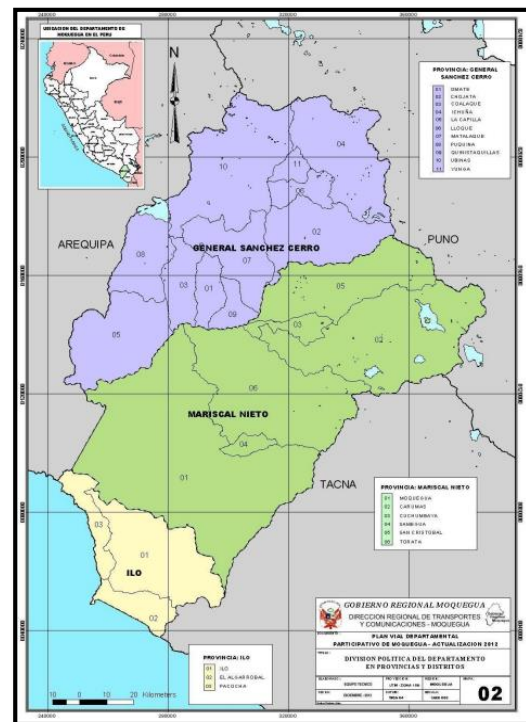


Figura 12. Mapa político del departamento de Moquegua.

Fuente: Informe anual del GRM

## Ubicación del proyecto



Figura 13. Mapa político de la Provincia de Ilo.

Fuente: Municipalidad Provincial de Ilo  
PIGARS 2016

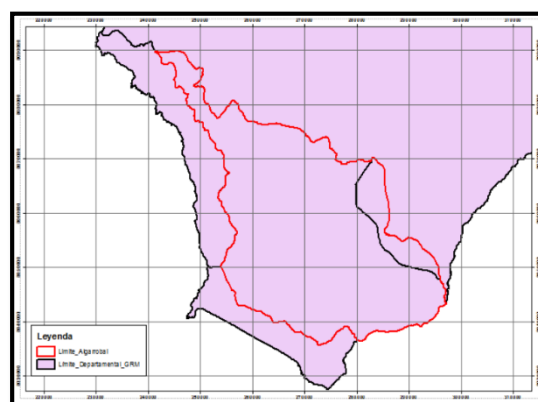


Figura 15. Ubicación del distrito de El Algarrobal.

Fuente: Municipalidad Distrital de El Algarrobal



Figura 14. Zona Carretera Vecinal EMP.MO534 El Hueso.

Fuente: Google Earth, Imagen Satelital

### Limites

- Norte : Departamento de Arequipa, Cerro Marillo, Nueva Quebrada Honda
- Sur : Provincia de Tacna, cruce Quebrada Honda Sur y Quebrada Seca.
- Este : Provincia Mariscal Nieto; Cerro el Labra, Morro, Infiernillo, Osmore
- Oeste : Océano Pacífico, Distrito de Ilo

### Ubicación geográfica

El distrito de El Algarrobal se encuentra ubicado en el departamento de Moquegua, en la costa sureste del país en el margen del río Osmore, entre los departamentos

de Arequipa, Tacna, Puno y el Océano Pacífico, tiene una altitud de 110 m.s.n.m. y una superficie de 747 km<sup>2</sup>, según el censo del 2017 cuenta con 4305 habitantes.

### Coordenadas geográficas

El distrito de El Algarrobal se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas:

- Longitud Oeste: 71°16' 15" 71.2708
- Latitud Sur: 17°37' 25" 17.6236

### Clima

El clima en el Distrito de El Algarrobal es generalmente seco y desértico, con una temperatura cambiante entre el día que se registra una alta insolación con un promedio de 28°C y en la noche donde las temperaturas bajan hasta 5°C en los meses de junio, julio y agosto. La precipitación fluvial es baja y en temporadas de invierno nula.

**Objetivo específico 1:** Determinación de la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el límite líquido del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.



Figura 16. Ensayo para determinación del Límite Líquido en Muestra patrón.

Fuente: Fotografía propia del Investigador



Figura 17. Preparación de dosificación para Límite Líquido en muestra + 2%, 6% y 10%.

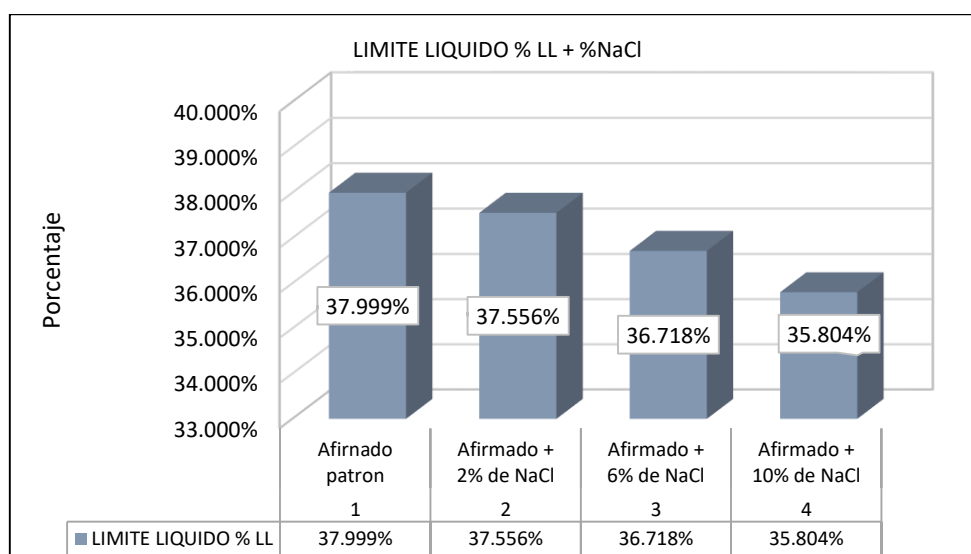
Fuente: Fotografía propia del Investigador.



**Tabla 13.** Valores del Limite Liquido en Muestra Natural y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl

Ítem	Muestra	% L. Líquido
1	Afirmado patrón	37.999%
2	Afirmado + 2% de NaCl	37.556%
3	Afirmado + 6% de NaCl	36.718%
4	Afirmado + 10% de NaCl	35.804%

Fuente: Propia del Investigador



**Figura 18.** Valores del Limite Liquido adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl.

Fuente: Propia del Investigador

Según la tabla 13 y figura 18, el ensayo del límite líquido realizado de acuerdo a la normativa ASTM D-4318 MTC E 110 con el material retenido en la malla N°40; en la muestra patrón o con 0% de cloruro de sodio se observa un resultado de 37.999% de LL el cual al adicionar en la muestra extraída de la cantera las proporciones de 2%, 6% y 10% de cloruro de sodio se vio un ligero decrecimiento en el porcentaje del límite líquido siendo los resultados obtenidos los siguientes 37.556%, 36.718% y 35.804% de acuerdo a las proporciones adicionadas; se observa un 2.195% de diferencia entre el límite líquido de la muestra de 0% al 10% de NaCl.

**Objetivo específico 2:** Determinación de la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el límite plástico del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.



Figura 19. preparación de dosificación para Limite Plástico en muestra adicionando el 2%,6% y 10%.

Fuente: Fotografía propia del Investigador



Figura 20. Ensayo para determinación de Índice de Plasticidad en Muestra patrón.

Fuente: Fotografía propia del Investigador

**Tabla 14.** Valores del L. Plástico en MN y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl

Ítem	Muestra	% L. Plástico
1	Afirmado patrón	31.494%
2	Afirmado + 2% de NaCl	31.409%
3	Afirmado + 6% de NaCl	31.338%
4	Afirmado + 10% de NaCl	31.222%

Fuente: Elaboración propia

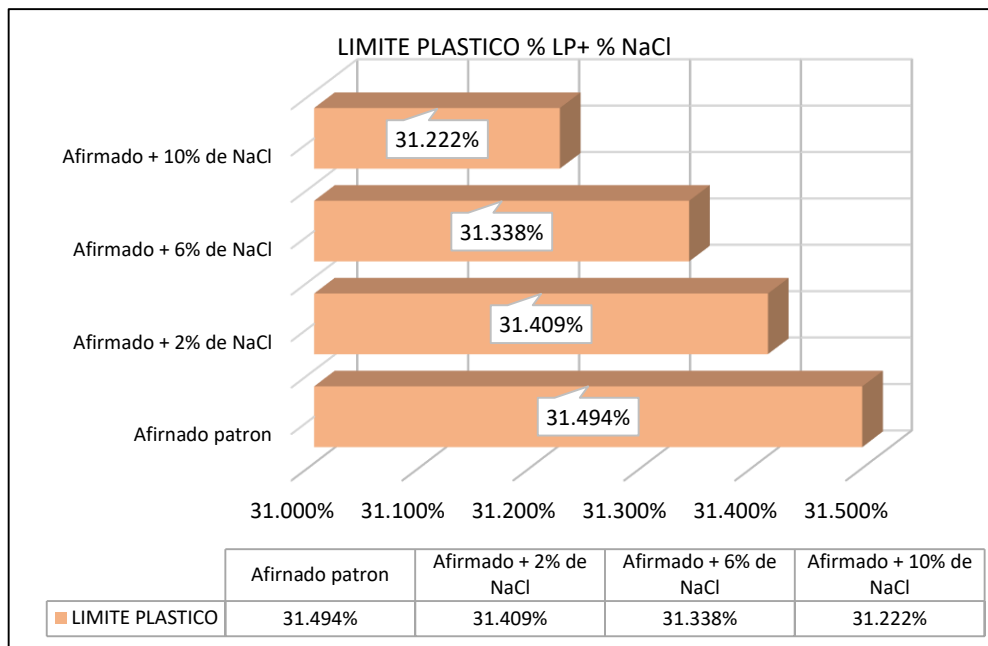


Figura 21. Valores del Limite Plástico adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl.

Fuente: Propia del Investigador

Según la tabla 14 y figura 21, el ensayo del límite plástico realizado de acuerdo a la normativa ASTM D-4318 MTC E 111 con el material retenido en la malla N°40; en la muestra patrón o con 0% de cloruro de sodio se observa un resultado de 31.494% de LP el cual al adicionar en la muestra extraída de la cantera las proporciones de 2%, 6% y 10% de cloruro de sodio se vio un ligero decrecimiento en el porcentaje del límite plástico siendo los resultados obtenidos los siguientes 31.409%, 31.338% y 31.222% de acuerdo a las proporciones adicionadas; se observa un 0.274% de diferencia entre el límite plástico de la muestra de 0% al 10% de NaCl.

**Objetivo específico 3:** Determinación de la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el índice de plasticidad del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.



Figura 22. Ensayo de determinación de Índice de Plasticidad en Muestra patrón.



Figura 23. Preparación de dosificación para Índice de plasticidad en muestra adicionando el 2%, 6% y 10%.

Fuente: Fotografía propia del Investigador

Fuente: Fotografía propia del Investigador

**Tabla 15.** Valores del Índice de Plasticidad en Muestra Natural y adicionando el 2%, 6% y 10% de NaCl

Ítem	Muestra	% IP
1	Afirmado patrón	6.504%
2	Afirmado + 2% de NaCl	6.147%
3	Afirmado + 6% de NaCl	5.379%
4	Afirmado + 10% de NaCl	4.583%

Fuente: Elaboración propia

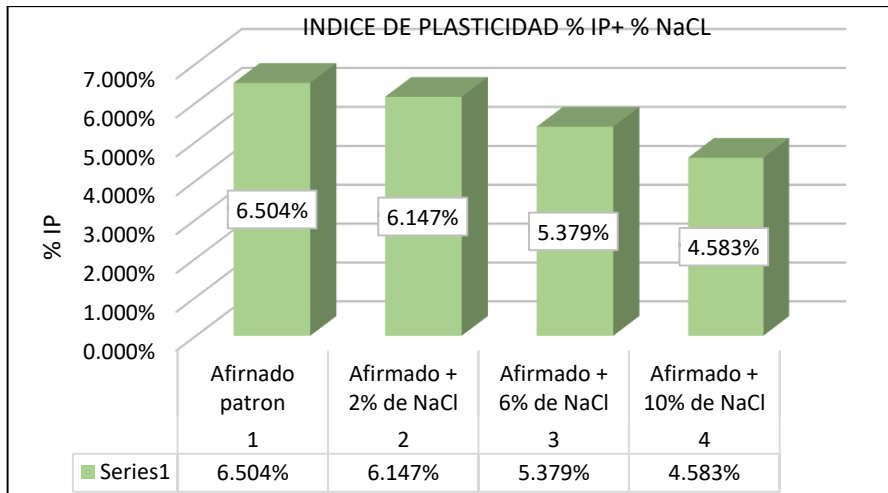


Figura 24. Valores del Índice de Plasticidad adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl.

Según la tabla 15 y figura 24, en la muestra patrón o con 0% de cloruro de sodio se observa un resultado de 6.504% de IP el cual al adicionar en la muestra extraída de la cantera las proporciones de 2%, 6% y 10% de cloruro de sodio se vio un ligero decrecimiento en el porcentaje del índice de plasticidad siendo los resultados obtenidos los siguientes 6.147%, 5.379% y 4.583% de acuerdo a las proporciones adicionadas; se observa un 1.921% de diferencia entre el índice de plasticidad de la muestra de 0% al 10% de NaCl.

**Objetivo específico 4:** Evaluación de la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en la densidad máxima del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.



Figura 25: Dosificación de muestra patrón y la adición del 2%,6% y 10% de NaCl.



Figura 26: Proctor Modificado en muestra patrón y el 2%,6% y 10% de NaCl.

Fuente: Fotografía propia del Investigador

Fuente: Fotografía propia del Investigador

**Tabla 16.** Valores del D.M.S y O.C.H. en muestra y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl

Ítem	Muestra	Óptimo Contenido de Humedad (%)	Densidad Máxima Seca g/cm <sup>3</sup>
1	Afirmado patrón	6.56%	1.940
2	Afirmado + 2% de NaCl	6.39%	1.959
3	Afirmado + 6% de NaCl	6.10%	1.994
4	Afirmado + 10% de NaCl	5.83%	2.027

Fuente: Elaboración propia

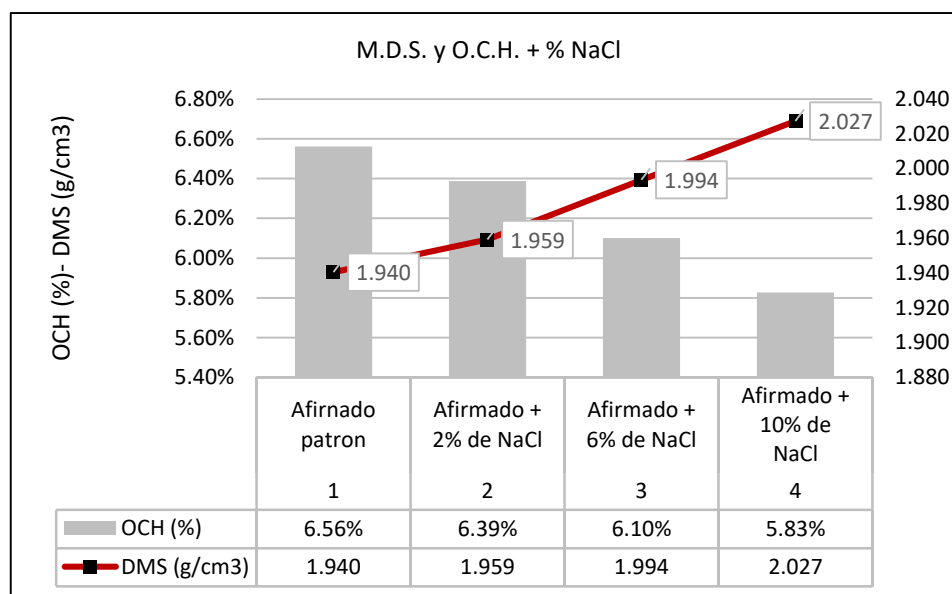


Figura 27: Valores del OCH Y MDS adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl.

Fuente: Propia del Investigador

Según la tabla 16 y figura 27, el ensayo de proctor modificado realizado de acuerdo a la normativa ASTM D-1557 MTC E 115 aplicados en la muestra patrón o con 0% de cloruro de sodio se observa un resultado de 1.940 g/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca el cual al adicionar en la muestra patrón las proporciones de 2%, 6% y 10% de cloruro de sodio se vio un aumento en la M.D.S. siendo los resultados obtenidos los siguientes 1.959 gr/cm<sup>3</sup>, 1.994 gr/cm<sup>3</sup> y 2.027gr/cm<sup>3</sup> de acuerdo a las proporciones adicionadas; además en su óptimo contenido de humedad en la muestra con 0% de NaCl un 6.56% y con las proporciones de 2%,6% y 10% un O.C.H. de 6.39%, 6.10% y 5.83% surgiendo un decrecimiento en este.

**Objetivo específico 5:** Evaluación de la influencia de la aplicación de cloruro de sodio en la capacidad portante del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.



Figura 28: Afirmado y cloruro de sodio para dosificación 2%,6% y 10% de NaCl para ensayos.

Fuente: Fotografía propia del Investigador



Figura 29: Ensayo de CBR en muestra natural y con adición de 2%,6% y 10% de NaCl.

Fuente: Fotografía propia del Investigador

**Tabla 17.** Valores del Índice de Plasticidad en Muestra Natural y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl

Ítem	Muestra	100% MDS (0.1")	95% MDS (0.1")
1	Afirmado patrón	36.830%	33.040%
2	Afirmado + 2% de NaCl	38.070%	34.280%
3	Afirmado + 6% de NaCl	43.420%	39.630%
4	Afirmado + 10% de NaCl	49.190%	45.400%

Fuente: Elaboración propia

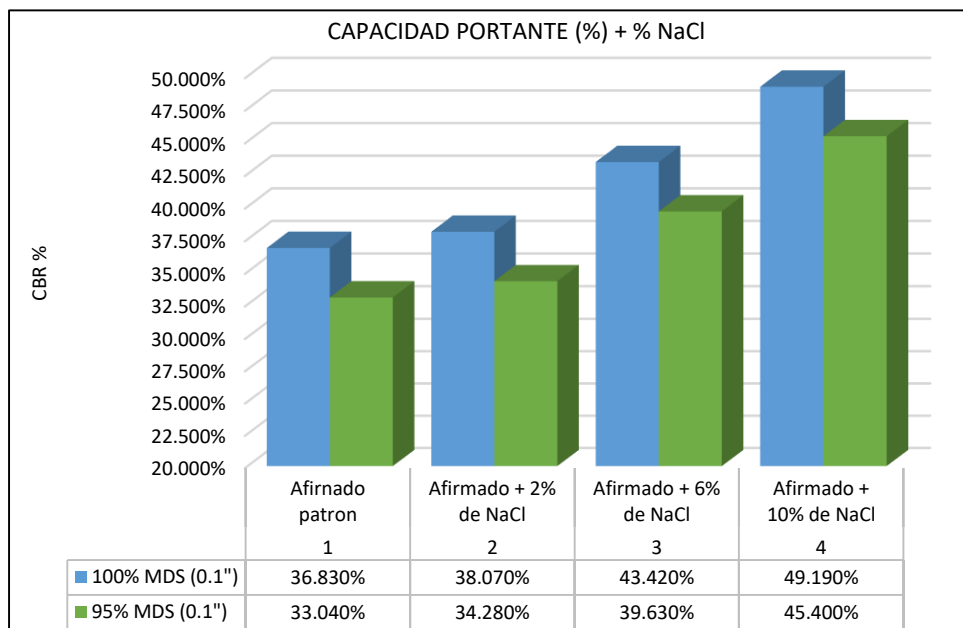


Figura 30: Valores de CBR al 100%-95% del MDS adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl.

Fuente: Propia del Investigador

Según la tabla 17 y figura 30, el ensayo de CBR realizado de acuerdo a la normativa ASTM D-1883 MTC E 132 aplicados en la muestra patrón o con 0% de cloruro de sodio se observa un resultado al 100% de la M.D.S. de 36.830% de CBR el cual al adicionar en la muestra patrón las proporciones de 2%, 6% y 10% de cloruro de sodio se vio un aumento de CBR al 100% siendo los resultados obtenidos los siguientes 38.070%,43.420% y 49.190% de acuerdo a las proporciones adicionadas; además al 95% de la M.D.S. en la muestra con 0% de NaCl 33.040% de CBR el cual al adicionar las proporciones de 2%, 6% y 10% de cloruro de sodio se vio un aumento de CBR al 95% siendo los resultados obtenidos los siguientes 34.280%,39.630% y 45.400% de acuerdo a las proporciones adicionadas; por lo cual considerando los resultados de CBR al 100% de la M.D.S. además de los parámetros de calidad del afirmado de acuerdo a la normativa vigente del Manual de Carreteras; cumple como óptima dosificación el 10% de NaCl de acuerdo al tipo de material en estudio.

**Objetivo específico 6:** Evaluación la influencia de la aplicación de cloruro de sodio en la resistencia a la compresión simple del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.



*Figura 31:* Espécimen de MN y muestras con adición de 2,6 y 10% de NaCl para ensayo de compresión simple.

Fuente: Fotografía propia del Investigador



*Figura 32:* Rotura de espécimen en muestra natural para determinación de resistencia.

Fuente: Fotografía propia del Investigador

**Tabla 18:** Valores de resistencia en Muestra Natural y adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl

Ítem	Muestra Extraída	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	
		7 Días	14 Días
1	Afirmado patrón	3.999	9.772
2	Afirmado + 2% de NaCl	4.564	10.915
3	Afirmado + 6% de NaCl	5.152	13.859
4	Afirmado + 10% de NaCl	6.160	15.585

Fuente: Elaboración propia

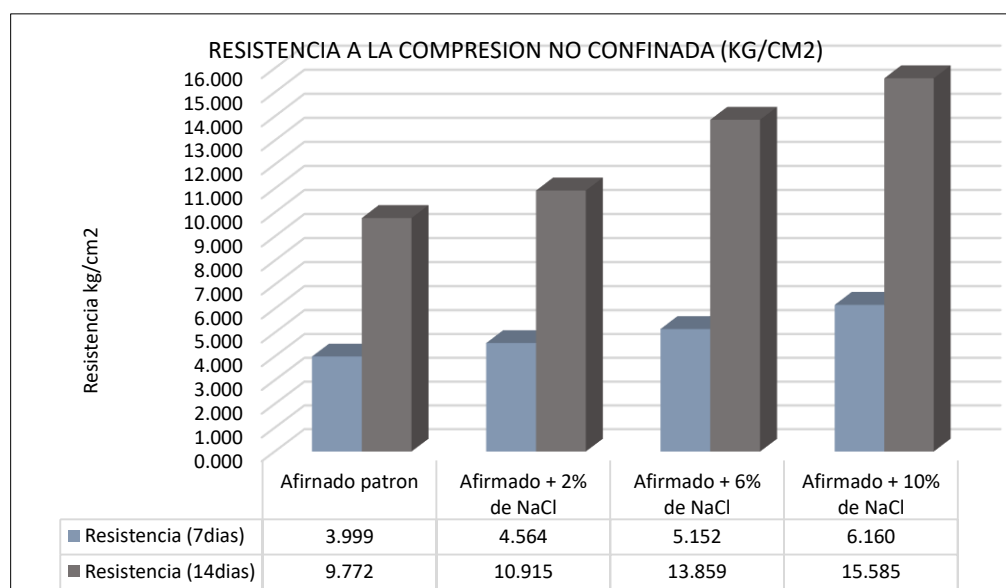


Figura 33: Valores de resistencia de suelo adicionando el 2%,6% y 10% de NaCl.

