

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante, para la
carretera Progreso Alto a Jayanca-Lambayeque, 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Mirian Soledad Rojas Mego

ASESOR

Lucas Ludeña Gutierrez

<https://orcid.org/0000-0001-7903-3646>

Chiclayo, 2023

**Influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la
subrasante, para la carretera Progreso Alto a Jayanca-
Lambayeque, 2021**

PRESENTADA POR
Mirian Soledad Rojas Mego

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Juan Merino Roncero
PRESIDENTE

Joaquín Hernán Rojas Oblitas
SECRETARIO

Lucas Ludeña Gutierrez
VOCAL

Dedicatoria

A Dios por enseñarme que las dificultades son parte de la vida y que debemos ser perseverantes para alcanzar nuestros objetivos.

A mis padres Palermo y María Isabel por brindarme su confianza, apoyo y amor incondicional en cada momento y por todas las enseñanzas impartidas en casa que me han ayudado a ser la persona que soy.

A mis hermanos, Oimer Marín, Jeiner, Juan Carlos, Carmen, Miguel Ángel, Limber y Fernando Jesús, a ustedes por enseñarme a ser una persona fuerte y no rendirme, por brindarme su confianza, su amor y su apoyo incondicional.

Agradecimientos

A Dios por cada oportunidad que me ha brindado.

A Beca 18- PRONABEC, que premia el esfuerzo y talento mi eterna gratitud por brindarme esa experiencia educativa que me permitió cumplir mi meta.

A mis padres, mis hermanos y amigos que siempre estuvieron presente durante mi proceso de aprendizaje y ser siempre un apoyo en los momentos difíciles, gracias.

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

5%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

4

ribuni.uni.edu.ni

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1%

6

es.scribd.com

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

9

www.peru.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

Índice

Resumen	12
Abstract	13
Introducción.....	14
Revisión de literatura	19
Antecedentes del problema.....	19
Bases teóricas	22
Suelos	22
Subrasante	26
Caracterización de la subrasante	27
Tipos de estabilización de suelos	27
Estabilización con cloruro de sodio	28
Materiales y métodos.....	32
Tipo de estudio y diseño de contrastación de la hipótesis	32
Población, muestra de estudio	32
Población.....	32
Muestra	32
Variables	33
Métodos y técnicas de recolección de datos	37
Estrategia metodológica.....	37
Descripción de la zona de estudio	38
Procedimiento general.....	39
Exploración de campo.....	39
Planteamiento del muestreo de suelos	42
Ensayos de laboratorio del suelo en estado natural.....	43
Ensayos de laboratorio del suelo con adicción de NaCl	47

Proceso de mezclado del NaCl con el suelo natural	49
Ensayos de laboratorio	50
Resultados y discusión	51
Resultados en estado natural.....	51
Ensayo de granulometría.....	51
Ensayo de contenido de humedad.....	55
Ensayo de peso específico.....	55
Ensayo de límites de consistencia.....	56
Ensayo de Proctor modificado	56
Ensayo de CBR.....	56
Resultados en estado natural más porcentaje de sal	57
Ensayos de la calicata C-01	57
Ensayos de la calicata C-13	60
Análisis económico.....	63
Partidas para el proyecto sin estabilizar.....	63
Partidas para la estabilización del proyecto con 2 % de cloruro de sodio	65
Partidas para la estabilización del proyecto con 6 % de cloruro de sodio	67
Partidas para la estabilización del proyecto con 10 % de cloruro de sodio	68
Comparativo económico.....	69
Discusión	71
Conclusiones	73
Recomendaciones	75
Referencias bibliográficas.....	76
Anexos	79

Lista de figuras

Figura 1: Estado de la vial vecina.....	15
Figura 2: Ruta de estudio.....	31
Figura 3: Longitud de la ruta.....	31
Figura 4: Localización de las calicatas en el tramo.....	37

Lista de tablas

Tabla 1: Clasificación de AASHTO.....	22
Tabla 2: Clasificación según la ASTM	23
Tabla 3: Comparación entre ASTM y ASSHTO	23
Tabla 4: Caracterización de la subrasante	26
Tabla 5: Parámetros de las características típicas de la sal	28
Tabla 6: Operacionalización de variables	32
Tabla 7: Matriz de consistencia.....	33
Tabla 8: Técnica de recolección de datos.....	35
Tabla 9: Ubicación de calicatas.....	38
Tabla 10: Obtención de las 15 calicatas	40
Tabla 11: Selección de las calicatas para ensayos en laboratorio a estado natural	41
Tabla 12: Factor del límite líquido	43
Tabla 13: Ficha técnica.....	46
Tabla 14: Obtención de granulometría de C_01	48
Tabla 15: Obtención de granulometría de C_05	49
Tabla 16: Obtención de granulometría de C_10	50
Tabla 17: Obtención de granulometría de C_13	51
Tabla 18: Contenido de humedad.....	52
Tabla 19: Peso específico	52
Tabla 20: Límites de consistencia	53
Tabla 21: Proctor modificado.....	53
Tabla 22: CBR.....	53
Tabla 23: Ensayo de proctor modificado + sal de la C_01	54
Tabla 24: Ensayo de CBR + sal de la C_01	56
Tabla 25: Ensayo de proctor modificado + sal de la C_13	57
Tabla 26: Ensayo de CBR + sal de la C_13	59
Tabla 27: Partida de obras preliminares: trazo y replanteo	61
Tabla 28: Partidas de movimiento de tierras: corte y nivelación	61
Tabla 29: Partidas de movimiento de tierras: Nivelación y compactación.....	62
Tabla 30: Resumen de presupuesto en estado natural.....	62
Tabla 31: Partidas de movimiento de tierras: Estabilización con sal en 6%	63
Tabla 32: Presupuesto: Estabilización con sal en 2%	63

Tabla 33: Partidas de movimiento de tierras: Estabilización con sal en 6%	64
Tabla 34: Presupuesto: Estabilización con sal en 6%	64
Tabla 35: Partidas de movimiento de tierras: Estabilización con sal en 10%	65
Tabla 36: Presupuesto: Estabilización con sal en 10%	65
Tabla 37: Comparación de presupuestos de estabilización	66

Lista de gráficas

Gráfica 1: Curva granulométrica de la C_01.....	48
Gráfica 2: Curva granulométrica de la C_05.....	50
Gráfica 3: Curva granulométrica de la C_10.....	51
Gráfica 4: Curva granulométrica de la C_13.....	52
Gráfica 5: Proctor modificado + sal de la C-01.....	55
Gráfica 6: Humedad optima con sal de la C_01.....	55
Gráfica 7: CBR + sal de la C_01.....	56
Gráfica 8: CBR +sal de la C_01 para 2”.....	57
Gráfica 9: Proctor modificado + sal de la C-13.....	58
Gráfica 10: Humedad optima con sal de la C_13.....	58
Gráfica 11: CBR a 1” + sal de la C_13.....	59
Gráfica 12: CBR +sal de la C_13 para 2”.....	60

Lista de anexos

Anexo 01: Ensayos de campo.....	80
Anexo 02: Ensayos de laboratorio.....	89
Anexo 03: Panel fotográfico.....	143
Anexo 04: Plano de ubicación	155

Resumen

Con la presente investigación se buscó desarrollar los objetivos planteados en base a la problemática existente teniendo como objetivo principal determinar la influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante para la carretera Progreso Alto a Jayanca. Este objetivo se ha logrado desarrollar siguiendo una metodología donde se aplicaron ensayos como son, análisis granulométrico, límites de plasticidad, peso específico, contenido de humedad, proctor modificado y el CBR, los porcentajes que se evaluaron fueron de 2%,6%,10%,15%,22.5% estos se consideraron respecto al peso seco de la muestra natural, se realizaron 15 calicatas, de las cuales 4 fueron sometidas a ensayos, obteniendo resultado que dos de ellas si pueden ser sometidas a una estabilización, optándose por aplicar los porcentajes de sal a esas calicatas cuyos resultados finales fueron que con adición, el cloruro de sodio aumenta significativamente las propiedades de la subrasante presentando una tendencia de crecimiento en la máxima densidad seca, en 0.39 %, 2.16 %, 4.27%,5.48% respecto al estado natural, un decrecimiento en la humedad óptima en 2.29%, 5.85%, 9.89%, 16.22% y hasta un 20.14% respecto a al estado natural respectivamente, lo que indica un aumento de propiedades al ser evaluadas por los ensayo de proctor modificado y el CBR.

Palabras claves: Mejoramiento, subrasante, cloruro de sodio, tendencia, propiedades.

Abstract

The present investigation seeks to develop the objectives based on the existing problems, with the main objective of determining the influence of sodium chloride on the improvement of the subgrade for the Progreso Alto to Jayanca highway. This objective has been achieved following a methodology where tests such as granulometric analysis, plasticity limits, specific weight, moisture content, modified proctor and CBR were applied, the percentages that were evaluated were 2%, 6%, 10 %,15%,22.5% these were considered with respect to the dry weight of the natural sample, 15 test pits were made, of which 4 were subjected to tests, obtaining the result that two of them can be exposed to a hardness, opting to apply the percentages of salt to those pits whose final results were that with increase, sodium chloride significantly increases the properties of the subgrade presenting a growth trend in the maximum dry density, in 0.39%, 2.16%, 4.27%, 5.48% with respect to to the natural state, a decrease in optimum humidity in 2.29%, 5.85%, 9.89%, 16.22% and up to 20.14% with respect to the natural state respectively, which indicates an increase in properties when being ev evaluated by the modified proctor tests and the CBR.

Keywords: Improvement, subgrade, sodium chloride, trend, properties.

Introducción

En el área de la ingeniería el suelo de subrasante es un factor fundamental que considerar en la etapa de diseño y construcción de pavimentos. El requerimiento mínimo para que un suelo sea aceptado como suelo de fundación de un pavimento es que el CBR debe ser mayor que el 6%. Si no se cumple esta condición se puede reemplazar, mejorar o estabilizar. El proceso de reemplazo es retirar todo el material a la profundidad indicada y reemplazarlo por un suelo más competente en cambio, el proceso de mejoramiento consiste en mejorarlo con otros suelos y la estabilización radica en la mejora de sus condiciones con adiciones químicas.

Al estabilizar ayuda a subsanar deterioros provocados por la baja calidad de las propiedades, el intemperismo, el agua, etc. Estas soluciones son comúnmente aplicadas en las obras de carreteras permitiendo un mejoramiento de las diferentes propiedades de resistencia del suelo.

Colombia tiene alrededor de 206.102 km de carretera, de las cuales 16.983 km pertenecen a red primaria, 44.000 km a la red secundaria y 142.284 km a la red terciaria, siendo este definitivo el más utilizado. [1] indicó que en muchos lugares las propiedades del suelo no son las mejores, debido a que, muestran porcentajes de CBR muy pobres, conllevando a que se produzcan diferentes fallas superficiales. Es por eso, que las diferentes entidades de este país mejoran las propiedades de resistencia del suelo con aditivos químicos o naturales, los cuales aportan racionalmente la resistencia del suelo o sus propiedades.

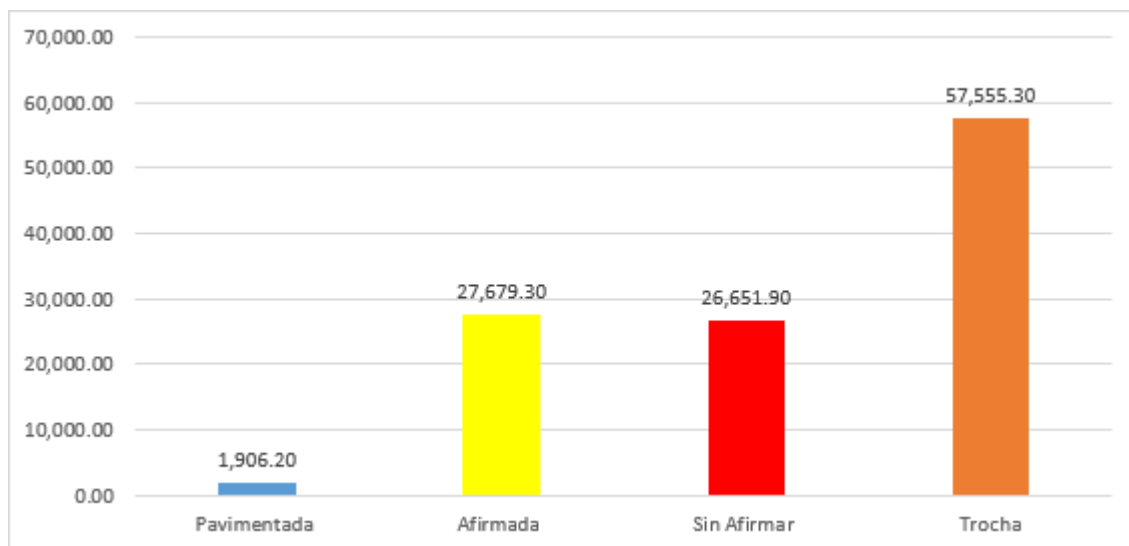
En Chile existe una red vial de 77.801 km, de su total el 25% son pavimentadas, el 15% tienen soluciones básicas, pero el 60% están sin pavimentar y sin una solución básica, generando que el suelo muestre porcentajes de CBR muy pobre [2].

Las trochas carrozables actualmente presentan una deficiencia por falta de mantenimiento o mejoramiento de las propiedades del suelo, algunas zonas del país son afectadas por las lluvias u otros agentes meteorológicos, causando desgastes superficiales y a la vez provocando que este reduzca su material propio.

Según [3], divide en tres a las redes viales: Red Nacional, Departamental y la Red de caminos vecinales, esta última se dirige al sector local teniendo intención de acercar a los distritos con los centros poblados, acaparando así un total de 113,792.7 km, entre kilómetros registrados y no registrados, llegando a tener 113,933.1 Km de longitud total de la red en un futuro. Las

carreteras no pavimentadas están conformadas por el 1.7% y el 98.3% se encuentra a nivel de trocha carrozables, corroborando de esta manera una deficiencia en las gestiones políticas de las autoridades.

Figura 1: Estado de la vial vecinal



Fuente: oficina de programación multianual de inversiones.

Probablemente el deterioro de las trochas carrozables en el Perú es muy notable, la baja capacidad de soporte del suelo el cual está conformado por la sub- rasante, trae consigo el deterioro continuo de las carreteras, impidiendo el desarrollo del país. En el departamento de Cajamarca, las trochas carrozables están en condiciones deplorables debido a los agentes meteorológicos y al mal uso de la carretera [4]. En la mayor parte de las provincias de Cajamarca se han realizado estabilizaciones con aglomerantes químicos y naturales ayudando así a mejorar las propiedades de resistencia de suelos cohesivos para que estos formen parte de carpetas asfálticas en un proyecto civil.

En Lambayeque las redes viales Vecinales son muy bajas así lo señala [3], con su reciente actualización del clasificador de rutas en el 31 de Julio del 2019, se indica que solo el 27.6 km de vías pavimentadas ya se encuentran asfaltadas a discrepancia de los 2,029.1 km que no se encuentran pavimentadas, por consiguiente, se logra contemplar que Lambayeque seguirá con la brecha de desigualdad vial por algunos años más [3]. Los suelos en Lambayeque, en su mayoría son áridos y de baja plasticidad, mostrando porcentajes de CBR muy bajos e indicando

que el suelo está muy pobre. Por ello se buscan soluciones que se pueda brindar condiciones necesarias a la población y pueda tener una ciudad digna. [5]

En [6] indica que toda carretera con un IMDA inferior a 200 veh/día, con un ancho mínimo de 3.00 m de calzada, teniendo una excepción hasta de 2.5 m, debe funcionar con soluciones económicas o básicas, lo que consiste en la aplicación de un aglomerante químico o natural que funcione como estabilizador de suelos naturales, aumentando sus propiedades de resistencia.

En el distrito de Jayanca se encuentra ubicada la carretera que se utilizará con el fin de desarrollar esta investigación, la carreta en estudio corresponde a la clasificación terciaria de la red vial, contando con un tramo de 14.5 Km de longitud de trocha carrozable. La condición actual de la trocha es deficiente debido, a la reacción de los diferentes agentes meteorológicos causando desgastes superficiales, baches, ahuellamientos pronunciados, etc. Estos defectos pueden provocar accidentes y otros problemas relacionados a la misma.

Por ello, se presenta el proyecto de mejoramiento aplicando la sal como agente estabilizante en la subrasante, con objeto de ser una solución a la problemática expuesta. El aglomerante por usar nos concederá acrecentar las diferentes propiedades de resistencia del suelo natural.

La estabilización con cloruro de sodio resulta ser más económico por el bajo costo de adquisición ya que este aglomerante es de procedencia natural, es por esa razón que para dar solución a problemática in situ se optará por el uso NaCl o comúnmente llamado sal, este aglomerante absorbe la humedad del suelo así como también la humedad del material circundante, de esta manera el sustrato retiene la humedad necesaria y mejora la cohesión del suelo natural, valor de soporte del suelo y la capacidad portante y de esta manera permitirá mejorar la condición de vida de la carretera en estudio.

De acuerdo con la realidad problemática antes vista, la investigación busca dar respuesta a la siguiente formulación del problema. ¿De qué manera influye el cloruro de sodio como estabilizante en la subrasante de la carretera Progreso Alto a Jayanca?

Esta investigación se justifica en los ámbitos; técnica, esta investigación permite optar un método de mejora en una de las trochas carrozables en el distrito de Jayanca, aumentando la consistencia del suelo en esta capa con la suma del NaCl mejorando así la fluidez del tránsito

en esta vía; además este estudio servirá como elemento de consulta para otras investigaciones relacionadas al tema en el distrito de Jayanca, es necesario indicar que en la zona de estudio no se han hecho investigaciones similares.

Social, el mejoramiento de la carretera en estudio contribuye a la optimización de calidad de vida de los residentes y de las comunidades aledañas, por ende, con una vía estabilizada la venta de los alimentos se incrementaría y los pobladores podrán trasladar sus productos en menor tiempo posible a los diferentes mercados.

Ambiental, la aplicación de este aglomerante natural ayudará a disminuir el impacto ambiental causado por la erosión de partículas de polvo, lo que ocasiona enfermedades en la población de las diferentes comunidades que se encuentran alrededor o ámbito de la carretera de estudio.

Económica, permitirá mejorar la economía de los pobladores, logrando mantener un transporte fluido por mejoramiento de subrasante y estabilización de trocha los cuales comunican con diversas vías asfaltadas hacia diversos puntos de nuestro país. Así mismo se logrará transportar productos agrícolas tales como: arroz, maíz, menestras en general, loche, caña de azúcar, camote, cebolla, tomate, etc., productos frutales: guabas, ciruelas, mangos, tamarindo, sandias, uvas, plátanos etc., entre otros productos de la zona.

En relación con el turismo; cerca de la carretera de estudio se encuentra ubicado el centro arqueológico Jo Toro, el cual se encontrará beneficiado gracias al mejoramiento de la trocha carrozable, permitiendo un mejor acceso a los turistas, por ende, incrementará la venta de los productos artesanales de los pobladores locales y aledaños, además, de encontrarse beneficiado el **“Centro Artesanal Bosque de Pómac”** ubicado aproximadamente a 2 km del caserío Progreso Bajo.

Como la finalidad de esta investigación es determinar la influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante para la carretera Progreso Alto a Jayanca. Con objeto de que se cumpla lo planteado principalmente se han establecido los siguientes objetivos específicos: Determinar las características geotécnicas y propiedades de resistencia del suelo natural mediante, el análisis granulométrico, límites de Atterberg, contenido de humedad, peso específico, Proctor modificado y CBR; Identificar las características del Cloruro de Sodio

mediante granulometría, peso específico y contenido de humedad; Proponer porcentajes de NaCl para la estabilización de la subrasante; Analizar las propiedades de resistencia de la estabilización de la subrasante con adición de Cloruro de Sodio; Evaluar técnica y económicamente la estabilización de la subrasante con adición de Cloruro de sodio.

Revisión de literatura

Se he revisado literatura de varios autores con la temática relacionada a la influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante.

Antecedentes del problema

Antecedentes Internacionales

TESIS DE GRADO: “ESTUDIO DEL COMPARTAMIENTO DE UN SUELOARCILLOSO ESTABILIZADO POR DOS MÉTODOS QUÍMICOS (CAL Y CLORURO DE SODIO)”. GUAMÁN, 2016

El autor Guamán, en 2016 realizó la investigación [7] que tiene como objetivo el comportamiento del suelo arcilloso mediante la incorporación de hidróxido de calcio y NaCl en diferentes proporciones como 2.5%, 7.5% y 12.5%, para analizar la calidad del suelo innato y suelo estabilizado, se ejecutaron una serie de ensayos: gravedad específica, densidad real, límites de consistencia, proctor modificado y CBR, en cuanto al cloruro de sodio este se trituró permitiendo una adecuada interacción con el suelo arcilloso, los resultados que se obtuvieron de la investigación y cumple con la normativa ecuatoriana son los de cal, presentado así el porcentaje óptimo de un 12.5%, mientras que el porcentaje óptimo de sal es de 2.5% pero no puede utilizarse para la estabilización porque no cumple con la normativa.

TESIS DE GRADO: “ANÁLISIS Y ESTABILIZACIÓN DE ARCILLA NEGRA CON CLORURO DE SODIO (NaCl), ARENA PÓMEZ, CAL Y CEMENTO, PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS”. ROBLES, 2018

El autor Robles en 2018, en su [8] análisis se plantea describir la estabilización de la arcilla negra en adición sal, arena pómez, hidróxido de calcio y cemento, con el fin de mejorar sus propiedades, para ello se basaron en estudios de mecánicas de suelos los cuales fueron: la determinación de humedad natural, densidad bruta (peso unitario), granulometría, peso específico, límites de atterberg, proctor estándar, resistencia a la compresión sin confinar, valor relativo de soporte (CBR), utilizando una sola muestra tomada a cielo abierto, los porcentajes

de mezcla suelo y agente estabilizante que se tomaron fueron (95%-5%), (88% -12%), (80% -12%), obteniendo como resultados los valores alcanzados de la arcilla negra en adición con los aglomerantes: cloruro de sodio (6,5; 6,6 y 6,9 Kg/cm²), arena pómez (6,1; 6,4 y 6,8 Kg/cm²), cal (11,5; 17,2 y 23,0 Kg/cm²) y cemento (13,8; 19,2 y 26,2 Kg/cm²), viéndose mejores resultados para la adición de arcilla negra con cloruro de sodio donde se obtuvo 21 Kg/cm² pero no es aplicable para este tipo de suelo, por lo que se consideró al cemento seguido de la cal como estabilizantes.

TESIS DE GRADO: “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.” SALINAS Y VILLAO, 2019

La investigación de Salinas y Villao en 2019 [9], se basó en diferenciar los modos de estabilización de suelos expansivos por medio de especímenes de suelo evaluadas en laboratorio, determinando su eficacia al realizar un análisis y experimentación con las mezclas precisadas y con proporciones de 3%, 5% y 7%, tomando como muestra 200kg aproximadamente que fueron sometidos a ensayos según la norma ASTM, apoyándose en los análisis y en los estudios comparativos entre los métodos se concluye que la mejor opción para estabilizar es la sal cumpliendo con las restricciones tanto económicas como técnicas, asimismo también la estabilización con cal es la segunda opción y como última opción las geoceldas.

Antecedentes Nacionales

TESIS DE GRADO: “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA EL MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES MECÁNICAS CON LA ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO, PUENTE PIEDRA, LIMA, 2020”. FLOR Y TORRES, 2020

Esta investigación de los autores Flor y Salazar, en 2020 [10], tiene por objetivo demostrar que la influencia que tiene la sal para estabilizar un suelo cuyo fin es la construcción de un centro comercial, los porcentajes utilizados de NaCl fueron de 2%,4%,6%, 8%, 10% y un 12%, en cuanto a sus propiedades resistentes del suelo arcilloso, Se han obtenido como resultado que,

por medio del análisis inferencial de la contrastación de la hipótesis, son los ensayos cuantitativos de regresión lineal, así mismo se empleó la cuadrática y cúbica, con lo que se determinó que existe una influencia al estabilizar con sal, concluyendo que para valores mayores que 0.05 los ensayos siguen un comportamiento igual.

TESIS DE GRADO: “COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUARAZ- UNCHUS CON ADICIÓN DE 10% Y 20% DE CLORURO DE SODIO”. CERNA, 2019

Cerna, 2019 [11], estudió la evaluación del comportamiento suelo en su estado original y añadiendo sal en 10% y 20%, se extrajo muestras que se sometieron a ensayos de laboratorio a fin de determinar sus peculiaridades, el ensayo que determinó cuál de los dos porcentajes sería el óptimo es el CBR donde nos muestra un resultado del espécimen que fue adicionado el 10% de NaCl es la óptima, debido a que la adición del 20% hace decrecer el valor del CBR.

Antecedentes Locales

TESIS DE GRADO: “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CLORURO DESODIO, EN EL CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DESDE EL CASERÍO LOS TUBOS HASTA EL CASERÍO POZO CUARENTA, DISTRITO DE MÓRROPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE”. QUIROZ, 2020

Esta investigación de Quiroz, 2020 [12], tenía como objetivo determinar la incidencia de la adición de cloruro de sodio en diferentes porcentajes como el 1%; 1,5% y 2%, para la estabilización de un camino de bajo volumen, se realizó ensayos: granulometría, límites líquido y plástico, ensayo de humedad, contenido de sales, peso específico, proctor modificado y valor de soporte, en muestras de manera natural y especímenes con adicción de cloruro de sodio, confirmando que este aditivo natural aumenta ligeramente las propiedades de resistencia de suelo, al incrementar el CBR en un 0.35% en comparación al suelo natural.

Bases teóricas

Suelos

En general, se hace referencia al suelo como una capa delgada que recubre la superficie, y este recurso surge de la descomposición o cambios fisicoquímicos de las rocas, a partir de los productos de desecho de las actividades biológicas que se depositan en él [13], la palabra suelo tiene diferentes significados según sea el uso de esta terminología.

Para el ingeniero civil, el suelo es cualquier acumulación no cementada o débilmente cementada de partículas minerales formada por la meteorización de las rocas como parte del ciclo de las rocas, el espacio vacío entre las partículas que contiene agua o aire. La cementación débil puede deberse a carbonatos u óxidos precipitados entre las partículas, de la materia orgánica. La posterior deposición y compresión de los suelos, combinada con la cementación entre partículas, transforma los suelos en rocas sedimentarias un proceso conocido como litificación. Si los productos de la meteorización permanecen en su ubicación original, constituyen un suelo residual. Si los productos son transportados y depositados en un lugar diferente constituyen un suelo transportado, siendo los agentes de transporte la gravedad, el viento, el agua y los glaciares.

Tipos de suelos

Según su forma

Angular: la estructura angular es debido a que los agregados están bien colocados unos a otros, es decir, encajan entre ellos por su forma que tienen de bordes afilados y caras planas formando ángulos agudos, así mismo posean materiales con contenido arcilloso de poca expansión.

Subangular: está compuesta por caras planas y semi redondeadas no presenta ángulos agudos, presenta una pobreza en materia orgánica.

Sub redondeadas: presenta una forma casi redonda y un estado de abrasión moderado.

Redondeada: presenta una forma bien definida en cuanto a estructura redonda, considerándose más o menos esférica y con una abrasión intensa.

Según su tamaño

Gravas: es un agregado fruto de la intervención artificial o de origen natural de las rocas o minerales que presentan una composición variada en cuanto a su aspecto, color y dureza.

Arenas: es material que se puede encontrar debido al producto de la trituración de materiales rocosos, también se puede encontrar de manera natural en los ríos debido a la sedimentación de las partículas finas.

Limos: es un material que permite una mejor retención de agua formando de esta manera una pasta de limo – agua siendo partículas no plásticas. Se puede encontrar en los ríos que es transportado por suspensión y por el viento.

Arcillas: es un material natural plástico, por su facilidad de formar una masa plástica al tener contacto con el agua, así mismo es un material con una variedad de colores debido a la cantidad de impurezas que este puede poseer, las arcillas están constituidas por partículas muy pequeñas y lisas, tienen una composición de minerales de silicatos, este tipo de material demora muy más tiempo a la hora de su consolidación o expulsión de agua.

Clasificación de suelos

Según la AASHTO

Tabla 1: Clasificación de AASHTO

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)					
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7		
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6	
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm (N° 10) 0.425 mm (N° 40) F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 50	máx. 30	máx. 50	min. 51									
	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40) Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40) LL: Límite de Líquido IP: Índice de Plasticidad													
				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41	min. 41
	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 ^(a)	min. 11 ^(b)	min. 11 ^(b)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos			
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno							Regular a insuficiente					

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:162-6 (3), A-4(5), A-7-5 (17), etc
 IG = (F-35) [0.2+0.005 (LL-40)] +0.01 (F-15)(IP-10).

Fuente: "Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos," – R.D. N°10-2014-MTC/14

Según la ASTM

Tabla 2: Clasificación según la ASTM

Criterios para Asignar Grupos de Símbolos y Grupos de Nombres Utilizando Pruebas de Laboratorio ^A				Clasificación de Suelo ^B	
				Símbolo de Grupo	Nombre de grupo
SUELOS DE GRANO GRUESO	Grava (Más del 50% de la fracción gruesa retenida en un tamiz No.4	Gravas Limpias (Menos del 5% fino ^C)	$Cu \geq 1$ y $1 \leq Cc \leq 3$ ^D	GW	Grava bien clasificada ^E
			$Cu < 4$ y/o $[Cc < 1$ o $Cc > 3]$ ^D	GP	Grava pobremente clasificada ^E
	Grava fina (más del 12% fina)		Fina clasifica como ML o MH	GM	Grava Limosa ^{F,G,I}
			Fina clasifica como CL o CH	GC	Grava Arcillosa ^{E,F,G}
Más del 50% retenido en un tamiz No 200	Arenas (50% o más de la fracción gruesa pasa un tamiz No.4	Arena Limpia (fina menos del 5% ^H)	$Cu > 6$ y $1 < Cc < 3$ ^D	SW	Arena bien graduada ^I
			$Cu < 6$ y/o $[Cc < 1$ o $Cc > 3]$ ^D	SP	Arena pobremente graduada ^I
	Arena Fina (Más del 12% fina ^H)		Fina clasifica como ML o MH	SM	Arena legamosa ^{F,G,I}
			Fina clasifica como CL o CH	SC	Arena arcillosa ^{F,G,I}
SUELOS DE GRANO FINO	Légamos y Arcilla	Inorgánico	$PI > 7$ y estructura sobre o por encima línea "A" ^J	CL	Arcilla Magra ^{K,L,M}
			$PI < 4$ o estructura bajo línea "A" ^J	ML	Légamo ^{K,L,M}
	Límite Líquido Menor a 50	Orgánico	Límite Líquido – más seco < 0.75	OL	Arcilla Orgánica ^{K,L,M,N}
			Límite Líquido – no seco < 0.75		Légamo Orgánico ^{K,L,M,O}
50% o más pasa por un tamiz No. 200	Légamos y Arcilla	Inorgánico	PI estructura sobre o por encima línea "A"	CH	Arcilla Grasa ^{K,L,M}
			PI estructura bajo línea "A"	MH	Légamo Elástico ^{K,L,M}
No. 200	Límite Líquido Mayor a 50	Orgánico	Límite Líquido – más seco < 0.75	OH	Arcilla Orgánica ^{K,L,M,P}
			Límite Líquido – no seco < 0.75		Légamo Orgánico ^{K,L,M,O}
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICO	Materia primordialmente orgánica, de color oscuro y hedor orgánico.			PT	Turba

Fuente: ASTM.

Comparación entre la ASTM y la AASHTO

Tabla 3: Comparación entre ASTM y AASHTO

Clasificación de Suelos AASHTO AASTRO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM – D- 2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: "Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos," – R.D. N°10-2014-MTC/14

Ensayos del suelo

Ensayos del suelo en campo

Dentro de los ensayos de campo podemos identificar los estudios directos e indirectos, las pruebas directas son métodos que consiste en la observación directa del subsuelo, obtención de especímenes y la realización de ensayos in situ, a través de sondeos mecánicos y calicatas. Los ensayos indirectos tratan de métodos que facilitan medir desde la superficie cualidades físicas del suelo a evaluar mediante penetraciones dinámicas y penetraciones geofísicas. Para la realización de esta investigación haremos uso de las calicatas.