Fuente: Propia del Investigador

Según la tabla 18 y figura 33, el ensayo de compresión simple no confiando realizado de acuerdo a la normativa NTP 339.167 aplicado en la muestra patrón o con 0% de cloruro de sodio se observa un resultado de 9.772 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 3.999 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días el cual al adicionar en la muestra patrón las proporciones de 2%, 6% y 10% de cloruro de sodio se vio un aumento en la R. siendo los resultados obtenidos los siguientes 10.915 kg/cm<sup>2</sup>, 13.859 kg/cm<sup>2</sup> y 15.585 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 4.564 kg/cm<sup>2</sup>, 5.152 kg/cm<sup>2</sup> y 6.160 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de acuerdo a las proporciones adicionadas.



## Contrastación de hipótesis

En esta investigación se tuvo 4 muestras analizadas, por lo que la verificación estadística para la contratación de hipótesis será la normalidad de acuerdo a la prueba de Shapiro utilizada para muestras menores a 50 y posteriormente para la decisión el coeficiente de correlación de Pearson "r".

Prueba de hipótesis 01 de Investigación:

La aplicación del cloruro de sodio influye en el límite líquido del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.

Prueba de normalidad de variable:

a) Formulación de la Hipótesis:

- La distribución de la variable límite líquido no difiere de la distribución normal.

$H_0$  (Hipótesis nula):  $P \geq 0.050$  (5%)

- La distribución de la variable límite líquido difiere de la distribución normal.

$H_1$  (Hipótesis alterna):  $P \leq 0.050$  (5%)

b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050)

c) Prueba de Shapiro-Wilk:  $n = 4$  ( $n$ =número de muestras)

**Tabla 19:** Prueba de normalidad de la variable límite líquido

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Líquido %	,210	4	.	,965	4	,807

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

d) Decisión:  $P = 0.807 > 0.050$ , aceptando  $H_0$ .

- e) Conclusión: En la prueba de normalidad al obtener un valor de significancia de 0.807 siendo mayor a la significancia establecida del 5%  $\alpha = 5\%$  (0.050) se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) lo que menciona que: La distribución de la variable límite líquido no difiere de la distribución normal; por lo se opta una prueba paramétrica en la comprobación de hipótesis.

Asociación por el coeficiente de correlación de Pearson:

- a) Planteamiento del problema:
- $H_0$  (Hipótesis nula): Los datos de la variable límite líquido no están relacionados (la disminución del límite líquido no está relacionada a la adición de NaCl)
  - $H_1$  (Hipótesis alterna): Los datos de la variable límite líquido están relacionados (la disminución del límite líquido está relacionada a la adición de NaCl)
- b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).
- c) Prueba estadística por el coeficiente de correlación de Pearson para uso de variables cuantitativas.

**Tabla 20:** *Correlaciones de la variable límite líquido*

		<b>Correlaciones</b>	
		Líquido	Adición NaCl
Líquido %	Correlación de Pearson	1	-1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	4	4
Adición NaCl	Correlación de Pearson	-1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	4	4

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- d) Decisión:  $P \geq 0.050$ ; rechazando  $H_0$ .

- e) Conclusión: De acuerdo a la evidencia estadística en un 95% de confianza por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) confirmando que: la variable del límite líquido está relacionada de manera directa reduciendo su valor de una correlación de -100% encontrándose en el rango negativo fuerte a perfecto, se concluye el rango de precisión alta que la aplicación del NaCl influye en el límite líquido en el material de afirmado para carreteras no pavimentadas.

Prueba de hipótesis 02 de Investigación:

La aplicación del cloruro de sodio influye en el límite plástico del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.

Prueba de normalidad de variable:

a) Formulación de la Hipótesis:

- La distribución de la variable límite plástico no difiere de la distribución normal.

$H_0$  (Hipótesis nula):  $P \geq 0.050$  (5%).

- La distribución de la variable límite plástico difiere de la distribución normal.

$H_1$  (Hipótesis alterna):  $P \leq 0.050$  (5%).

b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).

c) Prueba de Shapiro-Wilk:  $n = 4$  ( $n$ =número de muestras)

**Tabla 21:** Prueba de normalidad de la variable límite plástico

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Plástico %	,155	4	.	,994	4	,975

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

d) Decisión:  $P = 0.975 > 0.050$ , aceptando  $H_0$ .

- e) Conclusión: En la prueba de normalidad al obtener un valor de significancia de 0.975 siendo mayor a la significancia establecida del 5%  $\alpha = 0.050$  se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) lo que menciona que: La distribución de la variable límite plástico no difiere de la distribución normal; por lo se opta una prueba paramétrica en la comprobación de hipótesis.

Asociación por el coeficiente de correlación de Pearson:

- a) Planteamiento del problema:
- $H_0$  (Hipótesis nula: Los datos de la variable límite plástico no están relacionados (la disminución del límite plástico no está relacionada a la adición de NaCl)
  - $H_1$  (Hipótesis alterna): Los datos de la variable límite plástico están relacionados (la disminución del límite plástico está relacionada a la adición de NaCl)
- b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).
- c) Prueba estadística por el coeficiente de correlación de Pearson para uso de variables cuantitativas.

**Tabla 22:** *Correlaciones de la variable límite plástico.*

		L. Plástico	Adición NaCl
L. Plástico	Correlación de Pearson	1	-,991**
	Sig. (bilateral)		,009
	N	4	4
Adición NaCl	Correlación de Pearson	-,991**	1
	Sig. (bilateral)	,009	
	N	4	4

d)

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- e) Decisión:  $P \geq 0.050$ , rechazando  $H_0$ .

- f) Conclusión: De acuerdo a la evidencia estadística en un 95% de confianza por lo que se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  confirmando que: la variable del límite plástico está relacionada de manera directa reduciendo su valor de una correlación de -99.1% encontrándose en el rango negativo fuerte a perfecto, se concluye el rango de precisión alta que la aplicación del NaCl influye en el límite plástico en el material de afirmado para carreteras no pavimentadas.

Prueba de hipótesis 03 de Investigación:

La aplicación del cloruro de sodio influye en el índice de plasticidad del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.

Prueba de normalidad de variable:

a) Formulación de la Hipótesis:

- La distribución de la variable índice de plasticidad no difiere de la distribución normal.

$H_0$  (Hipótesis nula):  $P \geq 0.050$  (5%).

- La distribución de la variable índice de plasticidad difiere de la distribución normal.

$H_1$  (Hipótesis alterna):  $P \leq 0.050$  (5%).

b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).

c) Prueba de Shapiro-Wilk:  $n = 4$  ( $n$ =número de muestras)

**Tabla 23:** Prueba de normalidad de la variable índice de plasticidad

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
I.	Plasticidad %	,218	4	.	,958	4	,767

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- d) Decisión:  $P = 0.767 > 0.050$ , aceptando  $H_0$ .
- e) Conclusión: En la prueba de normalidad al obtener un valor de significancia de 0.767 siendo mayor a la significancia establecida del 5%  $\alpha = 0.050$  se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) lo que menciona que: La distribución de la variable índice de plasticidad no difiere de la distribución normal; por lo se opta una prueba paramétrica en la comprobación de hipótesis.

Asociación por el coeficiente de correlación de Pearson:

- a) Planteamiento del problema:
- $H_0$  (Hipótesis nula): Los datos de la variable índice de plasticidad no están relacionados (la disminución del índice de plasticidad no está relacionada a la adición de NaCl)
  - $H_1$  (Hipótesis alterna): Los datos de la variable índice de plasticidad están relacionados (la disminución del índice de plasticidad está relacionada a la adición de NaCl)
- b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).
- c) Prueba estadística por el coeficiente de correlación de Pearson para uso de variables cuantitativas.

**Tabla 24:** *Correlaciones de la variable índice de plasticidad.*

		Índice Plasticidad	Adición NaCl
Índice Plasticidad	Correlación de Pearson	1	-1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	4	4
Adición NaCl	Correlación de Pearson	-1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	4	4

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- d) Decisión:  $P \geq 0.050$ ; rechazando  $H_0$ .
- e) Conclusión: De acuerdo a la evidencia estadística en un 95% de confianza por lo que se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  confirmando que: la variable del índice de plasticidad está relacionada de manera directa reduciendo su valor de una correlación de -100.0% encontrándose en el rango negativo fuerte a perfecto, se concluye el rango de precisión alta que la aplicación del NaCl influye en el índice de plasticidad en el material de afirmado para carreteras no pavimentadas.

Prueba de hipótesis 04 de Investigación:

La aplicación del cloruro de sodio influye en la densidad máxima del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.

Prueba de normalidad de variable:

- a) Formulación de la Hipótesis:
- La distribución de la variable máxima densidad seca no difiere de la distribución normal.  
 $H_0$  (Hipótesis nula):  $P \geq 0.050$  (5%).
  - La distribución de la variable máxima densidad seca difiere de la distribución normal.  
 $H_1$  (Hipótesis alterna):  $P \leq 0.050$  (5%).
- b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).
- c) Prueba de Shapiro-Wilk:  $n = 4$  ( $n$ =número de muestras)

**Tabla 25:** Prueba de normalidad de la variable máxima densidad seca.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
O.C.H	,201	4	.	,972	4	,857
D.M.S	,207	4	.	,968	4	,831

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- d) Decisión:  $P = 0.831 > 0.050$ ; aceptando  $H_0$ .
- e) Conclusión: En la prueba de normalidad al obtener un valor de significancia de 0.831 siendo mayor a la significancia establecida del 5%  $\alpha = 0.050$  se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) lo que menciona que: La distribución de la variable máxima densidad seca no difiere de la distribución normal; por lo se opta una prueba paramétrica en la comprobación de hipótesis.

Asociación por el coeficiente de correlación de Pearson:

- a) Planteamiento del problema:
- $H_0$  (Hipótesis nula): Los datos de la variable máxima densidad seca no están relacionados (la disminución de la máxima densidad seca no está relacionada a la adición de NaCl)
  - $H_1$  (Hipótesis alterna): Los datos de la variable máxima densidad seca están relacionados (la disminución de la máxima densidad seca está relacionada a la adición de NaCl)
- b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).
- c) Prueba estadística por el coeficiente de correlación de Pearson para uso de variables cuantitativas.

**Tabla 26:** *Correlaciones de la variable máxima densidad seca.*

		O.C.H	D.M.S	Adición NaCl
O.C.H	Correlación de Pearson	1	-1,000**	-,999**
	Sig. (bilateral)		,000	,001
	N	4	4	4
D.M.S	Correlación de Pearson	-1,000**	1	1,000**
	Sig. (bilateral)	,000		,000
	N	4	4	4
Adición NaCl	Correlación de Pearson	-,999**	1,000**	1



Sig. (bilateral)	,001	,000	
N	4	4	4

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- d) Decisión:  $P \geq 0.050$ ; rechazando la  $H_0$ .
- e) Conclusión: De acuerdo a la evidencia estadística en un 95% de confianza por lo que se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  confirmando que: la variable máxima densidad seca está relacionada de manera directa aumentando su valor de una correlación de +100.0% encontrándose en el rango positivo fuerte a perfecto, se concluye el rango de precisión alta que la aplicación del NaCl influye en la máxima densidad seca del material de afirmado para carreteras no pavimentadas.

Prueba de hipótesis 05 de Investigación:

La aplicación del cloruro de sodio influye en la capacidad portante del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.

Prueba de normalidad de variable:

- a) Formulación de la Hipótesis:
- La distribución de la variable capacidad portante no difiere de la distribución normal.  
 $H_0$  (Hipótesis nula):  $P \geq 0.050$  (5%).
  - La distribución de la variable capacidad portante difiere de la distribución normal.
  - $H_1$  (Hipótesis alterna):  $P \leq 0.050$  (5%).
- b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).
- c) Prueba de Shapiro-Wilk:  $n = 4$  ( $n$ =número de muestras)

**Tabla 27:** Prueba de normalidad de la variable capacidad portante.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MDS.100	,250	4	.	,919	4	,532
MDS.95	,250	4	.	,919	4	,532

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- d) Decisión:  $P = 0.532 > 0.050$ ; aceptando la  $H_0$ .
- e) Conclusión: En la prueba de normalidad al obtener un valor de significancia de 0.532 siendo mayor a la significancia establecida del 5%  $\alpha = 0.050$  se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) lo que menciona que: La distribución de la variable capacidad portante no difiere de la distribución normal; por lo se opta una prueba paramétrica en la comprobación de hipótesis.

Asociación por el coeficiente de correlación de Pearson:

- a) Planteamiento del problema:
- $H_0$  (Hipótesis nula): Los datos de la variable capacidad portante no están relacionados (la disminución de la capacidad portante no está relacionada a la adición de NaCl)
  - $H_1$  (Hipótesis alterna): Los datos de la variable capacidad portante están relacionados (la disminución de la capacidad portante está relacionada a la adición de NaCl)
- b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).
- c) Prueba estadística por el coeficiente de correlación de Pearson para uso de variables cuantitativas.

**Tabla 28:** Correlaciones de la variable capacidad portante.

		MDS.100%	MDS.95%	Adición NaCl
MDS.100%	Correlación de Pearson	1	1,000**	,994**
	Sig. (bilateral)		,000	,006
	N	4	4	4
MDS.95%	Correlación de Pearson	1,000**	1	,994**
	Sig. (bilateral)	,000		,006
	N	4	4	4
Adición NaCl	Correlación de Pearson	,994**	,994**	1
	Sig. (bilateral)	,006	,006	
	N	4	4	4

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- d) Decisión:  $P \geq 0.050$ ; rechazando la  $H_0$ .
- e) Conclusión: De acuerdo a la evidencia estadística en un 95% de confianza por lo que se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  confirmando que: la variable máxima densidad seca está relacionada de manera directa aumentando su valor de una correlación de +99.4% encontrándose en el rango positivo fuerte a perfecto, se concluye el rango de precisión alta que la aplicación del NaCl influye en la capacidad portante del material de afirmado para carreteras no pavimentadas.

Prueba de hipótesis 06 de Investigación:

La aplicación del cloruro de sodio influye en la resistencia a la compresión simple del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.

Prueba de normalidad de variable:

- a) Formulación de la Hipótesis:

- La distribución de la variable resistencia a la compresión simple no difiere de la distribución normal.

Ho (Hipótesis nula):  $P \geq 0.050$  (5%).

- La distribución de la variable resistencia a la compresión simple difiere de la distribución normal.

H1 (Hipótesis alterna):  $P \leq 0.050$  (5%).

b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$  (0.050).

c) Prueba de Shapiro-Wilk:  $n = 4$  ( $n$ =número de muestras)

**Tabla 29:** Prueba de normalidad de la variable resistencia a la compresión simple.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia.7días	,171	4	.	,980	4	,902
Resistencia.14días	,228	4	.	,944	4	,677

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

d) Decisión:  $P = 0.677 > 0.050$ , aceptando la Ho.

e) Conclusión: En la prueba de normalidad al obtener un valor de significancia de 0.677 siendo mayor a la significancia establecida del 5%  $\alpha = 0.050$  se acepta la hipótesis nula (Ho) lo que menciona que: La distribución de la variable resistencia a la compresión simple no difiere de la distribución normal; por lo se opta una prueba paramétrica en la comprobación de hipótesis.

Asociación por el coeficiente de correlación de Pearson:

a) Planteamiento del problema:

- Ho (Hipótesis Nula): Los datos de la variable resistencia a la compresión simple no están relacionados (la disminución de la resistencia a la compresión simple no está relacionada a la adición de NaCl)

- H1 (Hipótesis Alterna): Los datos de la variable resistencia a la compresión simple están relacionados (la disminución de la resistencia a la compresión simple está relacionada a la adición de NaCl)
- b) Nivel de significancia:  $\alpha = 5\%$ (0.050)
- c) Prueba estadística por el coeficiente de correlación de Pearson para uso de variables cuantitativas.

**Tabla 30:** *Correlaciones de la variable resistencia a la compresión*

		<b>Correlaciones</b>		
		R 7días	R 14días	Adición NaCl
Resistencia.7días	Correlación de Pearson	1	,977*	,993**
	Sig. (bilateral)		,023	,007
	N	4	4	4
Resistencia.14días	Correlación de Pearson	,977*	1	,994**
	Sig. (bilateral)	,023		,006
	N	4	4	4
Adición NaCl	Correlación de Pearson	,993**	,994**	1
	Sig. (bilateral)	,007	,006	
	N	4	4	4

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software STSS (Programa Estadístico)

- d) Decisión:  $P \geq 0.050$ ; rechazando la  $H_0$ .
- e) Conclusión: De acuerdo a la evidencia estadística, en un 95% de confianza, por lo que se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , confirmando que: la variable máxima densidad seca está relacionada de manera directa aumentando su valor de una correlación de +99.4% encontrándose en el rango positivo fuerte a perfecto, se concluye el rango de precisión alta que la aplicación del NaCl influye en la resistencia a la compresión del material de afirmado para carreteras no pavimentadas.

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: En el desarrollo de esta investigación se determinó los valores del límite líquido en la muestra de natural y aplicando NaCl en porcentajes de 2%, 6% y 10% basándonos en la normativa del ensayo de Límite Líquido ASTM D-4318 MTC E 110; el tipo de material según los resultados fue de A 2-4 Material granular (Grava y arena arcillosa o limosa) según la clasificación ASSHTO; y SP-SM (Limo con grava) según la clasificación SUCS; donde se observa que la dosificación óptima es del 10% de NaCl; disminuyendo su límite líquido de 37.99% a 35.804% siendo un 2.195% que disminuye. Concuero con la investigación de Ñahui y Vallejos (2021); donde utilizo dosificaciones de NaCl de 2%,4% y 6% en tres tipos de suelos según la clasificación SUCS; ML-CL arcilla limosa, CL arcilla ligera y SC arenas arcillosas y según la clasificación ASSHTO A-4 suelo limoso, A-6 suelos arcillosos y A-2-4 Arcilla y arena limosa; donde de igual manera se reducen los valores del límite líquido en los tres tipos de muestras siendo estos; de 29.38% a 26.10%, 28.33% a 21.15% y de 38.12% a 32.12% de %LL. Por lo que la aplicación de NaCl en cuanto al límite líquido dependerá de la clasificación del tipo de suelo, en esta investigación concuerdan con el tipo de suelos y que es notorio que disminuye el límite líquido al adicionar dosificaciones de cloruro de sodio.

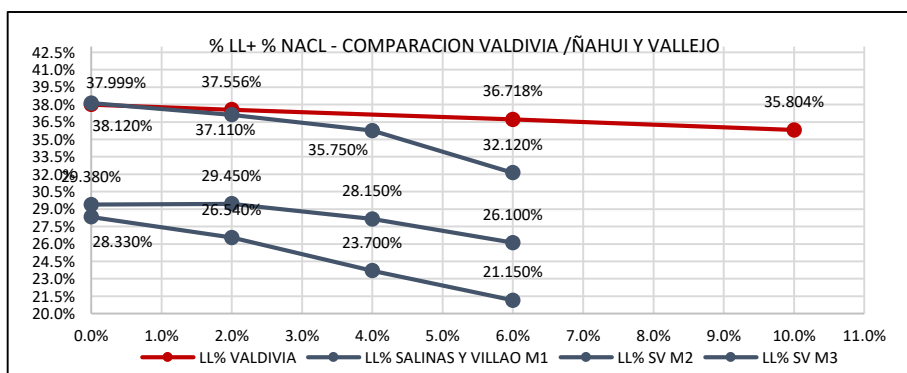


Figura 34: Comparación de valores %LI Valdivia – Ñahui y Vallejos

Discusión 2: En el desarrollo de esta investigación se determinó los valores del límite plástico en la muestra de natural y aplicando NaCl en porcentajes de 2%, 6% y 10% basándonos en la normativa del ensayo de Límite Plástico ASTM D-4318 MTC E 111; el tipo de material según los resultados fue de A 2-4 Material granular (Grava y arena arcillosa o limosa) según la clasificación ASSHTO; y SP-SM (Limo con grava) según la clasificación SUCS; donde se observa que la dosificación

óptima es del 10% de NaCl; disminuyendo ligeramente su límite plástico de 31.494% a 31.222% siendo un porcentaje de 0.274% que disminuye gradualmente. Discrepo con la investigación de Salinas y Villao (2019); donde utilizo dosificaciones de NaCl de 3%,5% y 7% además de CaO en las mismas dosificaciones aplicadas un tipo suelo según la clasificación SUCS; MH-ML limos y según la clasificación ASSHTO A-4, A-7-5 suelos arcillosos; donde se aumentan los valores del límite plásticos adicionando NaCl siendo estos; de 41.09% a 42.21%, de %LP. Por lo que la aplicación de NaCl en cuanto al límite plástico dependerá de la clasificación del tipo de suelo; en la investigación el tipo de suelo mantiene otra clasificación, por lo que el porcentaje de los investigadores Salinas y Villao aumenta con la primera dosificación de 3% y posteriormente disminuye con las siguientes dosificaciones, pero no disminuye al LP de la muestra natural.