Calicatas: son perforaciones que se pueden realizar de diferentes formas permitiendo una observación directa al estrato excavado, asimismo permite la obtención de especímenes y su ejecución in situ que no requieran confinamiento las calicatas son ejecutadas según el (MTC E 101) y también teniendo en cuenta la NTP 339. 162.

Ensayos del suelo en laboratorio

Granulometría

Es la medición de partículas de suelo, ya sean grandes, medianos o pequeños, estas son pasadas por diferentes tamices, los cuales van clasificando los granos de suelo. Este ensayo se lleva a cabo con la finalidad de conocer como compuesto el suelo de estudio [14]. según (MTC E 107) y la NTP 400.12

Limite liquido

Es la humedad más baja de una muestra de suelo, esta prueba se realiza con la finalidad de verificar las secciones de material fino, con la que se puede formar cilindros de 3mm de diámetro [15]. Teniendo como referencia a la NTP 339.129 y el (MTC E 111).

Limite plástico

Este ensayo hace referencia a la proporción de líquido (agua) que retiene una cantidad de muestra de suelo, se realiza en un equipo denominado Copa Casagrande, donde se deja caer por 25 veces, se requiere una ranura de 2mm de espesor para su extracción y ser llevada al horno [16]. Teniendo como referencia a la NTP 339.129 y el (MTC E 110).

Contenido de humedad

Es la medida de agua que tiene un espécimen de suelo, la muestra es sometida al calor de un horno, donde se secará por completo, para obtener la relación en porcentaje. Este ensayo da a conocer los diferentes cambios de cohesión, volumen y estabilidad mecánica del suelo [17]. Teniendo como referencia a la ASTM D 2216 y el MTC E 108.

Peso específico

Conexión que hay entre el peso y volumen de un espécimen de suelo, el peso específico es un valor dependiente de la humedad, del peso específico de las partículas y huecos de aire [18]. Teniendo como referencia a la NTP 339.131 y el MTC E 113.

Proctor modificado

Se realiza mediante un proceso mecánico que tiene por objeto cambiar las propiedades de resistencia, compresibilidad y esfuerzo deformación en los mismos, así mismo se busca reducir espacios en una muestra de suelo [19]. Las referencias normativas para la elaboración de este ensayo se encuentran en el MTC E 115.

California Bearing Ratio (CBR)

Ensayo es realizado para especificar el índice de resistencia del suelo, este ensayo es llamado como el valor de la relación de soporte, se desarrolla principalmente con especímenes montados en laboratorio y en ambientes con determinada de densidad y humedad [18]. Según la norma ASTM D1883.y el MTC E 132.

Subrasante

La subrasante es la superficie terminada de un camino de corte y relleno sobre el cual se coloca una estructura de pavimento. El curso de subrasante es típicamente el suelo natural, así como también un agregado de tamaño de partícula elegido que se compacta a niveles específicos para la tensión relativa del peso del curso anterior. Por lo tanto, el suelo pobre sirve como cimiento que soporta la carretera y si la carretera se construye sobre un terraplén, los materiales de relleno importados (terraplén) se convierten en la subrasante. Esta hilada tiene (o debería tener) la capacidad de absorber cualquier peso o tensión de carga que se transmita desde las hiladas situadas encima.

Después de retirar la capa superior del suelo y otros materiales orgánicos y suponiendo que el suelo sea fuerte, la subrasante se puede estabilizar solo con la compactación. Sin embargo,

muchos suelos contienen minerales arcillosos y se clasifican como inestables debido a la importante contracción y expansión que se producen con la expulsión y la intrusión de humedad, respectivamente. Cuando la intrusión de humedad es alta, tales suelos son débiles y poco confiables. Para combatir tales efectos, dicha subrasante debe estabilizarse (antes de la construcción del pavimento).

Caracterización de la subrasante

La subrasante es la superficie terminada de un camino cortado sobre el cual se coloca una estructura de pavimento. La capa de suelo debajo de la capa superior del suelo a una profundidad de al menos 0,60 m debe ser un suelo suficientemente o estable con $CRB \geq 6\%$. Si el suelo debajo de la base superior tiene un CBR de $< 6\%$, la subrasante es pobre o insuficiente por ello se debe estabilizar el suelo.

Tabla 4: Caracterización de la subrasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR $\geq 3\%$ A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR $\geq 6\%$ A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR $\geq 10\%$ A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR $\geq 20\%$ A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR $\geq 30\%$

Fuente: "Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos," – R.D. N°10-2014-MTC/14

Tipos de estabilización de suelos

El proceso que incluye las mejoras de sus cualidades del suelo innato mediante diversos métodos, con el objetivo de aumentar las propiedades de resistencia y satisfacer con los criterios establecidos en el MTC. Los métodos de estabilización pueden ser físicos, químicos o mecánicos, mezclando el suelo natural con diferentes aditivos, logrando aumentar el peso unitario, CBR y reducción de volúmenes [20].

Estabilización mecánica

Consiste en aumentar la resistencia y rigidez del suelo natural combinándolo con un aglutinante natural o químico el cual ayuda a la mejora de propiedades de resistencia del terreno,

además de eso reduce espacios permitiendo que el suelo se muestre menos permeable ante el escurrimiento de aguas [21]

Estabilización física

Se utiliza para mejorar el suelo haciendo cambios físicos en el suelo. Existen varios métodos como: mezclas de suelo, geotextiles, flotación por vibración y pre consolidación.

Estabilización química

Esto se refiere principalmente al uso de ciertos productos químicos patentados, cuyo uso está asociado con el reemplazo de iones metálicos y cambios en la composición del suelo involucrado en el proceso, se presentan algunos agentes estabilizadores: cal, cemento portland, productos asfálticos, cloruro de sodio, cloruro de calcio, entre otros.

Cal: reduce la plasticidad de la arcilla, y tiende a hacer barato.

Cemento portland: Incrementa la resistencia del suelo, se utiliza principalmente para el tratamiento de arena o grava fina.

Cloruro de Sodio: impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.

Estabilización con cloruro de sodio

En [22] menciona que el uso principal de la sal es como base y control de polvo en superficies de carreteras de tráfico ligero. También se utiliza en áreas muy secas para evitar la rápida evaporación del agua comprimida. La sal es un estabilizador natural que consta de aprox. 98% NaCl y 2% arcilla y limo, su principal característica es la higroscopicidad, absorbiendo agua del aire y sustancias circundantes, bajando el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo. Su capacidad de coagulación proporciona menos fuerza mecánica para lograr la densidad deseada debido al intercambio de iones entre el sodio y los minerales finos en la matriz del material que resulta en la cementación. El cloruro de sodio existe en forma de cristales, fácilmente soluble en agua e higroscópico. En el mercado se encuentran disponibles cristales grandes o polvos finos de pureza variable.

Tabla 5: Parámetros de las características típicas de la sal

Características	Límites
Cloruro de Sodio, %	98 – 99.70
Humedad, %	2.00 – 3.60
Materia insoluble, %	0.007 – 0.175
Ion calcio, %	0.035 – 0.910
Ion magnesio, %	0.002 – 0.074
Ion sulfato, %	0.125 – 0.355
Tamiz 4.75 mm (N° 4)	20 – 55%
Tamiz 1.18 mm (N° 16)	50 – 70%
% Pasa Tamiz 1.18 mm (N° 16)	13% max

Fuente: “Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos,” – R.D. N°10-2014-MTC/14

Comportamiento de los suelos estabilizados con cloruro de sodio

Varios autores han investigado sobre la reacción del Sodium chloride con las propiedades del suelo, por ello vamos a citar sus observaciones importantes: la densidad aparente y la resistencia a la compresión aumentaron hasta un 3% a medida que se le va añadiendo la sal, los límites de consistencia disminuyen. Con respecto a la consistencia y ángulo interno de fricción tendieron a bajar con la añadidura de cloruro de sodio, así mismo en muestras que tampoco permiten la disminución de humedad, la cohesión y el ángulo de fricción tienden a aumentar significativamente si las muestras se dejan secar antes de la prueba.

Que las partículas de piedra caliza tienden a disolverse en la solución de cloruro de sodio, capacidad de retención de agua del suelo aumentó después del tratamiento con NaCl. La solidificación en el clima seco une los fragmentos del suelo con la superficie se expanden cuando van tomada forma, llenando los espacios y reduciendo una mayor desecación los suelos.

Fuerzas de interacción entre partículas arcillosas (+ -) y como podría reaccionar con los "iones libres" de la salmuera.

Las arcillas se caracterizan por ser materiales granulares muy finos compuestos por silicatos ricos en aluminio con una morfología estratificada que les proporciona amplias superficies de contacto que favorecen la interacción con el agua, haciéndolas viscosas y altamente elásticas.

Para tener una mejor comprensión del comportamiento de los suelos finos a la hora de estabilizar, es conocer y entender sus aspectos fisicoquímicos. Las partículas de arcilla generalmente se consideran de 2 micras o menos y tienen una actividad electro significativa, lo que determina su comportamiento debido a su alta área de superficie específica en relación con su volumen y su masa equivalente.

Las partículas atraen los iones positivos del agua (H^+) y los cationes de varios elementos químicos, como Na^{++} , K^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{++} , Fe^{++} , etc. Luego, las especies de arcilla individuales de cada partícula primero se rodean de cierta manera y asociados a su estructura (agua adsorbida).

Los cristales de arcilla pueden transformar los cationes adsorbidos en su película superficial; como modelo podemos describir que la arcilla de hidrógeno (que contiene cationes H) se convierte en sodio cuando se hace circular agua que contiene sales de sodio disueltas a través del material. En realidad, hay un intercambio de cationes, a veces una reacción rápida, entre el agua y la membrana adsorbida por las partículas minerales.

La estructura del Cloruro de sodio ($NaCl$) es un compuesto iónico formado por el catión Na y anión cloruro Cl, sus partículas están dispuestas tipo una armazón transparente por lo que fácilmente es soluble en H_2O y es higroscópica. $NaCl$ es un mineral que crea una reacción coloidal y cambia las propiedades del nuevo compuesto formado por sal-agua. Suele actuar como neutralizante, teniendo en cuenta lo expresado anteriormente podemos decir que ayuda en la compactación. Así mismo, reduce la permeabilidad de muchos tipos de arcilla, haciéndolo útil en el tratamiento de arcillas con expansibilidad, de igual manera mejora las propiedades del suelo y cómo se comporta el suelo antes de congelarse [13].

Formas de aplicar el cloruro de sodio

Los estabilizadores de sales como es en este caso el cloruro de sodio pueden mejorar ciertas propiedades del suelo para su uso en carreteras con menos tráfico. El cloruro de sodio requiere de técnicas adecuadas, para poder mezclarse con el suelo y minimizar los riesgos que pueda afectar en los trabajadores y producir un nuevo compuesto al ser mezclado brindando así los mejores, óptimos y adecuados beneficios. Al igual que ciertos de los estabilizadores, la sal se aplica directo al suelo y se puede hallar porcentajes que permitan que el suelo se estabilice lo suficiente, las formas que se pueden estabilizar mediante la sal son:

En grano: Este método radica esencialmente en la aplicación directa de una proporción de sal a un suelo de forma homogénea. Es válido señalar que este método presenta deficiencias por lo que no es muy confiable al 100%, debido a la homogeneización del suelo con NaCl no puede darse en algunas ocasiones de forma uniforme, porque suelen haber proporciones que contengan menos NaCl en comparación con otros suelos.

En salmuera: La dilución de la sal en agua proporciona y homogeneiza de forma eficiente la aplicación del método. La nueva solución llamada salmuera que se aplica al suelo de manera controlada y adecuada porque el agua salada ocupa los vacíos entre las partículas del suelo y se acumula para proporcionar la solución óptima. Programa eficaz de humedad del suelo. Sin embargo, cabe señalar que, al preparar soluciones de salmuera, fácilmente puede afectar el equipo utilizado al aplicar este método, considerando un oxidante a la sal.

Materiales y métodos

Tipo de estudio y diseño de contrastación de la hipótesis

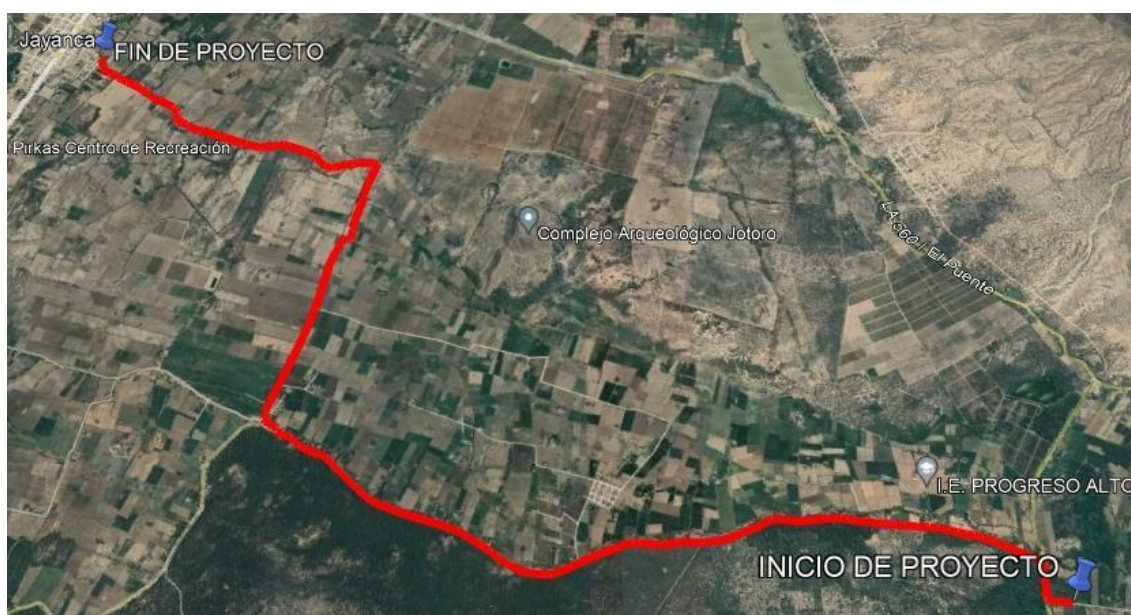
Por el tipo de estudio que se analizó, esta investigación es experimental porque se realizaron estudios de mecánica de suelos para verificar la calidad de la vía en estudio, en cuanto a sus características geotécnicas y propiedades de resistencia, además, se incorporó un aglomerante natural con el que se identificó el incremento de propiedades de resistencia del suelo en estado natural en dicha carretera.

Población, muestra de estudio

Población

La población de estudio fue conformada por la longitud total de la carretera que une el tramo del caserío Progreso Alto al distrito de Jayanca.

Figura 2: Ruta de estudio

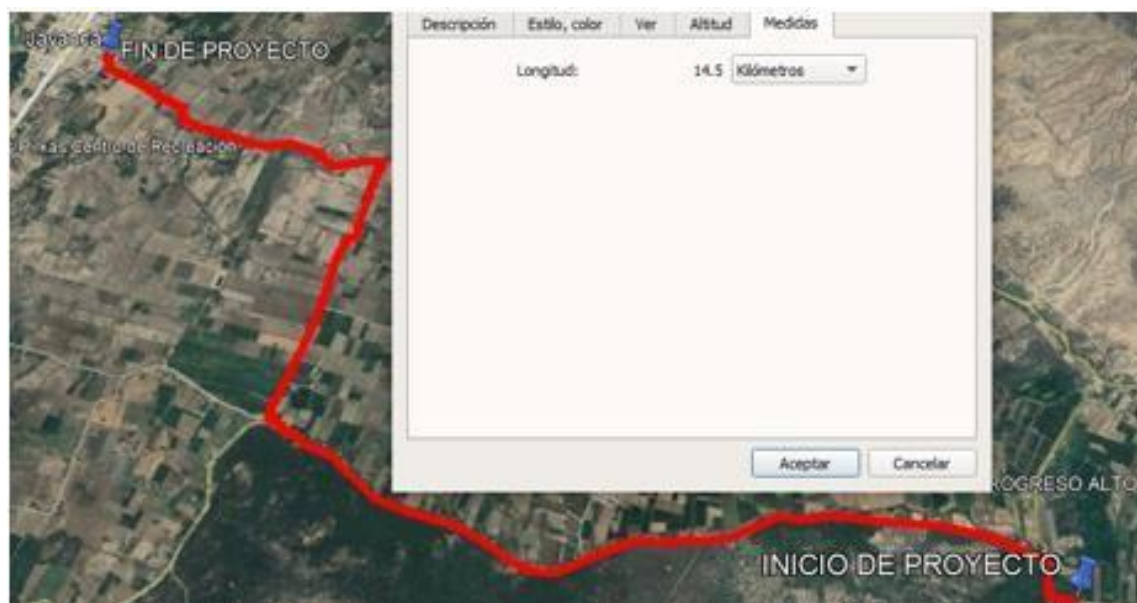


Fuente: Google Earth

Muestra

La muestra estuvo conformada por el tramo de 14.5 km.

Figura 3: Longitud de la ruta



Fuente: Google Earth

Variables

Para la presente investigación se tiene como variable independiente a la influencia del cloruro de sodio y al mejoramiento de la subrasante siendo dependiente de la influencia.

Tabla 6: Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN
Mejoramiento de la subrasante	Características y Propiedades	Granulometría	(mm)
		Límites de consistencia	(%)
		Contenido de humedad	(%)
		Peso específico	(gr/cc)
		Proctor Modificado	(gr/cm ²)
		CBR	%
	Porcentajes	2% del peso del material	(%)
		6% del peso del material	(%)
		10% del peso del material	(%)
		15% del peso del material	
		22.5% del peso del material	
	Propiedades de resistencia	Proctor modificado	(gr/cm ²)
		CBR	%
	Evaluación técnica y económica	Comparación de propiedades de resistencia	(gr/cm ²)
		Costos de estabilización	S/.

Fuente: elaboración propia

Tabla 7: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS
	<p>Objetivo General: Determinar la influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante para la carretera Progreso Alto a Jayanca</p>	La adición del Cloruro de Sodio influye de manera significativa	<p>V. Dependiente: Mejoramiento de la subrasante</p>	Esta investigación es de tipo aplicativo.	La población fue la longitud total de la carretera que une el Progreso Alto a Jayanca.	<p>Las técnicas que se utilizaron son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de información - Análisis documental - Observación - Experimentación
	<p>Objetivos específicos: Determinar las características</p>					
				DISEÑO	MUESTRA	ISTRUMENTOS

<p>¿De qué manera influye el cloruro de sodio en el mejoramiento de la sub-terrasante, para la carretera Progreso Alto a Jayanca?</p>	<p>geotécnicas y propiedades de resistencia del suelo natural mediante el análisis granulométrico, límites de Atterberg, contenido de humedad, peso específico, Proctor modificado y CBR.</p> <p>Identificar las características del Cloruro de Sodio mediante, granulometría, peso específico y contenido de humedad.</p>	<p>en la estabilización de suelos a nivel de subterrasante, aumentando sus propiedades de resistencia y durabilidad logrando disminuir los costos de mantenimiento a través de su adición con el suelo natural, carretera Progreso a Alto, Jayanca.</p>	<p>V. Independiente : Influencia del cloruro de Sodio</p>	<p>Esta investigación es de diseño experimental</p>	<p>La muestra fue el tramo de carretera que une el caserío de Progreso Alto al distrito de Jayanca, que cuenta con una extensión de 14.5 km.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Formatos para recopilación de datos. -Plano de ubicación. -Revistas, artículos, tesis, libros, normas y el manual establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. -Ensayos de mecánica de suelos.
---	---	---	--	--	--	--

<p>Proponer porcentajes de NaCl para la estabilización de la subrasante.</p> <p>Analizar las propiedades de resistencia de la estabilización de la subrasante con adición de Cloruro de Sodio.</p> <p>Evaluar técnica y económicamente la estabilización de la subrasante con adición de Cloruro de sodio.</p>					
---	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Métodos y técnicas de recolección de datos

Tabla 8: Técnica de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Recopilación de información	Formatos para recopilación de datos. Plano de ubicación.
Análisis documental	Revistas, artículos, tesis, libros, normas y el manual de establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Observación: consistió en el monitoreo de la zona en estudio, a través de un reconocimiento de campo por medio de las visitas donde se describió y explicó toda la información competente que permitió llevar a cabo el proyecto mencionado.	Fichas para tomar datos
Experimental: consistió en recolección de muestras de suelo en estado natural, para ser ensayados en el laboratorio especializado, donde se obtendrá las características del suelo en estado natural más la adicción de sal.	Formatos de ensayos de mecánica de suelos

Fuente: Elaboración propia

Estrategia metodológica

Para demostrar lo dicho en la hipótesis se realizaron diferentes procesos:

1. Se seleccionó la información de investigaciones confiables como revistas, libros, tesis los cuales tuvieron la misma temática.
2. Se analizó la información obtenida para proceder a redactar.
3. Revisión de normas y las cuales sirvan como referencia para la aplicación de investigación.
4. Extracción de muestras de suelos, las cuales se realizaron de 1m x 1m aproximadamente y 1.50 m de profundidad según lo indica el MTC.

5. Los ensayos que se realizaron fueron granulometría, mediante este ensayo se determinó la clasificación del suelo que, también se citó a SUCS y AASTHO; así mismos ensayos de límite de consistencia; peso específico, contenido de humedad, los ensayos antes mencionados sirvieron para reconocer las características geotécnicas del suelo. Así mismo, se realizó los ensayos de, Proctor modificado y CBR al 95% y 100% para determinar el mejoramiento de resistencia del suelo natural y suelo estabilizado.
6. Obtención de datos dados a partir de los estudios de mecánica de suelo natural.
7. Después de haber realizado los ensayos antes mencionados, se procedió a realizar el ensayo de Proctor modificado y CBR más a la adición del aglomerante en diferentes porcentajes de acuerdo con el peso del material del suelo natural.
8. Obtención de los datos dados a partir de los estudios de mecánica de suelo natural y en adición con diferentes % de sal.
9. Comparación de los datos obtenidos en suelo natural y en suelo estabilizado con NaCl.

Descripción de la zona de estudio

El distrito de Jayanca se localiza en el departamento de Lambayeque a 47 km de la ciudad de Chiclayo. Se encuentra a una altura de 61 m.s.n.m. cuenta con una extensión territorial de 680,96 Km², Jayanca representa el 4% de toda la extensión provincial además tiene una densidad de 19 habitantes por km² [6]. **Ver anexo 04**

El tramo de la carretera que se investiga se encuentra ubicada en los caseríos Progreso Bajo, Progreso Medio, Progreso Alto, estos tienen una red vial compuesta por vías no pavimentadas las cuales se encuentran en estado de terreno natural, estas presentan desniveles causando una dificultad en la transitabilidad vehicular y peatonal.

La zona de estudio tiene una población de 4496 habitantes, de los cuales el 30% trabaja fuera de las localidades en las diferentes empresas de Olmos, Motupe, y Jayanca, como empresas industriales: Gandules, Beta, Agrovisión, Agrolmos, Frutos del agro y Frutman, etc. El 70% de los habitantes de esta zona tiene como ocupación la agricultura, ganadería y comercio, los caseríos producen diversos productos como maíz, arroz, menestras, lenteja, caña de azúcar y loche, cebolla, sandías, etc.

En muchas ocasiones estos no pueden ser transportados para la venta hacia los diferentes

lugares de nuestro país debido a los problemas existentes en la carretera de estudio.

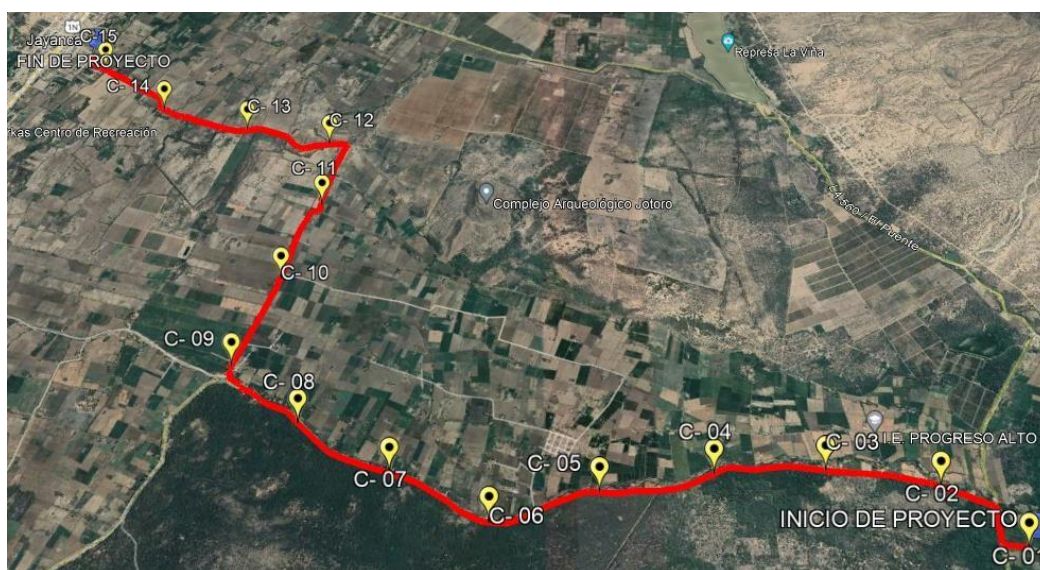
Procedimiento general

Para cumplir con el objetivo, determinar la influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante para la carretera Progreso Alto a Jayanca, como primera fase tenemos la realización de calicatas, donde se llevaron las muestras al laboratorio para los respectivos ensayos, como segunda fase, se determinó los porcentajes a usar de 2%, 6%, 10%, 15% y 22.5% respecto del peso del material que serán adicionadas para realizar los ensayos de portor modificado y el CBR, en la tercera fase tenemos la obtención de resultados y discusión. Y se finalizó como cuarta fase las conclusiones y recomendaciones.

Exploración de campo

Teniendo como finalidad que determina la particularidad geotécnicas y propiedades de resistencia del suelo se procedió a la extracción de especímenes por medio de calicatas excavando 1x1x1.5 m de profundidad, de acuerdo con el [22], las vías con poco tránsito es decir carreteras con un IMDA menor igual a 200 veh/día se debe realizar calicatas cada 1km. Ya que la carretera en estudio es de bajo volumen, por lo que se procedió a realizar calicatas cada 1km, ejecutándose así la realización de 15 calicatas.

Figura 4: Localización de las calicatas en el tramo






Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Ubicación de calicatas

CALICATAS	COORDENADAS		MUESTRA	
	Latitud	Longitud		
C-01 (Km 0+000)	6°26'48.71"S	79°44'15.02"O		
C-02 (Km 1+000)	6°26'30.03"S	79°44'34.31"O		
C-03 (Km 2+000)	6°26'25.69"S	79°45'6.42"O		
C-04 (Km 3+000)	6°26'28.75"S	79°45'38.00"O		
C-05 (Km 4+000)	6°26'32.05"S	79°46'9.94"O		
C-06 (Km 5+000)	6°26'40.43"S	79°46'40.89"O		

C-07 (Km 6+000)	6°26'25.31"S	79°47'9.60"O		
C-08 (Km 7+000)	6°26'8.17"S	79°47'36.52"O		
C-09 (Km 8+000)	6°25'48.12"S	79°47'55.27"O		
C-10 (Km 9+000)	6°25'17.27"S	79°47'44.82"O		
C-11 (Km 10+000)	6°24'48.21"S	79°47'35.26"O		
C-12 (Km 11+000)	6°24'25.61"S	79°47'37.89"O		
C-13 (Km 12+000)	6°24'18.84"S	79°48'7.35"O		

C-14 (Km 13+000)	6°24'6.89"S	79°48'37.02"O		
C-15 (Km 14+000)	6°23'48.23"S	79°49'2.28"O		

Fuente: Elaboración propia

Planteamiento del muestreo de suelos

Teniendo en cuenta que se realizó la exploración de campo donde se extrajo 15 muestras de las calicatas realizadas según el MTC que indica cada 1km para carreteras de bajo volumen.

Tabla 10: Obtención de las 15 calicatas

C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
				
C-06	C-07	C-08	C-09	C-10
				
C-11	C-12	C-13	C-14	C-15
				

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a llevar cuatro muestras al laboratorio las cuales fueron las calicatas C-01, C-05, C-10, C-13, el criterio que se tuvo en cuenta para la selección de las calicatas es por lo que se encontraban en una zona crítica de la carretera y presentaron ciertas diferencias en su composición.

Tabla 11: Selección de las calicatas para ensayos en laboratorio a estado natural

CALICATAS SELECCIONADAS PARA LABORATORIO			
			
C-01	C-05	C-10	C-13

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de laboratorio del suelo en estado natural

Después de seleccionar las muestras que fueron llevada al laboratorio los ensayos que se realizaron fueron:

Granulometría

El siguiente procedimiento de prueba se basó en NTP 339.128: Métodos de prueba para análisis de tamaño de partículas. En base a esto, de manera inicial se dividió el material en cuartos, pesando aproximadamente 600 gramos del material dividido. Luego se procedió a purificar las muestras a través de un tamiz N°200 para eliminar los finos y ablandar los grumos. A continuación, el material se secó en un horno a 110 ± 5 °C. Después del secado se realizó el tamizado en mallas de 75 mm (3"), 50 mm (2"), 37,5 mm (1 1/2"), 25 mm (1"), 19 mm (3/4"), 9,5 mm (3/8"), 4,75 mm (N°4), 2 mm (N° 10), 0,84 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 20), 0,25 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N°200)). Por último, se registró, analizó los pesos de los materiales retenidos en cada tamiz.

Las fórmulas que se utilizaron son:

Porcentaje de la muestra que pasa el tamiz N° 200:

$$\% \text{pasa por el tamiz } 200 = \frac{P. \text{ total} - P. \text{ retenido en el tamiz } 200}{P. \text{ total}} * 100$$

Porcentaje retenido entre cada tamiz:

$$\%R = \frac{P. \text{retenido en cada tamiz}}{P. \text{total}} * 100$$

Porcentaje más fino:

$$\%Pasa = 100 - \%Retenido \text{ acumulado}$$

Contenido de humedad

Este proceso de prueba se basó en NTP 339.127: Métodos de prueba para la determinación de su contenido en su humedad del suelo. Con lo mencionado anteriormente, en primer lugar, pesó el material de la muestra por un tamiz N°40 con esto se obtiene el muestreo de 200 g, registrando también el peso y volumen del material húmedo para su posterior análisis. Luego, las muestras se colocaron en horno a 110 ± 5 °C durante doce horas. Luego se retiró del horno y se registró el peso del muestreo. Para luego continuar con el cálculo de proporción de humedad.

Los cálculos se realizaron según la siguiente fórmula:

$$W(\%) = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} * 100$$

Límites de consistencia

Límite líquido: El método de prueba para la determinación de la cantidad de líquido, es el límite plástico y el índice de plasticidad de los suelos. En base a esto, el material arcilloso se tamiza primero a través del tamiz no. 40 para obtener 200 g. Luego se mezcló con una pequeña cantidad de agua destilada hasta obtener una muestra utilizable y se dejó reposar durante 16 horas. seguido se colocó un porcentaje del espécimen en copa Casa Grande y se esparció el espécimen a una profundidad de 10mm. Luego se hizo ranuras verticales a lo largo del arco con un acanalador. Luego se giró el manubrio hasta que los dos lados se encuentren aprox. 13mm. Posterior a eso se aplicó los números correspondientes de golpes necesarios para cerrar el recipiente, así mismo se procedió a la eliminación del material que está en contacto con la ayuda de una espátula, se procedió al cálculo del contenido de humedad. Finalmente, los datos se graficaron para obtener tres o más puntos para la línea generada, teniendo en cuenta su relación de consistencia de humedad y número de golpes. Este proceso abarca lo correspondiente al agua a 25 pasada siendo el límite de humedad del suelo. Los cálculos se realizaron según la fórmula.

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \text{ O también se puede utilizar } LL = K * W^n$$

N= N° de golpes para cerrar la ranura para el contenido de humedad.

W^n = contenido de humedad del suelo.

K= factor de límite líquido.

Tabla 12: Factor del límite líquido

N (Número de golpes)	K (factor para límite líquido)
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Fuente: ASTM

Límite plástico: En sustento, se toma en cuenta los 20 g de suelo que es preparado de manera previa para esta prueba del límite líquido, de lo que ocupó el 2g a fin de realizar un cuerpo elipsoidal, el cual con la ayuda de la mano y con el uso de los dedos, sobre una lámina de cristal pulido hasta que se obtuvo como resultado un hilo de 3.2 mm de diámetro. Este procedimiento moldea en hilos y de nuevo en una masa elipsoidal repitiendo esto hasta una cantidad del suelo presente suficiente de a 3.2 mm de diámetro. Tomando dos muestras de 6g que cumplan con el procedimiento que se mencionaron anteriormente y calculando proporción de la humedad, siendo el valor de este que muestra el límite líquido. Límite plástico: Este proceso de verificación se basó en la NTP 339.129 Método de ensayo: el límite líquido es el valor promedio de las muestras.

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} * 100$$

$$\text{Índice de plasticidad} = LL - L.P$$

Peso específico

El propósito es determinar la gravedad específica (gravedad específica). Esto ayudo a generar un cálculo del volumen que ocupo la mezcla. En este caso se trató de arcilla, por lo que el volumen determinó el peso específico. Primero, la muestra del pozo de prueba menos adverso se mezcló uniformemente y se dividió en cuatro hasta obtener una muestra de prueba de 1 kg. Se vertió en un bote de 500 gramos y agitó el recipiente durante unos 15 minutos hasta que no queden más burbujas de aire. Luego se ajustó la temperatura a 23° y colocó en un recipiente con una temperatura de 110° con agua en el horno durante 2 horas. Se vertió en un molde cónico y golpeándolo 25 veces con un palo para endurecer el molde. Para hallar los resultados se emplearon:

Peso específico de masa (Pe_m):

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)} * 100$$

W_o = Peso de la muestra secada (gr)

V = Volumen del del frasco (cm3)

V_a = Peso del agua añadida al frasco.

Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pe_{sss}):

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

Peso específico aparente (Pe_a):

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} * 100$$

Absorción:

$$A_b = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

Proctor modificado

En este proceso del Proctor modificado primero se pesó el espécimen del suelo en la totalidad de 6000 g, empleando un método que calcula la granulometría del suelo seleccionado, de manera posterior se fue agregando agua de forma variada en porcentajes para que sean combinados junto al suelo, el cual tuvo que ser separado en cinco partes, siendo compactadas con 56 golpes, cuando ya fueron compactadas se sacó el anillo de la parte de arriba y se introdujo el muestreo con una vara metálica, de por siguiente, se midió el peso extraído la parte media de la muestra del suelo, de manera última, se extrajo el contenido de la humedad.

California Bearing Ratio (CBR)

Posteriormente después que se realiza el óptimo contenido en la humedad, desarrollando la capacidad que se soporta a partir de la prueba de CBR, de forma inicial, se seleccionó la muestra de la malla $\frac{3}{4}$ ", la cual se le suma la proporción del contenido óptimo de humedad, de manera siguiente se separó el muestreo del suelo en 5 variedades que serán de forma maciza en cinco capas, ya que realizado esta técnica se procedió a retirar el collarín y a enrasar el modelo, colocando el papel filtrante, después de este muestreo se añadió discos metálicos que simulan el peso de las diferentes capas en el pavimento. Por lo tanto, se sumergió las muestras durante la etapa de 96 horas, encima del modelo CBR se coloca el dial que sirve para medir la expansión, una al inicio de sumergirla y otra a los cuatro días, cuando pasan 96 horas, se dejó que escurra el agua en un promedio de 15 minutos, se quitó los discos metálicos para ser pesado y llevado a la prensa CBR para que pueda ser colocado, donde una sobrecarga de 5 kg que asienta el pistón, por otro lado, se colocan agujas en los diales de cero, por último, se procedió aplicar la carga a la prensa en una velocidad de 1.27 mm por minuto y se anotó los valores obtenidos.

Ensayos de laboratorio del suelo con adicción de NaCl

Después de obtener los resultados del laboratorio de las muestras en estado natural de las calicatas C-01, C-05, C-10 Y C-13, se determinó que solo las calicatas C-01 y C-13 deben ensayarse con la adicción del cloruro de sodio.

Proceso de mezclado del NaCl con el suelo natural

Se seleccionó la muestra representativa de ambas calicatas para obtener su contenido de humedad, y saber cuál era su peso seco correspondiente de la muestra para añadir las proporciones de sal en peso.

Método de la incorporación del NaCl

Para esta investigación se optó por el método de aplicación de salmuera, que básicamente era mezclar el porcentaje de 2%, 6%, 10%, 15% y 22.5% de NaCl en función del peso con agua para su posterior mezcla con la muestra dejándolo, curando 7 días y luego ejecutándose los ensayos establecidos. La ejecución de este método consistió en la incorporación de NaCl a especímenes en estado natural que presentan características bajas en cuanto a resistencia, para ello se analizó los pesos y los porcentajes empleados en la incorporación. Cabe mencionar que estos porcentajes de sal dependieron del peso del suelo a ensayar para cada prueba en particular.

Obtención de la sal para la realización de esta investigación, ha sido a través una fábrica industrial denominada CIA DE SAL que cuenta con RUC: 20603395442 y se encuentra ubicada en la Av. Mariano Cornejo Nro. 679 C.P. Nuevo San Lorenzo II etapa, Lambayeque, Chiclayo, JLO.

Propiedad físicas -mecánicas

Aspecto: grano heterogéneo

Color: de blanco a transparente; Olor: inoloro; Sabor: salado típico.

Descripción

Es un producto de origen mineral obtenido a partir de la cristalización por la evaporación mecánica de salinas terrestres. La sal refinada o cloruro de sodio es un sólido cristalino e higroscópico.

Especificaciones técnicas

Tabla 13: Ficha técnica

Parámetro	Unidad	Especificación
Cloruro de sodio(NaCl)	% m/m NaCl	99 mín.
Humedad	% m/m H ₂ O	0.20 máx
Granulometría	% m/m	0.75 min
Óxido férrico	% m/m	0.05

Fuente: CIA de sal

Precauciones y restricciones

Ninguna

Proceso de mezclado del NaCl con el suelo natural

De acuerdo con el ensayo de contenido de humedad donde se indicó que la calicata C- 1 y C-13 tienen un contenido de humedad de 17% y 15% respectivamente, se realizó el cálculo para proceder con la adición de los porcentajes de sal a ser empleados para los ensayos de proctor y CBR.

✓ Para la calicata N.º 1

$$1.17WS = 6000g$$

$$WS = 5128.205g$$

El porcentaje de sal empleado sera 2%

Entonces :

$$5128.205g * 2\% = 102g \text{ de sal}$$

✓ Para la calicata N.º 13

$$1.15WS = 6000g$$

$$WS = 5217,40g$$

El porcentaje de sal empleado sera 2%

Entonces :

$$5217.40g * 2\% = 104g \text{ de sal}$$

Este procedimiento se realiza de la misma marea para los diferentes porcentajes de sal propuestos, una vez realizado todos los cálculos se precede a llevar a cabo el mezclado de la sal con el agua, formando de esta manera la sal muera, que se para incorporar lentamente sobre el suelo y proceder a mezclar obteniendo una masa uniformemente, se deja curar por siete días, para después proceder con los respectivos ensayos.

Ensayos de laboratorio

Proctor modificado

En la variación del proctor modificado se mide el muestreo del suelo pesando un total de 6000 g, siendo el procedimiento que se utilizó para el calcular de acuerdo al a análisis granulométrico, de manera siguiente se colocó la salmuera en sus diferentes promedios, que fueron mezclados con el suelo, que luego se procedió a separar en cinco proporciones, que fueron compactados con 56 golpes, se procedió después a retirar el anillo de la parte de encima y se en raigo el modelo con una vara de metal, se realiza el pesado y la estación de la parte intermedia del modelo, para realizar el contenido de humedad.

California Bearing Ratio (CBR)

Después de alcanzar el contenido de agua óptimo, se utilizó la prueba CBR para determinar la capacidad de carga. Primero seleccionó una muestra continua de malla de $\frac{3}{4}$ pulgadas y se le agregó las proporciones de lo óptimo de su porcentaje de humedad. Luego se dividió la muestra de suelo en 5 partes y se comprimió en 5 capas, una vez comprimida se retiró el collarín para aplanar la muestra, se colocó el papel filtro, se volteó la muestra y se agregó un disco metálico. Simular una capa de yeso. A continuación, las muestras se sumergieron durante 96 horas y las escalas utilizadas para medir el hinchamiento se colocaron en el molde CBR, una en el momento de la inmersión y después de 4 días. Después de 96 horas, se drena el agua durante 15 minutos, se retira el disco de metal, se pesó y se transportó a la prensa CBR donde se colocó una sobrecarga de 5 kg y se puso el dial del pistón en cero. Cargue a una velocidad de 1,27 mm por minuto y registre el valor.

Resultados y discusión

Resultados en estado natural

Las cuatro (4) muestras fueran agrupadas y ensayadas en el laboratorio obteniéndose los siguientes resultados:

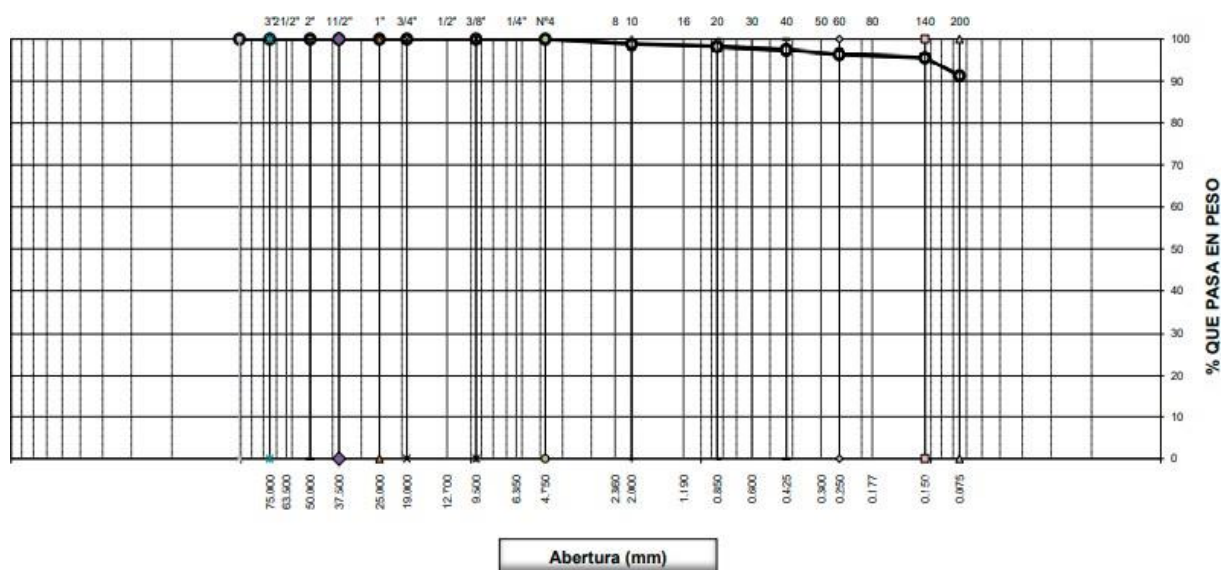
Ensayo de granulometría

Tabla 14: Obtención de granulometría de C_01

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
5"	127.000				
4"	101.600				
3"	75.000				
2 1/2"	63.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	5.8	1.2	1.2	98.8
N° 16	1.190				
N° 20	0.850	2.9	0.6	1.7	98.3
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	3.8	0.8	2.5	97.5
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	4.8	1.0	3.5	96.5
N° 80	0.180				
N° 140	0.106	4.0	0.8	4.3	95.7
N° 200	0.075	22.6	4.5	8.8	91.2
Pasante		456.1	91.2	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1: Curva granulométrica de la C_01



Fuente: Elaboración propia

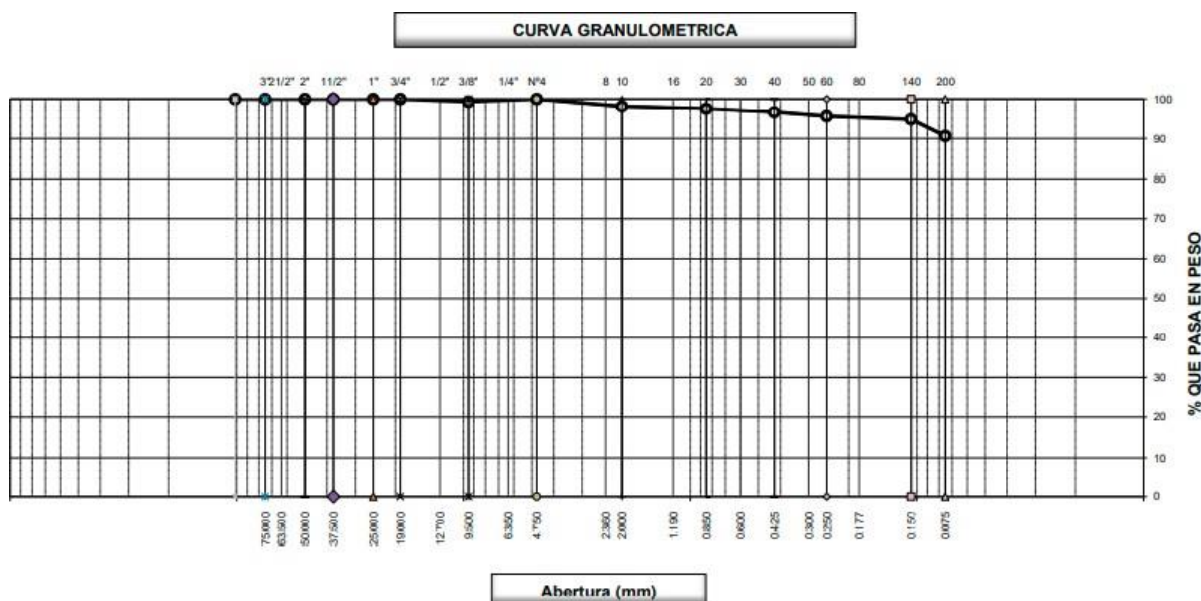
Comentario: Se puede observar que el tamaño máximo es la malla N°4 y el tamaño máximo nominal de la C-01 es la malla N°10, se observa que el porcentaje retenido acumulado es de 8.8 por lo que este porcentaje pertenece al material de arenas y en el porcentaje que pasa se observa un 91.2 % el cual pertenecería al material de los finos, después de realizar este análisis, la clasificación según el SUCS sería de un CL y la clasificación según la AASHTO sería un A-4 que pertenece al grupo de limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra.

Tabla 15: Obtención de granulometría de C_05

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
5"	127.000				
4"	101.600				
3"	75.000				
2 1/2"	63.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				100.0
1/2"	12.700				
3/8"	9.500	13.0	0.7	0.7	
1/4"	6.350				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	5.9	1.2	1.9	98.2
N° 16	1.190				
N° 20	0.850	3.1	0.6	2.5	97.5
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	4.5	0.9	3.4	96.6
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	5.1	1.0	4.4	95.6
N° 80	0.180				
N° 140	0.106	3.9	0.8	5.2	94.8
N° 200	0.075	21.1	4.2	9.4	90.6
Pasante		456.4	91.3	100.7	

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2: Curva granulométrica de la C_05



Fuente: Elaboración propia

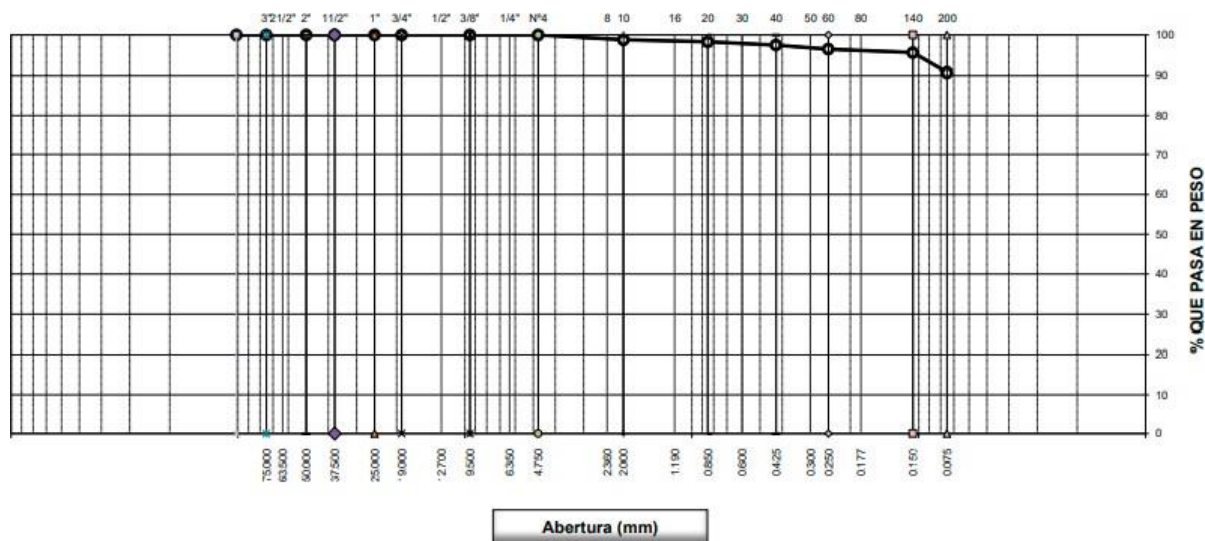
Comentario: Se puede observar que el tamaño máximo es la malla N°4 y el tamaño máximo nominal de la C-05 es la malla N°10, se observa que el porcentaje retenido acumulado es de 9.4 por lo que este porcentaje pertenece al material de arenas y en el porcentaje que pasa se observa un 90.6 % el cual pertenecería al material de los finos, después de realizar este análisis, la clasificación según el SUCS sería de un CL y la clasificación según la AASHTO sería un A-4 que pertenece al grupo de limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra.

Tabla 16: Obtención de granulometría de C_10

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
5"	127.000				
4"	101.600				
3"	75.000				
2 1/2"	63.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	6.1	1.2	1.2	98.8
N° 16	1.190				
N° 20	0.850	2.5	0.5	1.7	98.3
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	4.1	0.8	2.5	97.5
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	5.0	1.0	3.5	96.5
N° 80	0.180				
N° 140	0.106	4.4	0.9	4.4	95.6
N° 200	0.075	24.5	4.9	9.3	90.7
Pasante		453.4	90.7	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3: Curva granulométrica de la C_10



Fuente: Elaboración propia

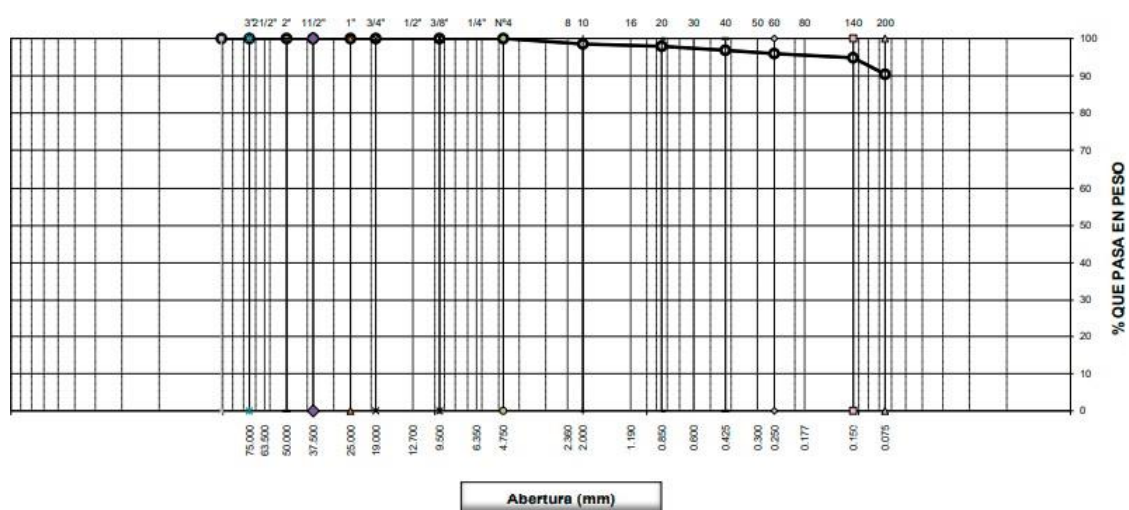
Comentario: Se puede observar que el tamaño máximo es la malla N°4 y el tamaño máximo nominal de la C-10 es la malla N°10, se observa que el porcentaje retenido acumulado es de 9.3 por lo que este porcentaje pertenece al material de arenas y en el porcentaje que pasa se observa un 90.7 % el cual pertenecería al material de los finos, después de realizar este análisis, la clasificación según el SUCS sería de un CL y la clasificación según la AASHTO sería un A-4 que pertenece al grupo de limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra.

Tabla 17: Obtención de granulometría de C_13

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
5"	127.000				
4"	101.600				
3"	75.000				
2 1/2"	63.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	7.4	1.5	1.5	98.5
N° 16	1.190				
N° 20	0.850	3.1	0.6	2.1	97.9
N° 30	0.600				
N° 40	0.425	5.3	1.1	3.2	96.8
N° 50	0.300				
N° 60	0.250	4.5	0.9	4.1	95.9
N° 80	0.180				
N° 140	0.106	5.6	1.1	5.2	94.8
N° 200	0.075	22.1	4.4	9.6	90.4
Pasante		452.0	90.4	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4: Curva granulométrica de la C_13



Fuente: Elaboración propia

Comentario: Se puede observar que el tamaño máximo es la malla N°4 y el tamaño máximo nominal de la C-13 es la malla N°10, se observa que el porcentaje retenido acumulado es de 9.6 por lo que este porcentaje pertenece al material de arenas y en el porcentaje que pasa se observa un 90.6 % el cual pertenecería al material de los finos, después de realizar este análisis, la clasificación según el SUCS sería de un CL y la clasificación según la AASHTO sería un A-4 que pertenece al grupo de limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra.

Ensayo de contenido de humedad

Tabla 18: Contenido de humedad

Contenido de humedad (%)					
	C-01	C-05	C-010	C-13	Humedad promedio
Contenido de humedad (%)	17	15	18	15	16.25

Fuente: Elaboración propia

Se presentan los resultados obtenidos de las cuatro calicatas teniendo como resultado promedio de 16.25 %.

Ensayo de peso específico

Tabla 19: Peso específico

Peso específico					
	C-01	C-05	C-010	C-13	Promedio total
Peso específico seco	2.621	2.627	2.609	2.642	2.625
Peso específico saturado	2.695	2.701	2.682	2.716	2.699

Fuente: Elaboración propia

En el ensayo de peso específico se obtuvo un valor promedio de 2.625 de peso específico seco y un 2.699 de peso específico saturado.

Ensayo de límites de consistencia

Tabla 20: Límites de consistencia

	Límites de consistencia			
	C-01	C-05	C-010	C-13
Límite líquido	31	28	30	30
Límite plástico	21	18	19	21
Índice de plasticidad	10	9	11	9

Fuente: Elaboración propia

Este ensayo de límites de consistencia nos permite verificar que los porcentajes se encuentran dentro los establecidos para una clasificación CL según la SUCS.

Ensayo de Proctor modificado

Tabla 21: Proctor modificado

	Proctor modificado				Promedio total
	C-01	C-05	C-010	C-13	
Densidad seca máxima (g/cm³)	1.805	1.783	1.812	1.837	1.809
Humedad optima (%)	16.58	16.47	15.34	16.06	16.113

Fuente: Elaboración propia

En el ensayo de Proctor estándar se encontró una densidad seca máxima promedio de las cuatro calicatas de 1.809 g/cm³ y una humedad optima promedio de 16.113%.

Ensayo de CBR

Tabla 22: CBR

	CBR							
	C-01		C-05		C-10		C-13	
	1"	2"	1"	2"	1"	2"	1"	2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S.	6.9	9.0	8.0	9.7	7.5	9.8	7.1	9.2
C.B.R. AL 95% de M.D.S.	5.1	6.3	5.6	7.3	5.3	6.9	3.9	5.1

Fuente: Elaboración propia

Este ensayo nos permitió evaluar cuál de las cuatro calicatas presentaba un bajo % de CBR, siendo así el resultado, la C-01 y la C-13 presentan bajo porcentaje de CBR. Por lo que se eligió a estas calicatas para ser mezcladas con cloruro de sodio y someterlas a nuevos ensayos con los % de sal ya antes mencionados.

Resultados en estado natural más porcentaje de sal

Los ensayos que se realizaron a la muestra de suelo con los diferentes porcentajes de cloruro de sodio son: el CBR y Proctor modificado.

Ensayos de la calicata C-01

Tabla 23: Ensayo de proctor modificado + sal de la C_01

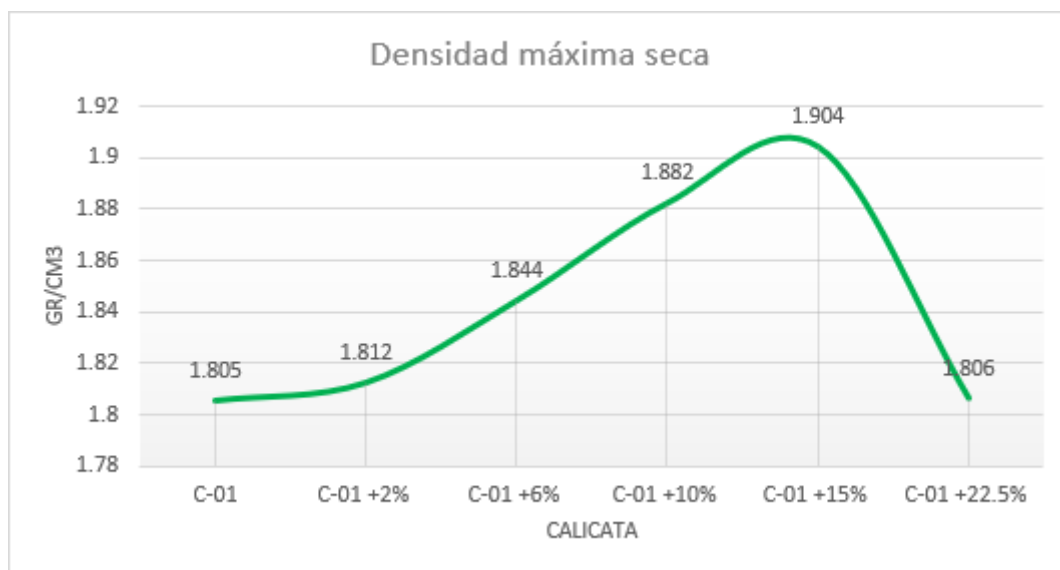
Proctor Modificado + Sal		
Calicata estado natural + % sal	Densidad máxima seca (gr/cm³)	Húmedad óptima (%)
C-01	1.805	16.58
C-01 +2%	1.812	16.2
C-01 +6%	1.844	15.61
C-01 +10%	1.882	14.94
C-01 +15%	1.904	13.89
C-01 +22.5%	1.806	13.24

Fuente: Elaboración propia

De los resultados mostrados se puede inferir que la disminución de la humedad óptima es debido al incremento del porcentaje de sal, presentando una variación de 2.29%, 5.85%, 9,90%,16.22% y un disminuyendo hasta un 20.14% respecto a la muestra en estado natural, en cambio de máxima densidad seca presenta una variación en crecimiento desde 0.39%, 2.16%, 4.27%, 5.48%, y aun aumento de 0.06% al aumentar un 20% se sal.

Con los datos obtenidos anteriormente se procedió a graficar

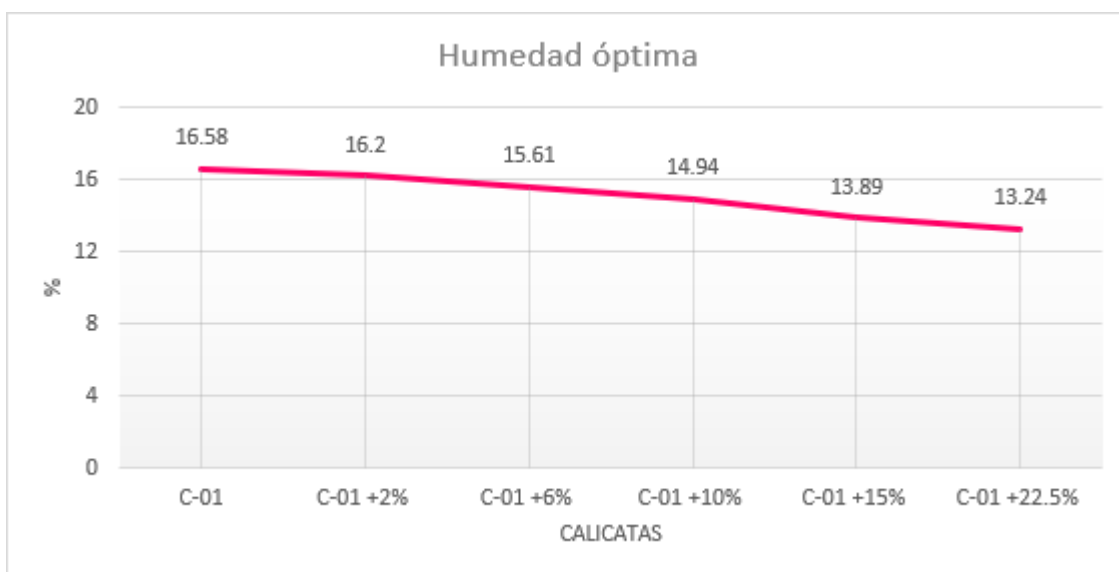
Gráfica 5: Proctor modificado + sal de la C-01



Fuente: Elaboración propia

Se observa de la gráfica que presenta una tendencia de crecimiento al ir adicionando los porcentajes de sal siendo la máxima adición de 15% ya que a partir de ese punto presenta una tendencia de decrecimiento.

Gráfica 6: Humedad óptima con sal de la C_01



Fuente: Elaboración propia

Podemos deducir que a medida que se va añadiendo la sal la humedad óptima presenta una

variación de disminución de porcentaje.