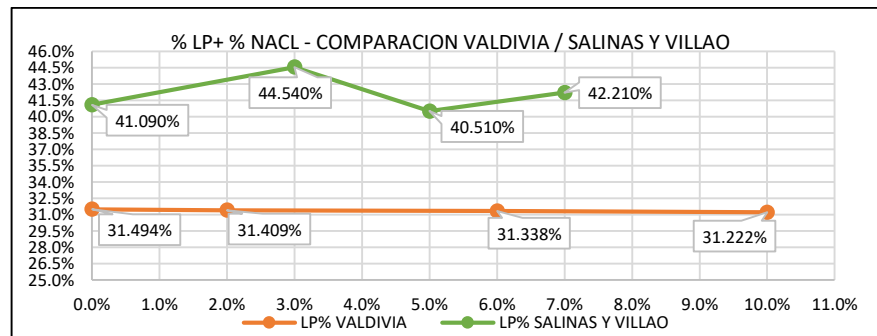


Figura 35: Comparación de valores %LP Valdivia - Salinas y Villao

Discusión 3: En el desarrollo de esta investigación se determinó los valores del índice de plasticidad en la muestra de natural y aplicando NaCl en porcentajes de 2%, 6% y 10% basándonos en la no normativa del ensayo de LL y LP ASTM D-4318 MTC E 111 - 110; el tipo de material según los resultados fue de A 2-4 Material granular (Grava y arena arcillosa o limosa) según la clasificación ASSHTO; y SP-SM (Limo con grava) según la clasificación SUCS; donde se observa que la dosificación óptima es del 10% de NaCl; disminuyendo su índice de plasticidad de 6.504% a 4.583% siendo un porcentaje de 1.921% que disminuye. Concuero con la investigación de Larrea y Rivas (2019); donde utilizo dosificaciones de NaCl de 1%,5% y 10% además de CaO en las mismas dosificaciones aplicadas un tipo suelo según la clasificación SUCS; GC grava arcillosa y según la clasificación ASSHTO A-2-6 (4) grava arena limosas y arcillosas; donde de igual manera se reducen los valores del índice de plasticidad al adicionar NaCl siendo estos; de 17% a 11.27%,

de %LP. Por lo que la aplicación de NaCl en cuanto al índice de plasticidad dependerá de la clasificación del tipo de suelo, en esta investigación hay similitud con el tipo de suelo y que es notorio que disminuye progresivamente al adicionar dosificaciones de cloruro de sodio en caso de Larrea y Rivas hay una diferencia notoria de casi 6% de IP debido a la mayor presencia de elemento finos a diferencia de esta investigación.

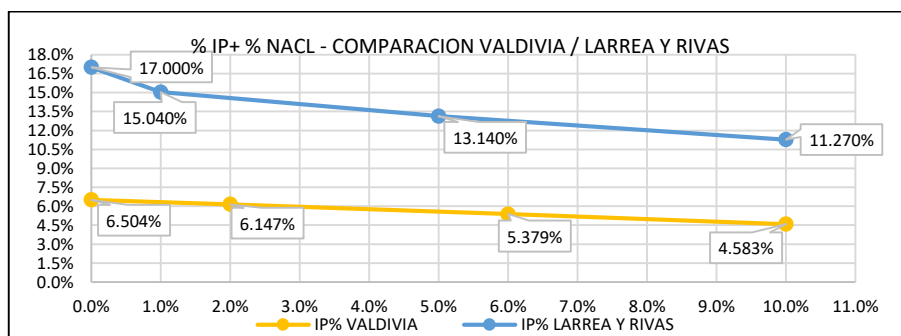


Figura 36: Comparación de valores %IP Valdivia – Larrea y Rivas

Discusión 4: En el desarrollo de esta investigación se determinó los valores de la máxima densidad seca en la muestra natural y aplicando NaCl en porcentajes de 2%, 6% y 10% basándonos en la normativa del ensayo de Proctor Modificado ASTM D-1557 MTC E 115; el tipo de suelo de la muestra según los resultados fue de A 2-4 Material granular (Grava y arena arcillosa o limosa) según la clasificación ASSHTO; y SP-SM (Limo con grava) según la clasificación SUCS; donde se observa que la dosificación óptima es del 10% de NaCl; aumentando ligeramente su máxima densidad seca de 1.940 gr/cm<sup>3</sup> a 2.027 gr/cm<sup>3</sup> además en cuanto a su óptimo contenido de humedad disminuye gradualmente de 6.56% a 5.83%. Concuero con la investigación de Cochachin (2018); donde utilizo dosificaciones de NaCl de 3%,5% y 7% aplicada un tipo suelo según la clasificación SUCS; SM y según la clasificación ASSHTO, A-2-4; donde de igual manera aumentan los valores de la M.D.S. adicionando NaCl siendo estos; de 1.208 gr/cm<sup>3</sup> a 1.221gr/cm<sup>3</sup> % y en cuanto a su O.C.H. también disminuye de 21.8% a 9.2%. Por lo que la aplicación de NaCl en cuanto a la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad dependerá de la clasificación del tipo de suelo, en esta investigación el tipo de suelo mantiene igual clasificación, por lo que la M.D.S. aumenta gradualmente y el O.C.H. disminuye.



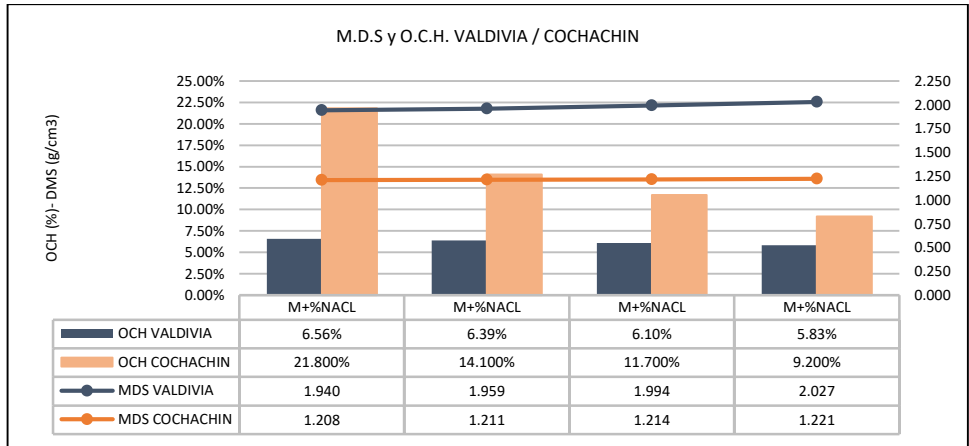


Figura 37: Comparación de valores M.D.S. y O.C.H. Valdivia – Cochachin

Discusión 5: En el desarrollo de esta investigación se determinó los valores de la capacidad portante en la muestra de natural y aplicando NaCl en porcentajes de 2%, 6% y 10% basándonos en la normativa del ensayo de CBR ASTM D-1883 MTC E 132; el tipo de suelo de la muestra según los resultados fue de A 2-4 Material granular ( Grava y arena arcillosa o limosa) según la clasificación ASSHTO; y SP-SM (Limo con grava) según la clasificación SUCS; donde se observa que la dosificación óptima es del 10% de NaCl; aumentando progresivamente su capacidad portante al 100% de 36.830% a 49.190% de su MDS (0.1”) al 95% de 33.040% a 45.400% de su MDS (0.1”). Discrepo con la investigación de Izaguirre y Luna (2019); donde utilizo dosificaciones de NaCl de 5% y 7% aplicada un tipo suelo según la clasificación SUCS; ML limo arenoso y según la clasificación ASSHTO, A-4 regular a malo; donde se reduce su CBR de 8.29% a 7.55% Por lo que la aplicación de NaCl en cuanto a la capacidad portante dependerá del tipo suelo en la investigación de Izaguirre y Luna no aumenta el CBR progresivamente dado que el tipo de material según la clasificación es A-4 regular a malo.

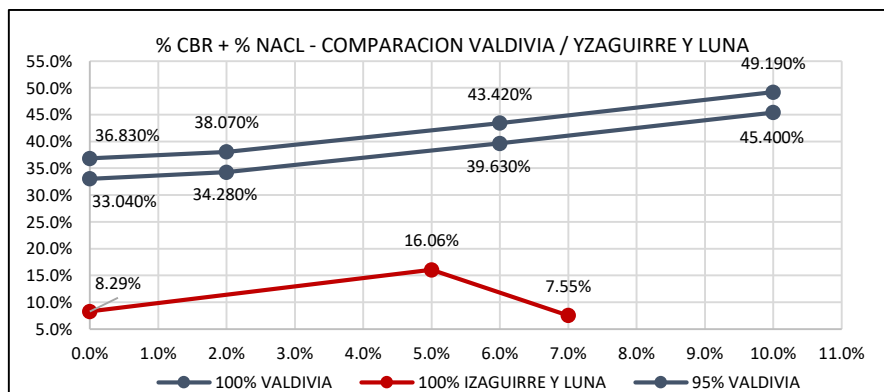


Figura 38: Comparación de valores CBR Valdivia – Yzaguirre y Luna

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Adicionar un aditivo químico tal como es el cloruro de sodio influye favorablemente en el material de afirmado para la carretera Vecinal EMP.MO 534 Fundo El Hueso; de acuerdo a los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo el material de afirmado extraído de la cantera con adición 0% de NaCl no cumple con dos de los cinco parámetros de calidad del afirmado establecido en la normativa del MTC 2008 (pág.114) pero a medida que se fueron realizando los ensayos tanto para las propiedades físicas y mecánicas en diferentes dosificaciones 2%,6% y 10% se logró con cumplir todos los parámetros de calidad del afirmado además de lograr incrementar notoriamente la capacidad portante y la resistencia a la compresión por tal motivo que la adición del cloruro de sodio al 10% mejora las propiedades físicas y mecánica del material de afirmado dando una conservación a las carreteras no pavimentadas de bajo nivel vehicular; además que la carpeta de rodadura al tener contacto directo con las cargas directas ejercidas por el tránsito vehicular requiere una óptima capacidad portante para no presentar fallas a futuro donde se vea involucrado el gasto económico y la seguridad vial.

Conclusión 2: El límite líquido de la muestra extraída de la cantera se reduce gradualmente hasta un 2.194%; de acuerdo a los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos en función al ensayo de Límites de Atterberg según la normativa vigente ASTM D-4318 y MTC E 110; donde se obtuvieron los siguientes resultados: en la muestra patrón con adición 0% de NaCl un % LL de 37.999% el cual este valor no cumple con los parámetros de calidad del afirmado establecido en la normativa del MTC 2008 (pág.114) siendo este un valor máximo de 35% de LL; en la muestra patrón con adición de 2% de NaCl un % LL de 37.556%; en la muestra patrón con adición de 6% de NaCl un % LL de 33.718% y en la muestra patrón con adición de 10% de NaCl un % LL de 35.804% el cual el valor del límite líquido disminuye progresivamente siendo el 10% de NaCl el porcentaje óptimo en la muestra de afirmado.

Conclusión 3: El límite plástico de la muestra se reduce ligeramente y gradualmente hasta un 0.273%; de acuerdo a los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos

en función al ensayo de Límites de Atterberg según la normativa vigente ASTM D-4318 y MTC E 111; donde se obtuvieron los siguientes resultados: en la muestra patrón con adición 0% de NaCl un % LP de 31.494%; en la muestra patrón con adición de 2% de NaCl un % LP de 31.409%; en la muestra patrón con adición de 6% de NaCl un % LL de 31.338% y en la muestra patrón con adición de 10% de NaCl un % LL de 31.222% el cual el valor del límite plástico disminuye ligeramente siendo el 10% de NaCl el porcentaje óptimo en la muestra de afirmado.

Conclusión 4: El índice de plasticidad de la muestra extraída de la cantera ubicada en el último tramo de la carretera Vecinal EMP.MO 534 Fundo El hueso se reduce gradualmente hasta un 1.922%; de acuerdo a los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos en función al ensayo de Límites de Atterberg según la normativa vigente ASTM D-4318 y MTC E 110 y 111; donde se obtuvieron los siguientes resultados: en la muestra patrón con adición 0% de NaCl un % IP de 6.504% el cual este valor cumple con los parámetros del afirmado establecido en la normativa del MTC 2008 (pág.113) al ser una carretera tipo 2; en la muestra patrón con adición de 2% de NaCl un % IP de 6.147%; en la muestra patrón con adición de 6% de NaCl un % IP de 5.379% y en la muestra patrón con adición de 10% de NaCl un %IP de 4.583% el cual el valor del índice de plasticidad disminuye ligeramente, pero se mantiene en el rango establecido por la normativa para el tipo de tráfico.

Conclusión 5: En cuanto a las propiedades mecánicas tales como la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad de la muestra extraída de la cantera ubicada en el último tramo de la carretera Vecinal EMP.MO 534 Fundo El hueso; la M.D.S. aumenta gradualmente hasta un 0.087 gr/cm<sup>3</sup> mientras que el O.C.H. disminuye ligeramente hasta un 0.734%; de acuerdo a los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos en función al ensayo de Proctor Modificado según la normativa vigente ASTM D-1557 y MTC E 115; donde se obtuvieron los siguientes resultados: en la muestra patrón con adición 0% de NaCl una M.D.S. de 1.940 gr/cm<sup>3</sup>; adicionando un 2% de NaCl una M.D.S. de 1.959 gr/cm<sup>3</sup>; adicionando un 6% de NaCl una M.D.S. de 1.994 gr/cm<sup>3</sup> y adicionando un 10% de NaCl una M.D.S. de 42.027gr/cm<sup>3</sup>; donde se observa un aumento gradualmente

de máxima densidad seca adicionando cloruro de sodio; en cuanto al O.C.H. en la muestra patrón con adición 0% de NaCl un O.C.H. de 6.56%; adicionando un 2% de NaCl un O.C.H. de 6.39%; adicionando un 6% de NaCl un O.C.H. de 6.10% y adicionando un 10% de NaCl un O.C.H. de 5.83%; donde se observa que disminuye gradualmente el óptimo contenido de humedad adicionando cloruro de sodio.

Conclusión 6: En cuanto al CBR al 100% y 95% de la MDS y una penetración de carga de 0.1" de la muestra extraída de la cantera ubicada en el último tramo de la carretera Vecinal EMP.MO 534 Fundo El hueso; el CBR aumenta gradualmente al 100% hasta un 12.360% de acuerdo a los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos en función al ensayo de CBR según la normativa vigente ASTM D-1883 y MTC E 132; donde se obtuvieron los siguientes resultados: al 100% de M.D.S. (0.1") en la muestra patrón con adición 0% de NaCl un CBR de 36.830% el cual este valor no cumple con los parámetros del afirmado establecidos en la normativa del MTC 2008 (pág.113) siendo este un valor mínimo de 40%; mientras que adicionando un 2% de NaCl aumenta el CBR a 38.070%; adicionando un 6% de NaCl un CBR de 43.420% y adicionando un 10% de NaCl un CBR de 49.190%; donde se observa un aumento gradualmente de CBR adicionando cloruro de sodio, el cual según los parámetros de calidad del material afirmado adicionando un 6% y 10% de NaCl cumple el valor de CBR; por tal motivo el porcentaje óptimo sería el que influye favorablemente y da un valor máximo en este caso la dosificación de 10% de NaCl. En cuanto al 95% de M.D.S. (0.1") en la muestra patrón con adición 0% de NaCl un CBR de 33.040% el cual este valor no cumple con los parámetros del afirmado establecidos en la normativa del MTC 2008 (pág.113) siendo este un valor mínimo de 40%; mientras que adicionando un 2% de NaCl aumenta el CBR a 34.280%; adicionando un 6% de NaCl un CBR de 39.630% y adicionando un 10% de NaCl un CBR de 45.400%; donde se observa un aumento gradualmente de CBR adicionando cloruro de sodio, el cual según los parámetros de calidad del material afirmado adicionando un 10% de NaCl cumple el valor de CBR; por tal motivo el porcentaje óptimo sería el que influye favorablemente y da un valor máximo en este caso la dosificación de 10% de NaCl.

Conclusión 7: La resistencia a la compresión de la muestra extraída de la cantera ubicada en el último tramo de la carretera Vecinal EMP.MO534 Fundo El hueso aumenta gradualmente hasta un 2.161 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días mientras que a los 14 días de igual manera aumenta gradualmente hasta un 5.813 kg/cm<sup>2</sup>; de acuerdo a los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos en función al ensayo de Compresión Simple No Confinada según la normativa vigente ASTM C-39 y C-1231 donde se obtuvieron los siguientes resultados: a los 7 días la muestra patrón con adición 0% de NaCl un 3.999 kg/cm<sup>2</sup>; en la muestra patrón con adición de 2% de NaCl un 4.564 kg/cm<sup>2</sup>; en la muestra patrón con adición de 6% de NaCl un 5.152 kg/cm<sup>2</sup> y en la muestra patrón con adición de 10% de NaCl un 6.160 kg/cm<sup>2</sup> el cual el valor de la resistencia a la compresión simple aumenta gradualmente a los 7 días mientras que a los 14 días la muestra patrón con adición 0% de NaCl un 9.772 kg/cm<sup>2</sup>; en la muestra patrón con adición de 2% de NaCl un 10.915 kg/cm<sup>2</sup> ; en la muestra patrón con adición de 6% de NaCl un 13.859 kg/cm<sup>2</sup> y en la muestra patrón con adición de 10% de NaCl un 15.585 kg/cm<sup>2</sup> el cual el valor de la resistencia a la compresión simple aumenta gradualmente; por tal motivo la adición de cloruro de sodio actúa favorablemente a los 14 días en un 10%, ya que alcanza valores de resistencia aceptables.

## VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda seguir con la línea de investigación de estabilización de suelos de diferente tipo de material como el afirmado, hormigón, base y súbbase empleando elementos químicos como el cloruro de sodio (NaCl) por lo que influye de diferente manera ante la diversidad de tipos de suelos que existe en el país, especialmente en zonas de suelos que contienen sus características físicas y mecánicas inadecuadas, para un uso en carreteras no pavimentadas; ya sea un 10% menos de capacidad portante permitida por la normativa según su tipo; además se recomienda identificar el material del suelo y según la revisión de antecedentes darle la aplicación del elemento químico en suelos con clasificación no estudiados.

Recomendación 2: Además se recomienda la aplicación de cloruro de sodio en otro tipo de dosificación, en esta investigación se utilizó el cloruro de sodio en granos; sin embargo, este componente químico según los antecedentes revisados se puede aplicar en estado de salmuera o de forma diluida en este caso se puede extraer del mar especialmente en carreteras que se encuentran en paralelo de la costa marina; y en cuanto a las carreteras de la sierra central donde se presenta mayor deficiencia en sus características físicas y mecánicas se debe estudiar el uso de aguas termales por lo que presentan propiedades en sus componentes químicos que podrían ser beneficiosos para la estabilización de suelos además que se busca soluciones factibles económicamente, pero que reaccionen de manera positiva para lograr la conservación y estabilización de carreteras no pavimentadas.

Recomendación 3: Se recomienda también según la literatura revisada y antecedentes, la aplicación de una combinación de componentes químicos, ya sea sal o cal; en tipos de suelos con clasificación no estudiada para dar alternativas de solución de conservación y estabilización de suelos para carreteras no pavimentadas.

Recomendación 4: Se recomienda dosificaciones no muy altas de cloruro de sodio en grano y en suelos con clasificación A-2-4 según ASSHTO, por lo que si se

alcanza porcentajes mayores reduciría la cantidad de material granular siendo perjudicial para el afirmado que no trabajaría de manera adecuada antes las cargas del tránsito vehicular en carreteras no pavimentadas.

Recomendación 5: Se recomienda, en cuanto al ensayo de compresión simple, en la rotura de los especímenes, evaluarlo a largo plazo, ya que en esta investigación solo se evaluó a los 7 y 14 días, dando resultados que aumentan gradualmente en cuando a las dosificaciones aplicadas; es por eso que se recomienda un estudio a largo plazo para evaluar su comportamiento en cuanto a la resistencia a la compresión.

Recomendación 6: Se recomienda de acuerdo al análisis de costo y beneficio la aplicación de estos componentes químicos dependiendo el costo del transporte del material de NaCl; en zonas costeras se podría considerar viable por el costo de acarreo cercano a las carreteras no pavimentadas además de la compra del componente cuyos valores son bajos y accesibles; además de ser una alternativa de estabilización y conservación de carreteras no pavimentadas.