Tabla 24: Ensayo de CBR + sal de la C_01

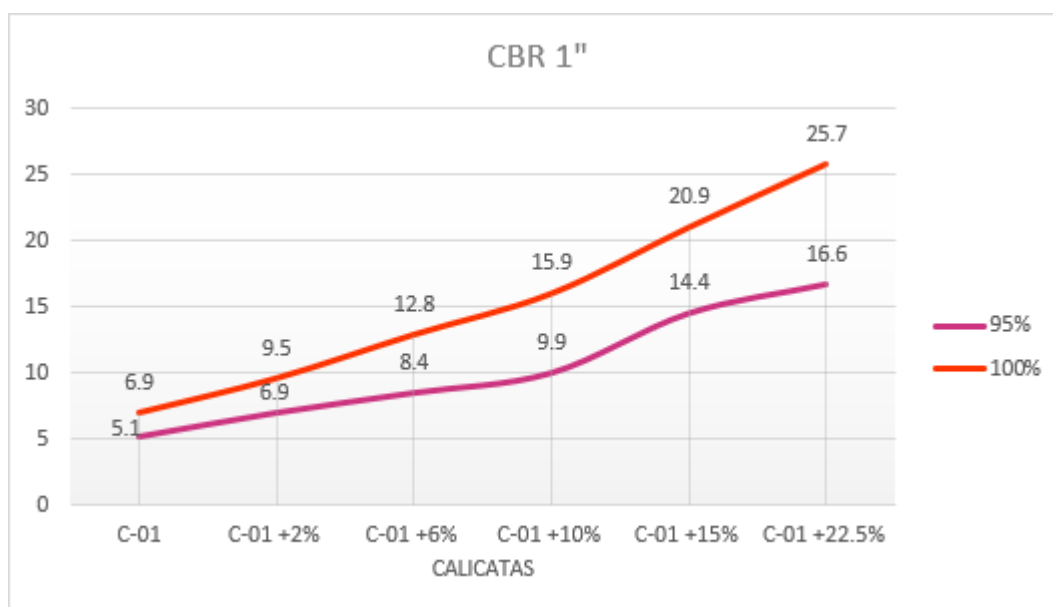
Calicata estado natural + % sal	CBR + Sal			
	1"		2"	
	95%	100%	95%	100%
C-01	5.1	6.9	6.3	9
C-01 +2%	6.9	9.5	8.9	12.4
C-01 +6%	8.4	12.8	10.7	16.7
C-01 +10%	9.9	15.9	12.8	20.4
C-01 +15%	14.4	20.9	18.9	27.5
C-01 +22.5%	16.6	25.7	21.3	33

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al CBR podemos deducir que presenta una tendencia de crecimiento a medida que se va aumentando el porcentaje de sal en un 95% a un 1" y 2".

Se procedió a representar los resultados obtenidos.

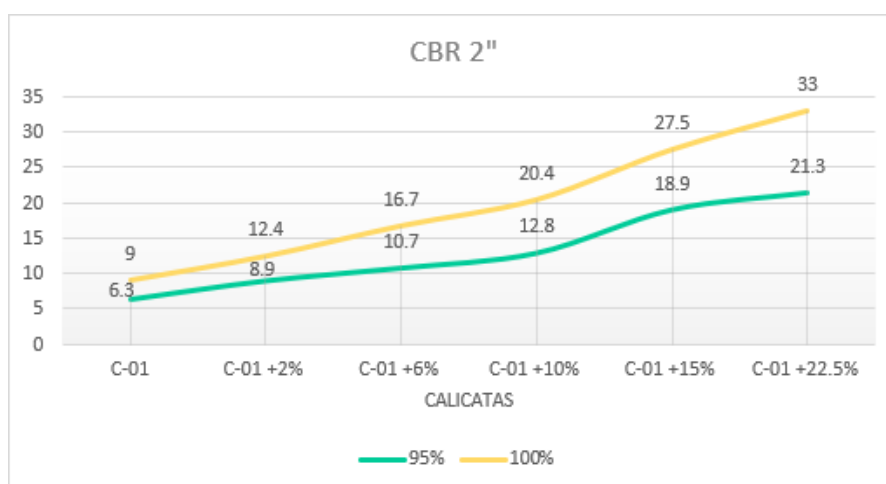
Gráfica 7: CBR + sal de la C_01



Fuente: Elaboración propia

La tendencia de crecimiento se presenta en un 95% y 100% para 1".

Gráfica 8: CBR +sal de la C_01 para 2"



Fuente: Elaboración propia

Para un 2" las tendencias de crecimiento se reflejan a medida que se va añadiendo la sal.

Ensayos de la calicata C-13.

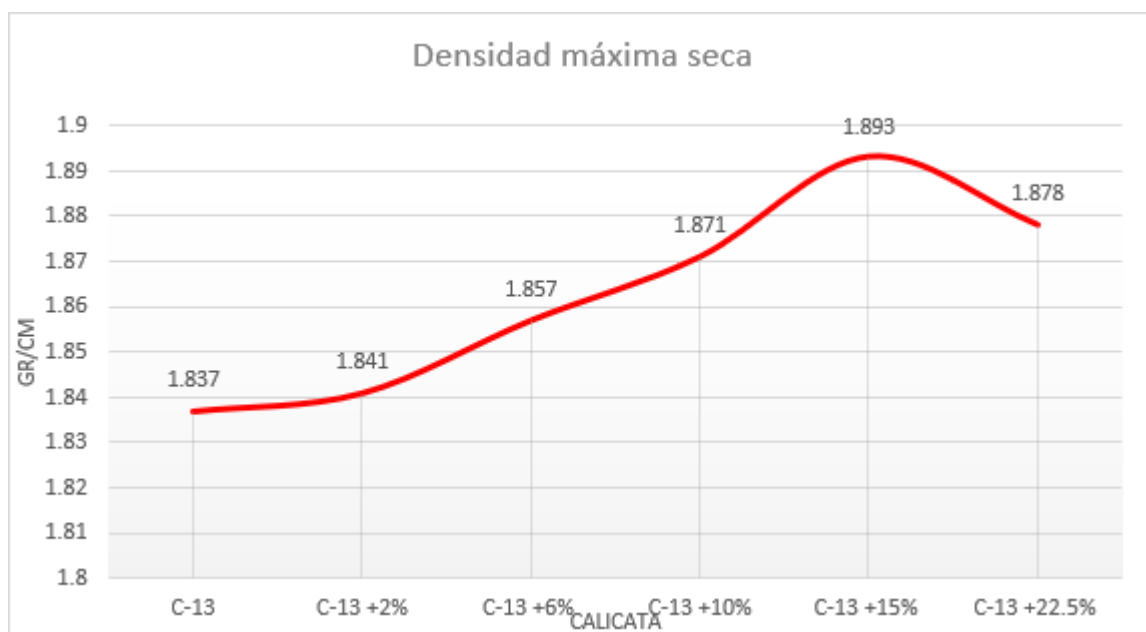
Tabla 25: Ensayo de proctor modificado + sal de la C_13

Proctor Modificado + Sal		
Calicatas	Densidad máxima seca (gr/cm3)	Húmedad optima (%)
C-13	1.837	16.06
C-13 +2%	1.841	15.25
C-13 +6%	1.857	14.41
C-13 +10%	1.871	14.02
C-13 +15%	1.893	13.17
C-13 +22.5%	1.878	12.46

Fuente: Elaboración propia

De los resultados mostrados se puede inferir que la disminución de la humedad optima es debido del incremento del porcentaje de sal, presentando una variación de disminución desde un 5.04%, 10.27%, 12.70%, 18% y un 22.42% respectivamente al % de sal con la muestra en estado natural, teniendo así una densidad máxima seca de 0.22%, 1.09%, 1.85%, 3.05% y un 2.23% respectivamente.

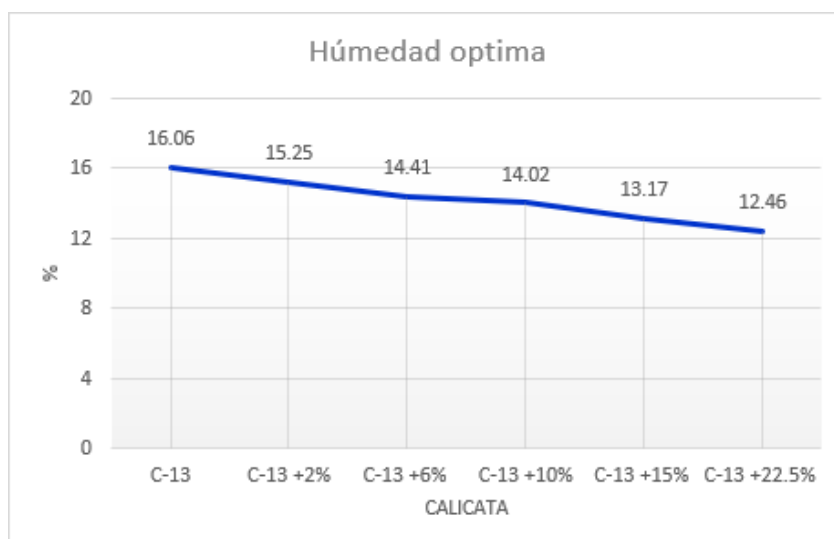
Gráfica 9: Proctor modificado + sal de la C-13



Fuente: Elaboración propia

La calicata 13 presenta un comportamiento similar a la calicata 1 teniendo una tendencia de crecimiento a medida que se aumenta la sal hasta un máximo de 15%, con una tendencia de decrecimiento con la adición de un 22.5%.

Gráfica 10: Humedad optima con sal de la C_13



Fuente: Elaboración propia

La humedad óptima presenta una variación de disminución a medida que se va añadiendo la sal, llegando hasta un 12.46% con la añadidura de un 22.5%.

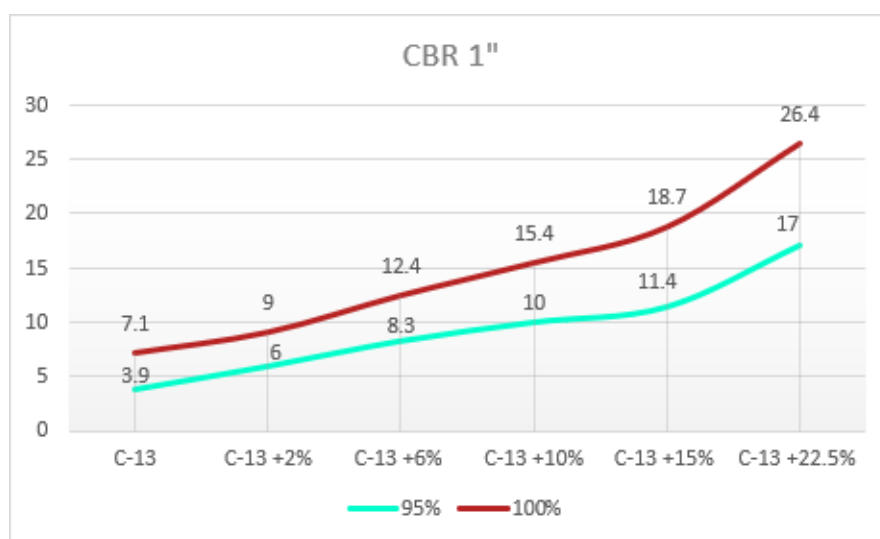
Tabla 26: Ensayo de CBR + sal de la C_13

CBR + Sal				
Calicata estado natural + % sal	1"		2"	
	95%	100%	95%	100%
C-13	3.9	7.1	5.1	9.2
C-13 +2%	6	9	7.7	11.5
C-13 +6%	8.3	12.4	10.8	16
C-13 +10%	10	15.4	12.9	20.2
C-13 +15%	11.4	18.7	14.8	24.2
C-13 +22.5%	17	26.4	21.7	33.3

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al CBR podemos deducir que presenta una tendencia de crecimiento a medida que se va aumentando el porcentaje de sal en un 95% a un 1" y 2".

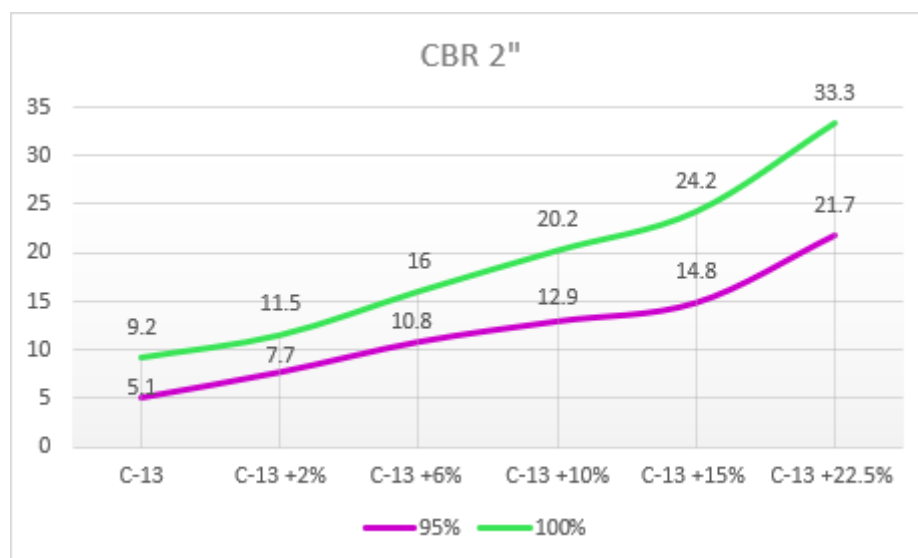
Gráfica 11: CBR a 1" + sal de la C_13



Fuente: Elaboración propia

La tendencia de crecimiento se presenta en un 95% y 100% para 1".

Gráfica 12: CBR +sal de la C_13 para 2"



Fuente: Elaboración propia

Para un 2" las tendencias de crecimiento se reflejan a medida que se va añadiendo la sal.

Análisis económico

El análisis económico se realizó analizando los espesores según el proceso de estabilización, incluyendo la estabilización de suelos en estado natural y por otro lado la estabilización cloruro de sodio, teniendo en cuenta la mejor dosificación que se haya determinado en los resultados obtenidos.

Partidas para el proyecto sin estabilizar

En primer lugar, se realizó el análisis de costos para el proyecto sin estabilizar para ello se tiene en cuenta el proceso constructivo para la formación de la subrasante y de acuerdo con los análisis de costos unitarios se obtendrá el costo en base a su estado natural, luego este será objeto de comparación con la estabilización del suelo adicionado.

Tabla 27: Partida de obras preliminares: trazo y replanteo

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS					
Partida	Trazo replanteo y controles topográficos				
Rendimiento	1000	m2/día			
				TOTAL	1.225
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
Mano de Obra					0.482
Operario	hh	1	0.0080	23.49	0.188
Peón	hh	1	0.0080	16.79	0.135
Topógrafo	hh	1	0.0080	19.796	0.159
Materiales					0.387
Yeso Superfinado en bolsa de 15 kg	bis		0.050	2.97	0.149
Cordel Driza	m		0.200	1.10	0.221
Estacas de Madera	p2		0.020	0.85	0.017
Equipos y Herramientas					0.356
Teodolito	hm	1	0.0080	10.30	0.083
Estación total	hm	1	0.0080	24.60	0.197
Wincha	hm	1	0.0080	6.34	0.051
Desgaste de Herramientas	%MO		5.0%	0.482	0.025

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Partidas de movimiento de tierras: corte y nivelación

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS					
Partida	Corte a nivel de subrasante en material suelto				
Rendimiento	500	m3/día			
				TOTAL	6.716
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
Mano de Obra					0.645
Operario	hh	1	0.0160	23.49	0.376
Peón	hh	1	0.0160	16.79	0.269
Materiales					0
Equipos y Herramientas					6.071
Cargador sobre llantas 100-125-hp	hm	1	0.0160	197.37	3.158
Volquete	hm	1	0.0160	180	2.88
Desgaste de Herramientas	%MO		5.0%	0.645	0.033

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Partidas de movimiento de tierras: Nivelación y compactación

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
Partida	Perfilado, Nivelación y compactación de la subrasante				
Rendimiento	1000	m2/día			
				TOTAL	4.391
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
Mano de Obra					0.606
Operario	hh	1	0.0080	23.49	0.188
Oficial	hh	1	0.0080	18.57	0.149
Peón	hh	2	0.0160	16.79	0.269
Materiales					0.083
Agua	m3		0.0350	2.35	0.083
Equipos y Herramientas					3.702
Camión sisterna (2500 Glns)	hm	1	0.0080	110.6	0.885
Rodillo liso vibratorio autop 7-9 Ton	hm	1	0.0080	165.3	1.323
Motoniveladora 130 -135HP	hm	1	0.0080	184.3	1.475
Desgaste de Herramientas	%MO		3.0%	0.606	0.019

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Resumen de presupuesto en estado natural

PRESUPUESTO DE MEJORAMIENTO EN ESTADO NATURAL						
	DESCRIPCIÓN	Und	Cantidad	P.Unitario	Parcial	Total
1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD					
1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					7350.00
1.1.1	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO					
1.1.1.1	Trazo replanteo y controles topográficos	m2	6000.00	1.225	7350	
	ESTRUCTURAS					
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					21070.11
1.2.1	CORTE DE MATERIAL					
1.2.1.1	Corte a nivel de subrasante en material suelto	m3	3000.00	6.716	20148	
1.2.1.2	Perfilado, Nivelación y compactación de la subrasante	m2	210.00	4.391	922.11	
COSTO DIRECTO						28420.11
GASTOS GENERALES					10%	2842.011
UTILIDAD					5%	1421.006
SUBTOTAL						32683.13
IGV					18%	5882.963
TOTAL, PRESUPUESTO						38,566.09 S/.

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto final de la estabilización en estado natural es de S/38,588.09 que es monto aproximado por km.

Partidas para la estabilización del proyecto con 2 % de cloruro de sodio

Se realizó un análisis de costos empleando el cloruro de sodio, en este caso se tomó la dosificación menor por la cual se evaluó las partidas utilizando el 2% de cloruro de sodio más terreno natural. Asimismo, las partidas de obras preliminares: trazo y replanteo y las partidas

de movimiento de tierras: corte y nivelación se han considerado las mismas para todo el proceso más a partida que se muestra a continuación:

Tabla 31: Partidas de movimiento de tierras: Estabilización con sal en 6%

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
Partida	ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE SODIO 2% H=18cm				
Rendimiento	1000	m2/día			
				TOTAL	4.922
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
Mano de Obra					0.348
Capataz	hh	0.1	0.0010	25	0.025
Operario	hh	1	0.0080	23.49	0.188
Peón	hh	1	0.0080	16.79	0.135
Materiales					1.509
Cloruro de sodio (50 kg)	Bls		0.0500	30.00	1.5
Agua	m3		0.0035	2.35	0.009
Equipos y Herramientas					3.065
Cargador sobre llantas 100-125-hp	hm	1	0.0080	197.37	1.579
Motoniveladora 130 -135HP	hm	1	0.0080	184.3	1.475
Desgaste de Herramientas	%MO		3.0%	0.348	0.011

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Presupuesto: Estabilización con sal en 2%

PRESUPUESTO DE ESTABILIZACIÓN CON SAL						
DESCRIPCIÓN	Und	Cantidad	Precio			
			P.Unitario	Parcial	Total	
1 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD						
1.1 OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES						7350.00
1.1.1 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO						
1.1.1.1 Trazo replanteo y controles topográficos	m2	6000.00	1.225	7350		
1.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS						17004.36
1.2.1 CORTE DE MATERIAL						
1.2.1.1 Corte a nivel de subrasante en material suelto	m3	2400.00	6.716	16118.4		
1.2.1.2 ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE SODIO 10% H=10cm	m2	180.00	4.922	885.96		
COSTO DIRECTO						24354.36
GASTOS GENERALES					10%	2435.436
UTILIDAD					5%	1217.718
SUBTOTAL						28007.51
IGV					18%	5041.353
TOTAL PRESUPUESTO						33,048.87 S/.

Fuente: Elaboración propia

Debido a su alta capacidad de soporte de cloruro de sodio al 2%, el presupuesto total del estabilizador en la dosis óptima sería de aprox. S/33,048.87 aproximado por km.

Partidas para la estabilización del proyecto con 6 % de cloruro de sodio

Se realizó un análisis de costos empleando el cloruro de sodio, en este caso se tomó la dosificación menor por la cual se evaluó las partidas utilizando el 6% de cloruro de sodio más terreno natural. Asimismo, las partidas de obras preliminares: trazo y replanteo y las partidas de movimiento de tierras: corte y nivelación se han considerado las mismas para todo el proceso más a partida que se muestra a continuación:

Tabla 33: Partidas de movimiento de tierras: Estabilización con sal en 6%

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
Partida	ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE SODIO 6% H=10cm				
Rendimiento	1000	m2/día			
				TOTAL	4.922
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
Mano de Obra					0.348
Capataz	hh	0.1	0.0010	25	0.025
Operario	hh	1	0.0080	23.49	0.188
Peón	hh	1	0.0080	16.79	0.135
Materiales					1.509
Cloruro de sodio (50 kg)	Bls		0.0500	30.00	1.5
Agua	m3		0.0035	2.35	0.009
Equipos y Herramientas					3.065
Cargador sobre llantas 100-125-hp	hm	1	0.0080	197.37	1.579
Motoniveladora 130 -135HP	hm	1	0.0080	184.3	1.475
Desgaste de Herramientas	%MO		3.0%	0.348	0.011

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Presupuesto: Estabilización con sal en 6%

PRESUPUESTO DE ESTABILIZACIÓN CON SAL						
	DESCRIPCIÓN	Und	Cantidad	Precio		
				P. Unitario	Parcial	Total
1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD					
1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					7350.00
1.1.1	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO					
1.1.1.1	Trazo replanteo y controles topográficos	m2	6000.00	1.225	7350	
	ESTRUCTURAS					
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					16610.60
1.2.1	CORTE DE MATERIAL					
1.2.1.1	Corte a nivel de subrasante en material suelto	m3	2400.00	6.716	16118.4	
1.2.1.2	ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE SODIO 6% H=10cm	m2	100.00	4.922	492.2	
COSTO DIRECTO						23960.60
GASTOS GENERALES					10%	2396.060
UTILIDAD					5%	1198.030
SUBTOTAL						27554.69
IGV					18%	4959.845
TOTAL, PRESUPUESTO						32,514.54 S/.

Fuente: Elaboración propia

Debido a su alta capacidad de soporte de cloruro de sodio al 6%, el presupuesto total del estabilizador en la dosis óptima sería de aprox. S/32,514.54 por km aproximado.

Partidas para la estabilización del proyecto con 10 % de cloruro de sodio

Se realizó un análisis de costos empleando el cloruro de sodio, en este caso se tomó la dosificación menor por la cual se evaluó las partidas utilizando el 10% de cloruro de sodio más terreno natural. Asimismo, las partidas de obras preliminares: trazo y replanteo y las partidas de movimiento de tierras: corte y nivelación se han considerado las mismas para todo el proceso más a partida que se muestra a continuación:

Tabla 35: Partidas de movimiento de tierras:

Estabilización con sal en 10%

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
Partida	ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE SODIO 10% H=8cm				
Rendimiento	1000	m2/día			
				TOTAL	4.922
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
Mano de Obra					0.348
Capataz	hh	0.1	0.0010	25	0.025
Operario	hh	1	0.0080	23.49	0.188
Peón	hh	1	0.0080	16.79	0.135
Materiales					1.509
Cloruro de sodio (50 kg)	Bls		0.0500	30.00	1.5
Agua	m3		0.0035	2.35	0.009
Equipos y Herramientas					3.065
Cargador sobre llantas 100-125-hp	hm	1	0.0080	197.37	1.579
Motoniveladora 130 -135HP	hm	1	0.0080	184.3	1.475
Desgaste de Herramientas	%MO		3.0%	0.348	0.011

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Presupuesto: Estabilización con sal en 10%

PRESUPUESTO DE ESTABILIZACIÓN CON SAL						
	DESCRIPCIÓN	Und	Cantidad	Precio		
				P.Unitario	Parcial	Total
1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD					
1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					7350.00
1.1.1	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO					
1.1.1.1	Trazo replanteo y controles topográficos	m2	6000.00	1.225	7350	
	ESTRUCTURAS					
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					16512.16
1.2.1	CORTE DE MATERIAL					
1.2.1.1	Corte a nivel de subrasante en material suelto	m3	2400.00	6.716	16118.4	
1.2.1.2	ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE SODIO 10% H=8cm	m2	80.00	4.922	393.76	
COSTO DIRECTO						23862.16

GASTOS GENERALES	10%	2386.216
UTILIDAD	5%	1193.108
SUBTOTAL		27441.48
IGV	18%	4939.468
TOTAL, PRESUPUESTO		32,380.95 S/.

Fuente: Elaboración propia

Debido a su alta capacidad de soporte de cloruro de sodio al 10%, el presupuesto total del estabilizador en la dosis óptima sería de aprox. S/32,380.95 por km aproximado.

Se realizó una comparativa con los presupuestos realizados a un estado natural y con la adición de los diferentes porcentajes de cloruro de sodio que es de 2%, 6%, y 10%, se detalla a continuación:

Tabla 37: Comparación de presupuestos de estabilización

Comparación de presupuestos por estabilización		
Estado	Precio	Diferencias
Natural	38,566.09 S/.	
Natural + 2% de sal	33,048.87 S/.	5,517.22 S/.
Natural + 6% de sal	32,514.54 S/.	6,051.56 S/.
Natural + 10% de sal	32,380.95 S/.	6,185.14 S/.

Fuente: Elaboración propia

Se realizó una comparativa de precios donde podemos deducir que para una estabilización a estado natural el costo por km aproximado sería de 38,566.09 soles en cuanto a una estabilización realizado con una adición de 2% de cloruro de sodio el costo es de 33,048.87 soles, tendiendo así una diferencia de ahorro de 5,517.22 soles al ser estabilizada con el 2%, respecto al 6% y 10% en los montos respectivos son de 32,514.54 soles y 32,380,95 soles, generando un ahorro de 6,051.56 soles y un 6,618.14 soles.

Comparativo económico

Para la realización de este análisis se ha citado a la tesis titulada “ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EJECUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, ENTRE PROCESOS TRADICIONALES Y EL ESTABILIZADOR DE SUELOS SOILTAC” donde se realizó el comparativo técnico y económico con los tres métodos de estabilización que son estabilización con bischofita, estabilización con cloruro de sodio y estabilización con soiltac, para ello se detalló las siguientes características.

El cloruro de sodio es un estabilizador natural mejorando la resistencia y cohesión de los suelos, proporcionando un aumento en la densidad del camino, permitiendo mejorar su resistencia a la tracción y compresión. Requiere de un periodo de curado de 15 días a T° ambiente. (dependiendo del clima), recomendación que propone el Laboratorio de Vialidad para ver si aumenta la resistencia del suelo y verificar si se comporta mejor en el tiempo, el tránsito no se interrumpe durante la ejecución de la obra ni durante el periodo de curado, además ocupa maquinaria típica en caminos.

Para dar una referencia en cuanto a especificaciones técnicas del cloruro de sodio como el cloruro de magnesio son básicamente iguales ya que lo que los distingue es el material por utilizar, siendo el aplicado como cualquier estabilizador de este tipo.

El cloruro de magnesio hexahidratado, más conocido como bischofita, es uno de los elementos más utilizados para estabilizar y eliminar la polución de las rutas no pavimentadas. Es un estabilizador químico y agente de control de polvo para caminos no pavimentados, es producido en forma 100% natural a partir de salmueras ricas en magnesio existentes en el Salar de Atacama.

Soiltac es un copolímero de vinil acetato que aglutina las partículas del suelo, no siendo una reacción química, tanto así este material se encuentra certificado por el Laboratorio nacional de Vialidad, arrojando como resultado en suelos patrones de baja capacidad de soporte que por sí solos no cumplen la norma de 5 Kg. /cm², son ampliamente mejorados, logrando capacidades de soporte por sobre los 27 Kg. /cm², mediante ensayos de compresión simple. Dependiendo de la dosificación y niveles de compactación pudiesen lograrse resultados similares al asfalto y al hormigón, también se presenta la comodidad de ser diluido tanto en agua dulce como en agua salada sin afectar sus propiedades.

En esta tesis realizan estudios de comparación de costos entre los diferentes estabilizadores de suelos en los que se toma bischofita, cloruro de sodio y soiltac. Este análisis representa las distintas posibilidades que puede tener un proyecto tipo de pavimentación. Según el autor [23] para el cloruro de sodio el presupuesto analizado es de S/33,839.677, para la estabilización con cloruro de magnesio su presupuesto es de S/38,486.477 y para el sistema soiltac su presupuesto analizado es de S/48,903.21, en base a la investigación del autor podemos decir que la estabilización económica de esos tres métodos es la aplicación de cloruro de sodio. Por ello en la presente investigación los resultados demuestran que la estabilización económica es con un porcentaje respectivo del cloruro de sodio.

Discusión

Según la investigación del autor [7], incorporó cloruro sodio en diferentes porcentajes como 2.5%, 7.5% y 12.5%, para analizar las propiedades del suelo natural y estabilizado se han ejecutado diferentes ensayos: gravedad específica, densidad real, límites de consistencia, proctor modificado y CBR, presentando resultados que cumplen con la normativa ecuatoriana en este caso, la cal presentando así el porcentaje óptimo de un 12.5%, mientras que el porcentaje óptimo de sal es de 2.5% pero no puede utilizarse para la estabilización porque no cumple con la normativa. Ello no es acorde a lo que se encontró en esta investigación, debido a que se utilizó los porcentajes de 2%, 6%, 10%, 15% y un 22.5% y al realizar los ensayos ya mencionados y descritos previamente, se han obtenido resultados favorables mejorando de las propiedades del suelo, presentando una tendencia de crecimiento a medida que se va añadiendo más porcentajes, la muestra óptima es del 15%, mientras que el adicionar el 22.5% presenta una pequeña disminución en resistencia.

El autor Robles en 2018, en su [8], con el fin de mejorar sus propiedades se basaron en estudios de mecánicas de suelos utilizando los porcentajes de mezcla suelo y agente estabilizante que se tomaron fueron (95%-5%), (88% -12%), (80% - 12%), obteniendo como resultados los valores alcanzados de la arcilla negra en adición con los aglomerantes: cloruro de sodio (6,5; 6,6 y 6,9 Kg/cm²), arena pómez (6,1; 6,4 y 6,8 Kg/cm²), cal (11,5; 17,2 y 23,0 Kg/cm²) y cemento (13,8; 19,2 y 26,2 Kg/cm²), viéndose mejores resultados para la adición de arcilla negra con cloruro de sodio donde se obtuvo 21 Kg/cm² pero no es aplicable para este tipo de suelo, por lo que se consideró al cemento seguido de la cal como estabilizantes. Considerando que los resultados anteriores mencionados que no son aplicables podemos decir que estos no guardan relación con lo que se ha investigado en cuanto a resultados, porque para realizar esta investigación se utilizó los porcentajes de 2%, 6%, 10%, 15% y un 22.5% y se han obtenido resultados favorables con una muestra óptima de 15%, mientras que el adicionar el 22.5% presenta una pequeña disminución de resistencia.

La investigación de Salinas y Villao en 2019 sobre [9], se obtuvieron los resultados de un porcentaje óptimo de 5,53% de cal, un 4,93% de sal y el geosintético fue analizado solo en condiciones para la reducción de hinchamiento hasta en un 82,39% aportando de manera positiva en el estudio al proporciones de 3%, 5% y 7%, apoyándose en los análisis y en los estudios comparativos entre los métodos se concluye que la mejor opción para estabilizar es la sal cumpliendo con las condiciones técnicas y económicas, asimismo también se puede

estabilizar con la cal en segunda opción y como última opción las geoceldas. Esta investigación guarda relación con la presente investigación.

Esta investigación de los autores Flor y Salazar, en 2020 [10], aplicaron los porcentajes de 2%,4%,6%, 8%, 10% y un 12%, de NaCl y se determinó que las propiedades muestran un aumento significativo al adicionar desde un 4% hasta un 6%, esto si es acorde a los resultados que se presentan en esta investigación presentada ya que se emplearon proporciones similares de cloruro de sodio.

Cerna, 2019 [11], tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del suelo en su estado original con adición de cloruro de sodio en 10% y 20%, para ellos se extrajo muestras que se sometieron a ensayos de laboratorio a fin de determinar sus peculiaridades, el ensayo que determino cuál de los dos porcentajes sería el más óptimo es el CBR donde nos muestra un resultado de la muestra con adición de 10% de cloruro de sodio es la más óptima, respecto a la muestra patrón, debido a que la adición de 20% hace decrecer el valor del CBR. Para esta investigación se emplearon porcentajes de 2%,6%,10%, 15% y un 22.5% siendo el 15% el porcentaje óptimo y el 22.5 %presenta una tendencia de decrecimiento.

Esta investigación de Quiroz, 2020 [12], tenía como objetivo determinar la incidencia de la adición de cloruro de sodio en diferentes porcentajes como el 1%, 1.5% y 2%, confirmando que este aditivo natural aumenta ligeramente las propiedades de resistencia de suelo, al incrementar el CBR en un 0.35% en comparación al suelo natural. Para esta investigación se emplearon porcentajes de 2%,6%,10%, 15% y un 22.5%, teniendo como resultado que las propiedades aumentan significativamente al adicionar de 2% al 15%.

Conclusiones

Después de aplicar los procesos correspondientes para la realización de esta investigación y obtener los resultados, finalmente se puede inferir que:

Para la determinación las características geotécnicas y propiedades de resistencia del suelo de la subrasante se realizó y se extrajo muestras de quince (15) calicatas, de las cuales cuatro (04) de ellas fueron seleccionadas y llevadas al laboratorio, donde se ejecutaron los ensayos correspondientes como: análisis granulométrico, límites de Atterberg, contenido de humedad, peso específico, Proctor modificado y CBR. Teniendo como resultado que de las calicatas C-01, C-05, C-10, C-13, son de suelo CL (limo arcilloso) según SUCS y en cuanto AASHTO es una A-4 (9), de acuerdo con los otros ensayos las calicatas más desfavorables son las calicatas C-01 y C-13.

Las calicatas C-01 y C-13 presentaron un contenido de humedad de 17% y 15% respectivamente; un índice de plasticidad de 10 y 9; con una densidad máxima seca de 1.805 gr/cm³ y 1.837 gr/cm³, con 16.58% y 10.06% de humedad óptima respectivamente y con un porcentaje de CBR de 5.1 y 3.9 respectivamente en estado natural, siendo estas las calicatas más desfavorables se determinó usar porcentajes de 2%, 6%, 10%, 15% y 22.5% de cloruro de sodio.

De la evaluación que se realizó a las calicatas con los porcentajes propuestos se observó que la C-01 a medida que se van aumentando los porcentajes de sal, presenta una tendencia de crecimiento; la máxima densidad seca ha crecido en 0.39 %, 2.16 %, 4.27%, 5.48% respecto al estado natural aplicando el 2%, 6%, 10%, 15% y este aumenta en un 0.06 % al aplicar un 22.5% de sal; la humedad óptima presenta un decrecimiento de 2.29%, 5.85%, 9.89%, 16.22% y hasta un 20.14%; el CBR aumenta a medida que se aplica el porcentaje de sal llegando hasta el 22.5% como máximo con un 16.6 lo que equivale a un 225.49% de aumento en la resistencia respecto al estado natural, lo que implica que la sal se puede utilizar hasta el porcentaje de 22.5% como estabilizante en el tramo que presenten estas características de la C-01.

De la evaluación que se realizó a las calicatas con los porcentajes propuestos se observó que la C-13 a medida que se van aumentando los porcentajes de sal, presenta una tendencia de crecimiento; la máxima densidad seca ha crecido en 0.22 %, 1.09%, 1.85%, 3.05% respecto al

estado natural aplicando el 2%,6%,10%, 15% y este aumenta en un 2.23% al aplicar un 22.5% de sal; la humedad optima presenta un decrecimiento de 5.04%, 10.27%, 12.70%, 18% y un 22.42%; el CBR aumenta a medida que se aplica el porcentaje de sal llegando hasta el 22.5% como máximo con un 17 lo que equivale a un 49.12% de aumento en la resistencia respecto al estado natural, lo que implica que la sal se puede utilizar hasta el porcentaje de 335.90% como estabilizante para mejorar las propiedades del suelo en tramos similares.

Una vez realizado el proceso de estabilización mediante los métodos propuestos en este estudio, se obtuvo un análisis de costes para los porcentajes de 2%,6% y 10%. Para suelo estabilizado en su estado natural, dado un costo por km de S/38,588.09, en cuanto a una estabilización realizado con una adición de 2% de cloruro de sodio el costo es de 33,048.87 soles, tendiendo así una diferencia de ahorro de 5,517.22 soles al ser estabilizada con el 2%, respecto al 6% y 10% los montos respectivos son de 32,514.54 soles y 32,380,95 soles, generando un ahorro de 6,051.56 soles y un 6,618.14 soles, por ello la realización de estabilización con cloruro de sodio es un tanto económica respecto al estado natural.

Se concluyó que la adición de cloruro de sodio tuvo un efecto significativo en la estabilidad del suelo a nivel de la subrasante, por lo que se confirmó esta hipótesis de la investigación.

Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio de otros solventes para la disolución de la sal y emplearse como solución para ser mezclada con el suelo natural y ser estabilizado.

Se propone ampliar el estudio en la zona de Jayanca utilizando una zona distinta para evaluar el comportamiento de adición de NaCl, el cual puede ser utilizado para el mejoramiento vial.

Se recomienda realizar nuevas investigaciones enfocándose en la reducción de espesores producto de la adición del NaCl.

Referencias bibliográficas



- [1] W. Pérez y J. Torres, «Estudio de la cal y el cloruro de sodio como agentes estabilizadores de suelos arcillosos en propiedades como la resistencia y expansividad,» Bucaramanga, 2015.
- [2] M. Díaz y L. Araya, «Análisis Comparativo Para Ejecución De Estabilización De Suelos, Entre Procesos Tradicionales Y El Estabilizador De Suelos Soiltac,» Chile, 2010.
- [3] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Gov.pe,» 2020. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/WRWgXDO>. [Último acceso: 22 Octubre 2021].
- [4] D. Pozo, «Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce el Porongo- Aeropuerto- Cajamarca,» Cajamarca, 2019.
- [5] A. Quiroz, «Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque,» Morrope, 2018.
- [6] Manual de Carretera, *Diseño Geométrico DG-2018*, Lima, 2018.
- [7] I. Guamán, «Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio),» Ambato, 2916.
- [8] J. Robles, «Análisis y estabilización de arcilla negra con cloruro de sodio (NaCl), arena pómez, cal y cemento, para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.,» 2018.
- [9] J. Salinas y R. Villao, «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,» La Libertal, Ecuador, 2019.
- [10] J. Flor y M. Flores, «Estabilización de suelos arcillosos para el mejoramiento de propiedades mecánicas con la adición de cloruro de sodio, Puente Piedra, Lima, 2020,» Puente Piedra, 2020.
- [11] C. Cerna, «Comportamiento de la subrasante en la carretera HuarazUnchus con adición de 10% Y 20% de cloruro de sodio,» Chimbote, 2019.
- [12] A. Quiroz, «Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Lo Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, Distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque.,» Mórrope, 2020.



- [13] E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez, MECANICA DE SUELOS I: Fundamentos de la mecánica de suelos, vol. Tomo I, Mexico: LIMUSA, 2005.
- [14] F. Núñez, M. Ugas, M. Hernández y G. Dieppa, «Sieve analysis and content of CaCO of deposit type beach, located in the inlet Puerto Cruz, Vargas state, Venezuela,» *Scielo*, vol. XL, n° 89, 2016.
- [15] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de ensayo de materiales*, Lima, 2016.
- [16] J. Hernández, B. Figueroa y M. Martínez, «Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza,» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, n° 22, 2019.
- [17] Ministerio de transportes y comunicaciones, *Manual de ensayos de materiales*, Lima, 2016.
- [18] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de ensayo de Materiales*, Lima, 2016.
- [19] J. Camacho, O. Reyes y D. Méndez, «Gyratory compaction test in soils as alternative to the proctor compaction test,» *Redaly*, vol. 17, n° 2, pp. 67-81, 2007.
- [20] J. Alarcón, M. Jiménez y R. Benitez, «Stabization of soils through the use of oily sludge,» *Scielo*, vol. 35, n° 1, 2019.
- [21] E. Llano, D. Ríos y G. Restrepo, «Evaluation of Technologies for Stabilization of Road Soils Using Accelerated Stabilization of Road Soils Using Accelerated Impacts on Biodiversity,» *Scielo*, vol. 23, n° 49, pp. 185- 199, 2020.
- [22] MTC, «Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos,» R.D. N°10-2014-MTC/14, Lima, 2014.
- [23] A. Carrión y M. García, «Análisis comparativo de los componentes del índice de desempeño logístico. Caso Chile, Panamá y Ecuador durante los años 2010-2018,» 2020.
- [24] Municipalidad distrital de Jayanca, *Plan de desarrollo concertado del distrito de Jayanca al 2015*, Jayanca, Lambayeque, 2015.
- [25] Instituto Nacional de Estadística e Informatica, «INEI,» 2017. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/1RWhbnm>. [Último acceso: 22 Octubre 2021].






- [26] J. Castro y M. Vélez, «The importace of topography in engineering and architecture,» *Ciencias técnicas y aplicadas*, vol. 2, n° 7, pp. 1071-1081, 2017.
- [27] J. Ordoñez, G. Auvinet y M. Juárez, «Subsoil Characterization and Analysis of Geotechnical Risks Associated to the Expansive Clays of Tuxtla Gutiérrez City,» *Scielo*, vol. XVI, n° 3, pp. 453- 470, 2014.
- [28] E. Sandoval y W. Rivera, «Correlación del CBR con la resistencia a la compresión confinada,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, n° 1, pp. 135- 152, 2019.
- [29] A. Orobio, «Considerations for design and construction of gravel surfaced roads stabilized with calcium chloride,» *Scielo*, 2010.
- [30] M. Saberian y M. Rahgozar, «Geotechnical properties of peat soil stabilised with shredded waste tyre chips in combination with gypsum, lime or cement,» *Mires and Peat*, vol. 18, n° 16, pp. 1-16, 2016.
- [31] J. Carrillo, F. Echeverri y W. Aperador, «Construction Costs Assessment of Structural Systems for Low-Rise and Social Welfare Housing,» *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 16, n° 4, pp. 479- 490, 2015.
- [32] D. Pozo, «Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce el Porongo- aeropuerto- Cajamarca,» Cajamarca, 2019.
- [33] E. Chávez, «Comparación de cloruro de magnesio frente al cloruro de sodio como estabilizante químico para mejorar la subrasante en la via a la cantera Santa Rita, distrito de Pariñas, Talara, Piura, 2018,» Trujillo , 2019.
- [34] Gobierno regional de Lambayeque, *ESTUDIO GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE*, Lambayeque, 2013.






Anexos



ANEXO 01: Ensayos de campo



PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	<p style="text-align: center;">C-01</p> 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata	
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural	
DIMENS. CALICATA :		1mX1m	
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m	
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro	
FECHA:		Abril del 2022	
PROF. (m)	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
0.5		<p>Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 8.8 % de arena y 91.2 % de finos . Presenta un 17% de humedad, con un tamaño maximo nominal de 2mm (malla N° 10)</p>	
1			
1.5			






PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	<p style="text-align: center;">C-02</p> 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata	
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural	
DIMENS. CALICATA:		1mX1m	
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m	
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro	
FECHA:		Abril del 2022	
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5		<p>Terreno color beige, con raíces, material suelto, conformado de suelo orgánico.</p>	
1		<p>Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 8.8 % de arena y 91.2 % de finos. Presenta un 17% de humedad, con un tamaño maximo nominal de 2mm (malla N° 10)</p>	
1.5			





PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	<p style="text-align: center;">C-03</p> 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata	
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural	
DIMENS. CALICATA :		1mX1m	
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m	
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro	
FECHA:		Abril del 2022	
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5		Terreno color café claro, con raíces, material suelto, conformado orgánico.	
		Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 8.8 % de arena y 91.2 % de finos . Presenta un 17% de humedad, con un tamaño maximo nominal de 2mm (malla N° 10)	
			
			
1			
1.5			






PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	<p style="text-align: center;">C-04</p> 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata	
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural	
DIMENS. CALICATA :		1mX1m	
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m	
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro	
FECHA:		Abril del 2022	
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5		Terreno color café claro, con raíces, material suelto, conformado con suelo orgánico y con presencia de pequeñas piedras redondas.	
		Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 8.8 % de arena y 91.2 % de finos . Presenta un 17% de humedad, con un tamaño maximo nominal de 2mm (malla N° 10)	
			
			
1			
1.5			






PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	<p style="text-align: center;">C-05</p> 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:	Calicata		
COTA REFERENCIAL:	Nivel de terreno natural		
DIMENS. CALICATA :	1mX1m		
PROFUNDIDAD FINAL:	1.5m		
NIVEL FREÁTICO:	No se encontro		
FECHA:	Abril del 2022		
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5		<p>Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.4 % de arena y 90.6 % de finos. Presenta un 15% de humedad, con un tamaño máximo nominal de 9.5mm (3/8")</p>	
1			
1.5			



PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	<p style="text-align: center;">C-06</p> 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:	Calicata		
COTA REFERENCIAL:	Nivel de terreno natural		
DIMENS. CALICATA :	1mX1m		
PROFUNDIDAD FINAL:	1.5m		
NIVEL FREÁTICO:	No se encontro		
FECHA:	Abril del 2022		
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5		<p>Terreno color café claro, con raíces, material suelto, conformado orgánico.</p>	
1		<p>Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.4 % de arena y 90.6 % de finos. Presenta un 15% de humedad, con un tamaño máximo nominal de 9.5mm (3/8")</p>	
1.5			


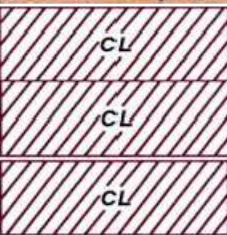
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	C-09 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata	
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural	
DIMENS. CALICATA :		1mX1m	
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m	
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro	
FECHA:		Abril del 2022	
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5 1 1.5		Terreno color amarillento claro, con raíces, material suelto, conformado con suelo orgánico .	
		Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.4 % de arena y 90.6 % de finos. Presenta un 15% de humedad, con un tamaño maximo nominal de 9.5mm (3/8")	
			
			


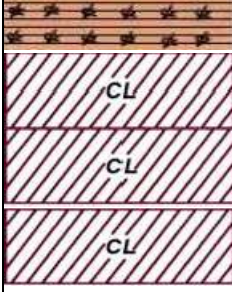
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	C-10 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata	
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural	
DIMENS. CALICATA :		1mX1m	
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m	
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro	
FECHA:		Abril del 2022	
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5 1 1.5		Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.3 % de arena y 90.7 % de finos. Presenta un 18% de humedad, con un tamaño maximo nominal de 2mm (malla N° 10)	
			
			

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO				
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	<p style="text-align: center;">C-11</p> 	
	PROVINCIA	Lambayeque		
	DEPARTAMENTO	Lambayeque		
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata		
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural		
DIMENS. CALICATA :		1mX1m		
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m		
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro		
FECHA:		Abril del 2022		
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> </div>		Terreno color amarillento claro, con raíces, material suelto, conformado con suelo orgánico .		
	0.5		<p>Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.3 % de arena y 90.7 % de finos. Presenta un 18% de humedad, con un tamaño máximo nominal de 2mm (malla N° 10)</p>	
	1			
	1.5			

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO				
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	<p style="text-align: center;">C-12</p> 	
	PROVINCIA	Lambayeque		
	DEPARTAMENTO	Lambayeque		
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata		
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural		
DIMENS. CALICATA :		1mX1m		
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m		
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro		
FECHA:		Abril del 2022		
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> </div>		Terreno color amarillento claro, con raíces, material suelto, conformado con suelo orgánico .		
	0.5		<p>Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.3 % de arena y 90.7 % de finos. Presenta un 18% de humedad, con un tamaño máximo nominal de 2mm (malla N° 10)</p>	
	1			
	1.5			

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	C-13 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata	
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural	
DIMENS. CALICATA :		1mX1m	
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m	
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro	
FECHA:		Abril del 2022	
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5		Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.6 % de arena y 90.4 % de finos. Presenta un 15% de humedad, con un tamaño máximo nominal de 2mm (malla N° 10)	
1			
1.5			

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	C-14 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:		Calicata	
COTA REFERENCIAL:		Nivel de terreno natural	
DIMENS. CALICATA :		1mX1m	
PROFUNDIDAD FINAL:		1.5m	
NIVEL FREÁTICO:		No se encontro	
FECHA:		Abril del 2022	
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5		Terreno color marón claro, con raíces, material suelto, conformado con suelo orgánico .	
1		Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.6 % de arena y 90.4 % de finos. Presenta un 15% de humedad, con un tamaño máximo nominal de 2mm (malla N° 10)	
1.5			

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO			
UBICACIÓN	DISTRITO	Jayanca	C-15 
	PROVINCIA	Lambayeque	
	DEPARTAMENTO	Lambayeque	
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN:	Calicata		
COTA REFERENCIAL:	Nivel de terreno natural		
DIMENS. CALICATA :	1mX1m		
PROFUNDIDAD FINAL:	1.5m		
NIVEL FREÁTICO:	No se encontro		
FECHA:	Abril del 2022		
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	
0.5		<p>Terreno color amarillento claro, con raíces, material suelto, con presencia de restos de bolsas plásticas.</p> <p>Según el estudio de granulometría este estrato pertenece a una Clasificación SUCS CL y según la clasificación AASHTO A-4 que vendría a ser un limo orgánico de plasticidad baja o mediano arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra. Con un porcentaje de 9.6 % de arena y 90.4 % de finos. Presenta un 15% de humedad, con un tamaño máximo nominal de 2mm (malla N° 10)</p>	
1			
1.5			

ANEXO 02: Ensayos de Laboratorio

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

CLIENTE : Mirian Soledad Rojas Mego
PROYECTO : "Influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante, para la carretera Progreso Alto a Jayanca - Lambayeque, 2021".
UBICACIÓN : Progreso Alto a Jayanca - Lambayeque
TIPO DE PRODUCTO : Suelos
FECHA DE RECEPCIÓN : 26/04/2022
FECHA DE EMISION : 3/05/2022
ING. ESPECIALISTA : Secundino Burga Fernandez
TECNICO LABORATORIO : Humberto Diaz Rojas

NOTA :

El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado unica y exclusivamente al cliente.


 E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.


 SERVICIOS DE LABORATORIOS
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernandez
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278


Responsable de laboratorio.




SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.131

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.


CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural

DATOS DEL ENSAYO

1	Peso suelo seco (g)	50.0	50.0	
2	Peso del picnometro + suelo seco (g)	245.0	241.5	
3	Peso del picnometro (g)	195.0	191.5	
4	Peso picnometro + agua (20° C) (g)	690.8	690.0	
5	Peso picnometro + agua + suelo seco (g)	740.8	740.0	
6	Peso picnometro + agua + suelo seco (g)	721.7	721.0	
7	Volumen de material (g/cm ³)	19.1	19.1	PROMEDIO
8	Peso especifico seco	2.618	2.625	2.621
9	Peso especifico saturado	2.691	2.698	2.695

 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Zúñiga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 160272

Responsable de laboratorio.



- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información).

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

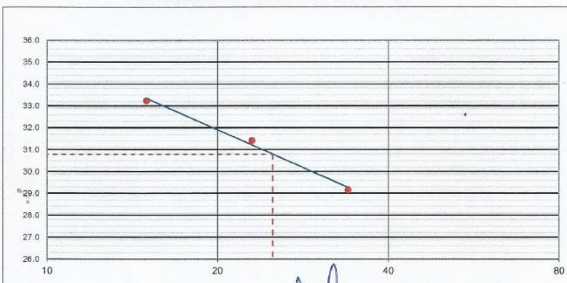
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **FECHA DE ENSAYO** : 27/04/2022
CÓDIGO ÚNICO : S/C **RESP. LAB.** : S.B.F.
CALICATA : C-01 **TEC. LAB.** : H.D.R.

METODO MULTIPUNTO				
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
Nº de Tarro	-	89	44	93
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	38.28	30.97	30.41
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	34.02	27.64	27.14
Peso de Tarro	g	21.20	17.04	15.93
Peso de Agua	g	4.26	3.33	3.27
Peso del Suelo Seco	g	12.82	10.60	11.21
Contenido de Humedad	%	33.23	31.42	29.17
Numero de Golpes	-	15	23	34
				Limite Liquido
				31

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD				
Nº de Tarro		27	30	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	29.31	30.24	
Peso de Tarro + Suelo seco	g	27.78	28.71	
Peso de Tarro	g	20.26	21.33	
Peso de Agua	g	1.53	1.53	
Peso de Suelo seco	g	7.52	7.38	
Contenido de Humedad	%	20.35	20.73	
				Limite Plastico
				21

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	31
Limite Plastico	21
Indice de Plasticidad	10

Observaciones del ensayo
 * Muestra retenida Tamiz N°40 (%): 2.5
 * Muestra disturbada
 * Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

Secundino Barga Fernández
 ING. CIVIL
 RESPONSABLE
 Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

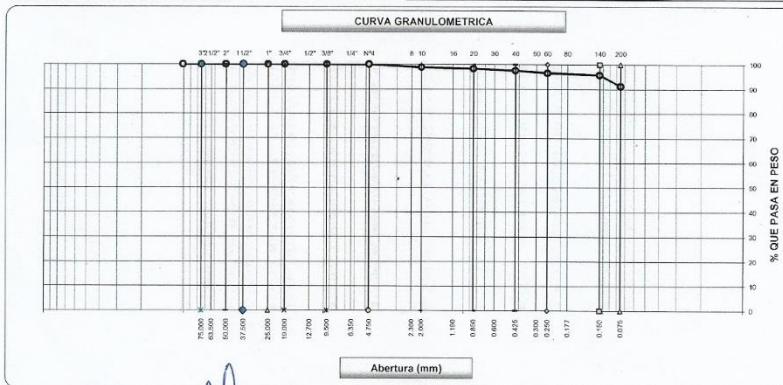


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
REFERENCIA NORMATIVA NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)
TIPO DE PRODUCTO Suelos **FECHA DE ENSAYO** : 27/04/2022
CÓDIGO ÚNICO S/C **RESP. LAB.** : S.B.F.
CALICATA C-01 **TEC. LAB.** : H.D.R.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 500.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 500.0
2 1/2"	63.500					
2"	50.000					2. Características
1 1/2"	37.500					Tamaño Maximo N° 4
1"	25.000					Tamaño Maximo Nominal N° 10
3/4"	19.000					Grava (%)
1/2"	12.700					Arena (%) 8.8
3/8"	9.500					Finos (%) 91.2
1/4"	6.350					
N° 4	4.750				100.0	
N° 8	2.360					3. Clasificacion
N° 10	2.000	5.8	1.2	1.2	98.8	Límite Líquido (%) 31
N° 16	1.190					Límite Plástico (%) 21
N° 20	0.850	2.9	0.6	1.7	98.3	Índice de Plasticidad (%) 10
N° 30	0.600					Clasificacion SUCS CL
N° 40	0.425	3.8	0.8	2.5	97.5	Clasificacion AASHTO A-4 (9)
N° 50	0.300					
N° 60	0.250	4.8	1.0	3.5	96.5	4. Observaciones del ensayo
N° 80	0.180					* Muestra disturbada
N° 140	0.106	4.0	0.8	4.3	95.7	
N° 200	0.075	22.6	4.5	8.8	91.2	
Pasante		456.1	91.2	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Vargas Fernández
 INGENIERO CIVIL
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.
 * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

TIPO DE PRODUCTO : Suelos **FECHA DE ENSAYO** : 27/04/2022

CÓDIGO ÚNICO : S/C **RESP. LAB.** : S.B.F.

CALICATA : C-13 **TEC. LAB.** : H.D.R.

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural

Descripción	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1164.0		
Peso del agua contenida (g)	36		
Peso de la muestra seca (g)	1164		
Contenido de Humedad (%)	3		

Observaciones del ensayo:

- * Muestra disturbada
- * Pesado constante : 2 horas
- * Horno controlado a : 110 +5°C
- * Exclusión de algún material : No
- * Más de un tipo de material : No
- * Cumple con el peso mínimo requerido : Si


E.M.P. ASFALTOS
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO
Técnico de laboratorio.


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Bodega Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278
Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

CÓDIGO ÚNICO : S/C

RESP. LAB. : S.B.F.

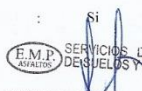
CALICATA : C-01

TEC. LAB. : H.D.R.

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1023		
Peso del agua contenida (g)	177		
Peso de la muestra seca (g)	1023		
Contenido de Humedad (%)	17		

Observaciones del ensayo:

- * Muestra disturbada : 2 horas
- * Pesado constante : 110 \pm 5°C
- * Homo controlado a : No
- * Exclusión de algún material : No
- * Más de un tipo de material : No
- * Cumple con el peso mínimo requerido : Si


 E.M.P. ASFALTOS - SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DEL LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 RUC: CIE 169278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASPALTOS
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

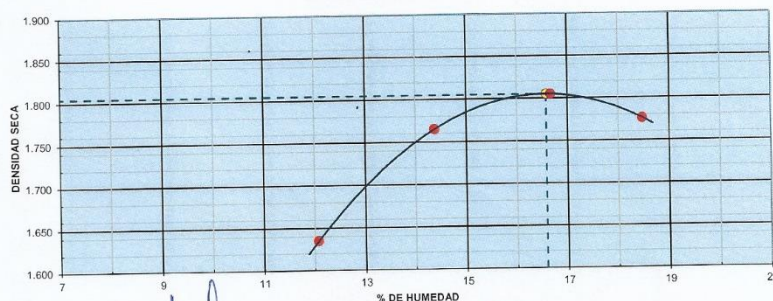
CÓDIGO ÚNICO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-01

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2108	PESO DEL MOLDE (g) :		6423	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10285	10678	10862	10858	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3862	4255	4439	4435	
Peso volumétrico húmedo		1.832	2.019	2.106	2.104	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		441.4	467.0	427.0	461.0	
Peso suelo seco + tara (g)		410.0	426.4	386.0	412.2	
Peso de la tara (g)		150.0	144.0	140.0	148.0	
Peso de agua (g)		31.4	40.6	41.0	48.8	
Peso de suelo seco (g)		260.0	282.4	246.0	264.2	
Contenido de agua		12.08	14.38	16.67	18.47	
Peso volumétrico seco		1.635	1.765	1.805	1.776	
Densidad máxima seca:		1.805 g/cm ³		Humedad óptima :		16.58 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernández
INGENIERO CIVIL
REG. N.º 169278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.131

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-05

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural

DATOS DEL ENSAYO

1	Peso suelo seco (g)	50.0	50.0	
2	Peso del picnometro + suelo seco (g)	245.0	241.5	
3	Peso del picnometro (g)	195.0	191.5	
4	Peso picnometro + agua (20° C) (g)	701.0	701.6	
5	Peso picnometro + agua + suelo seco (g)	751.0	751.6	
6	Peso picnometro + agua + suelo seco (g)	731.9	732.6	
7	Volumen de material (g/cm ³)	19.1	19.1	PROMEDIO
8	Peso especifico seco	2.618	2.625	2.621
9	Peso especifico saturado	2.691	2.698	2.695

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Poma Fernández
ING./CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brinda toda la información).

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145 **FECHA DE ENSAYO :** 27/04/2022
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB. :** S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO : S/C **TEC. LAB. :** H.D.R.
CALICATA : C-01

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica	60		49		31	
N° de molde	5		5		5	
N° capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	No saturado		Saturado		No saturado	
Condición de la muestra	12214		12265		12048	
Peso molde + suelo húmedo	7769		7769		7769	
Peso de molde	4445		4496		4401	
Peso de suelo húmedo	2110		2110		2110	
Volumen del molde	2.107		2.131		2.028	
Densidad húmeda	16.51		18.53		16.43	
% de humedad	1.808		1.798		1.742	
Densidad seca	-		-		-	
Contenido de humedad	-		-		-	
N° de tarro	455.0		485.4		510.0	
Tarro + suelo húmedo	411.5		437.8		428.5	
Tarro + suelo seco	43.5		47.6		56.9	
Peso de agua	148.0		148.0		148.0	
Peso de tarro	263.5		289.8		280.5	
Peso del suelo seco	16.51		16.43		16.77	
% de humedad	-		-		-	

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
27/04/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28/04/22	14:30	22	42.4	1.08	0.9	75.3	1.91	1.7	84.4	2.14	1.9
29/04/22	14:30	42	57.4	1.46	1.3	82.0	2.08	1.8	94.8	2.41	2.1
30/04/22	14:30	65	72.5	1.84	1.6	95.1	2.42	2.1	113.2	2.88	2.5
01/05/22	14:30	95	84.7	2.15	1.9	108.4	2.75	2.4	131.5	3.34	2.9

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 60			Molde N° 49			Molde N° 31					
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%			
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	24.6	1				17.6	1			11.6	1		
0.050	48.9	2				34.6	2			26.3	1		
0.075	66.3	3				57.2	3			41.8	2		
0.100	70.3	4	4.8	6.9	7.2	4	3.9	5.6	58.9	3	3.0	4.3	
0.125	105.7	5				94.6	5			74.7	4		
0.150	138.7	7				109.3	6			90.6	5		
0.200	103.5	9	9.5	9.0	144.7	7	7.4	7.0	106.2	5	5.7	5.4	
0.300	249.7	13				181.5	9			153.3	8		
0.400	296.1	15				208.3	10			185.3	9		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino B. Ag. Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 189278
 Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**
SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO
METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-05

DATOS DE ENSAYO

Densidad volumétrica						
N° de molde	38		51		71	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11918	11972	11982	12108	11820	11966
Peso de molde	7532	7532	7769	7769	7769	7769
Peso de suelo húmedo	4386	4440	4213	4339	4051	4197
Volumen del molde	2113	2113	2110	2110	2110	2110
Densidad húmeda	2.076	2.101	1.997	2.056	1.920	1.989
% de humedad	16.25	18.11	16.23	20.19	16.70	22.09
Densidad seca	1.786	1.779	1.718	1.711	1.645	1.629
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	480.0	480.0	455.8	455.8	398.9	398.9
Tarro + suelo seco	433.6	429.1	412.8	404.1	363.0	353.5
Peso de agua	46.4	50.9	43.0	51.7	35.9	45.4
Peso de tarro	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
Peso del suelo seco	285.6	281.1	264.8	256.1	215.0	205.5
% de humedad	16.25	18.11	16.23	20.19	16.70	22.09

Expansión

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
27/04/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28/04/22	14:30	22	45.8	1.16	1.0	72.4	1.84	1.6	75.8	1.93	1.7
29/04/22	14:30	42	65.4	1.66	1.4	85.1	2.16	1.9	89.7	2.28	2.0
30/04/22	14:30	65	78.5	1.99	1.7	98.5	2.50	2.2	105.4	2.68	2.3
01/05/22	14:30	95	92.4	2.35	2.0	112.1	2.85	2.5	121.1	3.08	2.7

Penetración

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 38			Molde N° 51			Molde N° 71					
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%			
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025		23.3	1			18.2	1			11.0	1		
0.050		55.6	3			35.6	2			22.6	1		
0.075		80.9	4			50.9	3			35.3	2		
0.100	70.3	110.7	6	5.6	8.0	73.6	4	4.2	6.0	50.2	3	3.6	5.1
0.125		135.3	7			101.1	5			70.7	4		
0.150		160.2	8			122.3	6			90.6	5		
0.200	105.5	196.9	10	10.3	9.7	150.4	8	8.2	7.7	120.2	6	7.0	6.7
0.300		258.3	13			210.6	11			170.7	9		
0.400		302.0	15			250.2	13			190.6	10		
0.500													

 E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

 SERVICIOS DE LABORATORIOS
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

 Secundina Araya Fernández
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
 TIPO DE PRODUCTO : Suelos
 CÓDIGO ÚNICO : S/C
 CALICATA : C-13
 FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022
 RESP. LAB. : S.B.F.
 TEC. LAB. : H.D.R.