## REFERENCIAS

- [1] FARFAN, Jhoan. Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de Evitamiento Abancay, Apurímac, 2020. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2021. pág. 35. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57248>
- [2] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, Lima, Perú, Enero de 2018. Estadística de Infraestructura de Vial, Oficina de estadística – OGPP, Julio 2021. pág. 102 Disponible en: <https://www.gob.pe/mtc>
- [3] COCHACHIN, Royal. Estabilización y durabilidad de sub base usando la cantera de Chalhua con adición de cloruro de sodio en 2,4 y 6%, Huaraz-2017. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad San Pedro, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018. pag 15. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5486>
- [4] YZAGUIRRE, Breiner y LUNA Very. Estabilización de la red vial vecinal AN-873-0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Ancash-2019. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. pag 10. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37519>
- [5] ÑAHUI Bosco y VALLEJOS Cesar. Aplicación de aditivo químico cloruro de sodio para la conservación de la carretera departamental HV116 tramo km 59.914 – km 60.914, Huancavelica – 2020. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2021. pág. 14. Disponible en : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62915>
- [6] SALINAS John y VILLO Ricardo. Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (Suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna Bajadita de Colonche de la Parroquia Colonche. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de ciencias de la Ingeniería Carrera Ingeniería Civil, 2019. pág. 18. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5223>



- [7] LARREA Bárbara y RIVAS Juan. Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio. Tesis (Ingeniero(a) Civil). Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, 2019. pág. 43. Disponible en : <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12607>
- [8] TIQUE Julio, MORA Rene, DIAZ Sergio y MAGAÑA Francisco. Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso. *ESPACIO I+D: Innovación Más Desarrollo*, 2019, Volumen VIII (20), pág. 55–68, 10647767, ISSN 2007-6703, <https://doi.org/10.31644/IMASD.20.2019.a03>.  
<https://www.espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/183>
- [9] REYES Oscar, CAMACHO Javier y TRONCOSO Juan. Uso de Cloruro de Sodio en bases granulares, 2020. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*; v. 16 n. 1 (2006); pág. 63-71; ISSN 1909-7735; <https://doi.org/10.18359/rcin.1247>.  
<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1322>
- [10] BRAWER Diego, GIUBERGIA Andrea y GIL Verónica. Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros, 2020. *Minería y Geología*. Apr-Jun2019, Vol. 35 Issue 2, p113-125. pág. 13.; ISSN 0258-5979; Acceso: 137389260.  
[http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art3\\_No2\\_2019](http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art3_No2_2019)
- [11] FLOREZ H, GARZON A y MOLINA R. Testing stabilization of high-plasticity clays used in sloping terrain by adding sodium silicate, 2019., *Institute of Physics Publishing*, Volumen 1587, Issue 1, ISSN 174-6588; Doi: 10.1088/1742-6596/1587/1/012036.  
[https://www.researchgate.net/publication/343476541\\_Testing\\_stabilization\\_of\\_high-plasticity\\_clays\\_used\\_in\\_sloping\\_terrain\\_by\\_adding\\_sodium\\_silicate](https://www.researchgate.net/publication/343476541_Testing_stabilization_of_high-plasticity_clays_used_in_sloping_terrain_by_adding_sodium_silicate)
- [12] HABIBA, Afrin. Stabilization of Clayey Soils Using Chloride Components. *American Journal of Civil Engineering*, 5(6):365-370, November 2017. ISSN: 2330-8729, DOI: 10.11648/j.ajce.20170506.18  
<https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=229&doi=10.11648/j.ajce.20170506.18>

- [13] AL HATTAMLEH, O., Aldeeky, H. , Rabab´ah, S., & Taamneh,M.(2020) The effect of Dead Sea salt solution on the engineering properties of expansive subgrade clayey soil. Amman. Arabian Journal of Geosciences. pag. 1  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05364-0>  
<https://www.researchgate.net/publication/341654155> The effect of Dead Sea salt solution on the engineering properties of expansive subgrade clayey soil
- [14] GUTTIKONDA, Ramkumar y ABHILASH, Nadakuditi. Stabilization of Black Cotton Soil Using Sodium Chloride. Vol. 4. (1): 1-5, 2018. Advance Research, Ideas and Innovations in Technology. pag. 15 ISSN: 2454-132X.  
<https://www.ijariit.com/manuscript/stabilization-of-black-cotton-soil-using-sodium-chloride/>
- [15] DE SOLMINIHAC Hernán, ECHAVEGUREN Tomás y CHAMORRO Alondra. Gestión de infraestructura vial. 3. a. ed. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2018. 196 pág. ISBN: 9789561423008.  
<https://www.alpha-editorial.com/Papel/9789587785074/Gesti%C3%B3n+De+Infraestructura+Vial+3Ed>
- [16] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles DGCF, 2008. 301 pp. pág. 146. Disponible en: <https://www.gob.pe/mtc>
- [17] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles DGCF, 2008. 301 pp. pág. 148.  
<https://www.yumpu.com/es/document/view/14307550/manual-para-el-diseno-de-caminos-no-pavimentados-de-bajo->
- [18] GARNICA Paul y PEREZ Alfonso. Estabilización con cloruro de sodio para uso en las vías terrestres. México: Instituto Mexicano del Transporte, 2002, 56 pp. pag.14, ISSN:0188-7297.  
<https://centrodeconocimiento.ccb.org.co/buscador/Record/ir-10901-16964/Details>
- [19] PALOMINO Edilberto. Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice

California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 114 pp.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9989>

[20] OGAWA, Tsunehiko [et al]. Studies on the Limitation of Soil Stabilization by the Addition of Sodium Chloride. Faculty of Agriculture: Ehime University, 1996. 5 pp.

<https://www.scopus.com/home.uri>

[21] ROLDÁN, Jairon. Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Civil, 2010. 199 pp.

<https://digi.usac.edu.gt/edigi/repositorios.html>

[22] FERNÁNDEZ, Loaiza. Mejoramiento y estabilización de suelos. México D.F.: Limusa, 1982. 352 pp. ISBN: 9681813804

<https://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=830>

[23] GARNICA Paul y PEREZ Alfonso. Estabilización con cloruro de sodio para uso en las vías terrestres. México: Instituto Mexicano del Transporte, 2002, 56 pp. pag.1, ISSN:0188-7297.

<https://centrodeconocimiento.ccb.org.co/buscador/Record/ir-10901-16964/Details>

[24] INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Manual de Carreteras: Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos. Lima: Editorial ICG, 2013. 195 pp. ISBN: 0471086584. Disponible en:

<https://www.gob.pe/mtc>

[25] MINISTERIO DE TRASPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2014. 301 pp. pág. 100. Disponible en: <https://www.gob.pe/mtc>

[26] LAMBE William y WHITMAN Robert. Mecánica de suelos. México: Limusa 1972. pag.31. ISBN 0471 511192-7

<https://www.freelibros.me/ingenieria-de-materiales/mecanica-de-suelos-william-lambe>

- [27] DAS Braja M. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Cuarta Edición. México, D. F 2013. Cengage Learning. pág. 28; ISBN:978-607-519-3731  
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3141/1673-07>
- [28] CORONADO, Jorge. Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala: [s.n.]. 2002. 289 pp. pág. 22.  
<https://dokumen.tips/engineering/manual-centroamericano-para-diseno-de-pavimentos-58ab421d6a0c4.html>
- [29] INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA. Manual de Carreteras: Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos. Lima: Editorial ICG, 2013. 195pp. pag.26. Disponible en:  
<https://www.gob.pe/mtc>
- [30] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de ensayo de materiales. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles; 2016. 205 pp. pág.44. Disponible en: <https://www.gob.pe/mtc>
- [31] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles; 2014. 301 pp. pág.30. Disponible en: <https://www.gob.pe/mtc>
- [32] RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. México: Limosa, 2005. 460 pp. ISBN: 9681800540. pág. 27  
[https://www.academia.edu/13449751/La\\_ingenier%C3%ADa\\_de\\_suelos\\_en\\_las\\_v%C3%ADas\\_terrestres](https://www.academia.edu/13449751/La_ingenier%C3%ADa_de_suelos_en_las_v%C3%ADas_terrestres)
- [33] KABUR, B. Role of calcium chloride and sodium chloride in soil stabilization. Journal of the Indian Roads Congress, 22 (3): 485-516, 1970. ISSN: 0258-0500. pág. 498.  
<https://www.scopus.com/home.uri>
- [34] SHASHANK Gupta . Stabilization of soil. International Journal of Engineering Technology Research & Management, 2 (2): 47-51, 1998. ISSN: 2456-9348. pag 49  
<https://www.scopus.com/home.uri>
- [35] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de ensayo de materiales. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles; 2016. 205 pp. pág.31. Disponible en: <https://www.gob.pe/mtc>

- [36] RAIHAN, Mohd. A Review of Stabilization of Soils by using Nanomaterials. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 7 (2): 576-581, 2013. ISSN: 1991-8178. pág. 576.  
<https://www.scopus.com/home.uri>
- [37] DUROTOVE, T.O. Effect of Common Salt on the Engineering Properties of Expansive Soil. International Journal of Engineering and Technology, 6 (7): 233-241, July 2016. ISSN: 2049-3444. pág. 236  
<https://www.scopus.com/home.uri>
- [38] TAMADHER, Abood. Stabilisation of Silty Clay Soil Using Chloride Compounds. Journal of Engineering Science and Technology, 2 (1): 102-110, abril 2007. pág. 103  
[https://www.researchgate.net/publication/49592710\\_Stabilisation\\_of\\_silty\\_clay\\_soil\\_using\\_chloride\\_compounds](https://www.researchgate.net/publication/49592710_Stabilisation_of_silty_clay_soil_using_chloride_compounds)
- [39] INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Manual de Carreteras: Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos. Lima: Editorial ICG, 2013. 195 pp. ISBN: 0471086584. pág. 28. Disponible en: <https://www.gob.pe/mtc>
- [40] BISQUERRA Rafael. Metodología de la investigación educativa. Madrid: La muralla, S.A. 2004, 460pp, ISBN:84-7133-748-7, pág.120  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662005000200593](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662005000200593)
- [41] UGALDE Nadia y BALBASTRE Francisco. Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. Ciencias Económicas 31-N°2;2013;179-187; ISSN: 0252-9521.pag 132  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730>
- [42] HERNANDEZ Roberto, FERNANDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.2010.634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Pág. 120  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- [43] HERNANDEZ Roberto, FERNANDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.2010.634 pp 83-84. ISBN: 978-1-4562-2396-0

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>

- [44] PEREZ Jose. Las variables en el método científico. Revista de la Sociedad Química del Perú. V.73 n.3 Lima 2007. ISSN 1810-634X. pág. 42  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2007000300007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007)
- [45] ESPINOZA Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda Parte. Universidad Técnica de Machala. Ecuador 2019. ISSN 2519-7320 On-line ISSN 1990-8644. Doi: <http://orcid.org/0000-0002-0537-4760>. pág. 45.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442019000400171](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171)
- [46] NIÑO Víctor. Metodología de la investigación. Diseño y ejecución. Bogotá: Ediciones de la U.2011. ISBN.978-958-8675-94-7 . pág. 87  
<https://fliphtml5.com/blnrt/qzrh/basic>
- [47] BEHAR Rivero Daniel, Metodología de la investigación. A Rubeira 2008. Pág. 51. ISBN 978-959-212-783-7. pág. 25  
<https://es.calameo.com/books/004416166f1d9df980e62>
- [48] TAMAYO Mario. El proceso de la investigación científica. México, D.F.: Limusa, S.A.175 pp ISBN 968-18-5872-7 pág. 178  
<https://pubhtml5.com/rsfn/qpbh/basic>
- [49] LANZETTA Darío y MALEGARIE Jessica. Iniciándonos en el mundo de la investigación 2013. Cuaderno de cátedra N<sup>o</sup>4. Pág.15.  
<https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-de-buenos-aires/herramientas-digitales-para-investigacion/cuaderno-n4-etapas-de-investigacion/18306475>
- [50] GONZALES Abel, OSEADA Dulio, RAMIREZ Felicísimo y GAVE José Como aprender y enseñar investigación científica. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. 2011. ISBN 612-46019-7 pág. 148  
<http://repositorio.unh.edu.pe/>
- [51] BEHAR Rivero Daniel, Metodología de la investigación. A Rubeira 2008. Pág. 69. ISBN 978-959-212-783-7  
<https://es.calameo.com/read/004416166f1d9df980e62>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Aplicación del cloruro de sodio en las propiedades del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.

Autor: Bach. Roussely Jhohajira Valdivia Zeballos

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente: Aplicación del Cloruro de Sodio	Se define como un estabilizante de apariencia cristalina en su composición esta el 98% de cloruro de sodio y 2% de arcillas o limos ; estos se disuelven en agua ; contiene propiedades convenientes en cuanto a la estabilización de suelo mejorando las características físicas y mecánicas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones:2014, pag.100)	El cloruro de sodio de manera porcentual de 2%,6% y 10% se añadirá de forma homogénea afirmado de la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso de esta manera se logra determinar la reacción que se produce al añadir este compuesto químico.	Dosificación	2% ,6% y 10%	Razón
Variable Dependiente: Propiedades del material de afirmado	Se define como la combinación o mezcla de 3 tamaños entre ellos: arena, finos y piedras; para que exista un buen afirmado debe de haber una buena combinación entre estos materiales; la piedra es necesaria para el soporte de las cargas; así como la arena para llenar vacíos entre estas y para llenar los componentes o materiales de las capas de afirmado es necesario los finos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones .2008; pag146)	Para conocer cómo reaccionar el compuesto químico en la muestra es necesario conocer los índices de servicios que tienen integrados ; es por ello que se debe conocer las propiedades físicas y mecánicas que contiene la muestra a estudiar.	Propiedades Físicas y Mecánicas	Limite plástico	Razón
				Limite Liquido	Razón
				Índice de plasticidad	Razón
			Propiedades Mecánicas	Densidad Máxima	Razón
				Capacidad portante	Intervalo

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Aplicación del cloruro de sodio en las propiedades del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.

Autor: Bach. Roussely Jhojahira Valdivia Zeballos

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología	
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>DEPENDIENTE</b>	<b>Aplicación de Cloruro de Sodio</b>	Dosificación	2%	Balanza Electrónica	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada	
¿En qué medida la aplicación del <b>cloruro de sodio</b> influye en las <b>propiedades del material de afirmado</b> para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021?	Evaluar la influencia de la aplicación del <b>cloruro de sodio</b> en las <b>propiedades del material de afirmado</b> para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.	La aplicación del <b>cloruro de sodio</b> influye en las <b>propiedades del material de afirmado</b> para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.			Dosificación	6%	Balanza Electrónica		
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>			Dosificación	10%	Balanza Electrónica		
¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en el <b>límite líquido</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021?	Determinar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el <b>límite líquido</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.	La aplicación del cloruro de sodio influye en el <b>límite líquido</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.	<b>DEPENDIENTE</b>	<b>Propiedades del Material de Afirmado</b>	Propiedades Físicas	Límite Líquido (%)	Ensayo de Límite de Atterberg (NTP 339.129)	<b>Enfoque de Investigación:</b> Cuantitativo	
¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en el <b>límite plástico</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021?	Determinar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el <b>límite plástico</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.	La aplicación del cloruro de sodio influye en el <b>límite plástico</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.				Límite plástico (%)			El diseño de investigación: Experimental - Cuasi experimental
¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en el <b>índice de plasticidad</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021?	Determinar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en el <b>índice de plasticidad</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.	La aplicación del cloruro de sodio influye en el <b>índice de plasticidad</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.				Índice de plasticidad (%)			
¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en la <b>densidad máxima</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021?	Evaluar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en la <b>densidad máxima</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.	La aplicación del cloruro de sodio influye en la <b>densidad máxima</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.			Propiedades Mecánicas	Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	Ensayo de Compactación Proctor (NTP 339.141)		<b>Población:</b> El material de afirmado de la cantera ubicado en la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso. <b>Muestra:</b> Cuatro muestras de material afirmado extraídas de la cantera <b>Muestreo:</b> No probabilístico
¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en la <b>capacidad portante</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021?	Evaluar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en la <b>capacidad portante</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.	La aplicación del cloruro de sodio influye en la <b>capacidad portante</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.				Capacidad portante (%)	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) (NTP 339.175)		
¿En qué medida la aplicación del cloruro de sodio influye en la <b>resistencia a la compresión simple</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021?	Evaluar la influencia de la aplicación del cloruro de sodio en la <b>resistencia a la compresión simple</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.	La aplicación del cloruro de sodio influye en la <b>resistencia a la compresión simple</b> del material de afirmado para la carretera vecinal EMP.MO534 El Hueso, Ilo - Moquegua, 2021.				Resistencia a la Compresión Simple (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo de Compresión Simple o No Confinada (NTP 339.167)		



Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
LIMA NORTE

LABORATORIO DE MECANICA  
SUELOS

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

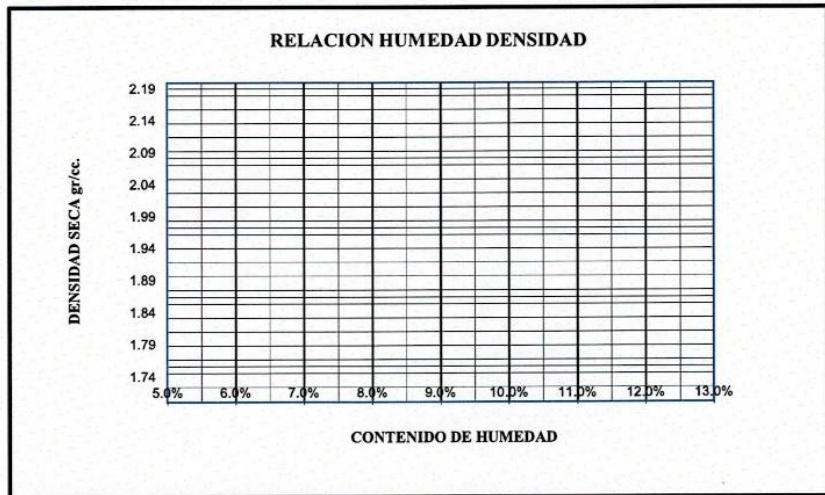
PROYECTO :	SOLICITANTE :
LUGAR :	MUESTRA :
FECHA :	

MOLDE No	VOLUMEN DEL MOLDE	cc
No DE CAPAS	GOLPES POR CAPA	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr. gr.								
Peso del Molde	gr/cc.								
Peso del Suelo Humedo	gr/cc								
Densidad del Suelo Humedo									

Capsula No	No	1	8	3	99	9	8	5	4
Suelo Humedo + Capsula	gr.								
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.								
Peso del Agua	gr.								
Peso de la Capsula	gr.								
Peso del Suelo Seco	gr.								
% de Humedad	%								
Promedio de Humedad	%								
Densidad del Suelo Seco	%								

METODO:	ASTM D-1557-91	MAXIMA DENSIDAD SECA :	gr/cc
	MODIFICADO	HUMEDAD OPTIMA :	%



  
Christian Gerardo Rojas Flor  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 84925

  
Eric Luis Quiñones Rivera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 168549

  
Cesar A. La Rosa C.  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 56468

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																	
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E-110,111/ASTM D-4318/AASHTO T-90, T-89)																	
PROYECTO : CALICATA : MUESTRA : PROFUNDIDAD : KILOMETRO : LADO : SOLICITA :																	
ING. RESP : TECNICO : FECHA :																	
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO																	
N° de Tarro																	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr																
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr																
Peso de Tarro	gr																
Peso de Agua	gr																
Peso del Suelo Seco	gr				Limite Liquido												
Contenido de humedad	%																
Nuero de Golpes																	
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD																	
N° de Tarro																	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr																
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr																
Peso de Tarro	gr																
Peso de Agua	gr																
Peso del Suelo Seco	gr				Limite Plastico												
Contenido de humedad	%																
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Constantes Fisicas de la Muestra</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Limite Liquido</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limite Plastico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticidad</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Observaciones</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="height: 100px;"></td> </tr> </table>	Constantes Fisicas de la Muestra		Limite Liquido		Limite Plastico		Indice de Plasticidad		Observaciones			
Constantes Fisicas de la Muestra																	
Limite Liquido																	
Limite Plastico																	
Indice de Plasticidad																	
Observaciones																	

  
  
**Christian Gerardo Rojas Flor**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 84925

  
  
**Eric Luis Quiñones Rivera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 168549

  
  
**César A. La Rosa C.**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 56468

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D2216  
ASTM D422

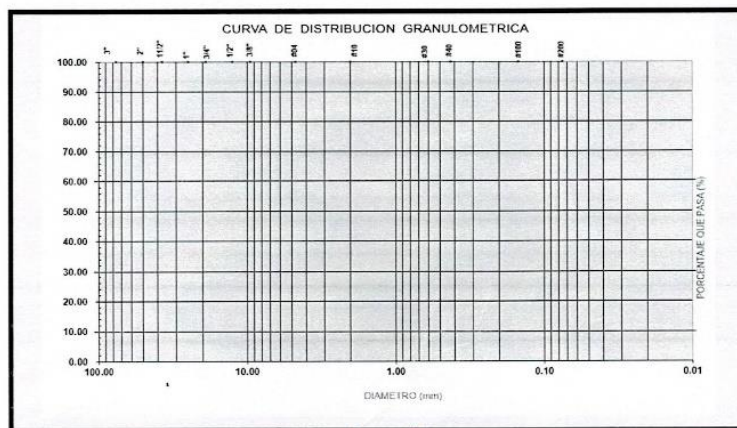
CODIGO  
0

CONTENIDO DE HUMEDAD ( )	
1	No recipiente
2	W recipiente (gr)
3	W recipiente sw (gr)
4	W recipiente s (gr)
5	W w : 3-4 (gr)
6	W s : 4-2 (gr)
7	$\omega$ : 100*5/6 (%)

ANALISIS GRANULOMETRICO	
8	W recipiente s (lavado) (gr)
9	W s (lavado) : 8-2 (gr)
10	W s fino (plattilo) (gr)
11	W Total Parcial Retenido (gr)
12	W : 9-11 (gr)
13	W s fino (total) : [6-(11-10)-12] (gr)
14	% finos : 100*13/6 (%)
15	Error : 100*12/9 (%)

D10	(mm)
D30	(mm)
D60	(mm)
Cu = D60/D10	
Cc = D30 <sup>2</sup> /(D10*D60)	

Tamiz	(mm)	Peso Parcial Retenido (gr)	Peso Parcial Retenido Corregido (gr)	% Parcial Retenido (%)	% Acumulado Retenido (%)	% Acumulado Que Pasa (%)
3"	75.000					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
3/8"	9.500					
No 004	4.750					
No 010	2.000					
No 020	0.850					
No 040	0.425					
No 060	0.250					
No 100	0.150					
No 200	0.075					
Plattilo						
Total						



Christian Gerardo Rojas Flor  
INGENIERO CIVIL  
CIP 84925



Eric Luis Quiñones Rivera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 168549



César A. La Rosa C.  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 56468

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

PROYECTO :	SOLICITANTE :
LUGAR :	MUESTRA :
FECHA :	

MOLDE No						
No DE CAPAS						
NUMERO DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.						
Peso del Molde	gr.						
Peso del Suelo Humedo	gr.						
Volumen del Suelo	cc.						
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.						

Capsula No	No								
Suelo Humedo + Capsula	gr.								
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.								
Peso del Agua	gr.								
Peso de la Capsula	gr.								
Peso del Suelo Seco	gr.								
% de Humedad	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Promedio de Humedad	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.								

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

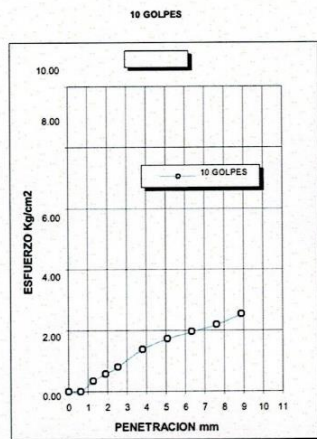
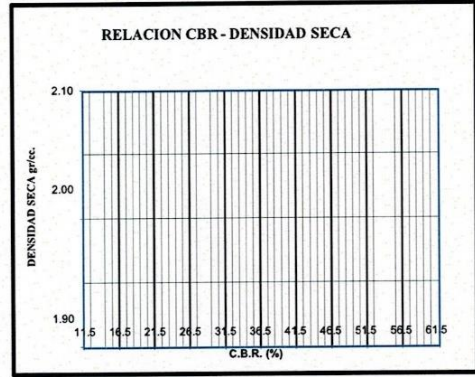
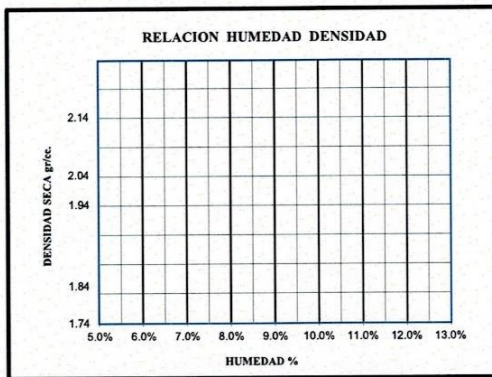
Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No IV				MOLDE No VI				MOLDE No V							
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.				

  
Christian Gerardo Rojas Flor  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 84925

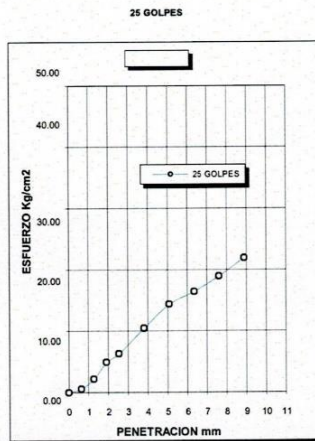
  
Eric Luis Quiñones Rivera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 168549

  
Cesar A. La Rosa C.  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 56468

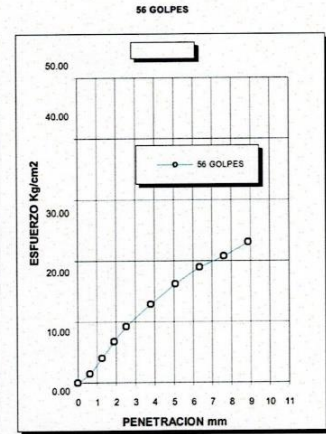
PROYECTO	TERMINAL TERRESTRE PRIVADO	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	A
SOLICITADO	EMUSEN	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)	2.124
UBICACION :		HUMEDAD OPTIMA (%)	8.8
FECHA :		CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	60
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	13
		RET MALLA 3/4" = 0.0%	3/8" = 0.2%
			N4 = 0.5%
MUESTRA :		CLASIFICACION	L.L. I.P.
PROGRESIVA :		SUCS :	
OBSERVACIONES:		EMBEBIDO :	




CBR



CBR



CBR

  
Christian Gerardo Rojas Flor  
INGENIERO CIVIL  
CIP 84925

  
Eric Luis Quiñones Rivera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 168549

  
Cesar A. La Rosa C.  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 50408

## Anexo 4. Validez

### Ficha Técnica de validación de la propuesta didáctica.

### FICHA DE VALIDACION DE LA PROPUESTA

#### I. INFORMACION GENERAL

##### 1.1. Cargo e institución donde labora:

ING. CIVIL

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X), según la calificación que asigne a cada uno de los indicadores.

1. **Deficiente** (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
2. **Regular** (si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador)
3. **Buena** (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Criterios	Indicadores	Aspectos de validación del instrumento			Observaciones Sugerencias
		1 D	2 R	3 B	
• PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que lo mide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• OBJETIVIDAD	Los ítems se expresan en comportamientos y acciones observables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ESTRUCTURA	Los FUNDAMENTOS del Aporte cuenta con sustentos alineados a la temática y la investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe coherencia entre el DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL del fenómeno que se estudia, los ítems de los instrumentos y los objetivos de mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	La PLANEACION DE LAS ETAPAS Y OBJETIVOS del modelo está dirigido al logro de los objetivos centrales y las etapas planeadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Lo planeado en la evaluación de los logros es coherente con las acciones y actividades propuestas para valorar el cambio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>CONTEO TOTAL</b>				30	
(Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		C	B	A	Total

Coefficiente de validez:

$$\frac{A + B + C}{30} =$$

1


Intervalos	Resultados
0.00 - 0.49	Validez nula
0.50 - 0.59	Validez muy baja
0.60 - 0.69	Validez baja
0.70 - 0.79	Validez aceptable
0.80 - 0.89	Validez buena
0.90 - 1.00	Validez muy buena

#### III. CALIFICACION GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado

VALIDEZ BUENA

#### DATOS INFORMATIVOS DEL VALIDADOR

Profesión	INGENIERO CIVIL
Grado académico	INGENIERO C
Experiencia laboral	
Correo electrónico	
DNI	04439800
Firma	 Christian Gerardo Rojas Flor INGENIERO CIVIL CIP 84925

Ficha Técnica de validación de la propuesta didáctica.

**FICHA DE VALIDACION DE LA PROPUESTA**

I. INFORMACION GENERAL

1.1. Cargo e institución donde labora:

Ingeniero Civil

II. ASPECTOS DE VALIDACION

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X), según la calificación que asigne a cada uno de los indicadores.

1. **Deficiente** (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
2. **Regular** (si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador)
3. **Buena** (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Observaciones Sugerencias
Criterios	Indicadores	D	R	B	
• PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que lo mide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• OBJETIVIDAD	Los ítems se expresan en comportamientos y acciones observables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ESTRUCTURA	Los FUNDAMENTOS del Aporte cuenta con sustentos alineados a la temática y la investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe coherencia entre el DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL del fenómeno que se estudia, los ítems de los instrumentos y los objetivos de mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	La PLANEACION DE LAS ETAPAS Y OBJETIVOS del modelo está dirigido al logro de los objetivos centrales y las etapas planeadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Lo planeado en la evaluación de los logros es coherente con las acciones y actividades propuestas para valorar el cambio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>CONTEO TOTAL</b>				30	
(Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>Total</b>

Coefficiente de validez:


$$\frac{A + B + C}{30} = 1$$

Intervalos	Resultados
0.00 - 0.49	Validez nula
0.50 - 0.59	Validez muy baja
0.60 - 0.69	Validez baja
0.70 - 0.79	Validez aceptable
0.80 - 0.89	Validez buena
0.90 - 1.00	Validez muy buena

III. CALIFICACION GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado

Muy Buena

DATOS INFORMATIVOS DEL VALIDADOR	
Profesión	ING. Civil
Grado académico	Ingeniero Residente
Experiencia laboral	
Correo electrónico	
DNI	42056840
Firma	

Ficha Técnica de validación de la propuesta didáctica.

**FICHA DE VALIDACION DE LA PROPUESTA**

I. INFORMACION GENERAL

1.1. Cargo e institución donde labora:

*Ingeniero Civil*

II. ASPECTOS DE VALIDACION

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X), según la calificación que asigne a cada uno de los indicadores.

1. **Deficiente** (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
2. **Regular** (si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador)
3. **Buena** (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Observaciones Sugerencias		
Criterios	Indicadores	D	R	B			
• PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que lo mide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• OBJETIVIDAD	Los ítems se expresan en comportamientos y acciones observables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
• ESTRUCTURA	Los FUNDAMENTOS del Aporte cuenta con sustentos alineados a la temática y la investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Existe coherencia entre el DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL del fenómeno que se estudia, los ítems de los instrumentos y los objetivos de mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	La PLANEACION DE LAS ETAPAS Y OBJETIVOS del modelo está dirigido al logro de los objetivos centrales y las etapas planeadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Lo planeado en la evaluación de los logros es coherente con las acciones y actividades propuestas para valorar el cambio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<b>CONTEO TOTAL</b>					30		
(Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)				<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>Total</b>

Coefficiente de validez:

$$\frac{A + B + C}{30} = 1$$

Intervalos	Resultados
0.00 - 0.49	Validez nula
0.50 - 0.59	Validez muy baja
0.60 - 0.69	Validez baja
0.70 - 0.79	Validez aceptable
0.80 - 0.89	Validez buena
0.90 - 1.00	Validez muy buena

III. CALIFICACION GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado

*Muy buena*

DATOS INFORMATIVOS DEL VALIDADOR	
Profesión	<i>Ingeniero Civil</i>
Grado académico	<i>Ingeniero</i>
Experiencia laboral	<i>Residente</i>
Correo electrónico	
DNI	<i>09384671</i>
Firma	<i>La Rosa C.</i> INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 56458



## Anexo 5. Panel fotográfico



*Fotografía 1.* Ubicación de la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso

Fuente: Imagen Satelital Google Earth



*Fotografía 2.* Ubicación de la carretera vecinal EMP.MO534 Fundo El Hueso

Fuente: Imagen Satelital Google Earth



*Fotografía 3: Ubicación de Cantera "Palomino"*

Fuente: Imagen Satelital Google Earth



*Fotografía 4: Ubicación de Cantera "Palomino"*

Fuente: Imagen Satelital Google Earth



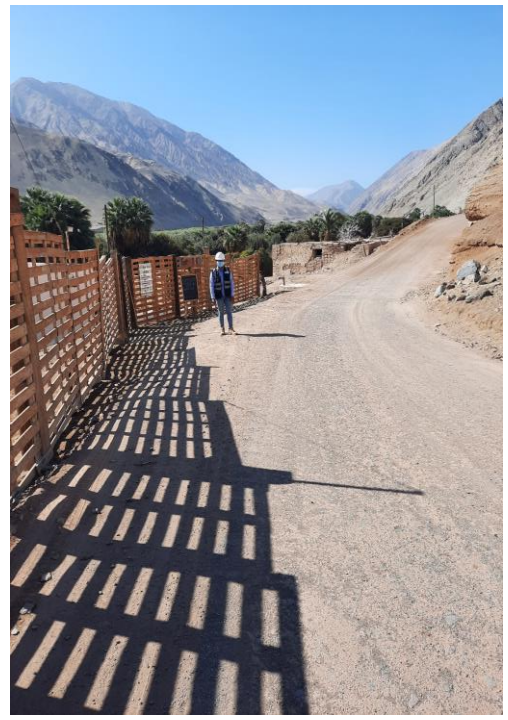
*Fotografía 5:* Reconocimiento de carretera EMP.MO 534 Fundo El Hueso km 0+000



*Fotografía 6:* Reconocimiento de carretera EMP.MO 534 Fundo El Hueso km 0+500



*Fotografía 7:* Reconocimiento de carretera EMP.MO 534 Fundo El Hueso km 2+500



*Fotografía 8:* Reconocimiento de carretera EMP.MO 534 Fundo El Hueso km 3+000



*Fotografía 9:* Reconocimiento de carretera EMP.MO 534 Fundo El Hueso km 3+500



*Fotografía 10:* Reconocimiento de carretera EMP.MO 534 Fundo El Hueso km 4+000



*Fotografía 11:* Actividades Agrícolas de los pobladores Fundo El Hueso (Cosecha Ají Amarillo).



*Fotografía 12:* Actividades Agrícolas de los pobladores Fundo El Hueso (Plantaciones de Olivo)



*Fotografía 13:* Ingreso a Cantera ubicada en el tramo final de la carretera EMP.MO534 Fundo El Hueso



*Fotografía 14:* Zona de extracción de material de la cantera ubicada en el tramo final de la carretera EMP.MO534 Fundo El Hueso



*Fotografía 15:* Material granular afirmado de la cantera ubicada en el tramo final de la carretera EMP.MO534 Fundo El Hueso



*Fotografía 16:* Extracción de material granular afirmado de la cantera ubicada en el tramo final de la carretera EMP.MO534 Fundo El Hueso



*Fotografía 17:* Muestra uno y dos de material granular afirmado de la para llevar a laboratorio.



*Fotografía 18:* Extracción de muestra uno y dos de material granular afirmado de la para llevar a laboratorio.



*Fotografía 19:* Extracción de muestra tres de material granular afirmado de la para llevar a laboratorio.



*Fotografía 20:* Muestra tres de material granular afirmado de la para llevar a laboratorio.



*Fotografía 21:* Muestra cuatro de material granular afirmado de la para llevar a laboratorio.



*Fotografía 22:* Extracción de muestra cuatro de material granular afirmado de la para llevar a laboratorio.



*Fotografía 23:* Entrega de muestra extraídas de cantera a laboratorio para ensayos designados.



*Fotografía 24:* Laboratorio de mecánica de suelos Geotecnia y Pavimentos del Sur. S.A.C. – Filial Moquegua.



*Fotografía 25:* Reconocimiento de materiales para los diferentes ensayos a realizar en laboratorio de mecánica de suelos.



*Fotografía 26:* Preparación de materiales para ensayo de análisis granulométrico de muestra extraído de cantera.



*Fotografía 27:* Preparación de balanza y tamices para ensayo de análisis granulométrico de muestra extraído de cantera.



*Fotografía 28* Tamices en diferentes tamaños para análisis granulométrico de muestra extraída de cantera.





*Fotografía 29:* Ensayo de análisis granulométrico de muestra extraída en cantera para clasificación del tipo de



*Fotografía 30:* Ensayo de análisis granulométrico de muestra extraída en cantera para clasificación del tipo de material.



*Fotografía 31:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Limites de Atterberg en muestra natural y con dosificaciones de NaCl.



*Fotografía 32:* Ensayo de Limites de Atterberg en muestra natural, determinación del límite líquido y plástico.



*Fotografía 31:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Límites de Atterberg en muestra natural con adición del 2% de NaCl.



*Fotografía 32:* Ensayo de Límites de Atterberg en muestra natural con adición del 2% de NaCl, determinación del límite líquido y plástico.



*Fotografía 33:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Límites de Atterberg en muestra natural con adición del 6% de NaCl.



*Fotografía 34:* Ensayo de Límites de Atterberg en muestra natural con adición del 6% de NaCl, determinación del límite líquido y plástico.



*Fotografía 35:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Límites de Atterberg en muestra natural con adición del 10% de NaCl.



*Fotografía 36:* Ensayo de Límites de Atterberg en muestra natural con adición del 10% de NaCl, determinación del límite líquido y plástico.



*Fotografía 37:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Proctor Modificado en muestra natural y con adición del 2% de NaCl.



*Fotografía 38:* Proceso de compactación del ensayo de Proctor Modificado en muestra natural y con adición del 2% de NaCl.



*Fotografía 39:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Proctor Modificado en muestra natural con adición del 6% de NaCl.



*Fotografía 40:* Proceso de compactación del ensayo de Proctor Modificado en muestra natural con adición del 6% de NaCl.



*Fotografía 41:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Proctor Modificado en muestra natural con adición del 10% de NaCl.



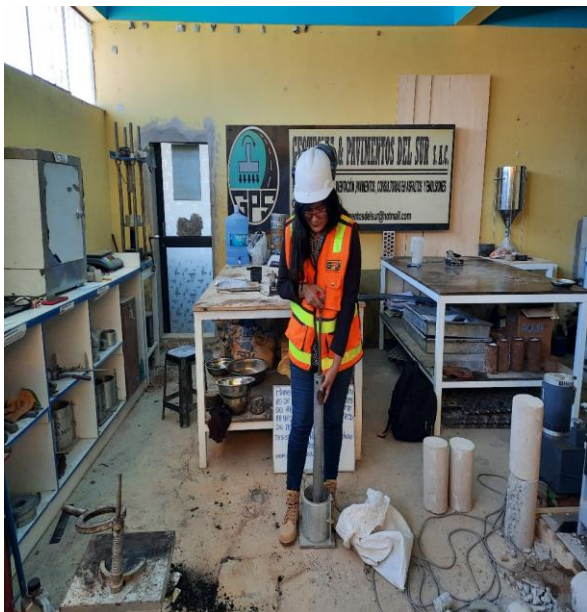
*Fotografía 42:* Proceso de compactación del ensayo de Proctor Modificado en muestra natural y con adición del 10% de NaCl.



*Fotografía 43:* Preparación de materiales para realizar el ensayo CBR en muestra extraída natural y con adición del 2%,6% y 10% de NaCl.



*Fotografía 44:* Proceso de compactación del ensayo de CBR en muestra extraída natural y con adición del 2% de NaCl.



*Fotografía 45:* Proceso de compactación del ensayo de CBR en muestra extraída natural y con adición del 6% de NaCl.



*Fotografía 46:* Proceso de compactación del ensayo de CBR en muestra extraída natural y con adición del 10% de NaCl.



*Fotografía 47:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Compresión Simple en muestra natural.



*Fotografía 48:* Espécimen de muestra natural extraída de cantera lista para ensayo de Compresión Simple No Confinada.



*Fotografía 49:* Colocación de espécimen uno con muestra natural sin adición de NaCl en máquina de compresión para determinación de esfuerzos compresivos máximos.



*Fotografía 50:* Aplicación manual de esfuerzos en espécimen uno con muestra natural sin adición de NaCl en máquina de compresión a los 7 días..



*Fotografía 51:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Compresión Simple en muestra natural con adición del 2% de NaCl.



*Fotografía 52:* Espécimen de muestra natural con adición del 2% de NaCl lista para ensayo de Compresión Simple No Confinada.



*Fotografía 53:* Colocación de espécimen uno con muestra natural con adición del 2% de NaCl en máquina de compresión para determinación de esfuerzos compresivos máximos.



*Fotografía 54:* Aplicación manual de esfuerzos en espécimen uno con muestra natural con adición del 2% de NaCl en máquina de compresión a los 7 días.



*Fotografía 55:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Compresión Simple en muestra natural con adición del 6% de NaCl.



*Fotografía 56:* Espécimen de muestra natural con adición del 6% de NaCl lista para ensayo de Compresión Simple No Confinada.



*Fotografía 57:* Colocación de espécimen uno con muestra natural con adición del 6% de NaCl en máquina de compresión para determinación de esfuerzos compresivos máximos.



*Fotografía 58:* Aplicación manual de esfuerzos en espécimen uno con muestra natural con adición del 6% de NaCl en máquina de compresión a los 7 días.





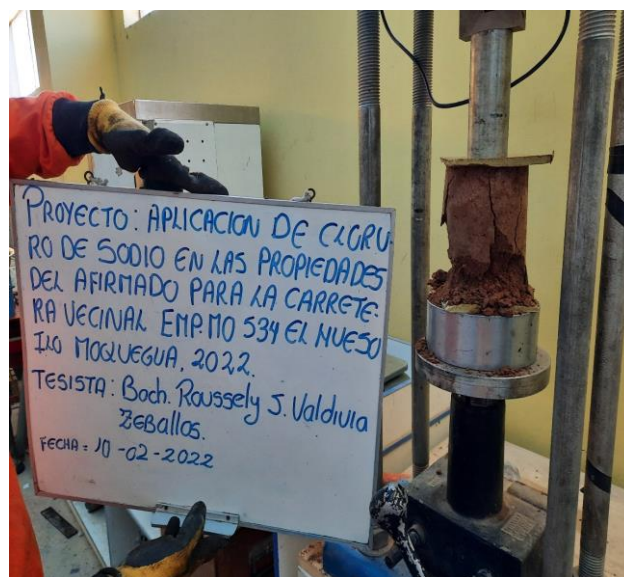
*Fotografía 59:* Preparación de materiales para realizar el ensayo de Compresión Simple en muestra natural con adición del 10% de NaCl.



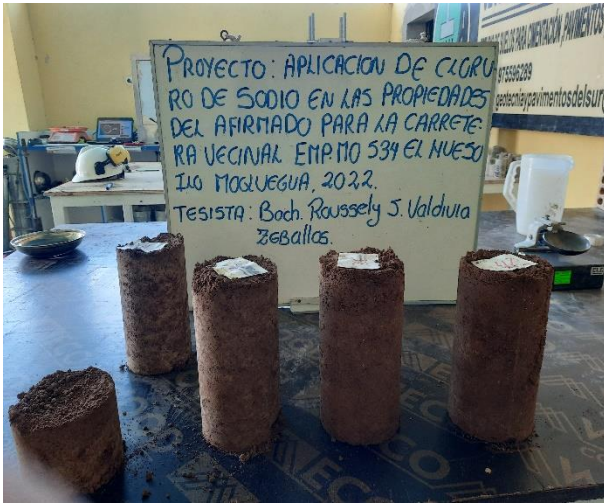
*Fotografía 60:* Espécimen de muestra natural con adición del 10% de NaCl lista para ensayo de Compresión Simple No Confinada.



*Fotografía 61:* Colocación de espécimen uno con muestra natural con adición del 10% de NaCl en máquina de compresión para determinación de esfuerzos compresivos máximos.



*Fotografía 62:* Aplicación manual de esfuerzos en espécimen uno con muestra natural con adición del 10% de NaCl en máquina de compresión a los 7 días.



*Fotografía 63:* Especímenes uno de muestra natural y con adición del 2%,6% y 10% de NaCl para realizar el ensayo de Compresión Simple en muestra natural con adición del 10% de NaCl.



*Fotografía 64:* Especímenes dos de muestra natural y con adición del 2%,6% y 10% de NaCl para realizar el ensayo de Compresión Simple en muestra natural con adición del 10% de NaCl.



*Fotografía 65:* Especímenes uno de muestra natural y con adición del 2%,6% y 10% de NaCl para realizar el ensayo de Compresión Simple en muestra natural con adición del 10% de NaCl.



*Fotografía 66:* Especímenes dos de muestra natural y con adición del 2%,6% y 10% de NaCl para realizar el ensayo de Compresión Simple en muestra natural con adición del 10% de NaCl.



*Fotografía 67:* Tesista en Laboratorio de Mecánica de Suelos para los diversos ensayos de la investigación.



*Fotografía 68:* Tesista en Laboratorio de Mecánica de Suelos para los diversos ensayos de la investigación.

Anexo 6. Certificados de laboratorio de los ensayos



**GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**  
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422 - MTC E 107**

ASTM D-422 – MTC E 107

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

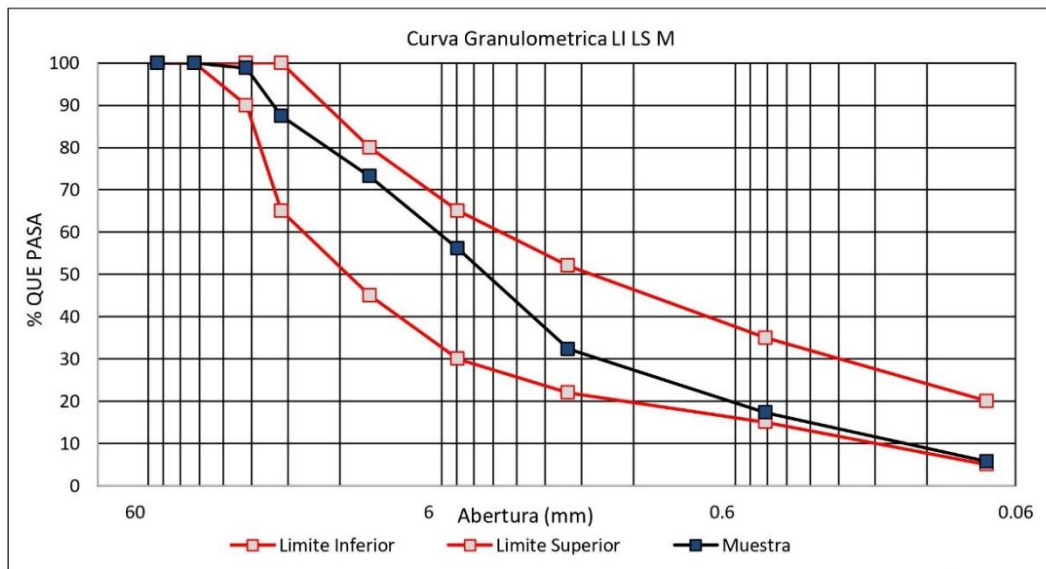
**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.M0534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 12 de Enero del 2022

**ENSAYO:** Análisis Granulométrico ASTM C-136

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	L.I.	L.S.
						A-1	
2"	50	0	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25	42	1.20	1.20	98.80	90	100
3/4"	19	395	11.32	12.52	87.48	65	100
3/8"	9.5	499	14.30	26.82	73.18	45	80
N°4	4.75	596	17.08	43.90	56.10	30	65
N°10	2	830	23.78	67.68	32.32	22	52
N°40	0.425	524	15.01	82.69	17.31	15	35
N°200	0.075	406	11.63	94.33	5.67	5	20
FONDO		198	5.67	100.00	0.00		
TOTAL		3490	100.00				



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
ALFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE ABRASION (ANGELES) ASTM C-131 - MTC E 207

ASTM C-131 - MTC E 207

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo - Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 12 de Enero del 2022

**ENSAYO:** Ensayo de Abrasión (Ángeles) MTC-207/ ASTM C-535

GRADACION	A
VELOCIDAD	30 @ 33 rpm
NUMERO DE ESFERAS	12
NUMERO DE REVOLUCIONES	500

TAMAÑO DE TAMIZ		PESO INICIAL DE LA MUESTRA	PESO FINAL DE LA MUESTRA	COEF. DE DESGASTE	DESGASTE /TAMIZ
PASANTE	RETENIDO				
		g	g		%
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1250	802.50	64.20	-
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1250	795.04	63.60	-
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1250	956.00	76.48	-
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250	925.51	74.04	-
9.5 mm (3/8")	1.70 mm (1/4)	0	0.00	0.00	-
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N°4)	0	0.00	0.00	-
4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	0	0.00	0.00	-

$$\% \text{ de DESGASTE (\%)} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 = \frac{W3}{W1} * 100$$

PESO TOTAL DE LA MUESTRA (g); (W1) : 5000

PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N°12 (g); (W2): 3178

PESO QUE PASA EL TAMIZ N°12 (g); W3: 1822

**PORCENTAJE (%) DE DESGASTE : 36**

### OBSERVACIONES:

- El desgaste requerido por norma EG-2013 es 50% máximo.
- La muestra tiene 36% de desgaste.
- La muestra cumple con el requerimiento de afirmado.

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318 – MTC E 110 /111**

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

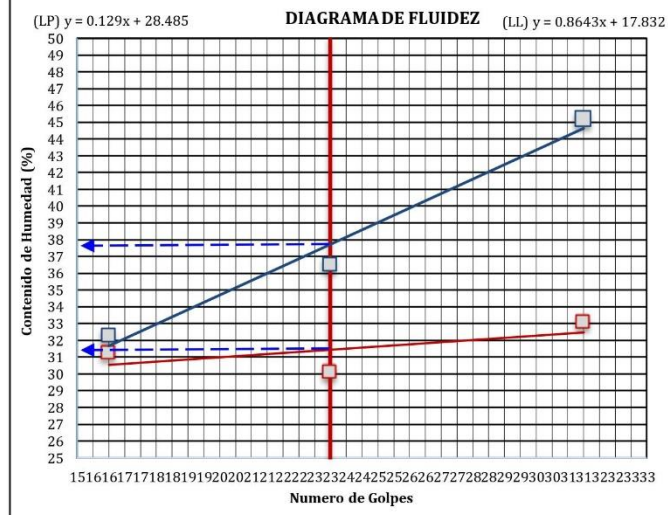
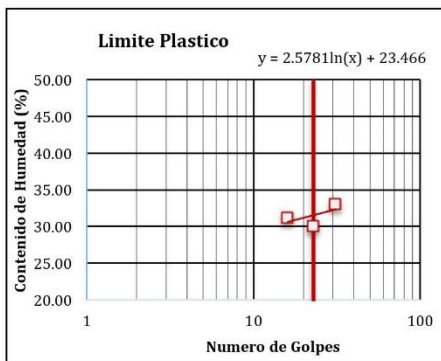
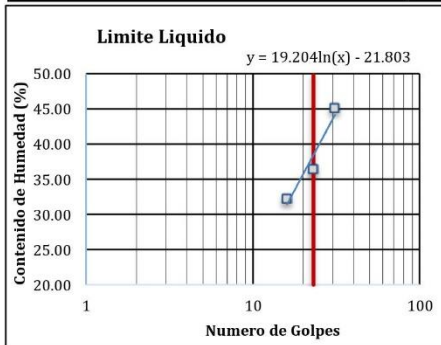
**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 12 de Enero del 2022

**ENSAYO:** Ensayos de Limites de Atterberg (Limite Liquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad)

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 10
PESO DE LA CAPSULA	g	15.39	17.89	16.74	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	29.24	27.16	26.49	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	24.93	24.68	24.11	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	9.54	6.79	7.37	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	4.31	2.48	2.38	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	45.18	36.52	32.29	
NUMERO DE GOLPES	unid.	31	23	16	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	12.04	12.94	12.60	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	17.95	19.94	18.94	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.48	18.32	17.43	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.44	5.38	4.83	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.47	1.62	1.51	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	33.11	30.11	31.26	



RESUMEN	Método EL	Método P.
LIMITE LIQUIDO	37.711%	38.00%
LIMITE PLASTICO	31.450%	31.49%
INDICE DE PLASTICIDAD	6.259%	6.50%

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157395  
SELLO DE CALIDAD Y LABORATORIO

OBSERVACION: La muestra tiene un 6.50% de plasticidad.



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 – MTC E 115

ASTM D1557 – MTC E 115

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 18 de Enero del 2022

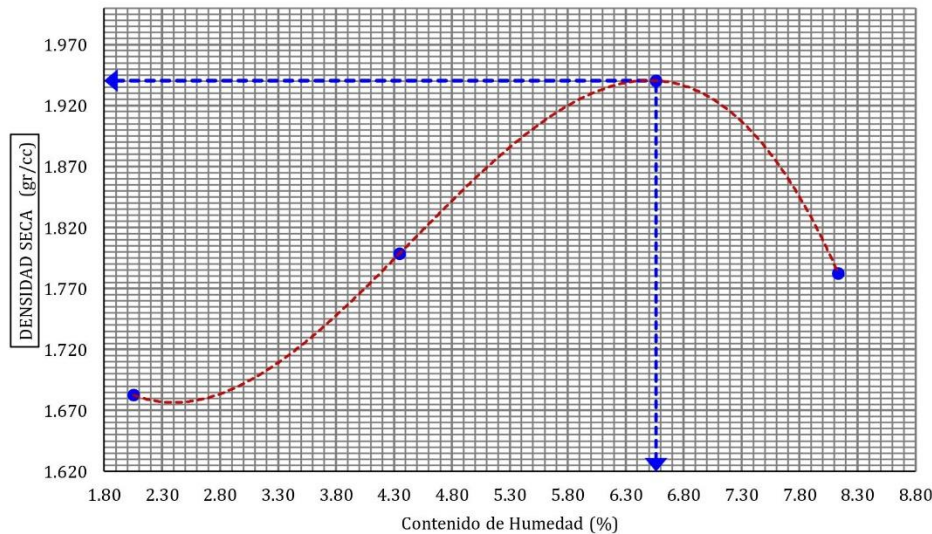
**ENSAYO:** Ensayo de Proctor Modificado ASTM D1557

MOLDE N°	1		VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm3
N° DE CAPAS	5		GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10065	10402	10805	10509	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Húmedo	gr/cc	3623	3960	4363	4067	
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cc	1.717	1.877	2.068	1.927	

CAPSULA	N°	5	6	7	8
Suelo Húmedo + Tara	gr.	497.00	504.00	471.00	452.00
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	487.00	483.00	442.40	418.00
Peso del Agua	gr.	10.00	21.00	29.00	34.00
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del Suelo Seco	gr.	487.00	483.00	442.00	418.00
Humedad	%	2.05	4.35	6.56	8.13
<b>Promedio de Humedad</b>	%	<b>2.05</b>	<b>4.35</b>	<b>6.56</b>	<b>8.13</b>
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cc	<b>1.683</b>	<b>1.799</b>	<b>1.940</b>	<b>1.783</b>

**MDS:** 1.940 g/cm3      **HO** 6.56%

Ensayo de Proctor Modificado



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
  
 WILBER PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 157895  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE CBR ASTM D-1883 - MTC E 132

ASTM D-1883 - MTC E 132

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo - Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 25 de Enero del 2022

**ENSAYO:** Ensayo de CBR ASTM D1883

### COMPACTACION

Molde N°	01		02		03	
	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
N° de golpes por capa						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	0		0		0	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	10995.05		11302.5		12536.5	
Peso del molde (gramos)	6997.6		7087.8		8182.9	
Peso del suelo húmedo (grs.)	3997.45		4214.7		4353.6	
Volumen del molde (cc)	2104.9		2113.99		2078.6	
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.90		1.99		2.09	
<b>Densidad seca (grs./cm3)</b>	<b>1.741</b>		<b>1.841</b>		<b>1.941</b>	
Tarro N°	<b>10</b>		<b>12</b>		<b>16</b>	
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	338.12		335.95		339.40	
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	310.02		310.15		314.50	
Peso del agua (grs.)	28.10		25.80		24.90	
Peso del tarro (grs.)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (grs.)	310.02		310.15		314.50	
<b>% de humedad</b>	<b>9.064</b>		<b>8.319</b>		<b>7.917</b>	
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD</b>						

### EXPANSION

FECHA	TIEMPO	LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
			DIAL	Mm. %		DIAL	mm %		DIAL	mm %

### PENETRACION

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° 12 de Golpes			MOLDE N°02-N° 25 de Golpes			MOLDE N°03- N° 56 de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras Libras./pulg <sup>2</sup>		DIAL	Libras. Libras./pulg <sup>2</sup>		DIAL	Libras. Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00		0.00	0.00		0.00		0.00	
0.025	313	779	260	324	806	269	337	838	279
0.050	327	813	271	352	875	292	375	932	311
0.075	340	845	282	375	932	311	412	1023	341
0.100	352	875	292	399	991	330	445	1105	368
0.200	389	966	322	463	1149	383	547	1357	452
0.300	413	1026	342	506	1256	419	615	1525	508
0.400	425	1055	352	526	1305	435	652	1617	539
0.500	430	1068	356	535	1327	442	665	1649	550

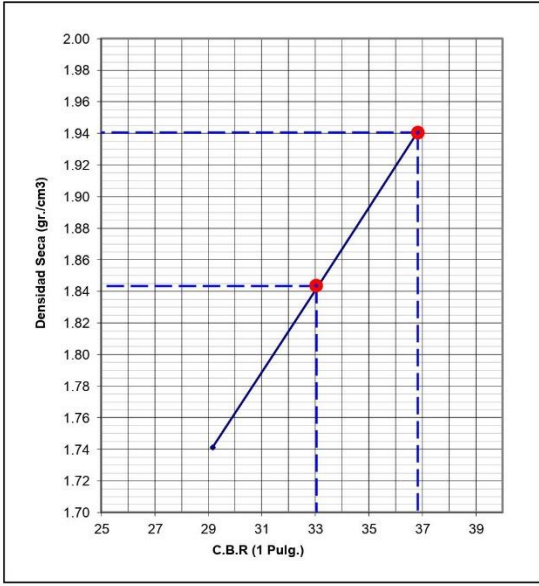
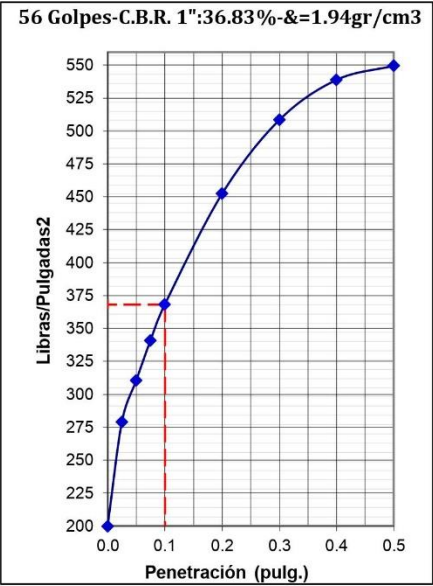
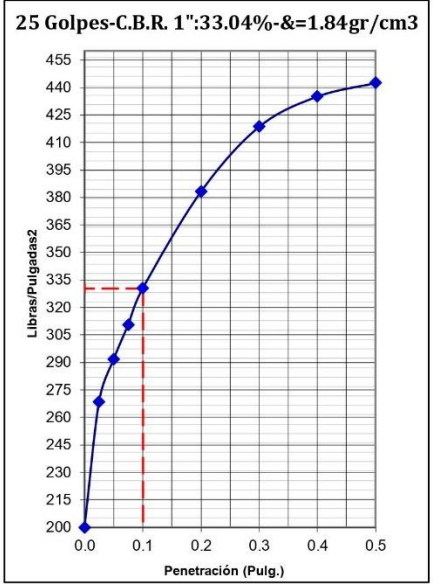
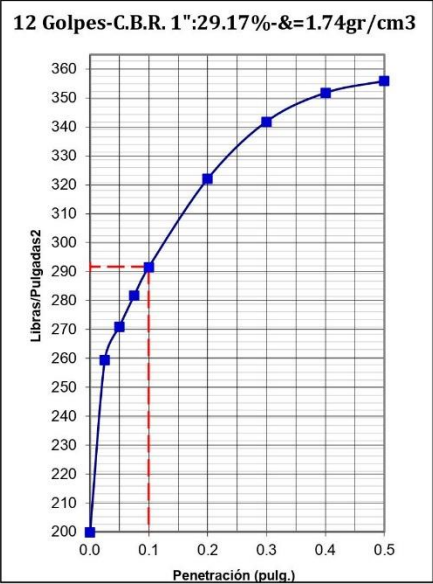
GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





**ENSAYO DE CBR D-1883 – MTC E 132**

ASTM D-1883 – MTC E 132



GOLPES	W. %	&.gr./cm <sup>3</sup>	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	9.06	1.74	0.00	90	29.17		95%	100%
25	8.32	1.84	0.00	95	33.04		33.04%	36.83%
56	7.92	1.94	0.00	100	36.83			


**GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**  
 WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**  
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

---

**MUESTRA PATRON**  
**+ 2 % DE NACL**

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318 - MTC E 110 /111

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
 Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 13 de Enero del 2022

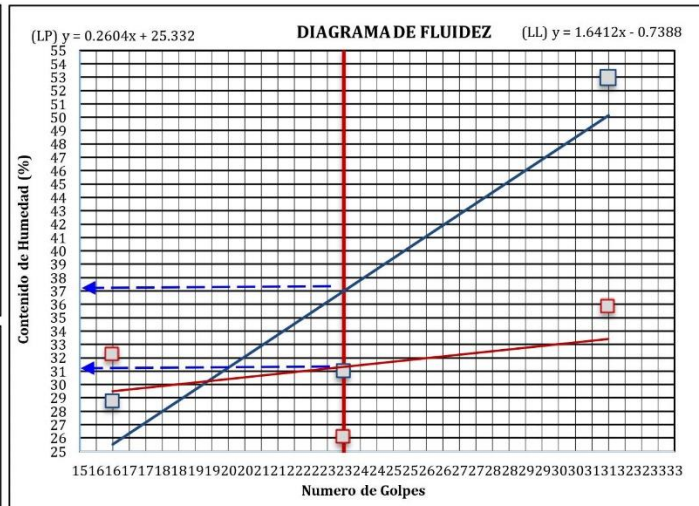
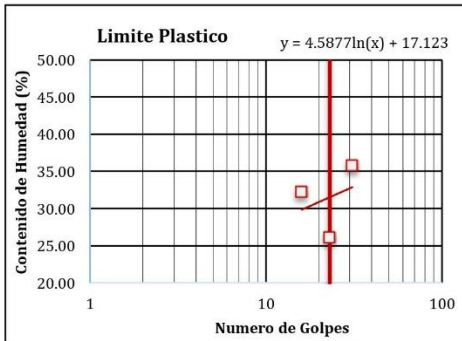
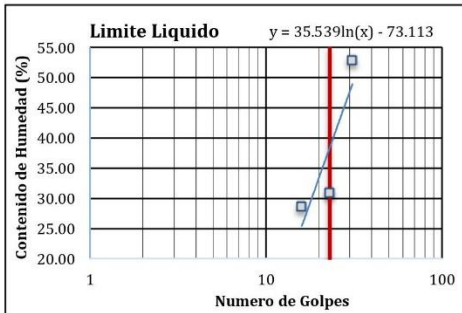
**ENSAYO:** Ensayos de Limites de Atterberg (LL, LP, IP) MUESTRA CON 2% DE NACL

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 10
PESO DE LA CAPSULA	g	19.69	19.50	18.75	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	27.75	26.81	26.01	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	24.96	25.08	24.39	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	5.27	5.58	5.64	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	2.79	1.73	1.62	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	52.94	31.00	28.72	
NUMERO DE GOLPES	unid.	31	23	16	

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	13.38	13.79	13.93	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	17.36	19.73	18.52	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.31	18.50	17.40	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	2.93	4.71	3.47	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.05	1.23	1.12	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	35.84	26.11	32.28	



RESUMEN	Método EL	Método P
LIMITE LIQUIDO	37.009%	37.56%
LIMITE PLASTICO	31.32%	31.41%
INDICE DE PLASTICIDAD	5.688%	6.15%

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

OBSERVACION: La muestra tiene un 6.15% de plasticidad.



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 - MTC E 115

ASTM D1557 - MTC E 115

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo - Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 18 de Enero del 2022

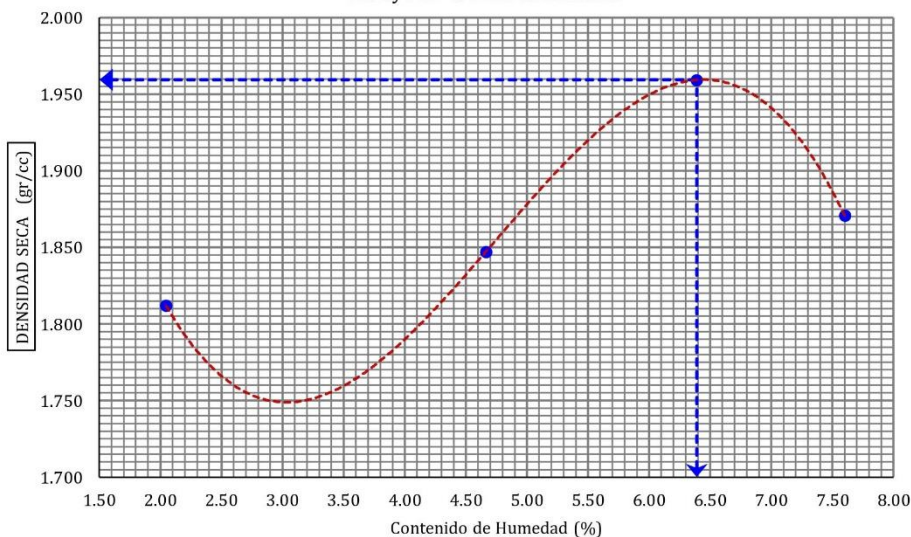
**ENSAYO:** Ensayo de Proctor Modificado ASTM D1557 MUESTRA CON 2% NACL

MOLDE N°	1			VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm3
N° DE CAPAS	5			GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4		
Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10343	10521	10840	10689		
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442		
Peso del Suelo Húmedo	gr/cc	3901	4079	4398	4247		
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cc	1.849	1.933	2.084	2.013		

CAPSULA	N°	5	6	7	8
Suelo Húmedo + Tara	gr.	498.00	505.00	473.00	453.00
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	488.00	482.50	444.60	421.00
Peso del Agua	gr.	10.00	22.50	28.40	32.00
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del Suelo Seco	gr.	488.00	482.50	444.60	421.00
Humedad	%	2.05	4.66	6.39	7.60
<b>Promedio de Humedad</b>	%	<b>2.05</b>	<b>4.66</b>	<b>6.39</b>	<b>7.60</b>
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cc	<b>1.812</b>	<b>1.847</b>	<b>1.959</b>	<b>1.871</b>

DENSIDAD SECA: 1.959 g/cm3      HO: 6.39%

Ensayo de Proctor Modificado



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
OLIFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE CBR D-1883 – MTC E 132

ASTM D-1883 – MTC E 132

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 25 de Enero del 2022

**ENSAYO:** Ensayo de CBR ASTM D1883 MUESTRA CON 2% NACL

### COMPACTACION

Molde Nº	01	02	03
Nº de golpes por capa	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
CONDICIONES DE LA MUESTRA	0	0	0
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	11131	11472	12736
Peso del molde (gramos)	6997.6	7087.8	8199.9
Peso del suelo húmedo (grs.)	4133.4	4384.2	4536.1
Volumen del molde (cc)	2104.9	2113.99	2078.6
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.96	2.07	2.18
<b>Densidad seca (grs./cm3)</b>	<b>1.759</b>	<b>1.859</b>	<b>1.959</b>
<b>Tarro Nº</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	346.12	345.95	350.40
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	310.02	310.15	314.50
Peso del agua (grs.)	36.10	35.80	35.90
Peso del tarro (grs.)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (grs.)	310.02	310.15	314.50
<b>% de humedad</b>	<b>11.644</b>	<b>11.543</b>	<b>11.415</b>
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD</b>			

### EXPANSION

FECHA	TIEMPO	LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%

### PENETRACION

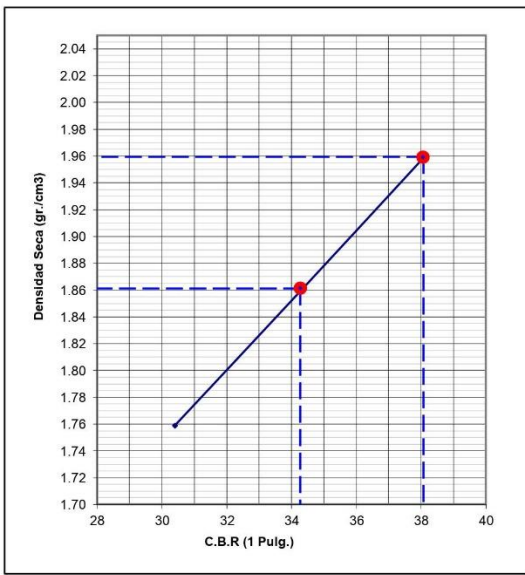
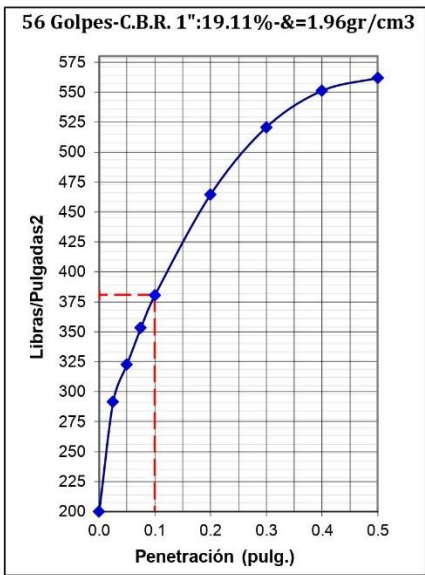
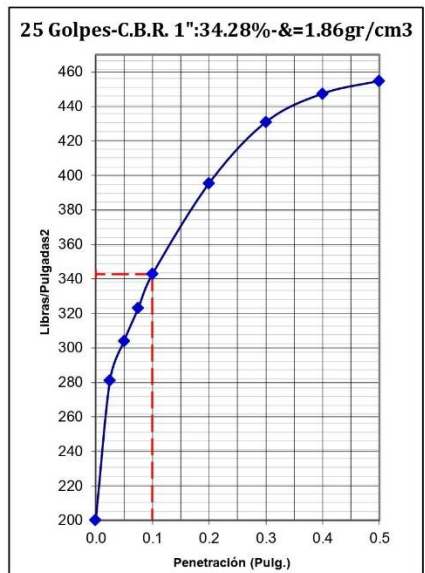
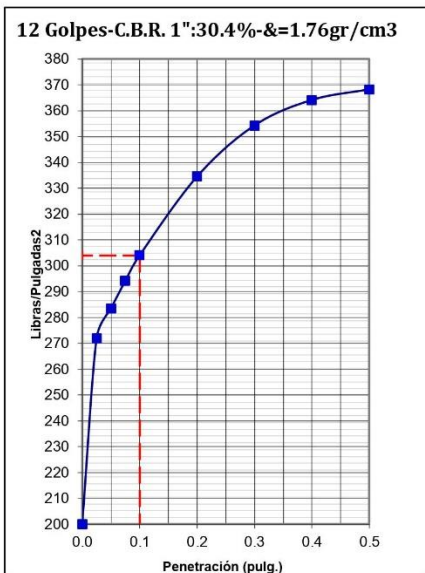
PENETRACIÓN	MOLDE Nº01-Nº 12 de Golpes			MOLDE Nº02-Nº 25 de Golpes			MOLDE Nº03- Nº 56 de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
	DIAL	Libras	Libras./pulg <sub>2</sub>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sub>2</sub>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sub>2</sub>
0.000	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.025	328	816	272	339	843	281	352	875	292
0.050	342	850	283	367	912	304	390	969	323
0.075	355	882	294	390	969	323	427	1060	353
0.100	367	912	304	414	1028	343	460	1142	381
0.200	404	1004	335	478	1187	396	562	1394	465
0.300	428	1063	354	521	1293	431	630	1562	521
0.400	440	1093	364	541	1343	447	667	1654	551
0.500	445	1105	368	550	1365	455	680	1686	562

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBER PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL CIP, N° 157385  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**ENSAYO DE CBR D-1883 – MTC E 132**

ASTM D-1883 – MTC E 132



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	11.64	1.76	0.00	90	30.40		95%	100%
25	11.54	1.86	0.00	95	34.28		34.28%	38.07%
56	1.96	1.96	0.00	100	38.07			

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

**MUESTRA PATRON**  
**+ 6 % DE NACL**

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318 - MTC E 110 /111

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
 Universidad Cesar Vallejo - Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 13 de Enero del 2022

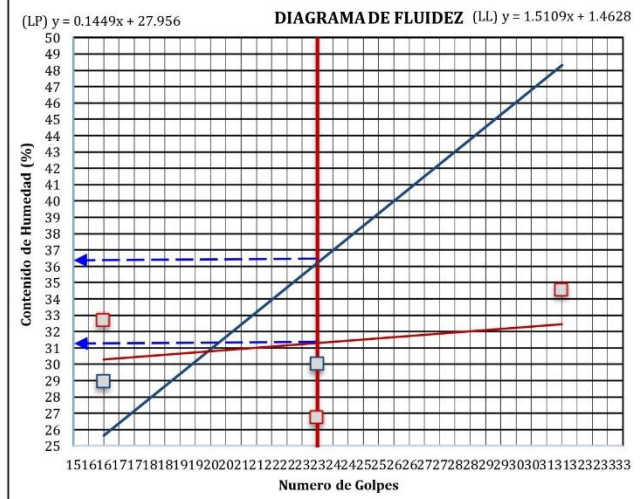
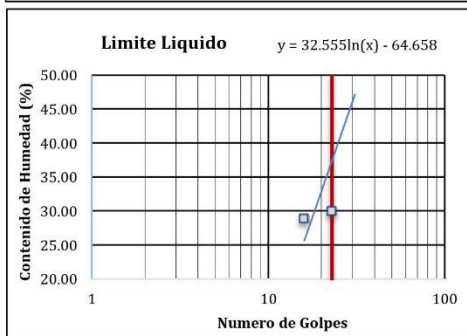
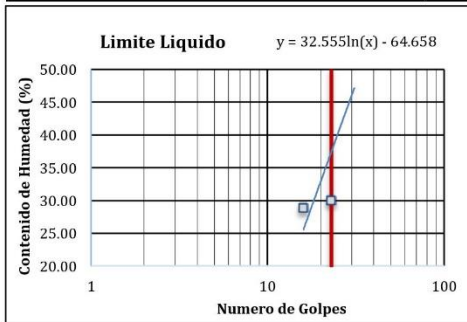
**ENSAYO:** Ensayos de Limites de Atterberg (LL, LP, IP) MUESTRA CON 6% DE NACL

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 10
PESO DE LA CAPSULA	g	16.99	17.02	16.00	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	29.07	26.98	26.56	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	24.98	24.68	24.19	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	7.99	7.66	8.19	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	4.09	2.30	2.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	51.19	30.03	28.94	
NUMERO DE GOLPES	unid.	31	23	16	

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	11.57	12.30	11.94	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	17.91	19.93	18.92	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.28	18.32	17.20	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.72	6.02	5.26	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.63	1.61	1.72	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	34.57	26.74	32.70	



RESUMEN	Método EL	Método P
LIMITE LIQUIDO	36.214%	36.72%
LIMITE PLASTICO	31.29%	31.34%
INDICE DE PLASTICIDAD	4.925%	5.38%

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBERT X. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

OBSERVACION: La muestra tiene un 5.38 % de plasticidad.





# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 – MTC E 115

ASTM D1557 – MTC E 115

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 18 de Enero del 2022

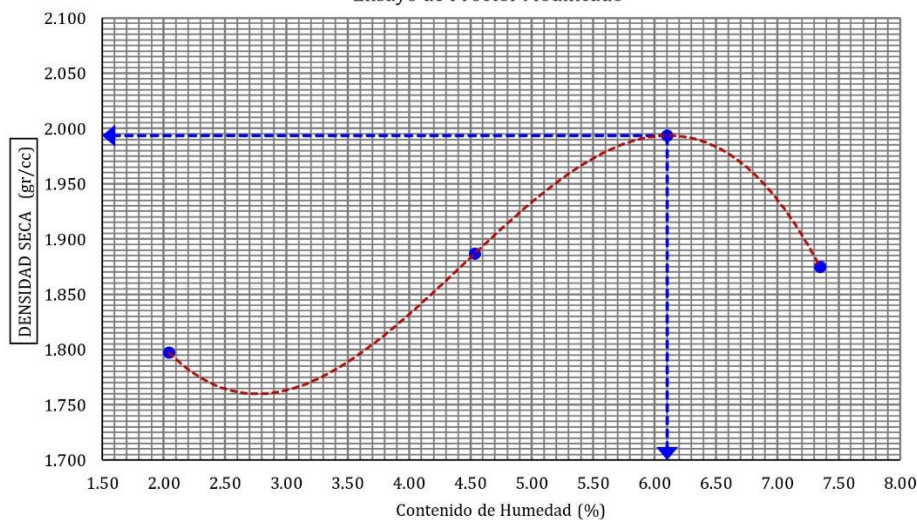
**ENSAYO:** Ensayo de Proctor Modificado ASTM D1557 **MUESTRA CON 6% NACL**

MOLDE N°	1		VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm3
N° DE CAPAS	5		GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10311	10604	10905	10689	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Húmedo	gr/cc	3869	4162	4463	4247	
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cc	1.834	1.973	2.115	2.013	

CAPSULA	N°	5	6	7	8
Suelo Humedo + Tara	gr.	499.00	507.00	473.00	453.00
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	489.00	485.00	445.80	422.00
Peso del Agua	gr.	10.00	22.00	27.20	31.00
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del Suelo Seco	gr.	489.00	485.00	445.80	422.00
Humedad	%	2.04	4.54	6.10	7.35
<b>Promedio de Humedad</b>	%	<b>2.04</b>	<b>4.54</b>	<b>6.10</b>	<b>7.35</b>
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cc	<b>1.797</b>	<b>1.887</b>	<b>1.994</b>	<b>1.875</b>

DENSIDAD SECA: 1.994 g/cm3      HO: 6.10%

Ensayo de Proctor Modificado



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBER PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI N°139 - Monterrico - Surco  
 -Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma  
 -Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720  
 -Correo: GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR@HOTMAIL.COM  
 -RUC: 2053287947



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE CBR D-1883 – MTC E 132

ASTM D-1883 – MTC E 132

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 25 de Enero del 2022

**ENSAYO:** Ensayo de CBR ASTM D1883 **MUESTRA CON 6% NACL**

### COMPACTACION

Molde Nº	01	02	03
Nº de golpes por capa	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
CONDICIONES DE LA MUESTRA	0	0	0
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	11123.05	11554.5	12821
Peso del molde (gramos)	6910.6	7088.8	8200.9
Peso del suelo húmedo (grs.)	4212.45	4465.7	4620.1
Volumen del molde (cc)	2104.9	2113.99	2078.6
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.00	2.11	2.22
<b>Densidad seca (grs./cm3)</b>	<b>1.794</b>	<b>1.894</b>	<b>1.994</b>
<b>Tarro Nº</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	348.10	346.93	348.40
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	312.00	311.13	312.50
Peso del agua (grs.)	36.10	35.80	35.90
Peso del tarro (grs.)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (grs.)	312.00	311.13	312.50
<b>% de humedad</b>	<b>11.571</b>	<b>11.506</b>	<b>11.488</b>
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD</b>			

### EXPANSION

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%

### PENETRACION

PENETRACIÓN	MOLDE Nº01-Nº 12 de Golpes			MOLDE Nº02-Nº 25 de Golpes			MOLDE Nº03- Nº 56 de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.025	393	976	325	404	1004	335	417	1036	345
0.050	407	1011	337	432	1073	358	455	1130	377
0.075	420	1043	348	455	1130	377	492	1221	407
0.100	432	1073	358	479	1189	396	525	1303	434
0.200	469	1164	388	543	1347	449	627	1555	518
0.300	493	1224	408	586	1454	485	695	1723	574
0.400	505	1253	418	606	1503	501	732	1815	605
0.500	510	1266	422	615	1525	508	745	1847	616

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. Nº 157395  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

-Lima: Calle Paulo VI Nº139 - Monterrico - Surco  
-Arequipa: Santa Eliza Mz C Lote 5, Dp 402-Cayma  
-Moquegua: Carretera Binacional Mz LL Lote 1 - Chen Chen

-Teléfono: 979589720 / #979589720  
-Correo: GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR@HOTMAIL.COM  
-RUC: 20532877947

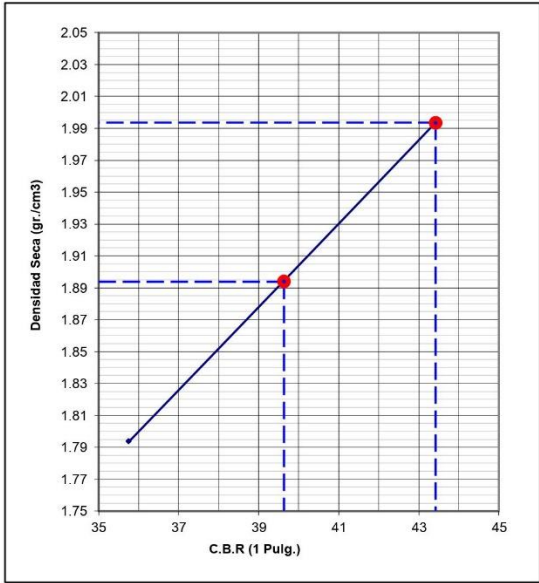
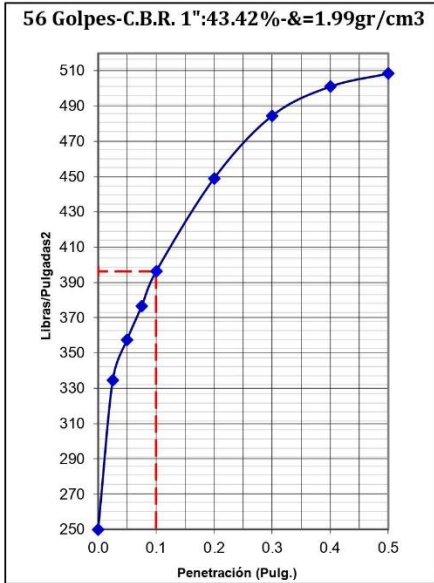
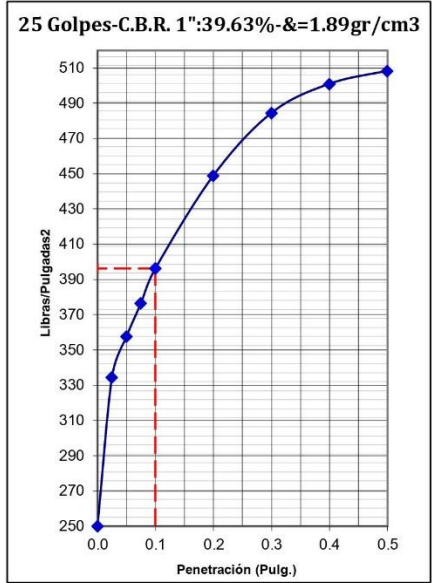
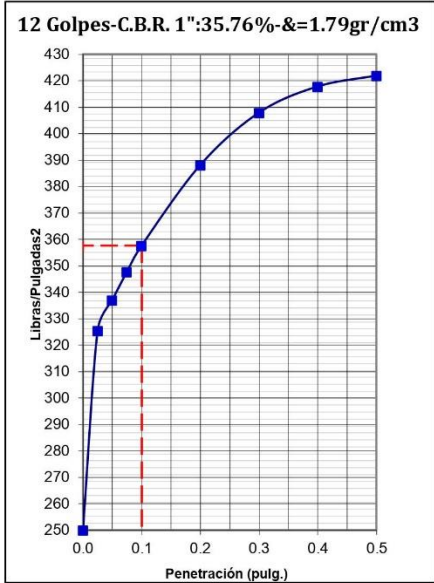


# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE CBR D-1883 – MTC E 132

ASTM D-1883 – MTC E 132



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	11.57	1.79	0.00	90	35.76		95%	100%
25	11.51	1.89	0.00	95	39.63		39.63%	43.42%
56	11.49	1.99	0.00	100	43.42			

  
**WILBER PAREDES CHOQUEHUANCA**  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.**  
CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

---

**MUESTRA PATRON**  
**+ 10 % DE NACL**

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318 - MTC E 110 /111

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
 Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 14 de Enero del 2022

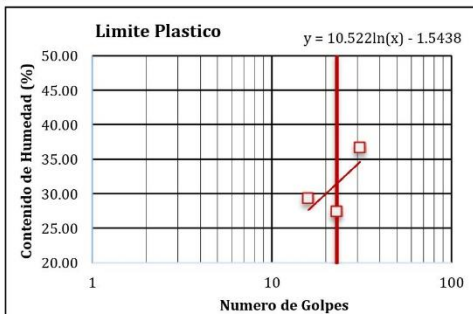
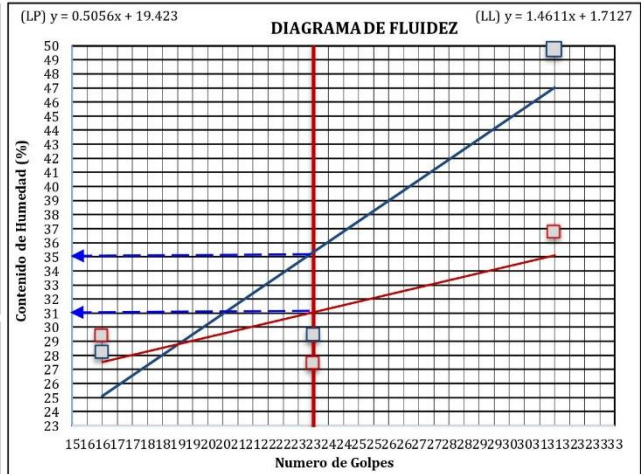
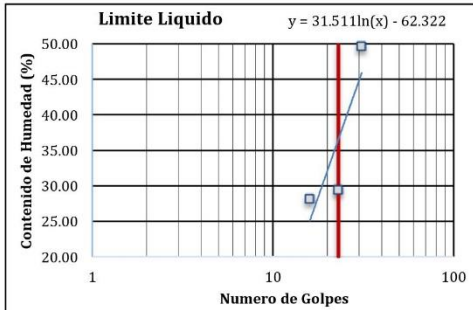
**ENSAYO:** Ensayos de Limites de Atterberg (LL, LP, IP) **MUESTRA CON 10% DE NACL**

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 11	TARA 12	TARA 13	TARA 10
PESO DE LA CAPSULA	g	17.25	19.11	17.79	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	28.75	28.91	28.56	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	24.93	26.68	26.19	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	7.68	7.57	8.40	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	3.82	2.23	2.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	49.74	29.46	28.21	
NUMERO DE GOLPES	unid.	31	23	16	

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION DE CAPSULA	UNIDAD	TARA 2	TARA 8	TARA 11	TARA 13
PESO DE LA CAPSULA	g	12.01	12.46	11.49	
PESO DE MUESTRA HUMEDA+ CAPSULA	g	17.85	19.93	18.88	
PESO DE MUESTRA SECA + CAPSULA	g	16.28	18.32	17.20	
PESO DE LA MUESTRA SECA	g	4.27	5.86	5.71	
PESO DE AGUA EN LA MUESTRA	g	1.57	1.61	1.68	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	36.77	27.47	29.42	



RESUMEN	Método EL	Método P
LIMITE LIQUIDO	35.318%	35.80%
LIMITE PLASTICO	31.05%	31.22%
INDICE DE PLASTICIDAD	4.266%	4.58%

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 WILBER A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

OBSERVACION: La muestra tiene un 4.58 % de plasticidad.



**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 – MTC E 115**

ASTM D1557 – MTC E 115

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 18 de Enero del 2022

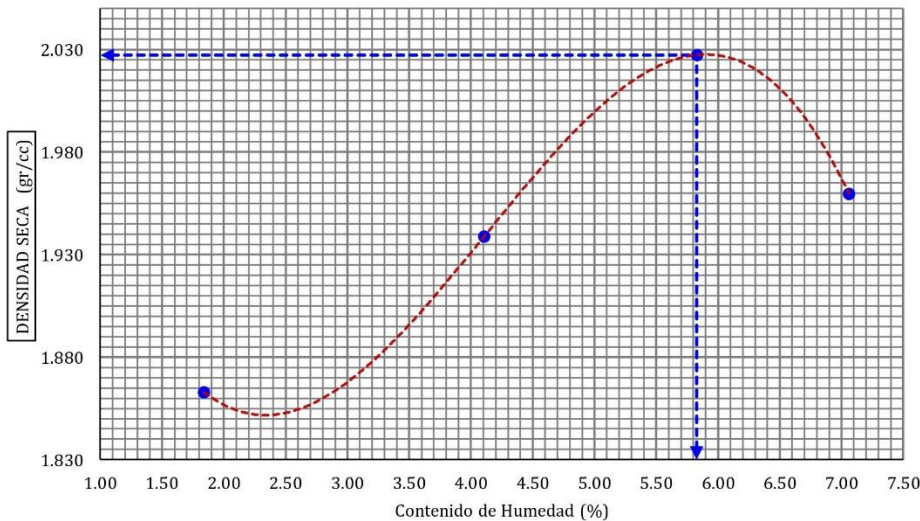
**ENSAYO:** Ensayo de Proctor Modificado ASTM D1557 **MUESTRA CON 10% NaCl**

MOLDE N°	1		VOLUMEN DEL MOLDE		2110	cm <sup>3</sup>
N° DE CAPAS	5		GOLPES POR CAPA		56	golpes
DETERMINACION	N°	1	2	3	4	
Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10445	10701	10969	10869	
Peso del Molde	gr.	6442	6442	6442	6442	
Peso del Suelo Húmedo	gr/cc	4003	4259	4527	4427	
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cc	1.897	2.018	2.145	2.098	

CAPSULA	N°	5	6	7	8
Suelo Húmedo + Tara	gr.	498.00	507.00	474.00	455.00
Peso del Suelo Seco + Tara	gr.	489.00	487.00	447.00	425.00
Peso del Agua	gr.	9.00	20.00	26.10	30.00
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del Suelo Seco	gr.	489.00	487.00	447.90	425.00
Humedad	%	1.84	4.11	5.83	7.06
<b>Promedio de Humedad</b>	%	<b>1.84</b>	<b>4.11</b>	<b>5.83</b>	<b>7.06</b>
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cc	<b>1.863</b>	<b>1.939</b>	<b>2.027</b>	<b>1.960</b>

**DENSIDAD SECA:** 2.027 g/cm<sup>3</sup>      **HO:** 5.83%

Ensayo de Proctor Modificado



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157955  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE CBR D-1883 – MTC E 132

ASTM D-1883 – MTC E 132

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.M0534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 25 de Enero del 2022

**ENSAYO:** Ensayo de CBR ASTM D1883 **MUESTRA CON 10% NACL**

### COMPACTACION

Molde Nº	01	02	03
Nº de golpes por capa	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
CONDICIONES DE LA MUESTRA	0	0	0
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	11103	11464	12610
Peso del molde (gramos)	6997.6	7088.8	8182.9
Peso del suelo húmedo (grs.)	4105.4	4375.2	4427.1
Volumen del molde (cc)	2104.9	2113.99	2078.6
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.95	2.07	2.13
<b>Densidad seca (grs./cm3)</b>	<b>1.827</b>	<b>1.927</b>	<b>2.027</b>
Tarro Nº	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	331.02	333.15	330.40
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	310.02	310.15	314.50
Peso del agua (grs.)	21.00	23.00	15.90
Peso del tarro (grs.)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (grs.)	310.02	310.15	314.50
<b>% de humedad</b>	<b>6.774</b>	<b>7.416</b>	<b>5.056</b>
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD</b>			

### EXPANSION

FECHA	TIEMPO	LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%

### PENETRACION

PENETRACIÓN	MOLDE Nº01-Nº 12 de Golpes			MOLDE Nº02-Nº 25 de Golpes			MOLDE Nº03- Nº 56 de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.025	463	1149	383	474	1177	392	487	1209	403
0.050	477	1184	395	502	1246	415	525	1303	434
0.075	490	1216	405	525	1303	434	562	1394	465
0.100	502	1246	415	549	1362	454	595	1476	492
0.200	539	1337	446	613	1520	507	697	1728	576
0.300	563	1397	466	656	1627	542	765	1896	632
0.400	575	1426	475	676	1676	559	802	1988	663
0.500	580	1439	480	685	1698	566	815	2020	673

GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

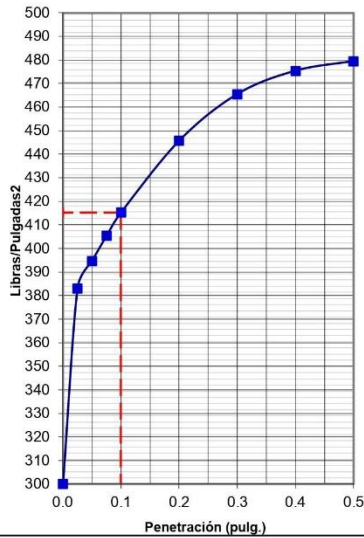
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



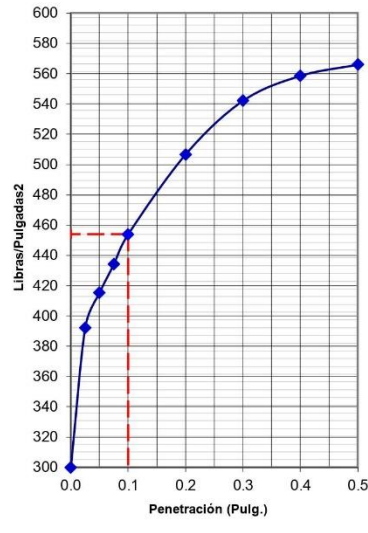
**ENSAYO DE CBR D-1883 – MTC E 132**

ASTM D-1883 – MTC E 132

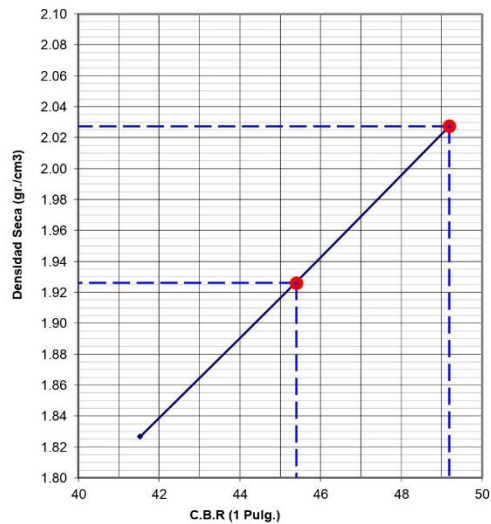
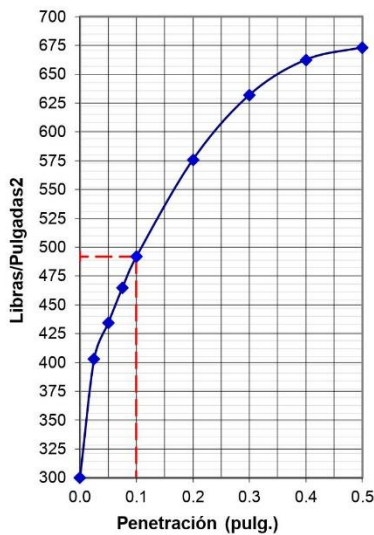
**12 Golpes-C.B.R. 1":41.53%-&=1.83gr/cm3**



**25 Golpes-C.B.R. 1":45.4%-&=1.93gr/cm3**



**56 Golpes-C.B.R. 1":49.19%-&=2.03gr/cm3**



OLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	6.77	1.83	0.00	90	41.53		95%	100%
25	7.42	1.93	0.00	95	45.40		45.40%	49.19%
56	5.06	2.03	0.00	100	49.19			

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
 49.19%  
 WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157965  
 JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE NO CONFINADA

ASTM C-39 / C-1231

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 03 de Febrero del 2022

**ENSAYO:** Ensayo de Compresión Simple No Confinada

Rotura de Probetas Cilíndricas 7 Días

COD.	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD DE DIAS	CARGA KG	DIAMETRO	AREA (cm2)	RESIST. kg/cm2
		MOLDEO	ROTURA					
1	MUESTRA CON 0% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	10/02/2022	7	226.97	8.50	56.75	3.999
2	MUESTRA CON 0% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	10/02/2022	7	226.66	8.50	56.75	3.994
3	MUESTRA CON 2% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	10/02/2022	7	258.42	8.50	56.75	4.554
4	MUESTRA CON 2% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	10/02/2022	7	259.03	8.50	56.75	4.564
5	MUESTRA CON 6% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	10/02/2022	7	291.40	8.50	56.75	5.135
6	MUESTRA CON 6% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	10/02/2022	7	292.35	8.50	56.75	5.152
7	MUESTRA CON 10% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	10/02/2022	7	345.54	8.50	56.75	6.089
8	MUESTRA CON 10% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	10/02/2022	7	349.6	8.50	56.75	6.160

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157895  
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



# GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE NO CONFINADA

ASTM C-39 / C-1231

**SOLICITA:** BACH. ROUSSELY JHOJAHIRA VALDIVIA ZEBALLOS  
Universidad Cesar Vallejo – Filial Lima Norte

**TESIS:** APLICACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL AFIRMADO PARA LA CARRETERA VECINAL EMP.MO534 EL HUESO, ILO-MOQUEGUA, 2021.

**UBICACIÓN:** Distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento Moquegua

**FECHA:** 03 de Febrero del 2022

**ENSAYO:** Ensayo de Compresión Simple No Confinada

Rotura de Probetas Cilíndricas 14 Días

COD.	ESTRUCTURA/ELEMENTO	FECHA		EDAD DE DIAS	CARGA	DIAMETRO	AREA	RESIST.
		MOLDEO	ROTURA		KG		(cm2)	kg/cm2
1	MUESTRA CON 0% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	17/02/2022	14	554.54	8.50	56.75	9.772
2	MUESTRA CON 0% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	17/02/2022	14	549.35	8.50	56.75	9.680
3	MUESTRA CON 2% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	17/02/2022	14	615.35	8.50	56.75	10.843
4	MUESTRA CON 2% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	17/02/2022	14	619.4	8.50	56.75	10.915
5	MUESTRA CON 6% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	17/02/2022	14	786.50	8.50	56.75	13.859
6	MUESTRA CON 6% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	17/02/2022	14	785.64	8.50	56.75	13.844
7	MUESTRA CON 10% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	17/02/2022	14	864.65	8.50	56.75	15.236
8	MUESTRA CON 10% CLORURO DE SODIO	3/02/2022	17/02/2022	14	884.45	8.50	56.75	15.585

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA  
INGENIERO CIVIL, N° 157855  
OLFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

## Anexo 7. Certificado de calibración del equipo



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2022

Página: 1 de 3

**Expediente** : T 073-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-09

**1. Solicitante** : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

**Dirección** : CAL JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **OHAUS**

**Modelo** : **R21PE30ZH**

**Número de Serie** : **8349380697**

**Alcance de Indicación** : **30 000 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **1 g**

**División de Escala Real ( d )** : **1 g**

**Procedencia** : **CHINA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO**

**Fecha de Calibración** : **2022-02-01**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

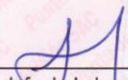
Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

- 3. Método de Calibración**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.
- 4. Lugar de Calibración**  
LABORATORIO de GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2022

Página: 2 de 3

## 5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,9	24,2
Humedad Relativa	44,0	45,0

## 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

## 7. Observaciones

(\* La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 990 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	24,2	24,2

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,9	-0,4	29 999	0,4	-0,9
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
7	14 999	0,4	-0,9	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
9	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-0,9
10	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima			0,9			0,9
Error máximo permitido	±	2 g		±	3 g	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-055-2022

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,2	24,0

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,3
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,5	0,0	0,4
3		10	0,8	-0,3		10 000	0,8	-0,3	0,0
4		10	0,5	0,0		10 000	0,7	-0,2	-0,2
5		10	0,7	-0,2		10 001	0,6	0,9	1,1
Error máximo permitido : ± 2 g									

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,0	23,9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,5	0,0						
50,0	50	0,9	-0,4	-0,4	50	0,6	-0,1	-0,1	1
500,0	500	0,6	-0,1	-0,1	500	0,9	-0,4	-0,4	1
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,3	2 000	0,5	0,0	0,0	1
5 000,0	5 000	0,5	0,0	0,0	5 000	0,8	-0,3	-0,3	1
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	-0,4	7 000	0,6	-0,1	-0,1	2
10 000,0	10 001	0,6	0,9	0,9	10 000	0,9	-0,4	-0,4	2
15 000,0	15 000	0,8	-0,3	-0,3	15 000	0,7	-0,2	-0,2	2
20 000,0	20 000	0,5	0,0	0,0	20 000	0,5	0,0	0,0	2
25 000,0	25 000	0,7	-0,2	-0,2	25 000	0,8	-0,3	-0,3	3
30 000,0	30 000	0,9	-0,4	-0,4	30 000	0,9	-0,4	-0,4	3

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,28 \times 10^{-6} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{4,10 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 2,38 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : T 073-2022  
Fecha de Emisión : 2022-02-09

**1. Solicitante** : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

**Dirección** : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : HENKEL

**Modelo** : NO INDICA

**Número de Serie** : NO INDICA

**Alcance de Indicación** : 1 000 g

**División de Escala de Verificación ( e )** : 0,1 g

**División de Escala Real ( d )** : 0,01 g

**Procedencia** : NO INDICA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2022-02-01

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

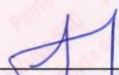
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2022

Página: 2 de 3

## 5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,7	23,7
Humedad Relativa	45,0	45,0

## 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

## 7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 1 000,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 999,62 g para una carga de 1 000,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

0

## 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	NO TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	23,7			23,7		
	Carga L1= 500,000 g			Carga L2= 1 000,001 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	500,00	0,007	-0,002	1 000,00	0,008	-0,004
2	500,00	0,009	-0,004	999,99	0,004	-0,010
3	500,00	0,005	0,000	999,98	0,003	-0,019
4	500,00	0,008	-0,003	1 000,00	0,009	-0,005
5	500,00	0,006	-0,001	1 000,01	0,007	0,007
6	500,00	0,009	-0,004	999,99	0,004	-0,010
7	500,00	0,005	0,000	999,99	0,003	-0,009
8	500,00	0,007	-0,002	1 000,01	0,008	0,006
9	500,00	0,009	-0,004	999,98	0,004	-0,020
10	500,00	0,006	-0,001	1 000,00	0,007	-0,003
Diferencia Máxima			0,004			0,027
Error máximo permitido	±	0,2 g		±	0,2 g	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-054-2022

Página: 3 de 3



### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,7	23,7

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,100	0,10	0,005	0,000	300,001	300,00	0,008	-0,004	-0,004
2		0,10	0,008	-0,003		299,99	0,004	-0,010	-0,007
3		0,10	0,006	-0,001		299,99	0,003	-0,009	-0,008
4		0,10	0,007	-0,002		300,00	0,009	-0,005	-0,003
5		0,10	0,009	-0,004		299,99	0,004	-0,010	-0,006

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,1 g

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,7	23,7

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,500	0,50	0,005	0,000	0,003	0,50	0,009	-0,004	-0,001	0,1
5,000	5,00	0,009	-0,004	-0,001	5,00	0,005	0,000	0,003	0,1
50,000	50,01	0,006	0,009	0,012	49,99	0,003	-0,008	-0,005	0,1
70,000	70,01	0,008	0,007	0,010	69,99	0,004	-0,009	-0,006	0,1
100,000	100,01	0,005	0,010	0,013	99,98	0,003	-0,018	-0,015	0,1
150,000	150,01	0,007	0,008	0,011	149,98	0,004	-0,019	-0,016	0,1
200,000	200,01	0,009	0,006	0,009	199,99	0,003	-0,008	-0,005	0,1
500,000	499,99	0,004	-0,009	-0,006	499,98	0,004	-0,019	-0,016	0,1
700,001	699,99	0,003	-0,009	-0,006	699,99	0,003	-0,009	-0,006	0,2
1 000,001	999,99	0,004	-0,010	-0,007	999,99	0,004	-0,010	-0,007	0,2

e. m. p.: error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,25 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,63 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 4,39 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza    ΔL : Carga Incrementada    E : Error encontrado    E<sub>0</sub> : Error en cero    E<sub>c</sub> : Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 382 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO -  
MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Copa : NO INDICA  
Serie de Copa : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
01 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

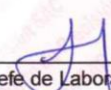
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,4	24,4
Humedad %	44	44

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 382 - 2022

Página : 2 de 2

### Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE				EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	53,56	2,38	25,97	46,53	51,14	150,00	125,13	10,13	3,39	13,25
	53,21	2,29	25,82	46,51	51,37	149,99	125,18	10,00	3,28	13,36
	53,35	2,27	25,99	46,55	51,18	150,00	125,06	10,15	3,41	13,85
	53,59	2,42	25,97	46,54	51,07	150,00	125,15	10,05	3,35	13,68
	53,42	2,33	25,95	46,54	51,44	150,02	125,07	10,11	3,19	13,96
53,47	2,28	25,98	46,39	51,29	150,01	125,12	10,09	3,22	13,25	
PROMEDIO	53,43	2,33	25,95	46,51	51,25	150,00	125,12	10,09	3,31	13,56
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	-0,57	0,33	-1,05	-0,49	1,25	0,00	0,12	0,09	1,31	0,06

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	81 %

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 087 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : METROTEST  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : 673  
Marca de Celda : ZEMIC  
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B-C  
Serie de Celda : M2D025453  
Capacidad de Celda : 5 t  
Marca de indicador : HIGH WEIGHT  
Modelo de Indicador : 315-X2  
Serie de Indicador : 0284042

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
01 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,2	24,1
Humedad %	45	45

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 087 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	499,55	501,65	0,09	-0,33	500,60	-0,12	-0,42
1000	1003,69	1003,92	-0,37	-0,39	1003,81	-0,38	-0,02
1500	1499,15	1502,41	0,06	-0,16	1500,78	-0,05	-0,22
2000	2001,96	2000,57	-0,10	-0,03	2001,27	-0,06	0,07
2500	2501,01	2500,00	-0,04	0,00	2500,51	-0,02	0,04
3000	3002,37	3001,62	-0,08	-0,05	3002,00	-0,07	0,03
3500	3504,22	3505,15	-0,12	-0,15	3504,69	-0,13	-0,03
4000	4006,35	4007,98	-0,16	-0,20	4007,17	-0,18	-0,04

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} \cdot 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9987x + 0,2569$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

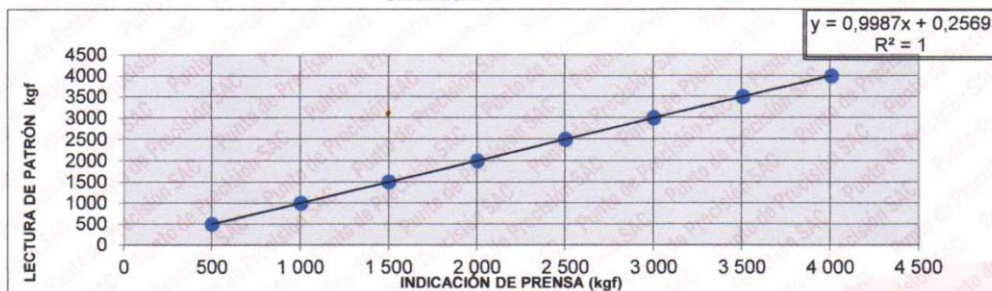
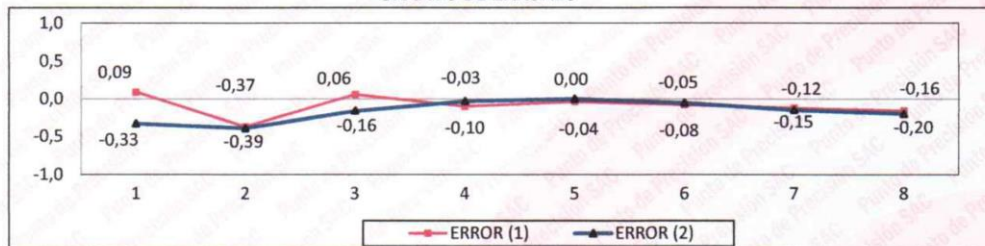


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 083 -2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 073-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-09

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.  
Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PINZUAR  
Modelo de Prensa : PC-160  
Serie de Prensa : 204  
Capacidad de Prensa : 1000 kN

Marca de indicador : PINZUAR  
Modelo de Indicador : NO INDICA  
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : NO INDICA  
Modelo de Transductor : NO INDICA  
Serie de Transductor : D8811

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

CARRETERA BINACIONAL MZ. LL LOTE 01 CHEN CHEN - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
01 - FEBRERO - 2022

#### 4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,1	24,1
Humedad %	46	45

#### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 083 -2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,234	99,658	0,766	0,342	99,446	0,557	-0,424
200	198,542	198,741	0,729	0,629	198,642	0,684	-0,100
300	297,125	297,458	0,958	0,847	297,292	0,911	-0,111
400	396,258	396,642	0,936	0,840	396,450	0,895	-0,096
500	495,326	496,025	0,935	0,795	495,676	0,872	-0,140
600	594,256	595,987	0,957	0,669	595,122	0,820	-0,288
700	693,178	693,654	0,975	0,907	693,416	0,950	-0,068

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0096x - 0,4016$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

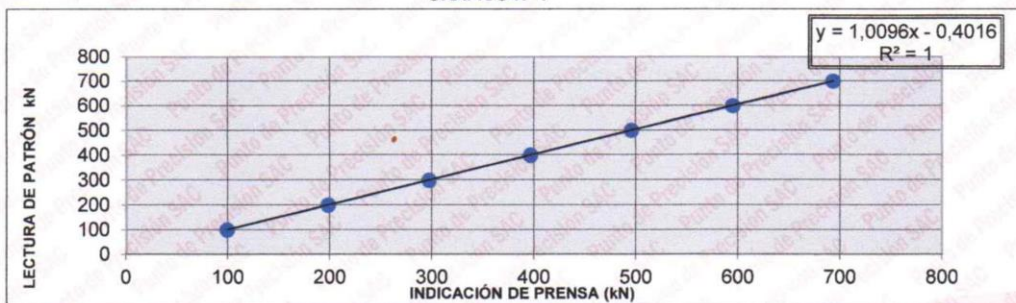
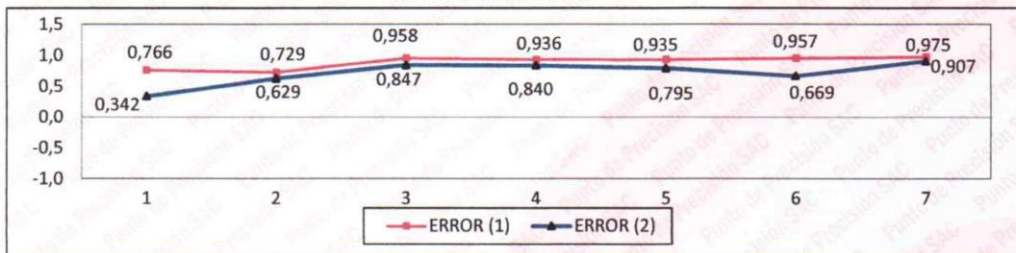


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

# Anexo 9. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

14/3/22, 17:40

:: Boleta de Venta Electronica - Impresion ::

<b>GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.</b> CARRETERA BINACIONAL MZ LL LOTE 1 - CHEN CHEN MOQUEGUA - MOQUEGUA - MOQUEGUA			<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20532877947</b> <b>EB01-208</b>			
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>14/03/2022</b> Señor(es) : <b>ROUSSELY JHOJAHIRA</b> : <b>VALDIVIA ZEBALLOS</b> DNI : <b>70690944</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación :						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYOS EN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	1,694.93	0.00	2,000.0005	0.00
Otros Cargos : S/0.00 Otros Tributos : S/0.00 ICBPER : <input type="text" value="S/ 0.00"/> Importe Total : S/2,000.00						
<b>SON: DOS MIL Y 00/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.			Op. Gravada : <input type="text" value="S/ 1,694.93"/> Op. Exonerada : <input type="text" value="S/ 0.00"/> Op. Inafecta : <input type="text" value="S/ 0.00"/> ISC : <input type="text" value="S/ 0.00"/> IGV : <input type="text" value="S/ 305.07"/> ICBPER : <input type="text" value="S/ 0.00"/> Otros Cargos : <input type="text" value="S/ 0.00"/> Otros Tributos : <input type="text" value="S/ 0.00"/> Monto de Redondeo : <input type="text" value="S/ 0.00"/> Importe Total : <input type="text" value="S/ 2,000.00"/>			
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						