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
N° de molde	54		42		18	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12278	12318	12102	12223	12156	12316
Peso de molde	7769	7769	7769	7769	7971	7971
Peso de suelo húmedo	4509	4549	4333	4454	4185	4345
Volumen del molde	2110	2110	2110	2110	2127	2127
Densidad húmeda	2.137	2.156	2.054	2.111	1.968	2.043
% de humedad	16.34	18.56	16.44	20.09	16.18	22.47
Densidad seca	1.837	1.818	1.764	1.758	1.694	1.668
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	509.0	509.0	525.8	525.8	588.9	588.9
Tarro + suelo seco	458.3	452.5	472.5	462.6	527.5	508.0
Peso de agua	50.7	56.5	53.4	63.2	61.4	80.9
Peso de tarro	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
Peso del suelo seco	310.3	304.5	324.5	314.6	379.5	360.0
% de humedad	16.34	18.56	16.44	20.09	16.18	22.47

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
27/04/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28/04/22	14:30	22	65.5	1.66	1.4	84.7	2.15	1.9	98.7	2.51	2.2
29/04/22	14:30	42	79.5	2.02	1.7	98.4	2.50	2.2	115.4	2.93	2.5
30/04/22	14:30	65	94.5	2.40	2.1	112.4	2.85	2.5	126.9	3.22	2.8
01/05/22	14:30	95	104.4	2.65	2.3	121.1	3.08	2.7	141.4	3.59	3.1

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 54			Molde N° 42			Molde N° 18					
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%			
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		11.6	1			8.6	0			5.6	0		
0.050		18.0	1			13.7	1			8.1	0		
0.075		27.4	1			20.9	1			16.5	1		
0.100	70.3	42.7	2	5.0	7.1	31.5	2	3.1	4.4	21.7	1	2.0	2.9
0.125		66.3	3			41.8	2			35.0	2		
0.150		99.6	5			53.3	3			45.4	2		
0.200	105.5	138.6	7	9.7	9.2	83.9	4	6.0	5.7	60.9	3	4.0	3.8
0.300		220.5	11			140.2	7			98.8	5		
0.400		255.0	13			170.5	9			115.5	6		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humerto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundario Perea Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

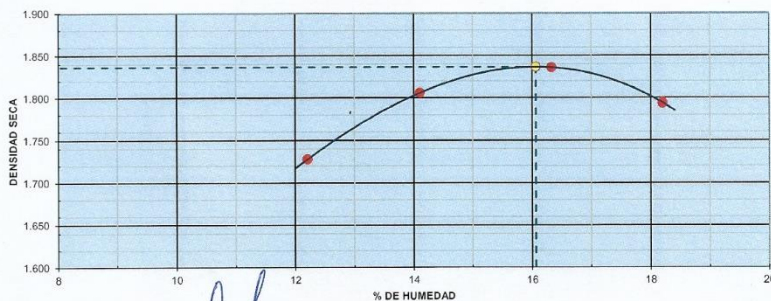
CÓDIGO ÚNICO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-13

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2105	PESO DEL MOLDE (g) :			6461	METODO "C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10542	10800	10956	10926	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4081	4339	4495	4465	
Peso volumétrico húmedo		1.939	2.061	2.135	2.121	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		467.0	505.0	603.0	571.0	
Peso suelo seco + tara (g)		432.5	460.0	538.0	504.0	
Peso de la tara (g)		150.0	141.0	140.0	136.0	
Peso de agua (g)		34.5	45.0	65.0	67.0	
Peso de suelo seco (g)		282.5	319.0	398.0	368.0	
Contenido de agua		12.21	14.11	16.33	18.21	
Peso volumétrico seco		1.728	1.806	1.836	1.794	
Densidad máxima seca:	1.837	g/cm ³		Humedad óptima :	16.06	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina Y. Fernández
 INGENIERA DE CIVIL
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.131

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural

DATOS DEL ENSAYO

DATOS DEL ENSAYO				
1	Peso suelo seco (g)	50.0	50.0	
2	Peso del picnometro + suelo seco (g)	238.9	237.4	
3	Peso del picnometro (g)	188.9	187.4	
4	Peso picnometro + agua (20° C) (g)	690.8	690.0	
5	Peso picnometro + agua + suelo seco (g)	740.8	740.0	
6	Peso picnometro + agua + suelo seco (g)	721.9	721.1	
7	Volumen de material (g/cm ³)	18.9	18.9	PROMEDIO
8	Peso especifico seco	2.639	2.646	2.642
9	Peso especifico saturado	2.712	2.720	2.716

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Sánchez Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 16927A

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información).

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

CÓDIGO ÚNICO : S/C

CALICATA : C-13

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

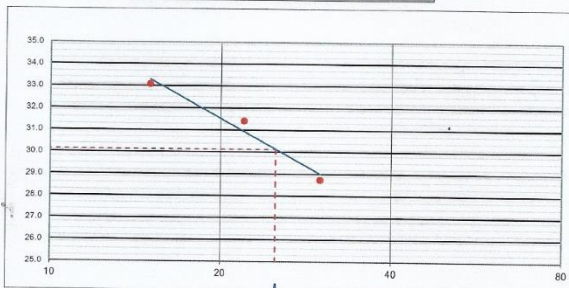
RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

METODO MULTIPUNTO				
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
Nº de Tarro	-	35	2	84
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	39.29	33.74	36.54
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	34.87	30.58	33.12
Peso de Tarro	g	21.51	20.52	21.22
Peso de Agua	g	4.42	3.16	3.42
Peso del Suelo Seco	g	13.36	10.06	11.90
Contenido de Humedad	%	33.08	31.41	28.74
Numero de Golpes	-	15	22	30
				Limite Liquido
				30

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD				
Nº de Tarro		4	6	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	28.77	29.86	
Peso de Tarro + Suelo seco	g	27.33	28.42	
Peso de Tarro	g	20.42	21.37	
Peso de Agua	g	1.44	1.44	
Peso de Suelo seco	g	6.91	7.05	
Contenido de Humedad	%	20.84	20.43	
				Limite Plastico
				21

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	30
Limite Plastico	21
Índice de Plasticidad	9

Observaciones del ensayo

- * Muestra retenida Tamiz Nº40 (%): 3.2
- * Muestra disturbada
- * Muestra seca al aire durante el ensayo

E.M.P. ASFALTOS SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humerto Diaz Rojas
 TÉCNICO DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundo Barga Fernández
 INGENIERO CIVIL RESPONSABLE DE LABORATORIO

Fin de documento.



- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

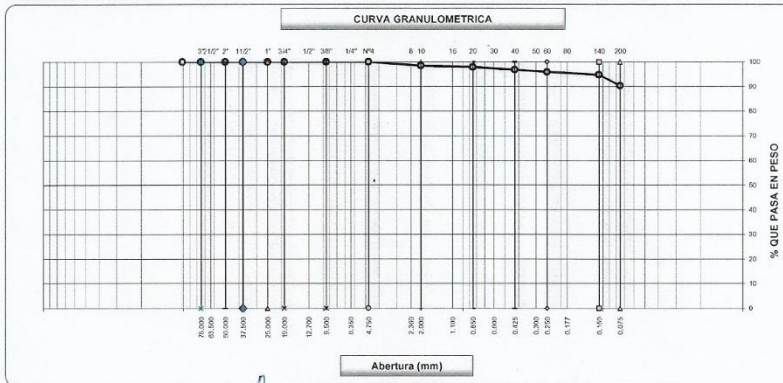


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
REFERENCIA NORMATIVA NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)
TIPO DE PRODUCTO Suelos **FECHA DE ENSAYO** : 27/04/2022
CÓDIGO ÚNICO S/C **RESP. LAB. :** S.B.F.
CALICATA C-13 **TEC. LAB. :** H.D.R.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 500.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 500.0
2 1/2"	63.500					
2"	50.000					2. Características
1 1/2"	37.500					Tamaño Máximo N° 4
1"	25.000					Tamaño Máximo Nominal N° 10
3/4"	19.000					Grava (%)
1/2"	12.700					Arena (%) 9.6
3/8"	9.500					Finos (%) 90.4
1/4"	6.350					
N° 4	4.750				100.0	
N° 8	2.360					3. Clasificación
N° 10	2.000	7.4	1.5	1.5	98.5	Límite Líquido (%) 30
N° 16	1.190					Límite Plástico (%) 21
N° 20	0.850	3.1	0.6	2.1	97.9	Índice de Plasticidad (%) 9
N° 30	0.600					Clasificación SUCS CL
N° 40	0.425	5.3	1.1	3.2	96.8	Clasificación AASHTO A-4 [9]
N° 50	0.300					
N° 60	0.250	4.5	0.9	4.1	95.9	4. Observaciones del ensayo
N° 80	0.180					* Muestra disturbada
N° 140	0.106	5.6	1.1	5.2	94.8	
N° 200	0.075	22.1	4.4	9.6	90.4	
Pasante		452.0	90.4	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Hugo Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DEL LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundo Barga Fernández
 ING. CIVIL
 Responsable de laboratorio.




Fin de documento.
 * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022

CÓDIGO ÚNICO : S/C

RESP. LAB. : S.B.F.


CALICATA : C-13

TEC. LAB. : H.D.R.

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1043		
Peso del agua contenida (g)	157		
Peso de la muestra seca (g)	1043		
Contenido de Humedad (%)	15		

Observaciones del ensayo:

- * Muestra disturbada
- * Pesado constante : 2 horas
- * Hornos controlado a : 110 +5°C
- * Exclusión de algún material : No
- * Más de un tipo de material : No
- * Cumple con el peso mínimo requerido : Si

 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humerto Diaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundo Puma Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 16927A

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

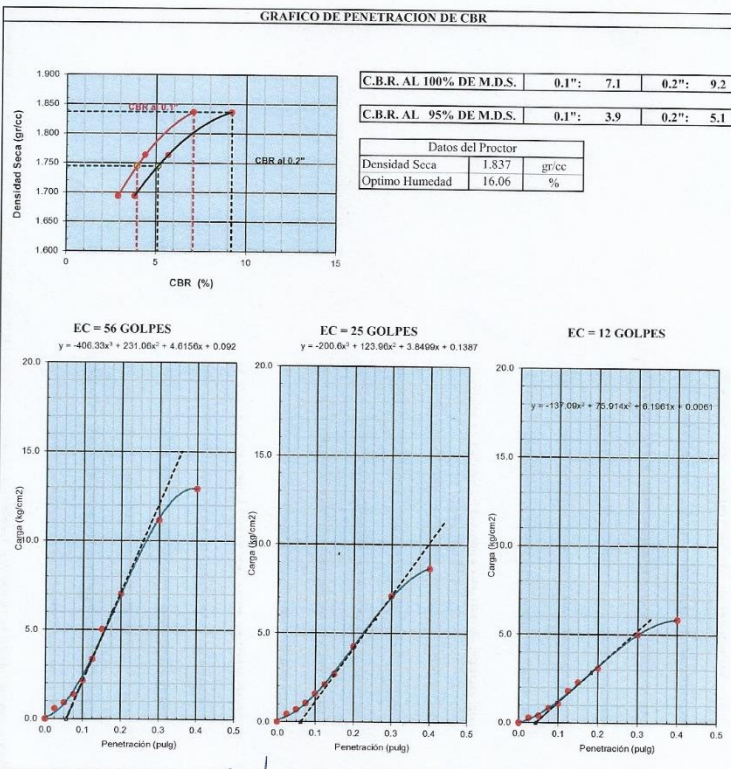
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
 TIPO DE PRODUCTO : Suelos
 CÓDIGO ÚNICO : S/C
 CALICATA : C-13

FECHA DE ENSAYO : 27/04/2022
 RESP. LAB. : S.B.F.
 TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Barga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. D.P. 189278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.
 * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

CUADRO RESUMEN

"Influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante, para la carretera Progreso Alto a Jayanca - Lambayeque, 2021".

N° Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Humedad natural (%)	Análisis granulométrico			Clasificación		Límites			PROCTOR		CBR	
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	SUCS	AASHTO	L.L.	L.P.	I.P.	DENSIDAD MAXIMA	HUMEDAD OPTIMA	95%	100%
01	M-01	0.00-1.50	17		9	91	CL	A-4(9)	31	21	10	1.81	16.6	5.06	6.88
05	M-01	0.00-1.50	15		9	91	CL	A-4(9)	28	18	9	1.78	16.5	5.64	8.01
10	M-01	0.00-1.50	18		9	91	CL	A-6(9)	30	19	11	1.81	15.3	5.25	7.45
13	M-01	0.00-1.50	15		10	90	CL	A-4(9)	30	21	9	1.84	16.1	3.94	7.08

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina Curga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



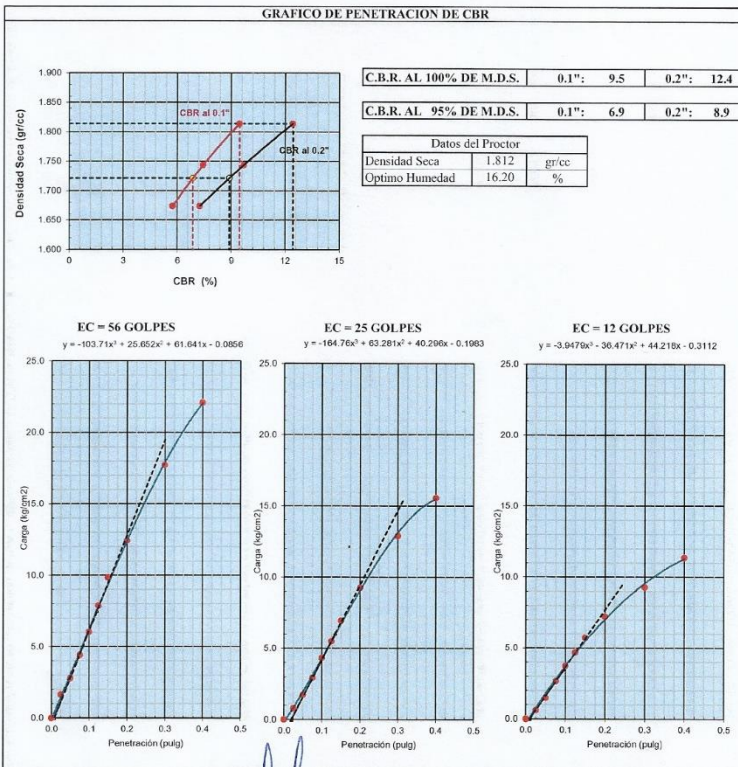
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
TIPO DE PRODUCTO : Suelos
CÓDIGO ÚNICO : CI-16
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIO DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina Barga Fernández
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. 163278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

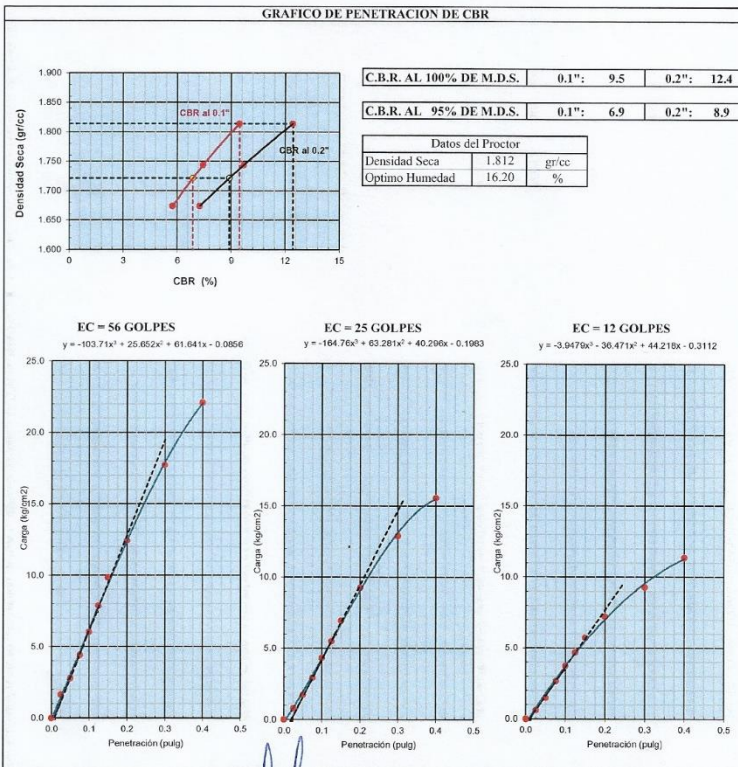


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145 **FECHA DE ENSAYO :** 10/05/2022
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB. :** S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO : CI-16 **TEC. LAB. :** H.D.R.
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina Barga Fernández
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. 163278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
N° de molde	35		49		31	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11989	12033	12048	12184	11831	12023
Peso de molde	7532	7532	7769	7769	7721	7721
Peso de suelo húmedo	4457	4501	4279	4415	4110	4302
Volumen del molde	2113	2113	2110	2110	2112	2112
Densidad húmeda	2.109	2.130	2.028	2.092	1.946	2.037
% de humedad	16.26	18.23	16.31	20.69	16.28	22.32
Densidad seca	1.814	1.802	1.744	1.733	1.674	1.665
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	369.0	369.0	385.0	385.0	400.0	400.0
Tarro + suelo seco	317.4	312.1	331.0	319.0	344.0	327.0
Peso de agua	51.6	56.9	54.0	66.0	56.0	73.0
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	317.4	312.1	331.0	319.0	344.0	327.0
% de humedad	16.26	18.23	16.31	20.69	16.28	22.32

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
10/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/05/22	10:00	22	24.1	0.61	0.5	54.4	1.38	1.2	64.2	1.63	1.4
12/05/22	07:30	42	38.9	0.99	0.9	68.9	1.75	1.5	87.7	2.23	1.9
13/05/22	07:30	65	54.4	1.38	1.2	81.4	2.07	1.8	102.1	2.59	2.3
14/05/22	07:30	95	68.8	1.75	1.5	95.7	2.43	2.1	118.8	3.02	2.6

Penetración	Carga Stand	Molde N° 35				Molde N° 49				Molde N° 31			
		Carga	Corrección	Dial (div)	kg/cm2	Carga	Corrección	Dial (div)	kg/cm2	Carga	Corrección	Dial (div)	kg/cm2
pulg	kg/cm2												
0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025		32.5	2			15.6	1			12.1	1		
0.050		55.2	3			34.5	2			20.6	1		
0.075		87.2	4			57.8	3			52.5	3		
0.100	70.3	119.0	6	6.7	9.5	86.3	4	5.2	7.5	73.9	4	4.0	5.8
0.125		155.4	8			108.2	5			62.5	5		
0.150		194.2	10			130.0	7			113.1	6		
0.200	105.5	245.1	12	13.1	12.4	182.1	9	10.2	9.7	142.5	7	7.7	7.3
0.300		349.5	18			254.4	13			182.9	9		
0.400		435.6	22			308.0	16			224.2	11		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Argueta Fernández
 INGENIERO CIVIL

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**
SEMP
ASALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO
METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO

Densidad volumétrica						
N° de molde	35		49		31	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11989	12033	12048	12184	11831	12023
Peso de molde	7532	7532	7769	7769	7721	7721
Peso de suelo húmedo	4457	4501	4279	4415	4110	4302
Volumen del molde	2113	2113	2110	2110	2112	2112
Densidad húmeda	2.109	2.130	2.028	2.092	1.946	2.037
% de humedad	16.26	18.23	16.31	20.69	16.28	22.32
Densidad seca	1.814	1.802	1.744	1.733	1.674	1.665
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	369.0	369.0	385.0	385.0	400.0	400.0
Tarro + suelo seco	317.4	312.1	331.0	319.0	344.0	327.0
Peso de agua	51.6	56.9	54.0	66.0	56.0	73.0
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	317.4	312.1	331.0	319.0	344.0	327.0
% de humedad	16.26	18.23	16.31	20.69	16.28	22.32

Expansión

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
10/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/05/22	10:00	22	24.1	0.61	0.5	54.4	1.38	1.2	64.2	1.63	1.4
12/05/22	07:30	42	38.9	0.99	0.9	68.9	1.75	1.5	87.7	2.23	1.9
13/05/22	07:30	65	54.4	1.38	1.2	81.4	2.07	1.8	102.1	2.59	2.3
14/05/22	07:30	95	68.8	1.75	1.5	95.7	2.43	2.1	118.8	3.02	2.6

Penetración

Penetración	Carga Stand	Molde N° 35				Molde N° 49				Molde N° 31			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	32.5	2				15.6	1			12.1	1		
0.050	65.2	3				34.5	2			20.6	1		
0.075	87.2	4				57.8	3			52.5	3		
0.100	119.0	6	6.7	9.5	86.3	4	5.2	7.5	73.9	4	4.0	5.8	
0.125	154.4	8				108.2	5			62.5	5		
0.150	194.2	10				130.0	7			113.1	6		
0.200	305.5	12	13.1	12.4	182.1	9	10.2	9.7	142.5	7	7.7	7.3	
0.300	449.5	18				254.4	13			182.9	9		
0.400	593.6	22				308.0	16			224.2	11		
0.500													

**SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**
Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**
Secundino Argueta Fernández
INGENIERO CIVIL

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

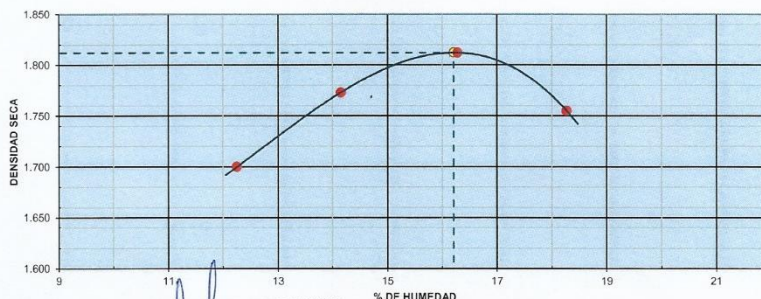
CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2108	PESO DEL MOLDE (g) :		6423	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10445	10689	10864	10799		
Peso suelo húmedo compactado (g)	4022	4266	4441	4376		
Peso volumétrico húmedo	1.908	2.024	2.107	2.076		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	398.5	405.0	350.0	380.0		
Peso suelo seco + tara (g)	355.0	354.8	301.0	321.3		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	43.5	50.2	49.0	58.7		
Peso de suelo seco (g)	355.0	354.8	301.0	321.3		
Contenido de agua	12.25	14.15	16.28	18.27		
Peso volumétrico seco	1.700	1.773	1.812	1.755		
Densidad máxima seca:	1.812 g/cm ³		Humedad óptima :		16.20	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Zurba Fernández
ING. CIVIL
REG. O.P. 169278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

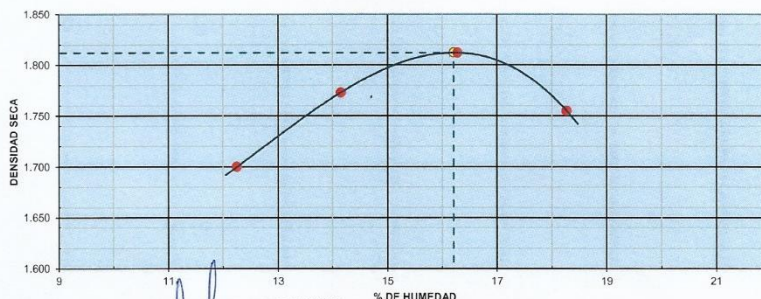
CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2108	PESO DEL MOLDE (g) :		6423	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10445	10689	10864	10799		
Peso suelo húmedo compactado (g)	4022	4266	4441	4376		
Peso volumétrico húmedo	1.908	2.024	2.107	2.076		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	398.5	405.0	350.0	380.0		
Peso suelo seco + tara (g)	355.0	354.8	301.0	321.3		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	43.5	50.2	49.0	58.7		
Peso de suelo seco (g)	355.0	354.8	301.0	321.3		
Contenido de agua	12.25	14.15	16.28	18.27		
Peso volumétrico seco	1.700	1.773	1.812	1.755		
Densidad máxima seca:	1.812 g/cm ³		Humedad óptima :		16.20	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Jurga Fernández
ING. CIVIL
REG. C.P. 169278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

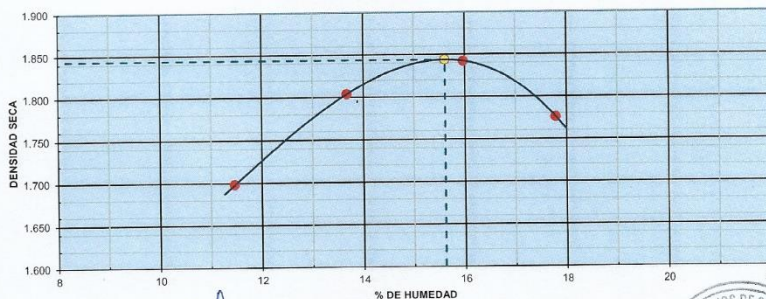
CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +6% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2105	PESO DEL MOLDE (g) :		6461	METODO	°C
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10445	10778	10958	10865	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3984	4317	4497	4404	
Peso volumétrico húmedo		1.893	2.051	2.136	2.092	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		312.1	300.0	270.0	290.0	
Peso suelo seco + tara (g)		280.0	263.9	232.8	246.2	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		32.1	36.1	37.2	43.8	
Peso de suelo seco (g)		280.0	263.9	232.8	246.2	
Contenido de agua		11.46	13.68	15.98	17.79	
Peso volumétrico seco		1.698	1.804	1.842	1.776	
Densidad máxima seca:	1.844	g/cm ³		Humedad óptima :	15.61	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Argu Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. N° 146278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

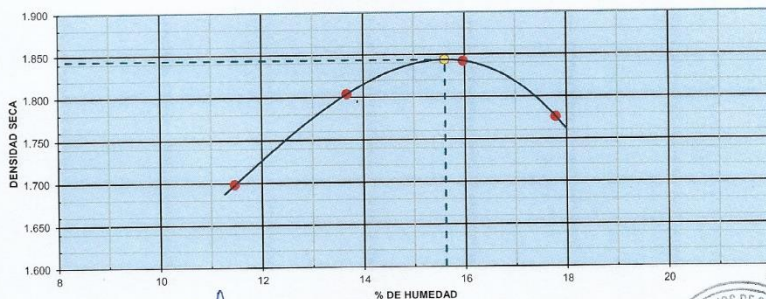
CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +6% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2105	PESO DEL MOLDE (g) :		6461	METODO	°C
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10445	10778	10958	10865	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3984	4317	4497	4404	
Peso volumétrico húmedo		1.893	2.051	2.136	2.092	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		312.1	300.0	270.0	290.0	
Peso suelo seco + tara (g)		280.0	263.9	232.8	246.2	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		32.1	36.1	37.2	43.8	
Peso de suelo seco (g)		280.0	263.9	232.8	246.2	
Contenido de agua		11.46	13.68	15.98	17.79	
Peso volumétrico seco		1.698	1.804	1.842	1.776	
Densidad máxima seca:	1.844	g/cm ³		Humedad óptima :	15.61	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Argu Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. N° 146278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**


Av. Vicente Ruso Lote 15/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145 **FECHA DE ENSAYO** : 10/05/2022
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB.** : S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO : CI-16 **TEC. LAB.** : H.D.R.
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +15% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
N° de molde	52		30		60	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12598	12646	12312	12442	12055	12245
Peso de molde	7936	7936	7910	7910	7819	7819
Peso de suelo húmedo	4662	4710	4402	4532	4236	4426
Volumen del molde	2150	2150	2109	2109	2110	2110
Densidad húmeda	2.168	2.191	2.087	2.149	2.008	2.098
% de humedad	13.86	15.74	13.81	17.70	13.84	19.54
Densidad seca	1.904	1.893	1.834	1.826	1.764	1.755
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	386.0	386.0	334.5	334.5	437.5	437.5
Tarro + suelo seco	339.0	333.5	293.9	284.2	384.3	366.0
Peso de agua	47.0	52.5	40.6	50.3	53.2	71.5
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	339.0	333.5	293.9	284.2	384.3	366.0
% de humedad	13.86	15.74	13.81	17.70	13.84	19.54

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
10/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/05/22	10:00	22	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	12.1	0.31	0.3	
12/05/22	07:30	42	0.0	0.00	0.0	12.5	0.32	0.3	26.5	0.67	0.6
13/05/22	07:30	65	12.0	0.30	0.3	24.4	0.62	0.5	48.9	1.24	1.1
14/05/22	07:30	95	21.4	0.54	0.5	38.4	0.98	0.8	63.9	1.62	1.4

Penetración													
Penetración	Carga Stand.	Molde N° 52				Molde N° 30				Molde N° 60			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		32.6	2			24.5	1			15.5	1		
0.050		74.5	4			54.5	3			38.5	2		
0.075		121.1	6			81.5	4			55.8	3		
0.100	70.3	184.5	9	14.7	20.9	124.5	6	11.2	16.0	76.6	4	8.4	31.9
0.125		270.4	14			189.5	10			119.5	6		
0.150		351.1	18			248.5	13			172.4	9		
0.200	105.5	480.6	23	29.0	27.5	341.3	17	22.0	20.9	238.0	12	16.6	15.7
0.300		708.8	36			524.4	27			391.5	20		
0.400		931.3	47			651.1	33			475.8	24		
0.500													



SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO
Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barral Fernández
ING. CIVIL
Responsable de laboratorio.



- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

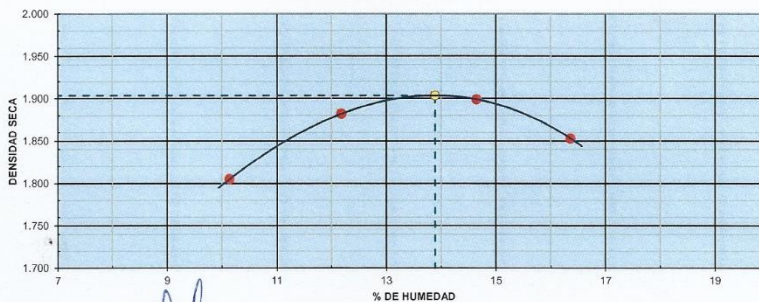
CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +15% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO							
Densidad volumétrica							
Volumen del molde (cm ³)	2105	PESO DEL MOLDE (g) :			6461	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4			
Peso molde + molde (g)	10645	10904	11045	10999			
Peso suelo húmedo compactado (g)	4184	4443	4584	4538			
Peso volumétrico húmedo	1.988	2.111	2.178	2.156			
Contenido de humedad							
Número de recipiente	1	2	3	4			
Peso suelo húmedo + tara (g)	400.9	350.0	403.0	310.0			
Peso suelo seco + tara (g)	364.0	312.0	351.5	266.4			
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0			
Peso de agua (g)	36.9	38.0	51.5	43.6			
Peso de suelo seco (g)	364.0	312.0	351.5	266.4			
Contenido de agua	10.14	12.18	14.65	16.37			
Peso volumétrico seco	1.805	1.882	1.899	1.853			
Densidad máxima seca:	1.904 g/cm ³		Humedad óptima :		13.89	%	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buita Fernández
 INGENIERO CIVIL
 RUC: 204169278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

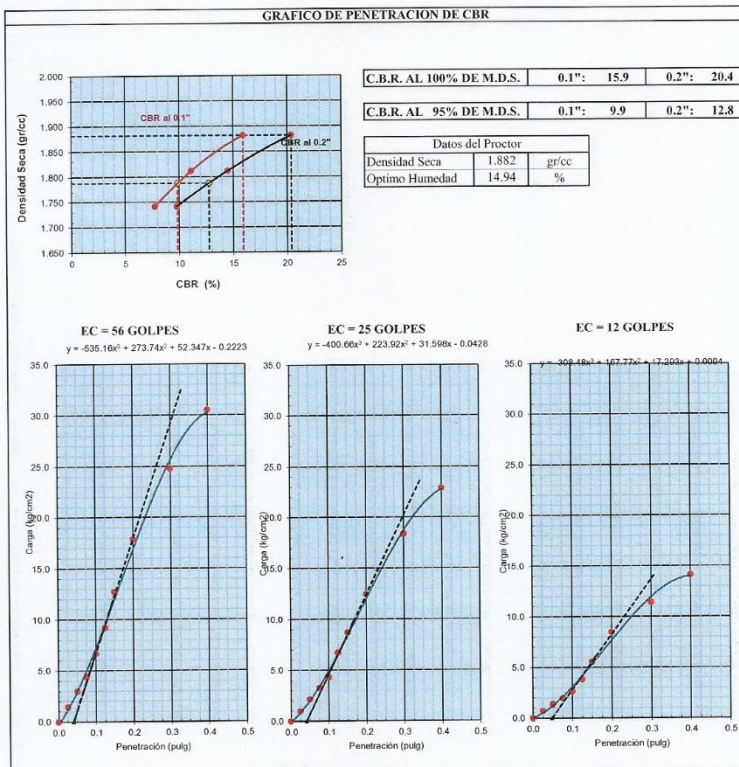
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
 TIPO DE PRODUCTO : Suelos
 CÓDIGO ÚNICO : CI-16
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01
 MATERIAL : Terreno Natural +10% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022
 RESP. LAB. : S.B.F.
 TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



EMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buza Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

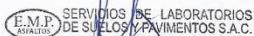
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145 **FECHA DE ENSAYO :** 11/05/2022
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB. :** S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO : CI-16 **TEC. LAB. :** H.D.R.
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +10% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
N° de molde	51		41		10	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12326	12388	12160	12281	11929	12123
Peso de molde	7769	7769	7769	7769	7657	7657
Peso de suelo húmedo	4557	4619	4391	4512	4272	4466
Volumen del molde	2110	2110	2110	2110	2134	2134
Densidad húmeda	2.160	2.189	2.081	2.138	2.002	2.093
% de humedad	14.80	16.89	14.83	18.60	14.92	20.83
Densidad seca	1.882	1.873	1.812	1.803	1.742	1.732
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	353.0	353.0	437.5	437.5	524.4	524.4
Tarro + suelo seco	307.5	302.0	381.0	368.9	456.3	434.0
Peso de agua	45.5	51.0	56.5	68.6	68.1	90.4
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	307.5	302.0	381.0	368.9	456.3	434.0
% de humedad	14.80	16.89	14.83	18.60	14.92	20.83

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/05/22	10:00	22	0.0	0.00	0.0	19.5	0.50	0.4	24.9	0.63	0.5
13/05/22	07:30	42	8.5	0.22	0.2	32.9	0.84	0.7	52.4	1.53	1.2
14/05/22	07:30	65	18.4	0.47	0.4	42.5	1.08	0.9	66.8	1.70	1.5
15/05/22	07:30	95	34.2	0.87	0.8	57.5	1.46	1.3	81.5	2.07	1.8

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 51			Molde N° 41			Molde N° 10					
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%			
0.000	0	0			0	0			0	0			
0.025	28.5	1			19.5	1		13.9	1				
0.050	56.9	3			42.5	2		26.9	1				
0.075	86.0	4			64.5	3		38.9	2				
0.100	70.3	131.5	7	11.2	15.9	84.5	4	7.8	11.1	52.6	3	5.4	7.8
0.125		182.1	9			132.5	7			75.6	4		
0.150		251.2	13			171.4	9			109.6	6		
0.200	105.5	352.4	18	21.5	20.4	245.6	12	15.3	14.5	167.4	8	10.3	9.8
0.300		488.8	25			362.5	18			225.4	11		
0.400		601.2	30			451.1	23			278.9	14		
0.500													



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Bustos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

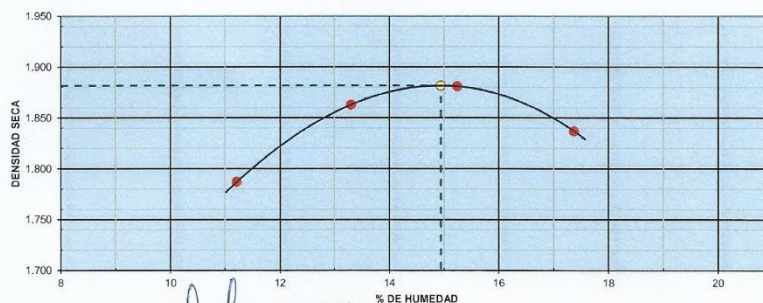
CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +10% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2105	PESO DEL MOLDE (g) :		6461	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10645	10904	11025	10999		
Peso suelo húmedo compactado (g)	4184	4443	4564	4538		
Peso volumétrico húmedo	1.988	2.111	2.168	2.156		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	331.2	350.0	310.0	300.0		
Peso suelo seco + tara (g)	297.8	308.9	269.0	255.6		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	33.4	41.1	41.0	44.4		
Peso de suelo seco (g)	297.8	308.9	269.0	255.6		
Contenido de agua	11.22	13.31	15.24	17.37		
Peso volumétrico seco	1.787	1.863	1.881	1.837		
Densidad máxima seca:	1.882	g/cm ³	Humedad óptima :	14.94	%	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina María Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

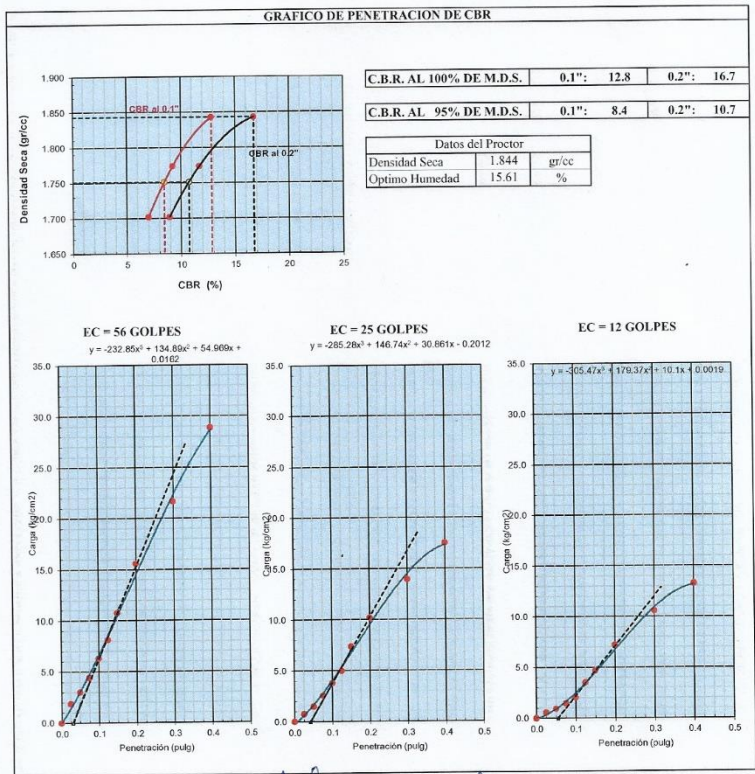
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
 TIPO DE PRODUCTO : Suelos
 CÓDIGO ÚNICO : CI-16
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01
 MATERIAL : Terreno Natural +6% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022
 RESP. LAB. : S.B.F.
 TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundina Parra Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.
 * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
 TIPO DE PRODUCTO : Suelos
 CÓDIGO ÚNICO : CI-16
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01
 MATERIAL : Terreno Natural +6% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022
 RESP. LAB. : S.B.F.
 TEC. LAB. : H.D.R.

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
N° de molde	11		32		1	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12851	12895	11865	11988	11602	11791
Peso de molde	8299	8299	7532	7532	7441	7441
Peso de suelo húmedo	4552	4596	4333	4456	4161	4350
Volumen del molde	2134	2134	2113	2113	2119	2119
Densidad húmeda	2.133	2.154	2.051	2.109	1.964	2.053
% de humedad	15.76	17.38	15.59	19.48	15.39	21.34
Densidad seca	1.843	1.835	1.774	1.765	1.702	1.692
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	310.0	310.0	411.5	411.5	484.4	484.4
Tarro + suelo seco	267.8	264.1	356.0	344.4	419.8	399.2
Peso de agua	42.2	45.9	55.5	67.1	64.6	85.2
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	267.8	264.1	356.0	344.4	419.8	399.2
% de humedad	15.76	17.38	15.59	19.48	15.39	21.34

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/05/22	10:00	22	0.0	0.00	0.0	24.5	0.62	0.5	18.7	0.47	0.4
13/05/22	07:30	42	12.1	0.31	0.3	42.8	1.09	0.9	64.8	1.65	1.4
14/05/22	07:30	65	26.5	0.67	0.6	59.8	1.52	1.3	81.4	2.07	1.8
15/05/22	07:30	95	45.4	1.15	1.0	74.5	1.89	1.6	99.9	2.54	2.2

Penetración	Carga Stand.	Penetración											
		Molde N° 11				Molde N° 32				Molde N° 1			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	38.9	2	14.8	1	10.0	1	18.7	1	10.0	1	18.7	1	10.0
0.050	59.6	3	29.5	1	18.7	1	28.0	1	18.7	1	28.0	1	18.7
0.075	87.6	4	50.7	3	28.0	3	40.2	2	28.0	2	49.7	7.0	40.2
0.100	124.4	6	74.9	4	40.2	4	60.8	4	40.2	4	60.8	4	60.8
0.125	160.2	8	98.2	5	60.8	5	82.1	5	60.8	5	82.1	5	82.1
0.150	212.1	11	145.5	7	82.1	7	105.5	7	82.1	7	105.5	7	105.5
0.200	307.1	16	200.8	10	105.5	10	142.1	7	105.5	7	142.1	7	142.1
0.300	426.9	22	275.4	14	142.1	14	201.8	13	142.1	13	201.8	13	201.8
0.400	588.9	29	345.4	18	201.8	18			201.8	13			201.8
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Barja Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278
 Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

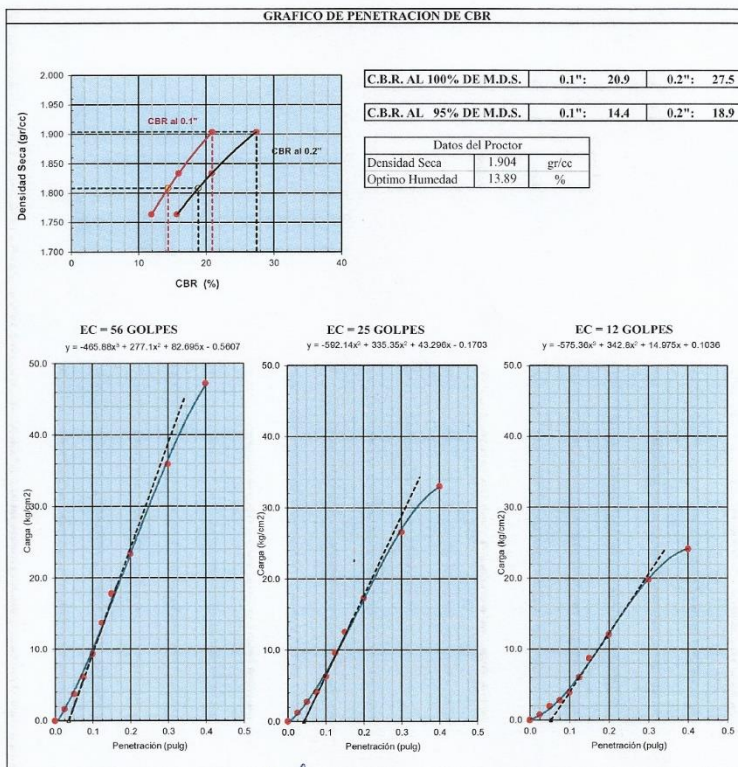
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
 TIPO DE PRODUCTO : Suelos
 CÓDIGO ÚNICO : CI-16
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01
 MATERIAL : Terreno Natural +15% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022
 RESP. LAB. : S.B.F.
 TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DEL LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundina Ortega Fernández
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. 169278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.
 * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

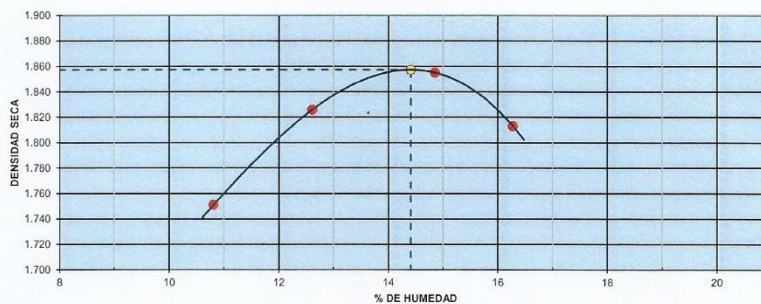
CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +6% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2105	PESO DEL MOLDE (g) :		6461	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10545	10789	10945	10898	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4084	4328	4484	4437	
Peso volumétrico húmedo		1.940	2.056	2.130	2.108	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		424.4	400.0	365.0	300.0	
Peso suelo seco + tara (g)		383.0	355.2	317.8	258.0	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		41.4	44.8	47.2	42.0	
Peso de suelo seco (g)		383.0	355.2	317.8	258.0	
Contenido de agua		10.81	12.61	14.85	16.28	
Peso volumétrico seco		1.751	1.826	1.855	1.813	
Densidad máxima seca:		1.857 g/cm ³		Humedad óptima :		14.41 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buitrago Fernández
 Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

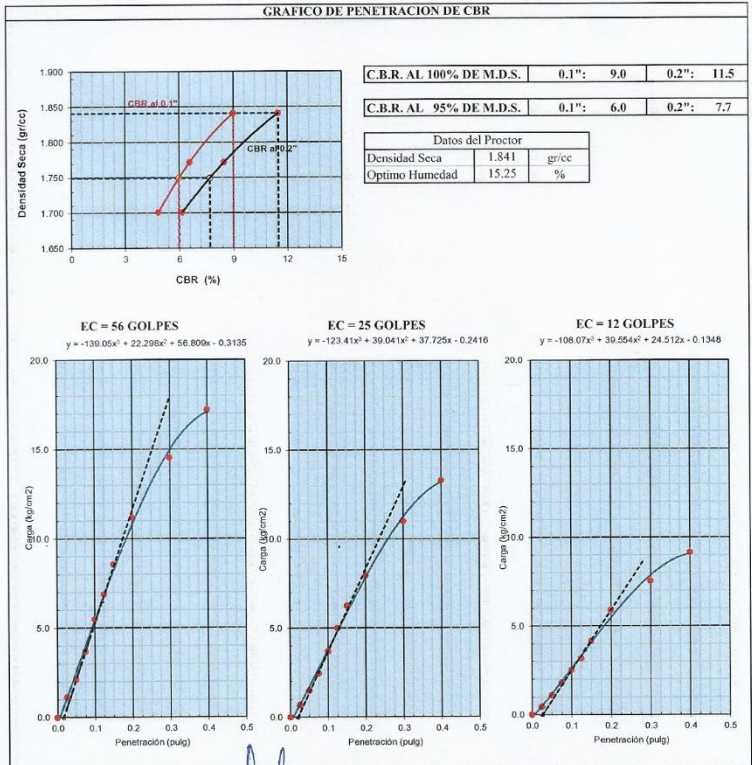
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
 TIPO DE PRODUCTO : Suellos
 CÓDIGO ÚNICO : CI-16
 CALICATA : C-13
 MUESTRA : M-01
 MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 12/05/2022
 RESP. LAB. : S.B.F.
 TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humerto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Ortega Fernández
 Ing. CIVIL
 RUC: 20487357465

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145 **FECHA DE ENSAYO** : 12/05/2022
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB.** : S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO : CI-16 **TEC. LAB.** : H.D.R.
CALICATA : C-13
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Nº de molde	44		12		16	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12253	12306	12143	12266	11969	12162
Peso de molde	7769	7769	7808	7808	7807	7807
Peso de suelo húmedo	4484	4537	4335	4458	4162	4355
Volumen del molde	2110	2110	2121	2121	2121	2121
Densidad húmeda	2.125	2.150	2.044	2.102	1.962	2.053
% de humedad	15.43	17.43	15.36	19.28	15.34	21.35
Densidad seca	1.841	1.831	1.772	1.762	1.701	1.692
Contenido de humedad						
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	374.0	374.0	432.5	432.5	451.9	451.9
Tarro + suelo seco	324.0	318.5	374.9	362.6	391.8	372.4
Peso de agua	50.0	55.5	57.6	69.9	60.1	79.5
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	324.0	318.5	374.9	362.6	391.8	372.4
% de humedad	15.43	17.43	15.36	19.28	15.34	21.35

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
12/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/05/22	10:00	22	42.5	1.08	0.9	62.9	1.60	1.4	75.2	1.91	1.7
14/05/22	07:30	42	38.8	1.49	1.3	70.1	1.78	1.5	95.8	2.43	2.1
15/05/22	07:30	65	71.4	1.81	1.6	93.2	2.37	2.0	110.4	2.80	2.4
16/05/22	07:30	95	85.7	2.18	1.9	105.4	2.68	2.3	126.9	3.22	2.8

Penetración	Carga Stand. kg/cm2	Molde Nº 44				Molde Nº 12				Molde Nº 16			
		Carga Dial (div)	Carga kg/cm2	Corrección kg/cm2	%	Carga Dial (div)	Carga kg/cm2	Corrección kg/cm2	%	Carga Dial (div)	Carga kg/cm2	Corrección kg/cm2	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025		22.5	1			13.6	1			8.0	0		
0.050		41.8	2			29.5	1			21.9	1		
0.075		72.5	4			48.4	2			35.7	2		
0.100	30.3	108.4	5	6.3	9.0	72.9	4	4.6	6.6	49.8	3	3.4	4.8
0.125		135.8	7			98.5	5			62.8	3		
0.150		168.8	9			123.5	6			81.9	4		
0.200	105.5	220.8	11	12.1	11.5	156.6	8	9.0	8.5	116.4	6	6.5	6.2
0.300		286.5	15			216.9	11			148.9	8		
0.400		336.2	17			261.7	13			180.6	9		
0.500													


 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

 Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO
Técnico de laboratorio.

 Secundino Pizarro Fernández
INGENIERO CIVIL
RESP. LAB. 100000000
Responsable de laboratorio.


* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 12/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

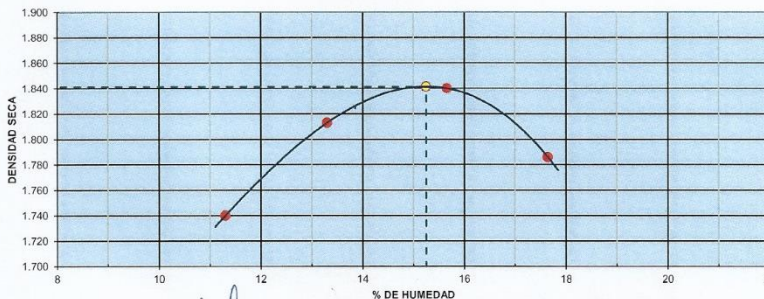
CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +2% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2105	PESO DEL MOLDE (g) :			METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10498	10745	10900	10845	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4077	4324	4479	4424	
Peso volumétrico húmedo		1.937	2.054	2.128	2.102	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		436.3	350.0	319.0	330.0	
Peso suelo seco + tara (g)		392.0	308.9	275.8	280.5	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		44.3	41.1	43.2	49.5	
Peso de suelo seco (g)		392.0	308.9	275.8	280.5	
Contenido de agua		11.30	13.31	15.66	17.65	
Peso volumétrico seco		1.740	1.813	1.840	1.786	
Densidad máxima seca:		1.841 g/cm ³		Humedad óptima :		15.25 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundina Bodega Fernández
 D.S. CIVIL
 RES. CIP. 169273
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

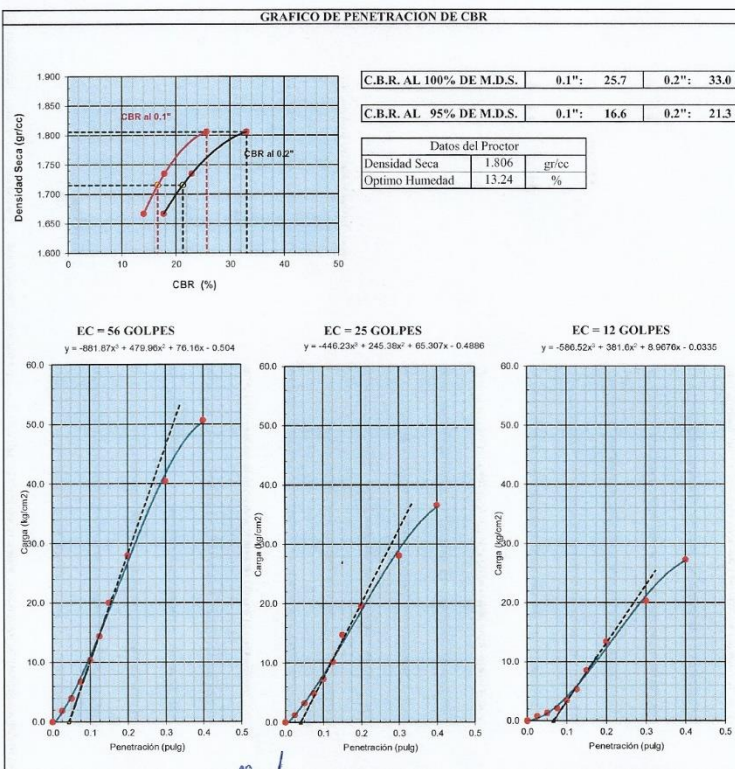
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
TIPO DE PRODUCTO : Suelos
CÓDIGO ÚNICO : CI-16
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +22.5% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Responsable de laboratorio:
 R.E.S. CIP. 169278



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial: estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**
SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO
METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +22.5% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO

Densidad volumétrica						
N° de molde	10		21		43	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12032	12084	11846	11969	11756	11945
Peso de molde	7657	7657	7711	7711	7769	7769
Peso de suelo húmedo	4375	4427	4135	4258	3987	4176
Volumen del molde	2134	2134	2099	2099	2110	2110
Densidad húmeda	2.050	2.075	1.970	2.029	1.890	1.979
% de humedad	13.48	15.76	13.55	17.69	13.41	19.54
Densidad seca	1.806	1.793	1.735	1.724	1.667	1.656
Contenido de humedad						
N° de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	404.0	404.0	581.4	581.4	419.6	419.6
Tarro + suelo seco	356.0	349.0	512.0	494.0	370.0	351.0
Peso de agua	48.0	55.0	69.4	87.4	49.6	68.6
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	356.0	349.0	512.0	494.0	370.0	351.0
% de humedad	13.48	15.76	13.55	17.69	13.41	19.54

Expansión

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
10/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/05/22	10:00	22	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0
12/05/22	07:30	42	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	14.4	0.37	0.3
13/05/22	07:30	65	0.0	0.00	0.0	12.0	0.30	0.3	31.4	0.80	0.7
14/05/22	07:30	95	14.5	0.37	0.3	25.0	0.64	0.5	48.4	1.23	1.1

Penetración

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 10				Molde N° 21				Molde N° 43			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0
0.025	36.0	2				24.5	1			15.2	1		
0.050	78.3	4				63.9	3			26.9	1		
0.075	133.4	7				96.5	5			42.1	2		
0.100	204.1	10	18.1	25.7		144.5	7	12.5	17.8	66.9	3	9.8	14.0
0.125	284.6	14				201.1	10			105.5	5		
0.150	366.4	20				291.1	15			168.9	9		
0.200	551.4	28	34.8	33.0		386.9	20	24.2	22.9	264.1	13	18.7	17.7
0.300	798.8	41				554.4	28			401.0	20		
0.400	998.4	51				721.9	37			537.8	27		
0.500													

 E.M.P.
ASfaltos

 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

 Humberto Diaz Rojas
TECNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

 Secundina Buzza Fernández
INGENIERA CIVIL

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145 **FECHA DE ENSAYO :** 11/05/2022
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB. :** S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO : CI-16 **TEC. LAB. :** H.D.R.
CALICATA : C-13
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +6% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
N° de molde	40		2		19	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12502	12556	12354	12488	11556	11749
Peso de molde	7936	7936	8053	8053	7371	7371
Peso de suelo húmedo	4566	4620	4301	4435	4185	4378
Volumen del molde	2150	2150	2108	2108	2134	2134
Densidad húmeda	2.124	2.149	2.040	2.104	1.961	2.052
% de humedad	14.36	16.40	14.18	18.40	14.29	20.48
Densidad seca	1.857	1.846	1.787	1.777	1.716	1.703
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	352.0	352.0	413.2	413.2	400.0	400.0
Tarro + suelo seco	307.8	302.4	361.9	349.0	350.0	332.0
Peso de agua	44.2	49.6	51.3	64.2	50.0	68.0
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	307.8	302.4	361.9	349.0	350.0	332.0
% de humedad	14.36	16.40	14.18	18.40	14.29	20.48

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/05/22	10:00	22	21.5	0.55	0.5	47.3	1.20	1.0	64.9	1.65	1.4
13/05/22	07:30	42	38.9	0.99	0.9	58.4	1.48	1.3	79.2	2.01	1.7
14/05/22	07:30	65	52.4	1.33	1.2	75.2	1.91	1.7	99.8	2.53	2.2
15/05/22	07:30	95	67.0	1.70	1.5	91.8	2.33	2.0	114.4	2.91	2.5

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 40			Molde N° 2			Molde N° 19				
		Carga Dial (div)	Corrección kg/cm2	%	Carga Dial (div)	Corrección kg/cm2	%	Carga Dial (div)	Corrección kg/cm2	%		
0.000	0	0			0			0				
0.025		30.2	2		23.6	1		14.5	1			
0.050		55.5	3		50.4	3		37.6	2			
0.075		92.5	5		79.5	4		61.2	3			
0.100	70.3	134.5	7	8.8	113.5	6	6.3	8.9	76.9	4	5.1	7.2
0.125		182.5	9		152.4	8		114.5	6			
0.150		226.0	12		182.5	9		142.3	7			
0.200	105.5	296.5	15	16.9	224.2	11	12.1	11.5	175.9	9	9.9	9.4
0.300		396.5	20		309.5	16		251.4	13			
0.400		486.5	25		379.2	20		324.2	16			
0.500												

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundo Bungá Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

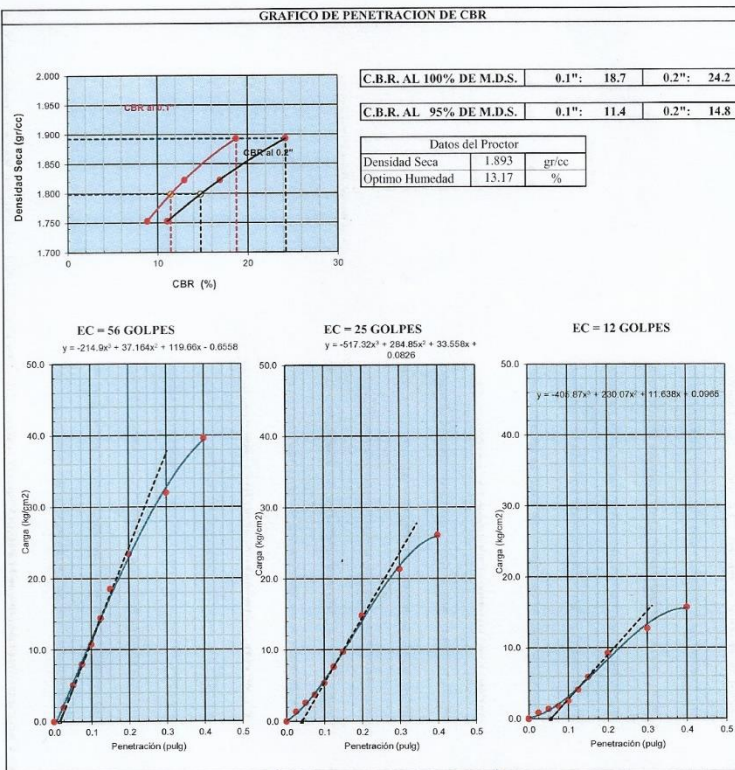
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
TIPO DE PRODUCTO : Suelos
CÓDIGO ÚNICO : CI-16
CALICATA : C-13
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +15% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 12/05/2022
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. **H.D.R.**
 TÉCNICO LABORATORISTA
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. **S.B.F.**
 INGENIERO CIVIL
 Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**


Av. Vicente Ruso Lote 15/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145 **FECHA DE ENSAYO** : 12/05/2022
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB.** : S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO : CI-16 **TEC. LAB.** : H.D.R.
CALICATA : C-13
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +15% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
N° de molde	8		15		22	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12478	12544	11962	12089	11334	11545
Peso de molde	7931	7931	7576	7576	7110	7110
Peso de suelo húmedo	4547	4613	4386	4513	4224	4435
Volumen del molde	2123	2123	2123	2123	2125	2125
Densidad húmeda	2.142	2.173	2.066	2.126	1.988	2.087
% de humedad	13.17	15.44	13.30	17.45	13.38	19.58
Densidad secn	1.893	1.882	1.823	1.810	1.753	1.745
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	379.0	379.0	343.3	343.3	535.5	535.5
Tarro + suelo seco	334.9	328.3	303.0	292.3	472.3	447.8
Peso de agua	44.1	50.7	40.3	51.0	63.2	87.7
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	334.9	328.3	303.0	292.3	472.3	447.8
% de humedad	13.17	15.44	13.30	17.45	13.38	19.58

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
12/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/05/22	10:00	22	0.0	0.00	0.0	12.1	0.31	0.3	26.9	0.68	0.6
14/05/22	07:30	42	12.0	0.30	0.3	24.5	0.62	0.5	48.2	1.22	1.1
15/05/22	07:30	65	21.4	0.54	0.5	42.4	1.08	0.9	68.5	1.74	1.5
16/05/22	07:30	95	34.1	0.87	0.7	58.9	1.50	1.3	81.4	2.07	1.8

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 8				Molde N° 15				Molde N° 22			
		Dial (div)	Carga kg/cm2	Corrección	%	Dial (div)	Carga kg/cm2	Corrección	%	Dial (div)	Carga kg/cm2	Corrección	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025		38.9	2			26.6	1			17.4	1		
0.050		101.1	5			51.2	3			27.5	1		
0.075		168.4	8			78.5	4			35.5	2		
0.100	70.3	213.1	11	13.2	18.7	105.9	5	9.1	13.0	50.4	3	6.2	8.8
0.125		285.4	14			150.1	8			81.1	4		
0.150		360.2	19			192.2	10			116.2	6		
0.200	105.5	462.2	23	25.5	24.2	292.2	15	17.8	16.9	162.4	9	11.7	11.1
0.300		631.3	32			421.1	21			251.4	13		
0.400		781.1	40			514.2	26			310.1	16		
0.500													

E.M.P. ASFALTOS SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Ing. CIVIL

REG. CIP. 169278

 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

 Secundino Parga Fernández
 Responsable de laboratorio.


* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141 **FECHA DE ENSAYO** : 12/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB.** : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16 **TEC. LAB.** : H.D.R.

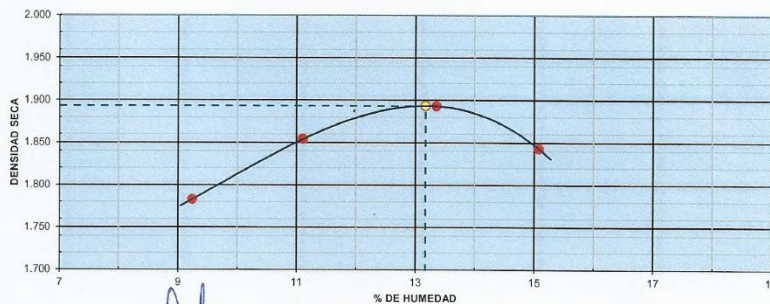
CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +15% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm ³)	PESO DEL MOLDE (g) :		6461	METODO	"C"
2105	1	2	3	4	
Número de ensayos	1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)	10561	10798	10978	10926	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4100	4337	4517	4465	
Peso volumétrico húmedo	1.948	2.060	2.146	2.121	
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	347.4	320.0	353.0	290.0	
Peso suelo seco + tara (g)	318.0	288.0	311.4	252.0	
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)	29.4	32.0	41.6	38.0	
Peso de suelo seco (g)	318.0	288.0	311.4	252.0	
Contenido de agua	9.25	11.11	13.36	15.08	
Peso volumétrico seco	1.783	1.854	1.893	1.843	
Densidad máxima seca:	1.893 g/cm ³		Humedad óptima : 13.17 %		

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buján Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 439278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

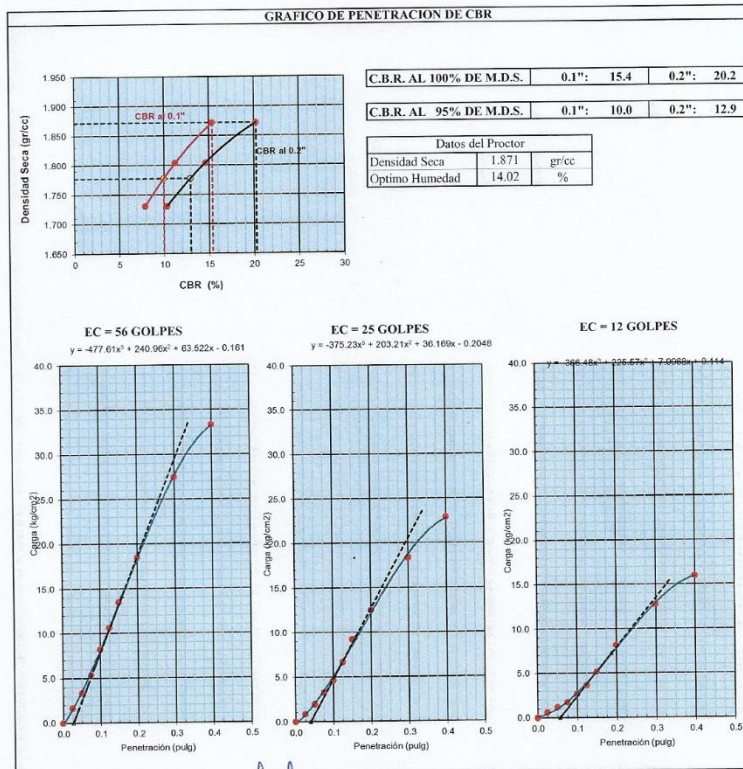
INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145
 TIPO DE PRODUCTO : Suelos
 CÓDIGO ÚNICO : CI-16
 CALICATA : C-13
 MUESTRA : M-01
 MATERIAL : Terreno Natural +10% cloruro de sodio

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022
 RESP. LAB. : S.B.F.
 TEC. LAB. : H.D.R.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Banga Fernández
 Ing. CIVIL
 RES. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +10% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO

Densidad volumétrica						
N° de molde	43		9		13	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12280	12343	11510	11645	11870	12078
Peso de molde	7769	7769	7145	7145	7690	7690
Peso de suelo húmedo	4511	4574	4365	4500	4180	4388
Volumen del molde	2110	2110	2123	2123	2116	2116
Densidad húmeda	2.138	2.168	2.056	2.120	1.975	2.074
% de humedad	14.19	16.47	13.99	18.26	14.10	20.48
Densidad seca	1.872	1.861	1.804	1.793	1.731	1.721
Contenido de humedad						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	350.0	350.0	394.4	394.4	454.1	454.1
Tarro + suelo seco	306.5	300.5	346.0	333.5	398.0	376.9
Peso de agua	43.5	49.5	48.4	60.9	56.1	77.2
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	306.5	300.5	346.0	333.5	398.0	376.9
% de humedad	14.19	16.47	13.99	18.26	14.10	20.48

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/05/22	10:00	22	10.2	0.26	0.2	28.9	0.73	0.6	49.3	1.25	1.1
13/05/22	07:30	42	24.4	0.62	0.5	42.4	1.08	0.9	65.9	1.67	1.5
14/05/22	07:30	65	38.9	0.99	0.9	58.2	1.48	1.3	84.2	2.14	1.9
15/05/22	07:30	95	51.4	1.31	1.1	77.6	1.97	1.7	98.8	2.51	2.2

Penetración													
Penetración	Carga Stand.	Molde N° 43				Molde N° 9				Molde N° 13			
		Carga	Corrección			Carga	Corrección			Carga	Corrección		
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	
0.000		0	0		0	0			0	0			
0.025		32.6	2		16.5	1			12.1	1			
0.050		65.8	3		38.8	2			23.8	1			
0.075		105.2	5		64.2	3			34.5	2			
0.100	70.3	162.2	8	10.8	91.1	5	7.9	11.3	52.5	3	5.6	7.9	
0.125		216.1	11		131.4	7			72.4	4			
0.150		265.8	13		161.1	9			102.1	5			
0.200	105.5	364.1	18	21.4	20.2	245.6	12	15.4	14.6	161.1	8	10.9	10.3
0.300		541.1	27		362.2	18			251.1	13			
0.400		656.6	33		451.1	23			315.2	16			
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina Buja Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

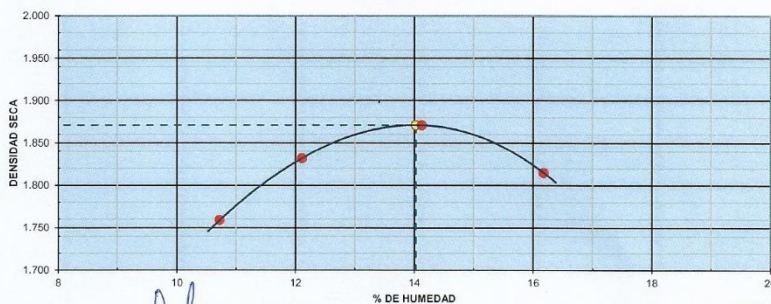
CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +10% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm ³)	PESO DEL MOLDE (g) :		6461	METODO	"C"
2105	1	2	3	4	
Número de ensayos	1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)	10561	10784	10956	10900	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4100	4323	4495	4439	
Peso volumétrico húmedo	1.948	2.054	2.135	2.109	
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	321.1	300.0	332.0	280.0	
Peso suelo seco + tara (g)	290.0	267.6	290.9	241.0	
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)	31.1	32.4	41.1	39.0	
Peso de suelo seco (g)	290.0	267.6	290.9	241.0	
Contenido de agua	10.72	12.11	14.13	16.18	
Peso volumétrico seco	1.759	1.832	1.871	1.815	
Densidad máxima seca:	1.871 g/cm ³		Humedad óptima :		14.02 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buena Fernández
 INGENIERO CIVIL

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

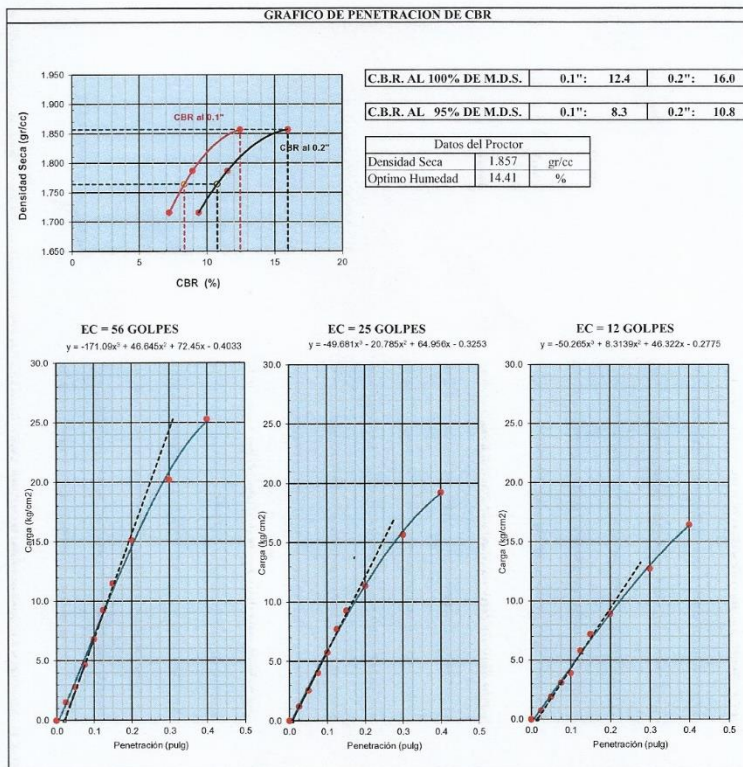
TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +6% cloruro de sodio

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278
 Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.141

FECHA DE ENSAYO : 12/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

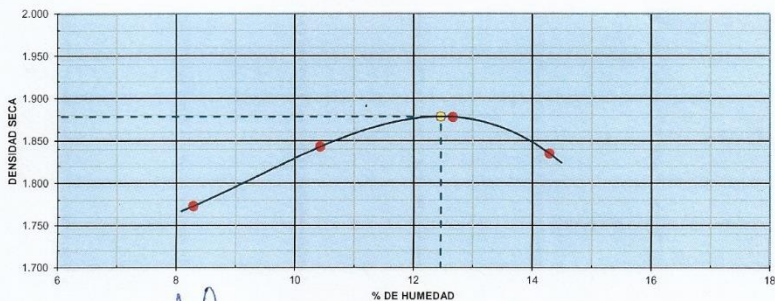
CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +22.5% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm ³)	2105	PESO DEL MOLDE (g) :		6461	METODO	"C"
		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10502	10745	10915	10875	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4041	4284	4454	4414	
Peso volumétrico húmedo		1.920	2.035	2.116	2.097	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		341.1	270.0	338.0	324.0	
Peso suelo seco + tara (g)		315.0	244.5	300.0	283.5	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		26.1	25.5	38.0	40.5	
Peso de suelo seco (g)		315.0	244.5	300.0	283.5	
Contenido de agua		8.29	10.43	12.67	14.29	
Peso volumétrico seco		1.773	1.843	1.878	1.835	
Densidad máxima seca:	1.878	g/cm ³		Humedad óptima :	12.46	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



Humerto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

Secundino Borge Fernández
 Ing. CIVIL
 REG. CIP: 169278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

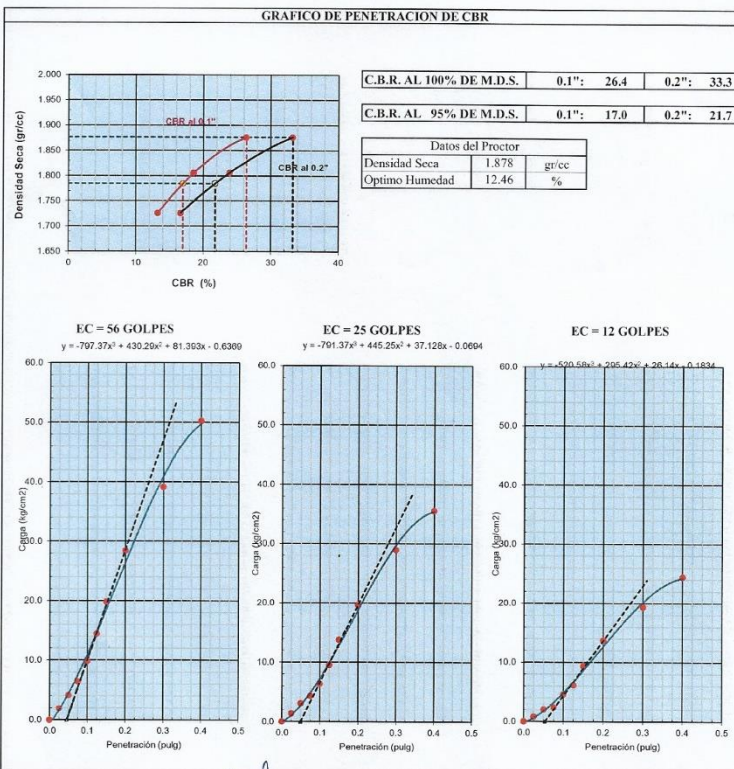


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145 **FECHA DE ENSAYO** : 12/05/2022
TIPO DE PRODUCTO : Suelos **RESP. LAB.** : S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO : CI-16 **TEC. LAB.** : H.D.R.
CALICATA : C-13
MUESTRA : M-01
MATERIAL : Terreno Natural +22.5% cloruro de sodio

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humerto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Barga Fernández
 INGENIERO CIVIL
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.
 * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 12/05/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-16

TEC. LAB. : H.D.R.

CALICATA : C-13

MUESTRA : M-01

MATERIAL : Terreno Natural +22.5% cloruro de sodio

DATOS DE ENSAYO

Densidad volumétrica						
N° de molde	1		25		14	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11916	11972	12036	12156	11854	12023
Peso de molde	7441	7441	7639	7639	7704	7704
Peso de suelo húmedo	4475	4531	4397	4517	4150	4319
Volumen del molde	2119	2119	2160	2160	2130	2130
Densidad húmeda	2.112	2.138	2.036	2.091	1.948	2.028
% de humedad	12.54	14.49	12.73	16.66	12.84	18.29
Densidad seca	1.877	1.867	1.806	1.792	1.726	1.714
Contenido de humedad						
N° de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	350.0	350.0	331.2	331.2	431.4	431.4
Tarro + suelo seco	311.0	305.7	293.8	283.9	382.3	364.7
Peso de agua	39.0	44.3	37.4	47.3	49.1	66.7
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	311.0	305.7	293.8	283.9	382.3	364.7
% de humedad	12.54	14.49	12.73	16.66	12.84	18.29

Expansión

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
12/05/22	10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/05/22	10:00	22	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	12.1	0.31	0.3
14/05/22	07:30	42	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	23.5	0.60	0.5
15/05/22	07:30	65	0.0	0.00	0.0	12.1	0.31	0.3	42.4	1.08	0.9
16/05/22	07:30	95	15.5	0.39	0.3	34.5	0.88	0.8	60.5	1.54	1.3

Penetración

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 1				Molde N° 25				Molde N° 14			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		37.4	2			20.9	1			15.6	1		
0.050		81.1	4			61.2	3			39.6	2		
0.075		126.2	6			85.9	4			46.8	2		
0.100	70.3	194.4	10	18.5	26.4	126.2	6	13.1	18.6	91.1	5	9.3	13.2
0.125		285.3	14			188.5	10			121.1	6		
0.150		391.5	20			272.2	14			184.2	9		
0.200	105.5	561.1	28	35.1	33.3	388.6	20	25.2	23.9	270.1	14	17.6	16.6
0.300		771.8	39			571.1	29			381.2	19		
0.400		960.1	50			701.5	36			481.9	24		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humfredo Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.




Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

CUADRO RESUMEN

"Influencia del cloruro de sodio en el mejoramiento de la subrasante, para la carretera Progreso Alto a Jayanca - Lambayeque, 2021".

N° Calicata	Muestra	Profundidad (m)	PROCTOR		CBR	
			DENSIDAD MAXIMA	HUMEDAD OPTIMA	95%	100%
01	M-01	Terreno Natural +2% cloruro de sodio	1.81	16.2	6.88	9.47
	M-01	Terreno Natural +6% cloruro de sodio	1.84	15.6	8.45	12.83
	M-01	Terreno Natural +10% cloruro de sodio	1.88	14.9	9.85	15.93
	M-01	Terreno Natural +15% cloruro de sodio	1.90	13.9	14.41	20.94
	M-01	Terreno Natural +22.5% cloruro de sodio	1.81	13.2	16.62	25.68
13	M-01	Terreno Natural +2% cloruro de sodio	1.84	15.3	5.97	9.00
	M-01	Terreno Natural +6% cloruro de sodio	1.86	14.4	8.33	12.45
	M-01	Terreno Natural +10% cloruro de sodio	1.87	14.0	9.96	15.38
	M-01	Terreno Natural +15% cloruro de sodio	1.89	13.2	11.43	18.73
	M-01	Terreno Natural +22.5% cloruro de sodio	1.88	12.5	16.97	26.38

 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DEL LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Plaza Fernández
 TÉCNICO LABORATORISTA
 REG. N° 769278

ANEXO 03: Panel Fotográfico

Figura 1. Reconocimiento preliminar de la trocha carrozable



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Realización de las calicatas y obtención de las muestras



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Realización de calicatas y obtención de muestra



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Realización de calicatas y obtención de muestra



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Selección de muestras para llevar al laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Muestra en el laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Pesado y colocación de las muestras al horno para la realización del ensayo de contenido de humedad.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Materiales para la realización de la granulometría



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Materiales para la realización de límites de consistencia



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. *Materiales para la realización del Proctor y CBR en estado natural y con sal*



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. *Pesado de los materiales en estado natural y realización del Proctor y CBR*



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Realización del mezclado de la salmuera con la muestra para el Proctor y CBR.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Realización del Proctor y CBR con la adicción de sal



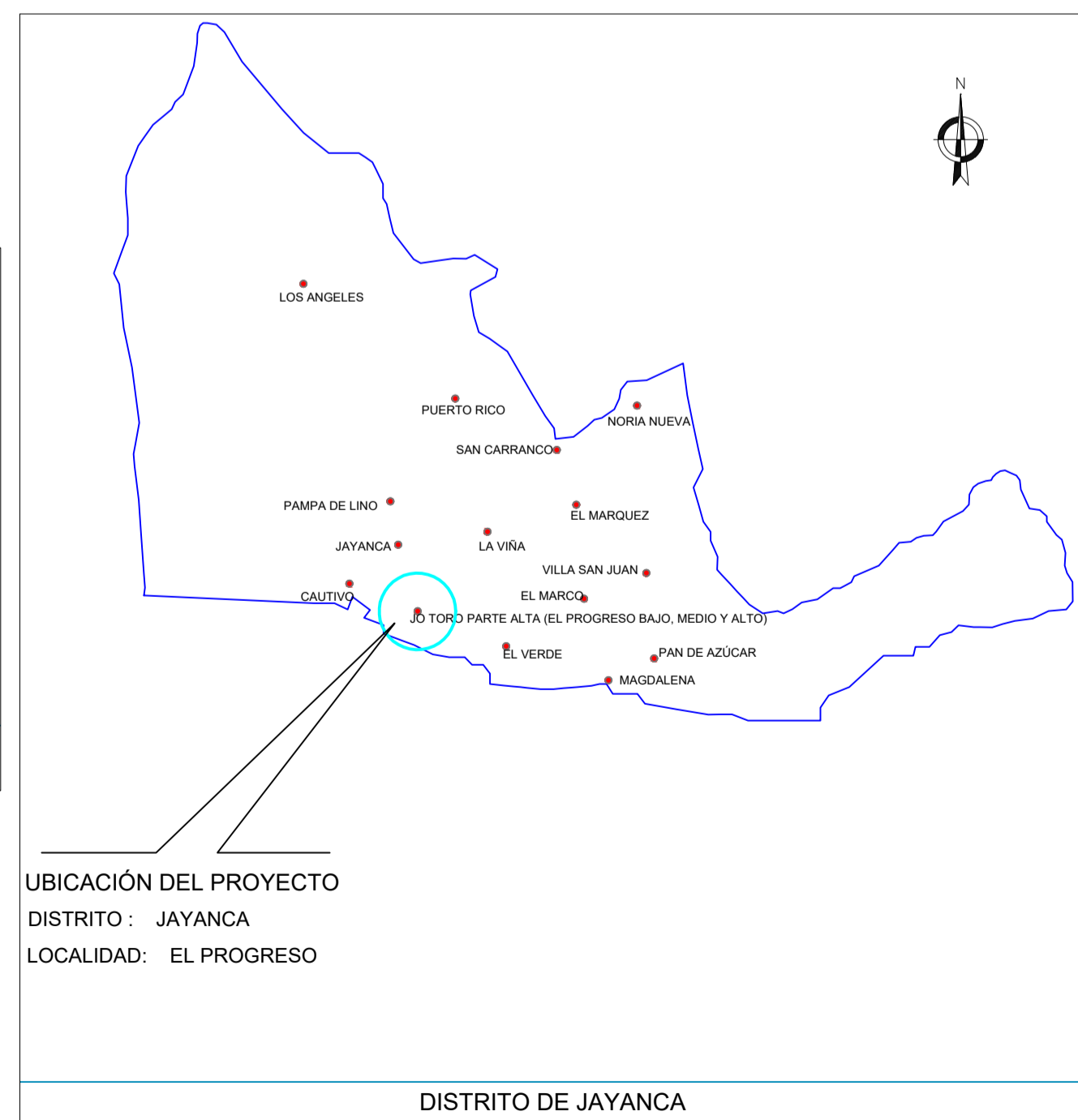
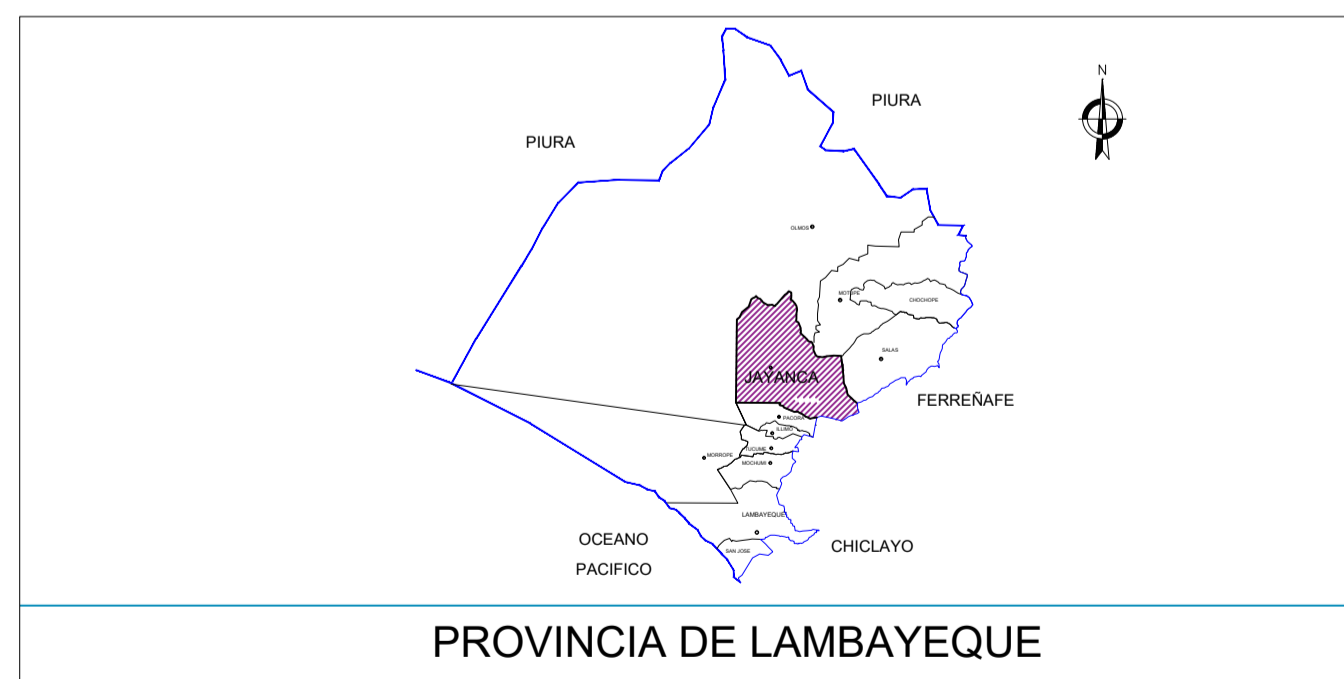
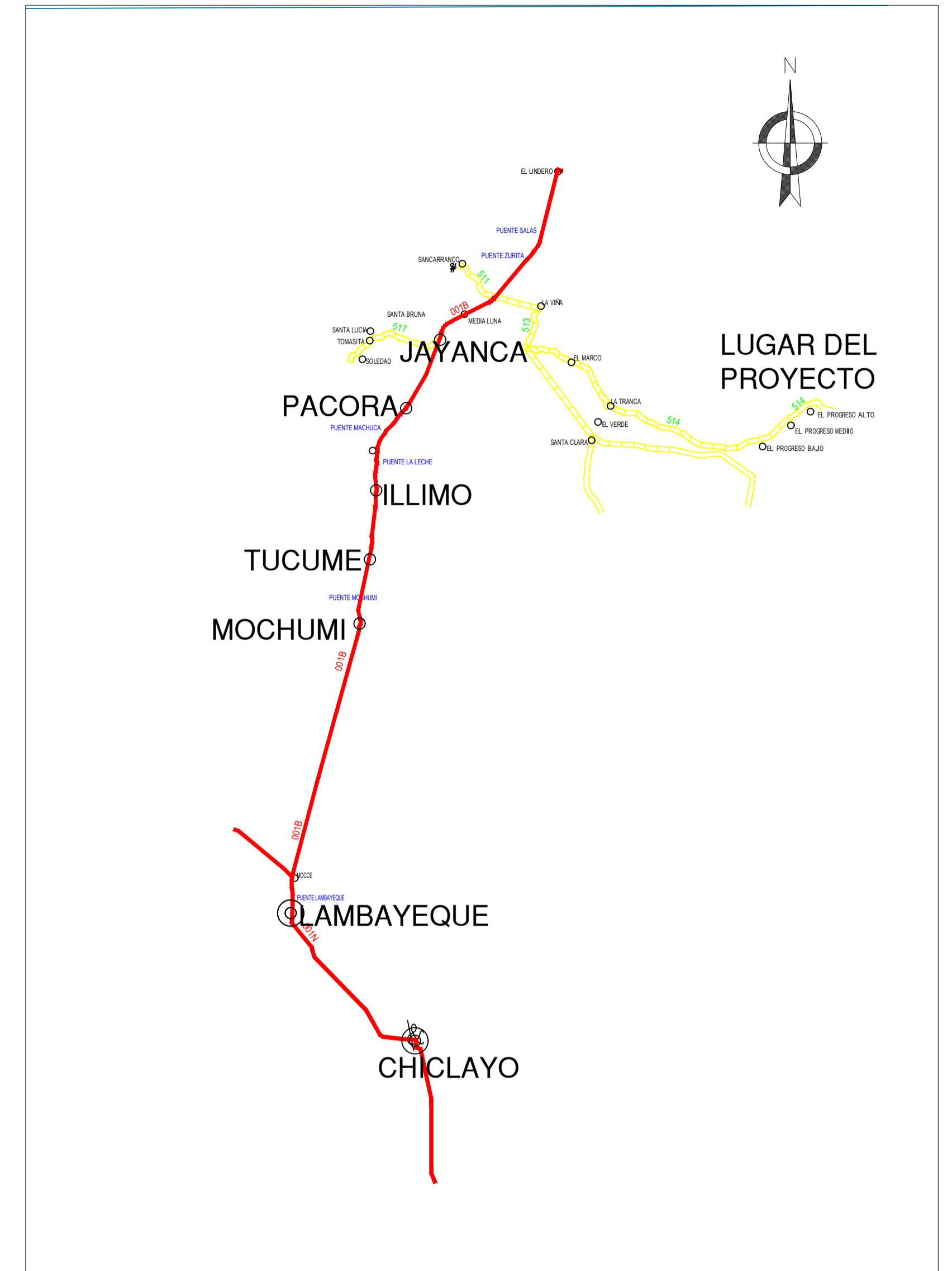
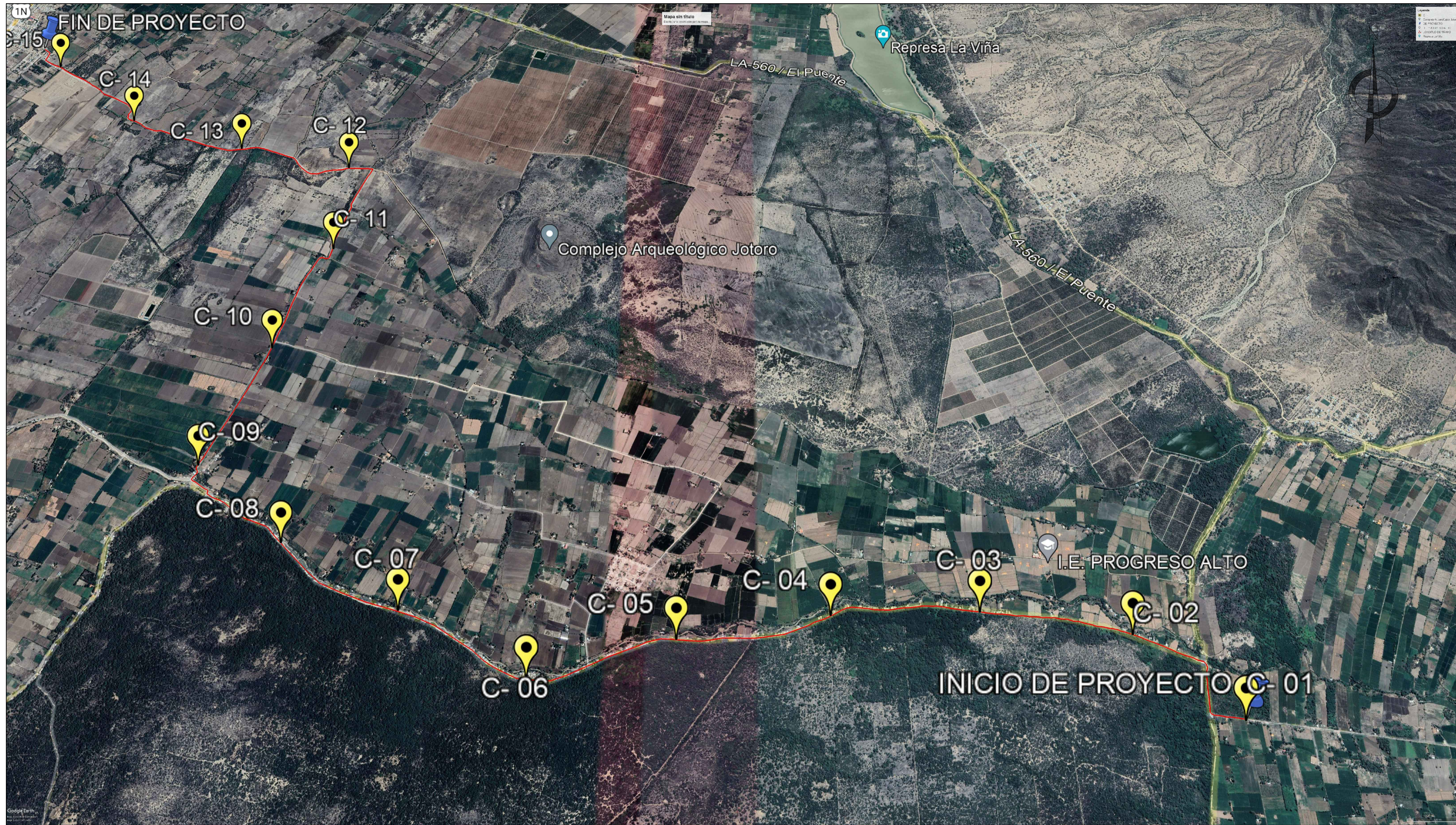
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Elaboración del valor de soporte (CBR)



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04: Plano de Ubicación



CALICATAS	COORDENADAS	
	LATITUD	LONGITUD
C-01 (Km 0+000)	6°26'48.71" S	79°44'15.02" O
C-02 (Km 1+000)	6°26'30.03" S	79°44'34.31" O
C-03 (Km 2+000)	6°26'25.69" S	79°45'6.42" O
C-04 (Km 3+000)	6°26'28.75" S	79°45'38.00" O
C-05 (Km 4+000)	6°26'32.05" S	79°46'9.94" O
C-06 (Km 5+000)	6°26'40.43" S	79°46'40.89" O
C-07 (Km 6+000)	6°26'25.31" S	79°47'9.6" O
C-08 (Km 7+000)	6°26'8.17" S	79°47'36.52" O
C-09 (Km 8+000)	6°25'48.12" S	79°47'55.27" O
C-10 (Km 9+000)	6°25'17.27" S	79°47'44.82" O
C-11 (Km 10+000)	6°24'48.21" S	79°47'35.26" O
C-12 (Km 11+000)	6°24'25.61" S	79°47'37.89" O
C-13 (Km 12+000)	6°24'18.84" S	79°48'7.35" O
C-14 (Km 13+000)	6°24'6.89" S	79°48'37.02" O
C-15 (Km 14+000)	6°23'48.23" S	79°49'2.28" O

CUADRO DE ACCESO AL PROYECTO			
TRAMO	DISTANCIA (Km-h)	TIPO DE VÍA	LEYENDA
CHICLAYO - JAYANCA	47.00 Km - 1h min	ASFALTO	
JAYANCA - EL PROGRESO	14.50 Km - 30 min	TOCHA	

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE SODIO EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA LA CARRETERA PROGRESO ALTO A JAYANCA"

PLANO: **"PLANO DE UBICACION"**

UBICACION: **DIST. JAYANCA, PROV. LAMBAYEQUE, DEP. LAMBAYEQUE**

TESISTA: **ROJAS MEGO MIRIAN SOLEDAD**

LOCALIDAD: **EL PROGRESO**

DIBUJO: **M.S.R.M**

LÁMINA: **PU-01**

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: **JUNIO 2022**

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental