

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio para mejorar sus propiedades, en Supte San Jorge – provincia de Leoncio Prado”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Ramirez Rios, Olenka Cecilia

ASESORA: Navarro Vasquez, Llerme

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72887727

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42669761

Grado/Título: Maestra en agronomía

Código ORCID: 0000-0003-0147-362X

DATOS DE LOS JURADOS:

H

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
2	Gomez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032
3	Cardenas Vega, Jose Antonio	Maestro en ciencias económicas	42878755	0000-0003-2385-666x



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
Facultad de Ingeniería
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL
FILIAL LEONCIO PRADO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Tingo María, siendo las 16:00 horas del día **sábado 27 de mayo de 2023**, en el Aula 301-EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:


- | | |
|---|-------------------|
| • MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA | PRESIDENTE |
| • MG. JHON ELIO GÓMEZ VALLES | SECRETARIO |
| • MG. JOSÉ ANTONIO CARDENAS VEGA | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1163-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE ÓXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTÉ SAN JORGE – PROVINCIA DE LEONCIO PRADO", presentado por el (la) Bachiller. **RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Bueno (Art. 47).

Siendo las 17:15 horas del día sábado 27 de mayo de 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Llerme Navarro Vasquez, asesora del PA de Ingeniería Civil y designado mediante Resolución N°2458-2022-D-FI-UDH de fecha 02-12-2022 del Bachiller Olenka Cecilia Ramirez Rios, de la investigación titulada **“ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE – PROVINCIA DE LEONCIO PRADO”**

.....

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Tingo María, 07 de Junio del 2023

Mg. Llerme Navarro Vasquez
DNI N° 42669761
CODIGO ORCID: 0000-0003-0147-362X

ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE ÓXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE – PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.

INFORME DE ORIGINALIDAD

24% INDICE DE SIMILITUD	24% FUENTES DE INTERNET	5% PUBLICACIONES	11% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%



Mg. Lierme Navarro Vasquez
DNI N° 42669761
CODIGO ORCID: 0000-0003-0147-362X

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme en cada paso que doy y ayudarme a cumplir con mis metas, a mis padres, Jessica y Thomas por todo el amor y apoyo que me brindaron, a mis docentes que me inculcaron conocimientos y valores.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida; a mis padres que me brindaron su apoyo incondicional en el trayecto de mi vida; a mi asesora por brindarme sus conocimientos tan enriquecedores, que me permitieron desarrollarme de la mejor forma durante la investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	14
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.4.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	17
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	19

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2 BASES TEÓRICAS.....	23
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	27
2.4 HIPÓTESIS	28
2.5 VARIABLES.....	28
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	29
CAPÍTULO III.....	30
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.1.1 ENFOQUE	30
3.1.2 ALCANCE O NIVEL	30
3.1.3 DISEÑO	30
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	32
3.2.1 POBLACIÓN	32
3.2.2 MUESTRA	32
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.3.1 TÉCNICAS.....	32
3.3.2 INSTRUMENTOS	33
3.3.3 EQUIPOS	33
3.4 TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	34
3.4.1 TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO	34
3.4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	35
CAPÍTULO IV	36
RESULTADOS	36

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS (CUADROS ESTADÍSTICOS CON SUS RESPECTIVOS ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN) ...	36
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	46
CAPÍTULO V	65
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	65
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades químicas del óxido de calcio	24
Tabla 2 Normas Técnicas Peruanas	34
Tabla 3 Parámetros de evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en Supte San Jorge (media \pm Error estándar).....	36
Tabla 4 Intervalos de confianza al 95% de los parámetros evaluados en tres niveles de espesor	41
Tabla 5 Comportamiento de cuatro variables por efecto de cinco niveles de óxido de calcio (media \pm error estándar)	42
Tabla 6 Intervalos al 95% de confianza de las variables dependientes por efecto de los niveles de óxido utilizados en el suelo	46
Tabla 7 Prueba de normalidad para las variables dependientes	48
Tabla 8 Análisis de varianza para el nivel de óxido de calcio sobre la humedad óptima (%).....	48
Tabla 9 Prueba de medias entre los niveles de óxido de calcio para la humedad óptima, con el estadígrafo de Tukey al 5% de nivel de significancia	49
Tabla 10 Análisis de correlación entre la humedad óptima y los niveles de óxido de calcio	50
Tabla 11 Contrastes ortogonales para determinar la tendencia del nivel de óxido de calcio	51
Tabla 12 Análisis de varianza para el nivel de óxido de calcio sobre la densidad máxima seca	52
Tabla 13 Prueba de medias para la densidad máxima seca a diferentes niveles de óxido de calcio	53
Tabla 14 Análisis de correlación entre el nivel de óxido de calcio y la densidad máxima seca	54
Tabla 15 Análisis de contrastes ortogonales para determinar la tendencia del nivel de óxido de calcio	54
Tabla 16 Análisis de varianza para la variable CBR al 95%.....	56
Tabla 17 Prueba de medias para la variable CBR al 95% bajo distintos niveles de óxido de calcio	56

Tabla 18 Análisis de correlación para las variables nivel de óxido de calcio y CBR 95%, con el estadístico de Pearson al 5% de nivel de significancia	57
Tabla 19 Análisis de contrastes ortogonales	58
Tabla 20 Análisis de varianza de los niveles de óxido de calcio con respecto a CBR 100%	60
Tabla 21 Prueba de medias para el CBR al 100% bajo distintos niveles de óxido de calcio	61
Tabla 22 Análisis de correlación de Pearson para las dos variables en estudio	62
Tabla 23 Análisis de contraste ortogonales para definir la tendencia entre las dos variables de estudio	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Molécula de óxido de calcio	24
Figura 2 Límites de Atterberg	26
Figura 3 Granulometría en tres distintos espesores de evaluación	37
Figura 4 Contenido de humedad a tres espesores de evaluación	37
Figura 5 Límite líquido en tres distintos espesores de evaluación.....	38
Figura 6 Límite plástico en tres niveles de espesor evaluados	39
Figura 7 Comportamiento del índice de plasticidad en tres niveles de espesor evaluados.....	40
Figura 8 Comportamiento de la Densidad Máxima Seca bajo distintos niveles de óxido de calcio	43
Figura 9 Comportamiento de la humedad óptima bajo distintos niveles de óxido de calcio	43
Figura 10 Comportamiento del CBR al 100 % bajo niveles de óxido de calcio	44
Figura 11 Comportamiento del CBR al 95 % bajo niveles de óxido de calcio	44
Figura 12 Humedad óptima bajo distintos niveles de óxido de calcio.....	50
Figura 13 Ecuación predictora de la humedad óptima a niveles de óxido de calcio	51
Figura 14 Densidad máxima seca a distintos niveles de óxido de calcio.	53
Figura 15 Ecuación predictora de la densidad máxima seca bajo niveles de óxido de calcio	55
Figura 16 Comportamiento de CBR 95 % bajo distinto niveles de óxido de calcio	57
Figura 17 Regresión lineal de la tendencia cuadrática del CBR 95 % a distintos niveles de óxido de calcio	58
Figura 18 Nivel óptimo de óxido de calcio para la variable CBR 95 %	60
Figura 19 Comportamiento de CBR al 100 % bajo distintos niveles de óxido de calcio	61
Figura 20 Regresión lineal de CBR al 100 %	63

RESUMEN

La estabilización de suelos, hoy en día es estudiada con el fin de mejorar el suelo con los tratamientos adecuados y así lograr una estabilización sin la necesidad de desalojar todo el material plástico. El objetivo principal fue la determinación del porcentaje óptimo de óxido de calcio que se necesita para adicionar en las calles principales del centro poblado Supte, para que después el suelo estabilizado sea usado como base de diferentes tipos de pavimentos. A partir de ensayos en laboratorio se logró determinar el porcentaje óptimo del estabilizador químico, en el que se determinó que el suelo puede ser mejorado con el tratamiento adecuado para lograr estabilizarlo. El método que se aplicó para la determinación del porcentaje óptimo de óxido de calcio, consistió en conceptualizar las características físicas del suelo, tales como, contenido de humedad, plasticidad, resistencia al esfuerzo cortante y la compactación que adquirió el suelo natural al ser mezclado con óxido de calcio, añadiendo porcentajes de 1 % a 7 %, en intervalos de 2 % a las muestras de suelo; con la finalidad, de comparar el suelo natural con el suelo estabilizado y poder observar los cambios que se dieron durante los ensayos de laboratorio. Se pretende realizar los ensayos para los cuales se realizaron análisis granulométricos y límites de Atterberg para el suelo arcilloso presente en el centro poblado Supte San Jorge, según la clasificación SUCS y AASHTO.

Palabras clave: Características del suelo, CaO, consolidación, pavimento, agente químico.

ABSTRACT

The certainty of soils, today is studied in order to improve the soil with the appropriate treatments and thus achieve a certainty without the need to dislodge all the plastic material. The main objective was the determination of the optimal percentage of calcium oxide that is needed to add in the main streets of the Supte town center, so that later the stabilized soil is used as a base for different types of pavements. From laboratory tests, it will be necessary to determine the optimum percentage of the chemical stabilizer, in which it will be limited that the soil can be improved with the appropriate treatment to stabilize it. The method that was applied to determine the optimal percentage of calcium oxide, consisted of conceptualizing the physical characteristics of the soil, such as moisture content, plasticity, resistance to shear stress and the compaction that the natural soil acquired when mixed with calcium oxide, adding percentages from 1 % to 7 %, in intervals of 2 % to the soil samples; with the purpose of comparing the natural soil with the stabilized soil and to be able to observe the changes that occurred during the laboratory tests. It is intended to carry out the tests for which granulometric analyzes and Atterberg limits were carried out for the clayey soil present in the Supte San Jorge populated center, according to the SUCS and AASHTO classification.

Keywords: Soil characteristics, CaO, consolidation, pavement, chemical agent.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como propósito demostrar la influencia del óxido de calcio (CaO) en los suelos arcillosos, mejorando las propiedades de los suelos en Supte San Jorge; las cuales presentan hundimientos o asentamientos debido a la gran pérdida de los materiales finos, siendo muy notorias las tensiones transmitidas por las cimentaciones, así mismo porque dicho suelo no contiene una consolidación admisible, permitiendo que en la vía exista todo tipo de desplazamientos horizontales, deformación y hasta giros de estructura que, si resultan excesivos produciendo a los pobladores una inadecuada calidad de vida e inapropiada transitabilidad vehicular y peatonal. El presente trabajo de tesis está constituido por cinco capítulos, siendo los siguientes: **Capítulo I:** En el que se desarrolló el problema de investigación de las malas condiciones de transitabilidad que presenta el suelo de Supte San Jorge. **Capítulo II:** Se desarrolló todo lo relacionado al marco teórico, en el cual, se basó en ocho antecedentes que respaldan el trabajo de investigación. **Capítulo III:** Se elaboró la metodología, la cual está compuesta por el tipo de investigación aplicada, enfoque cuantitativo, nivel explicativo y el diseño experimental descriptivo; la determinación de la población y la selección de la muestra. Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron normativas ASTM y AASHTO, así mismo la observación, fue por medios de instrumentos como: registro de campo, copa de Casa Grande, tamices, etc. **Capítulo IV:** Se manifestó los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio. **Capítulo V:** Se elaboró la discusión de los resultados, las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel internacional, gracias al estudio de Parra (2018), nos menciona que las características físicas o mecánicas presente en muchos suelos no son las adecuadas, provocando de esta manera que no sean aptos para ser usados en distintos proyectos de ingeniería; debido principalmente en que estos suelos presentan una resistencia bastante deficiente, ya que la mayoría sufren de deformaciones, que a largo plazo actúan de forma negativa, deteriorándose debido a factores atmosféricos. Según eso es que se considera necesario realizar ciertos cambios a las características físicas o mecánicas de los suelos. permitiéndole mejorar y así convertirlos en suelos aptos para ser usados en proyectos de ingeniería, evitando que así que se requiera que material adicional para su estabilizada, ya que el trasporte de dicho material incrementa el precio de la obra, así mismo también el daño ambiental, que se causa debido a la explotación del producto. Dichos procesos están basados en un tratamiento que permitirá obtener los mejores beneficios del suelo en estudio, para que las superficies logren ser más estables y capaces de soportar el tránsito en dicha calle, como también las condiciones climáticas.

A nivel nacional, en Puno, por la investigación de Palli (2015), nos menciona el incremento de los costos del traslado de productos se debe principalmente al imperfecto que presentan las vías, causando no solo inseguridades a los pobladores sino que también, una gran pérdida de tiempo que conlleva el viaje, que se presentan con mayor dificultad en épocas en las que las precipitaciones pluviales son las elevadas, por dicha razón, tanto los vehículos como pobladores tienen la única opción de optar por trasladarse por un vía alterna, que no solo extiende el tiempo de viaje, sino que también el costo del mismo hasta llegar a los mercados de la zona. Palli considera que, en la actualidad existe una gran variedad de proyectos de construcción de obras viales que se han ejecutado y a la fecha estos presenten daños muy considerables, es por ello que el autor considera que es de vital importancia

conocer el tema de estabilización de suelos, específicamente en donde el valor relativo de soporte del suelo es bajo; es por ello que es fundamental el tema de estabilización de suelos para cualquier proyecto en ejecución.

A nivel local, en la provincia de Leoncio Prado el centro poblado Supte San Jorge presenta un tipo de suelo que es altamente arcillosa, permitiendo así que la plataforma padezcan de pérdida de los materiales finos, provocando de esta forma hundimientos muy notorios; produciendo una pérdida de la funcionalidad de la calle, debido a los desplazamientos horizontales que son consecuencias de las tensiones transferidas a las cimentaciones del suelo; las calles del centro poblado Supte San Jorge, en la actualidad presenta cambios fallas transversales en la subrasante, producidas por fisuras o agrietamientos en el suelo, que resultan excesivos por encima de lo tolerable.

Las calles del centro poblado Supte San Jorge se encuentran en malas condiciones de transitabilidad, a consecuencia de las carencias presente en la subrasante, perjudicando la transitabilidad de los vehículos y peatones; ya que no presenta una infraestructura vial urbana idónea, generando así un inapropiada transitabilidad, así mismo una inadecuada calidad de vida para los habitantes de la zona.

Es por ello, que se consideró evaluar las proporciones y cantidades de óxido de calcio, para determinar la cantidad óptima que pueda controlar este problema, probable en Supte San Jorge. El presente trabajo se realizó en la fase laboratorial para que posteriormente cuando obtenga los resultados, se pueda intervenir como propuesta a posteriores trabajos ejecutables en campo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye la estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio buscando la mejora de sus propiedades a nivel físico - mecánicas en Supte San Jorge?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son las propiedades físicas - mecánicas del suelo en Supte San Jorge?
- ¿Cuál es la cantidad óptima de óxido de calcio para el tratamiento del suelo?
- ¿Qué características presentan los resultados sobre el índice de plasticidad y resistencia del suelo estabilizado al comparar con el suelo natural?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la influencia de la estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio buscando la mejora de sus propiedades a nivel físico - mecánicas en Supte San Jorge.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades físicas - mecánicas del suelo en Supte San Jorge.
- Cuantificar el valor óptimo de óxido de calcio para tratar al suelo.
- Determinar el índice de plasticidad y resistencia del suelo estabilizado al comparar con el suelo natural.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio de investigación, se justificó en dar a conocer la solución al problema, con el uso del óxido de calcio para la estabilización de los suelos arcillosos; para el mejoramiento del tránsito vehicular y peatonal en la capa de la subrasante en Supte San Jorge.

Teniendo que en estos tipos de suelos existe excesiva humedad, impidiendo que los pobladores no cuenten con una adecuada transitabilidad que ha futuro se precisa realizar los tratamientos (Estabilización) a modo de estrategia con la finalidad de que este suelo sea usado como base de la

estructura de una pavimentación, por lo cual el presente trabajo es de vital importancia ya que esclarecerá la cantidad óptima que se precisa para dicho suelo, debido a que se evidencio una falta de información documentaria (Expedientes) referente a las características del suelo (Que es el tema de investigación).

Ante lo manifestado y la precariedad de información de la zona de estudio, se precisó realizar investigaciones bibliográficas en base a repositorios, base de datos, revistas indexadas, según el tema y línea de investigación en estudio, siendo de carácter nacional e internacional; gracias a dicha información se logró determinar el conocimiento de cantidades óptimas de óxido de calcio obtenidas en diversas zonas de estudio, que forman parte de nuestros antecedentes; por lo cual la selección o determinación numérica porcentual, fue en base a los tratamientos que tuvieron los mejores porcentajes, permitiendo determinar el rango porcentual del estabilizador químico para la presente investigación que serían 1, 3, 5, 7 %, respectivamente; cabe resaltar que se tuvo pensado también utilizar valores entre 8, 9 y 12 % respectivamente, que fueron observados en trabajos internacionales, por lo cual la decisión de los tratamientos de estudio fueron depurados en segunda instancia ya en base lo que indica la Norma CE.020 Suelos y Taludes DS N° 017-2012, "Por ningún motivo se debe emplear más del 8 % de cal en el suelo, ya que se aumenta la resistencia pero también la plasticidad".

De igual manera los estudios de suelos realizados por el presente estudio de investigación, podrán ser utilizados para la formulación y ejecución de futuros proyectos, que serán retomado por las autoridades locales del centro poblado, y de esta manera evaluar la incidencia del óxido de calcio como el agente estabilizador del suelo, por lo cual este trabajo se encuadró dentro de la tercera línea de investigación de la escuela académica de Ingeniería Civil, de la Universidad de Huánuco (Geotecnia).

1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Cabe resaltar, que esta investigación estuvo enfocada en la justificación practica teniendo, a continuación, una serie de recursos descritos:

1.4.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Fue fundamental la dinámica del entorno actual, se tuvo la necesidad de contar con cuadros especializados de seguridad y el apoyo económico, porque favoreció a los procesos técnicos y operativos. Gracias a esta investigación, se pudo beneficiar a todos los peatones y transportistas, ya que son las calles más transitadas de Supte San Jorge, dando una mejor accesibilidad a los pobladores disminuyendo de esta manera el uso de combustible y el costo de movilización.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Tuvo la importancia en la investigación de la estabilización del suelo de Supte San Jorge, siendo las vías por donde transitaban vehículos pequeños y de carga pesada, por donde se trasladaban productos (Alimenticios, madera, etc), hacia la ciudad de Tingo María, entonces esto incrementó el comercio para el centro poblado de forma más rápida y eficiente, mejorando no solo la economía de la población sino también su calidad vehicular y la vida en ella.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Se pudo verificar que existió y existe una falta de información técnica y de estudios en base al tema de investigación por parte de los organismos gubernamentales y académicos, pues existe insuficiente o casi nula referencias o fuentes bibliográficas que serían de soporte de técnico – científico en la presente investigación.

Hoy en día los peruanos se encuentran frente a una problemática que requiere ser atendida de una manera integral, no solamente por la presencia de algunos trabajos de investigación cabe resaltar no peruanos, donde evalúan tratamientos con porcentuales superiores a lo indicado en la Normativa Peruana (Ce 020) manifiesta, por lo cual se aprecia en la falta de una legislación con relación al suelo y subsuelo, porque hasta el momento, en la búsqueda de fuentes bibliográficas, no se observó una actualización de la Norma, así mismo, no se ha podido resolver la siguiente pregunta hecha por parte de la tesista y asesora.

Pregunta: ¿Con qué valores nacionales se comparó estos porcentajes estipulados en la norma, al tratar de adicionar óxido de calcio como

componente al suelo arcilloso?, tal vacío requiere una solución por parte competencia del Ministerio de Transporte y Ambiente.

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación, fue viable ya que se realizó sin ningún tipo de restricción ya sea económico, social entre otros. Se analizó el tipo de suelo, e identificó la cantidad optima de óxido de calcio para Supte San Jorge.

Ante lo manifestado a continuación se describieron los recursos vinculados a la viabilidad de la investigación:

1.6.1 DISPONIBILIDAD DE TIEMPO

La presente investigación se realizó en un promedio de plazo, de aproximadamente 3 meses por lo cual este tiempo se rigió de acuerdo al cronograma de elaboración y culminación del proyecto que se estuvo provisto a ejecutar dentro del año 2023.

1.6.2 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS FINANCIEROS

Se contó con los recursos económicos propios para la investigación que fueron financiados por la tesista.

1.6.3 EN LA PARTE AMBIENTAL

El proceso para la obtención de muestras del suelo no causó efectos negativos al medio ambiente.

1.6.4 EN LA PARTE TECNOLÓGICA

Se demostró el manejo de los instrumentos para realizar los ensayos necesarios para determinar que nuestra solución fue posible, para lo que se contó con la maquinaria e instrumentos que resultan necesarios para procesar las muestras, así mismo para la obtención de los resultados de dichos ensayos, con la ayuda de una laptop, y para medir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo se contó principalmente con la máquina de ensayo de “Relación de soporte de california”, con la cual se evaluó la calidad del suelo de las calles del centro poblado Supte San Jorge.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Parra (2018), en su tesis “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante” sustentó que la cal presenta mejor resistencia debido al caolín, debido a que la ceniza no aporta ninguna mejora a la optimización significativa del suelo, en cuanto a las deformaciones máximas que este presenta, como también a los esfuerzos geostáticos del mismo, así mismo expreso que la ceniza si tuvo un aceptable comportamiento frente a la tracción pero que no logro superar a los resultados obtenidos del suelo estabilizado con cal. Determino que la estabilización de un suelo resulta de manera instantánea, demostrando así que según los datos que se obtuvieron de los ensayos de laboratorio, determinan que la cal, es la mejor alternativa para lograr optimizar los suelos de fundación. La misma concluyó en que al realizar comparaciones de la ceniza volante y la cal por medio de ensayos de compresión y tracción fueron viables, debido a que permitió ratificar la versatilidad de la cal viva, a través de porcentajes de la misma, demostrando que la resistencia de estos suelos aumenta, siendo la mejor opción para lograr estabilizar suelos que presentan contenidos elevados de arcilla. La tesis citada, demostró que la validez de la cal como el mejor producto químico para obtener mejoras en las principales propiedades del suelo, debido que al ser incorporado aumenta la capacidad de soporte del estrato arcilloso, para lo cual la presente tesis pretendió encontrar semejanza a los resultados.

Altamirano y Díaz (2015), en su tesis “Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí - Rivas”. Explicaron que, para disminuir el hinchamiento de los suelos cohesivos por cambios húmedos en la comunidad, que, debido a la mezcla del suelo con la cal hidratada, mejorando significativamente las propiedades físicas y químicas de las vías en la sociedad San Isidro del Pegón. La misma concluyó que gracias

a la reacción exotérmica que genera a través de la mezcla de la cal con la arcilla, se logró una optimización significativa sobre el límite plástico presente en el suelo, así mismo una mayor densidad a la compactación, aumentando la humedad en el proceso de estabilización, dando como resultado un significativo soporte del suelo. La presente tesis citada, corroboró los objetivos de investigación que fueron planteados a través de la estabilización de suelos cohesivos con cal.

Castillo (2017), en su tesis “Estabilización de suelos arcillosos de macas con valores de CBR menores al 5 % y Límites Líquidos superiores al 100 %, para utilizarlos como subrasante en Carreteras” demostró que el método de sumar óxido de calcio al suelo natural mejoró los suelos arcillosos convirtiéndolos en suelos admisibles para subrasantes de carreteras; comparando el diseño y precios de un pavimento flexible utilizando el suelo tratado con cal y la opción comúnmente utilizada. La misma concluyó

en que para que un suelo logre resistir las condiciones meteorológicas y el tráfico en las calles, este tendría que estar sometido al ensayo de compactación del Proctor estándar y el Proctor modificado, de tal manera que la composición de pavimento flexible con la subrasante estabilizada logro dar como resultado un incremento notorio de su densidad seca máxima. La tesis citada, apoyó a los objetivos de la investigación que se propuso para que el suelo arcilloso en estudio pueda mejorar sus propiedades mecánicas.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Palli (2015), en su tesis “Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román” describió que la influencia de la cal en suelos plásticos mejora exponencialmente los senderos que presentan una baja magnitud vehicular, debido a la reducción drástica de humedad presente en los suelos a través de la evaporación. Según los diversos tratamientos que tuvo el presente trabajo de investigación, se concluyó que las mejores

proporciones de estudio fueron de 1 % y 2 % porque tuvieron mejor predominio en los ensayos para mejorar el C.B.R. del suelo. El presente trabajo de investigación estuvo dentro de los objetivos que se pretendió en este proyecto porque se procuró trabajar bajo las proporcionalidades de los tratamientos de estudio que trabajó.

López y Ortiz (2018), en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la Urbanización San Luis de la ciudad de Abancay”. Expresaron que, al mezclar las subrasantes arcillosas con el porcentaje óptimo de cal, mejora las propiedades del suelo, para que de este modo pueda ser usado como parte de la base de la estructura de pavimentos de las calles del complejo San Luis de la ciudad de Abancay. Concluyeron que el porcentaje óptimo de cal para que el índice de CBR sea aceptable es el 8 % del peso seco del suelo. La presente tesis estuvo enfocada dentro de los objetivos que se pretendió demostrar ya que se consideró laborar bajo las proporcionalidades de los tratamientos de análisis que trabajó, con la intención de hallar el contenido óptimo de óxido de calcio.

García (2015), en su tesis “Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 de Mollepampa de Cajamarca”, expreso que para la reducción del espesor de las capas del pavimento, específicamente en la base y la rodadura de un suelo, es de vital importancia determinar el valor óptimo de la resistencia del suelo, por medio de ensayos en los que se realizó la incorporación de cantidades porcentuales de cal para precisar los valores del índice de plasticidad, límite plástico y límite líquido por medio de los límites de Atterberg, así mismo determinó principalmente el contenido de humedad a través de ensayo de Proctor modificado y para la obtención de la densidad máxima seca, a través del ensayo de CBR. La misma concluyó que para que un suelo incremente su máxima densidad seca y se reduzca el índice de plasticidad de la misma, es necesario utilización de cal, debido a que, al agregarle un mayor porcentaje de cal, este suelo limo arcilloso también mejoro su resistencia, formando un suelo mejorado. La tesis citada, validó los objetivos de investigación que se propusieron

por la incorporación de la cal como estabilizante, para determinar los límites de influencia de los suelos arcillosos.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Torres y Landa (2020), en su tesis “Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María - Monzón en la provincia de Leoncio Prado” en la que estableció un enfoque económico y efectivo a través de los materiales estabilizantes como la ceniza de bagazo de caña de sacarosa (Cbca), y cal, debido a que la adición de estos materiales mejoran el CBR de la subrasante que se encontraba clasificada como pobre o inadecuada. La misma concluyó que el suelo-cal y suelo-Cbca mostraron resultados poco importantes en contraste al uso combinado de dichos materiales, esto ya que al hidratarse y acentuar el grado de hidróxido de calcio en el compuesto, intensificando el intercambio catiónico y la aglomeración óxido de silicio y el alúmina, presentes en el suelo arcilloso, permitiendo la reducción del límite líquido; lo que propició la relación friccionante de las partículas y por tal el aumento de la resistencia del suelo. La tesis citada, validó los objetivos de la investigación porque se pretende determinar el límite de plasticidad del suelo natural y compararlo con el suelo estabilizado con cal.

Avila (2021), en su tesis “Mejoramiento de la subrasante de la vía afirmada de la carretera Huánuco - Marabamba mediante la adición de porcentajes de óxido de calcio-2019”, determino que para lograr mejorar las propiedades de un suelo que presenta una baja capacidad de soporte era utilizando un estabilizador químico, según diversos porcentajes de óxido de calcio que serían adicionados a la vía afirmada de la carretera Huánuco -Marabamba. La misma concluyo en que al adicionar un 3 % de óxido de calcio se logró mejorar el Cbr del suelo natural de un 63 % a un 68.3 % de su resistencia al esfuerzo cortante. La tesis citada, validó los objetivos de investigación que se propusieron por la obtención del valor óptimo de óxido de calcio.

Aún son escasos los trabajos en nuestra localidad por lo cual amerita la ejecución de este presente trabajo de investigación, ya que ayudó a enfatizar y/o viabilizar información referente a la estabilización de suelos arcillosos con óxido de calcio.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 SUELO

Según algunos ingenieros civiles lo definieron como:

El suelo es considerado el grupo de partículas minerales, producto de la desintegración mecánica de piedras preexistentes. (Rico y Juárez, 2003)

Según Jumikis (1967), lo definió como residuos no consolidados y depósitos de partículas sólidas derivadas del proceso de desintegración de las rocas.

Crespo (2004), lo definió como una capa sobre la corteza terrestre que nace de la desintegración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se establecen.

2.2.2 ESTABILIZACIÓN DE SUELO

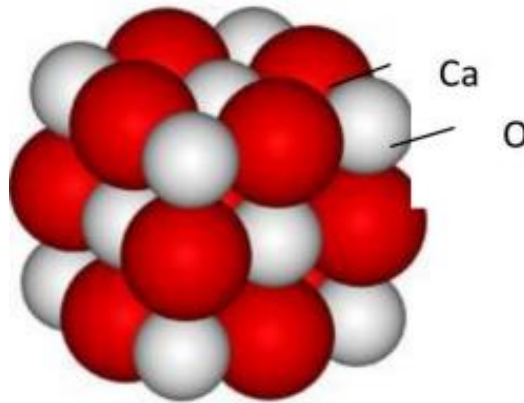
Se define como el mejoramiento de las características físicas del suelo por medio de métodos mecánicos y unión de productos naturales o sintéticos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2013)

Para otros autores, definen a los estabilizadores como materiales que son añadidos a los suelos para mejorar la calidad de las capas de un pavimento, como la sub-base o base granular; estos materiales se añaden a la los suelos de subrasante inapropiado y son la mezcla se suelo cal, suelo cemento, entre otros diversos productos estabilizantes. (López y Ortiz, 2018)

2.2.3 ÓXIDO DE CALCIO

Es un polvo blanco que al ponerse en contacto con el agua ocasionando una profunda actividad exotérmica que libera iones endureciendo al suelo velozmente. En la Figura 1 se representa a la molécula de cal. (Espinosa, 1999)

Figura 1
Molécula de óxido de calcio



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_calcio

Para mayor información sobre el óxido de calcio, en la tabla 1 se describe las propiedades químicas del óxido de calcio.

Tabla 1
Propiedades químicas del óxido de calcio

Formula	CaO
Color	Blanco
Densidad	3300Kg/cm ³
Estado de agregación	Sólido
Masa Molar	56.10 g/mol
Punto de fusión	2927 °C
Solubilidad en el agua	Reacciona

Fuente: ICG & GERENCIA (2010).

El óxido de calcio pertenece a los productos con la función de dar una extensa variedad de beneficios, los cuales son:

- Secar
- Modificar
- Estabilizar

2.2.4 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO

Según Montejo (1998), las propiedades mecánicas de los suelos a tener en cuenta en la estabilización son:

- **Expansión y contracción**, es el aumento del suelo en cuanto a su volumen producido por el incremento de humedad.
- **Resistencia**, la resistencia de los suelos, es el máximo valor de esfuerzo cortante que el suelo puede soportar.
- **Permeabilidad**, es la capacidad que tiene el suelo de absorber el agua a través de sus espacios vacíos.
- **Comprensibilidad**, grado de disminución del volumen del suelo bajo la presión de una carga, alterando su magnitud.

2.2.5 PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

Según Crespo (2004), Los límites de consistencia se fundamentan en el término de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, tienen la posibilidad de hallarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. De esta forma los estados del suelo pueden ser: sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido (Figura 2).

La arcilla, al agregarle agua, pasa de forma progresiva del estado sólido al estado plástico y por último al estado líquido. El contenido de agua con que se genera el cambio de estado cambia de un suelo a otro y en mecánica de suelos atrae prácticamente conocer el rango de humedades, para el cual el suelo muestra deformaciones sin romperse (Plasticidad).

Los límites de Atterberg son propiedades de los suelos, con el cual se puede llegar a definir la plasticidad y es utilizado para la identificación y clasificación de un suelo.

Figura 2
Límites de Atterberg



Fuente: <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/limites-atterberg/>

- **Límite líquido (LL)**

Es contenido de humedad que contiene un suelo expresada en por ciento (%) con respecto al peso de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico.

- **Límite plástico (L.P)**

Se define como el contenido de humedad indicado en por ciento (%) con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, donde los suelos altamente arcillosos pasan de encontrarse en un estado semisólido a un estado plástico.

- **Límite de contracción (L.C)**

Se determina como el por ciento de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua no genera la disminución en el volumen del suelo. La diferencia entre el límite plástico y el límite de contracción se denomina índice de contracción (I.C) y apunta el rango de humedad para el cual el suelo tiene una consistencia semi -sólida.

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **California Bearing Ratio (CBR)**

El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" o 0.2" de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado, sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo. (UNI, 2013).

- **pH (Potencial de Hidrogeno)**

Es una medida de acidez de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O]^+$ presentes en determinadas disoluciones. (Vásquez y Rojas, 2016)

- **Arcilla**

Tipo de suelo cuyas partículas que lo componen son de tamaño comprendida entre 0,006 mm o menos.(Ponce, 2017)

- **Índice de plasticidad**

Se define como el campo plástico de un suelo, que representara el porcentaje de humedad al mantenerse en el estado plástico, que nos permite diagnosticar la expansividad del suelo. (Rico y Juárez, 2003)

- **Subrasante**

Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierra (corte o relleno), sobre el cual se coloca la estructura del pavimento. (MTC, 2013)

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

H_a : Al incorporar óxido de calcio mejora la estabilidad de los suelos y las propiedades físico - mecánico para ser usado como capa subrasante de un pavimento, en las calles principales del centro poblado Supte

2.4.2 HIPÓTESIS NULA

H_0 : Al incorporar óxido de calcio no mejora la estabilidad de los suelos y las propiedades físico - mecánico para ser usado como capa subrasante de un pavimento, en las calles principales del centro poblado Supte.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades físicas y mecánicas del suelo

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Estabilizador químico: Óxido de calcio

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Estabilizador químico (Óxido de calcio)	Es un compuesto químico que, al ser empleado en los suelos, puede aumentar o mantener las propiedades físicas y la estabilidad del suelo	Porcentaje de óxido de calcio (Cantidad óptima)	Dosificación porcentual	-1 % -3 % -5 % -7 %	Porcentaje en relación al peso del suelo (kg)
Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del suelo	Capacidad de resistir las cargas de tráfico y medio ambiente, conservando su estabilidad volumétrica, sin deformarse.	Propiedades físicas - mecánicas	Índice de plasticidad (%)	Rango de humedad en el que el suelo tiende a comportarse de manera plástica.	Porcentual (%)
			Ensayo Proctor Estándar y modificado	Compactación del suelo que determinara el contenido de humedad	
			Capacidad de soporte California (Cbr)	Valor de soporte o resistencia del suelo	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo **aplicado**, la cual consistió en incluir al óxido de calcio como estabilizante de suelos arcillosos. En este tipo de investigación se construyó el contexto y se manipuló de manera intencional a la variable independiente, después se observó el efecto de esta manipulación sobre la variable dependiente. (Hernández, 2014)

3.1.1 ENFOQUE

Esta investigación tuvo un enfoque **cuantitativo**, ya que se obtuvo datos numéricos en las diferentes pruebas que se realizaron. Hernández (2014), sustenta que el enfoque estaba basado en la medición numérica de los datos obtenidos a través de la recolección para de esta manera lograr probar la premisa de la investigación estadística, para implantar patrones de comportamiento y probar teorías. (Hernández, 2014)

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

La investigación fue **explicativa**, ya que buscó explicar y relacionar el comportamiento de las variables dependientes (Propiedades del suelo arcilloso) en función de la variable independiente (Óxido de calcio). Según Hernández (2014), define a los estudios explicativos como las interrelaciones entre diversos conceptos, que están establecidos más allá de fenómenos que permanecen aptos para responder a las razones de estos eventos físicos o sociales.

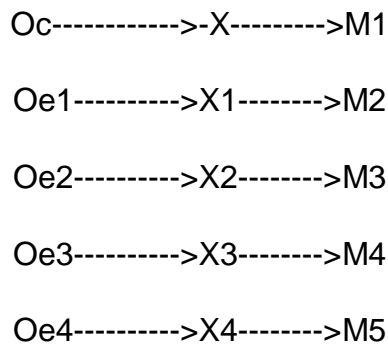
3.1.3 DISEÑO

La presente investigación fue del tipo de diseño **experimental descriptiva – inferencial**, el estudio en su mayor parte se centró en los ensayos de laboratorio, de acuerdo a lo establecido en los objetivos. Para otros autores el grupo experimental parte principalmente de la manipulación de las variables independientes de una investigación, para

así lograr observar y evaluar todos, cada uno de los cambios que se generen en las variables dependientes. (Hernández, 2014)

Según el tipo de tratamiento, la tesis en estudio fue un **experimento aplicativo**, ya que este diseño permitió la comparación de resultados post-test, ante la adición del óxido de calcio (Variable independiente) al suelo natural, para determinar la mejora de las propiedades mecánicas del suelo (Variable dependiente).

Gráfico que le corresponde a este diseño es el siguiente:



Donde:

Oc = Grupo Control

Oe = Grupo Experimental

- **X** = Ausencia de Estimulo

X1 = Estimulo de la variable independiente (1 %)

X2 = Estimulo de la variable independiente (3 %)

X3 = Estimulo de la variable independiente (5 %)

X4 = Estimulo de la variable independiente (7 %)

M = Medición de la variable dependiente

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

Para esta investigación se consideró al centro poblado Supte San Jorge del Distrito de Rupa Rupa. Cabe resaltar que la población también es conocida por otros autores como universo, teniendo como definición que es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (Hernández, 2014)

3.2.2 MUESTRA

El tipo de muestra es NO PROBABILISTICO, por conveniencia. La muestra del presente trabajo de investigación fue la subrasante de la Alameda Supte del centro poblado Supte San Jorge del Distrito de Rupa Rupa en el que se realizaron la exploración de calicatas tomadas de la zona. Según Hernández (2014) , la Muestra subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debería de ser representativo de ésta.

- **Tamaño de muestra**

Dos (02) Calicatas.

3.2.3 UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en el centro poblado Supte San Jorge, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, departamento de Huánuco; a una altitud de 680.70 m.s.n.m y sus coordenadas geográficas se sitúan entre 390357.1761 latitud sur y 8972250.6212 de longitud oeste en el meridiano de Greenwich, con clima tropical húmedo y con una humedad relativa media de 75.5 % y temperatura media anual de 18 °C a 28 °C. (Cervantes, 2011)

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 TÉCNICAS

La principal técnica empleada a lo largo de la ejecución de la presente investigación fue la observación directa tanto en campo y laboratorio, esto servirán para obtener información y resultados confiables

de los ensayos; además se estimó el cumplimiento de las normativas **ASTM y AASHTO** seleccionadas dependiendo del ensayo a realizar.

3.3.2 INSTRUMENTOS

A nivel de campo, se utilizó un cuaderno de apuntes, que nos sirvió para referenciar los ítems de los atributos a evaluar en ambas calicatas, que formaron parte de datos cuantitativos, estos datos fueron obtenidos a partir de ciertos protocolos y/o metodología que fueron parte de la investigación.

A nivel de laboratorio, se utilizaron fichas o patrones de estandarizados y plasmados en formatos de tablas con bloques y líneas en las cuales se colocaron los datos que se obtienen en cada ensayo.

3.3.3 EQUIPOS

Los equipos cuantitativos empleados para la obtención de datos de cada una de las evaluaciones realizadas, fueron limitados por las Normas técnicas peruanas (Tabla 2)

Tabla 2
Normas Técnicas Peruanas

Propiedad	Norma	Equipo		
Contenido de humedad	ASTM D-2216	-Tara		
		-Horno		
Proctor modificado para CBR	ASTM D1557	-Balanza (0.01gr)		
		-Molde		
	ASTMD 1883	-Enrasador		
		-Base de molde		
		-Collar		
		-Trituradora		
		-Bandejas		
Análisis granulométrico	ASTM D6913	Tamices		
		-Taras		
		-Balanza		
		-Horno		
		-Tara		
		-Tamiz # 40		
		-Tasa de porcelana		
		-Balanza		
		Determinación de los límites de consistencia o de Atterberg de los suelos	ASTM D4318 -17	-Pipeta
				-Espátulas
-Copa de Casa Grande				
-Ranurador				
-Placa de cristal				

Fuente: RNE E0.050 suelos y cimentaciones.

3.4 TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1 TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO

Los datos obtenidos en campo y laboratorio fueron organizados en relación a los tratamientos y atributos (Bloque y líneas), en las tablas de Excel, con la finalidad de poder determinar la diferenciación de los tratamientos manifestados en los resultados. Estos resultados fueron analizados si cumplen la distribución normal. La contrastación y prueba

de hipótesis fue manifestada previo al resultado si existiese distribución normal se realizó la estadística inferencial, que conllevaría a realizar pruebas paramétricas, se realizó la prueba de Tukey, para verificar cuál de los tratamientos de estudio presenta mejor resultado.

3.4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez analizados los resultados a través de la contrastación y prueba de hipótesis estos eran manifestados con sus respectivas tablas y/o figuras (El criterio de elección de una de ellas, fue en base a que los valores que exhiben faciliten su estudio y comparación), así mismo se realizó la respectiva interpretación de cada uno de las tablas y/o figuras en los resultados y por los cuales fueron discutidos en base a los conocimientos ganados en todo este proceso por parte del tesista, que a la vez tuvieron como fundamento y base teórica la información que brinda de manera similar o contradictoria sus respectivos antecedentes

Se fue analizando la información de las técnicas y equipos de recolección de datos teniendo el criterio del tipo de investigación planteada que en el caso de la presente es de tipo aplicada. Se realizaron un análisis porcentual de los resultados de acuerdo a lo que manifestaron los datos de laboratorio para proceder a una comparación de cada muestra.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS (CUADROS ESTADÍSTICOS CON SUS RESPECTIVOS ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN)

4.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL SUELO EN SUPTE SAN JORGE

Las evaluaciones se hicieron bajo dos calicatas y se evaluaron su estado inicial bajo los parámetros descritos en tres distintos espesores o profundidades de evaluación. Como puede observarse en la Tabla 3, tanto la granulometría, la humedad, el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad no se logra determinar diferencias estadísticas (p -valor > 0.05) en los tres espesores evaluados, eso quiere decir que los valores de los parámetros no difieren en los tres espesores de evaluación. Los valores que se muestran son la media y su dispersión en forma de error estándar. Cuando indican un error estándar de cero, es que no existe dispersión.

Tabla 3

Parámetros de evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en Supte San Jorge (media \pm Error estándar)

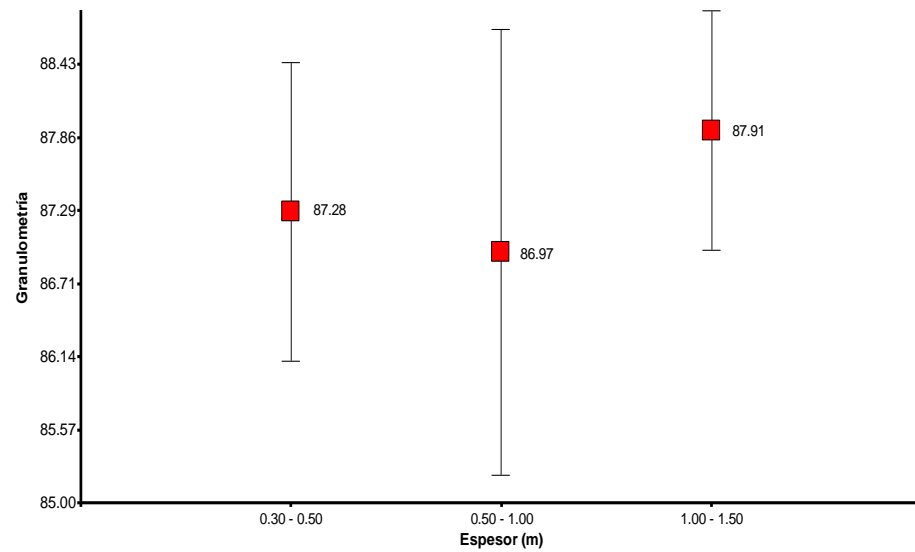
Parámetros	Espesor (m)			p-valor		
	0.30 - 0.50		0.50 - 1.00			
Granulometría	87.28	± 1.17 A	86.97	± 1.75 A	0.8805	NS
Humedad (%)	19.09	± 0.64 A	19.71	± 0.39 A	0.5311	NS
Límite líquido	30.50	± 0.50 A	31	± 0 A	0.4648	NS
Límite plástico	15.50	± 0.50 A	16	± 0 A	0.0741	NS
Índice plasticidad	15	± 1 A	15	± 0 A	0.4648	NS

Nota. Letras iguales en la misma fila indican igualdad estadística según la prueba de Tukey a un 5 % de nivel de significancia.

La Figura 3, muestra el comportamiento de la granulometría en los tres espesores o profundidades de evaluación. Como se puede ver, aunque existen pequeñas diferencias entre las medias en cada espesor de

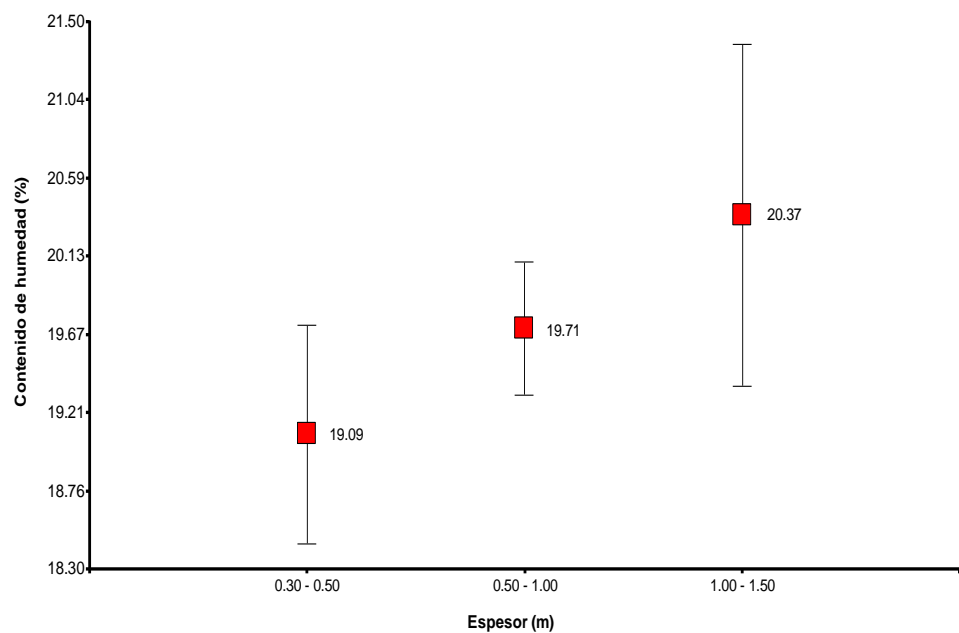
evaluación, no determinan diferencias estadísticas. Las aletas muestran el tamaño de las dispersiones en cada espesor de evaluación.

Figura 3
Granulometría en tres distintos espesores de evaluación



La Figura 4, muestra la dispersión del contenido de humedad (%) con respecto a los distintos espesores de evaluación.

Figura 4
Contenido de humedad a tres espesores de evaluación

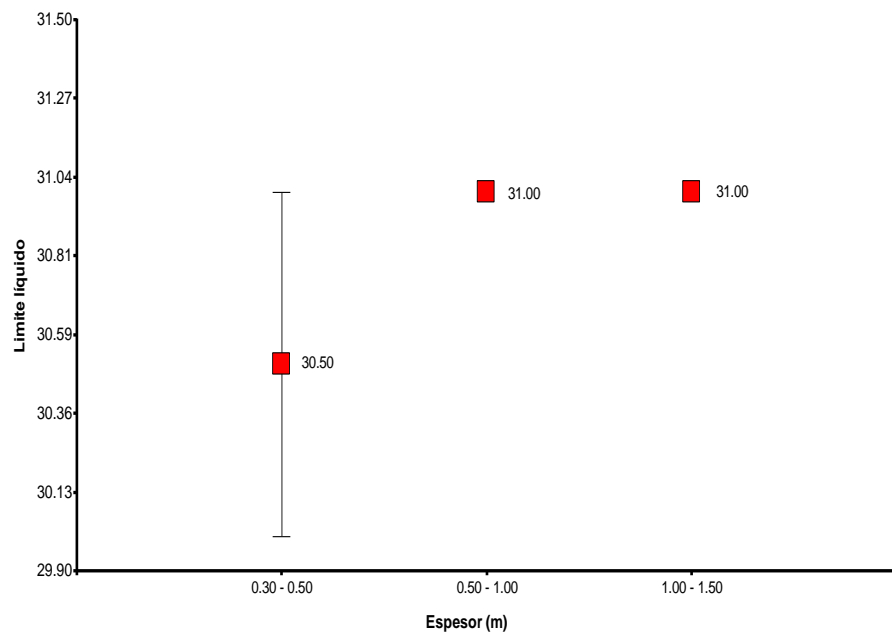


A pesar de que el contenido de humedad demuestra un ligero incremento conforme se incrementa el espesor o profundidad de evaluación, no es suficiente para demostrar diferencias estadísticas, por

lo que se observó, que la humedad es igual estadísticamente en los tres niveles o espesores de evaluación. El tamaño de las aletas de los valores medios indica el tamaño de las dispersiones en cada espesor de evaluación.

La Figura 5, indica el límite líquido en los tres espesores de evaluación. De igual manera surge un ligero incremento a mayor espesor, sin embargo, no es contundente para afirmar que a mayor espesor exista mayor límite líquido. Por lo que se observó, que el límite líquido es similar en los tres niveles de espesor evaluados. en los últimos espesores de evaluación la figura 5 no presenta aletas de dispersión, debido a que no existe variabilidad en las observaciones realizadas.

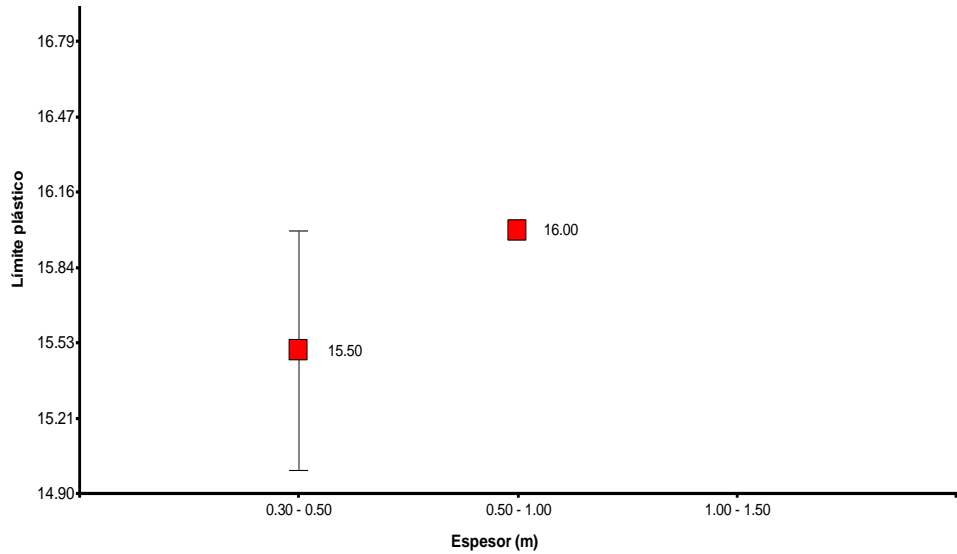
Figura 5
Límite líquido en tres distintos espesores de evaluación



La Figura 6, describe el comportamiento del límite plástico en los tres niveles de espesor evaluados, de igual manera que en los otros parámetros anteriormente descritos, se observa un ligero incremento a media de mayor espesor de evaluación; sin embargo, no es suficiente para afirmar que el límite plástico se incrementa a razón del espesor. Por lo que se observó, que en los tres niveles de espesor se tienen similares

límites plásticos. La ausencia de aletas en las medias observadas indica la no existencia de variabilidad en las observaciones.

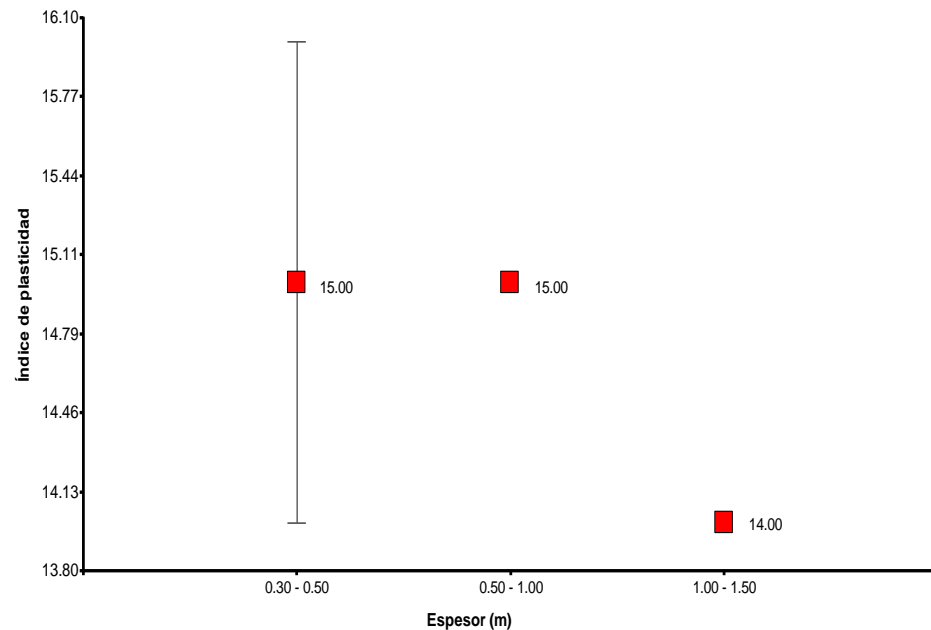
Figura
Límite plástico en tres niveles de espesor evaluados



La Figura 7, describe el comportamiento del índice de plasticidad en los tres niveles de espesor evaluado. El índice de plasticidad tiende un comportamiento decreciente conforme se aumenta el espesor de evaluación, tal como se observa, sin embargo, no existe evidencia estadística para afirmar este comportamiento. Por lo que se observó, que el índice de plasticidad es similar en los tres niveles de espesor evaluados. La ausencia de aletas en las medias evaluadas sugiere la ausencia de variabilidad.

Figura 7

Comportamiento del índice de plasticidad en tres niveles de espesor evaluados



Asimismo, la Tabla 4 describe el intervalo de confianza a 95 % para los parámetros descritos en los tres niveles de espesor. Así, por ejemplo, en el primer nivel de espesor de evaluación (0.30 a 0.50 m), el índice de plasticidad tiene un intervalo desde 2.29 hasta 27.71 al 95 % de confianza, es decir, ante futuras evaluaciones se tendría ese intervalo de ocurrencia con una confianza del 95 %. Para las evaluaciones en el segundo espesor (0.50 – 1.00 m) el intervalo es una constante para el índice de plasticidad con valor a 15 %, debido a que sus muestras de evaluación no tienen dispersión o variabilidad, así mismo, ocurre en el tercer nivel de espesor (1.00 – 1.50 m) cuyo índice de plasticidad resultó en 14 %, tanto para el límite inferior como el límite superior, debido también, a que sus muestras no tienen dispersión.

Por lo tanto, se tendrá un intervalo en los parámetros donde las muestras solo presentan variabilidad y solamente en ellas se podrá determinar un límite inferior y un límite superior.

Tabla 4

Intervalos de confianza al 95% de los parámetros evaluados en tres niveles de espesor

Espesor	Parámetros	Media	E.E.	LI (95 %)	LS (95 %)
0.30 - 0.50	Granulometría	87.28	1.17	72.41	102.15
	Humedad	19.09	0.64	10.96	27.22
	Límite líquido	30.5	0.5	24.15	36.85
	Límite plástico	15.5	0.5	9.15	21.85
	Índice plasticidad	15	1	2.29	27.71
0.50 - 1.00	Granulometría	86.97	1.75	64.79	109.14
	Humedad	19.71	0.39	14.75	24.67
	Límite líquido	31	0	31	31
	Límite plástico	16	0	16	16
	Índice plasticidad	15	0	15	15
1.00 - 1.50	Granulometría	87.92	0.93	76.03	99.8
	Humedad	20.37	1	7.66	33.08
	Límite líquido	31	0	31	31
	Límite plástico	17	0	17	17
	Índice plasticidad	14	0	14	14

Nota. E: E= Error estándar; LI (95 %) = Límite inferior al 95 % de confianza; LS (95 %) = Límite superior al 95 % de confianza.

4.1.2 VALOR ÓPTIMO DE ÓXIDO DE CALCIO PARA TRATAR AL SUELO

Se aplicó cuatro niveles de óxido de calcio sobre el sustrato de suelo. Los cuatro niveles fueron; 1 %, 3 %, 5 % y 7 %, considerando el no uso de óxido de calcio como muestra testigo con 0 % de óxido de calcio. Para una mejor interpretación, a partir de ahora hablaremos de cinco niveles incluyendo el testigo. Los niveles de óxido de calcio fue la variable independiente sujeta a una evaluación, considerando cuatro variables dependientes: la humedad óptima (%), densidad máxima seca (g/cm^3), CBR 95 % y CBR 100 %.

Por lo tanto, se evaluaron el efecto de los niveles de uso del óxido de calcio sobre las cuatro variables dependientes, para determinar en un principio, si existe una influencia estadística de los niveles de óxido de calcio sobre las variables dependientes y, en segundo lugar, determinar el nivel óptimo de óxido de calcio para el tratamiento del suelo.

4.1.2.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES

La Tabla 5, describe el comportamiento de las variables dependientes por influencia de los niveles de óxido de calcio utilizados. Como se observa, los niveles utilizados de óxido de calcio generan una variación con respecto al testigo (0 %). Se observa, por ejemplo, con respecto a la humedad óptima al incrementarse los niveles de óxido de calcio la humedad tiende a reducirse, mientras que, para la DMS, el CBR 95 % y CBR 100 % se incrementan los niveles conforme se incrementa el óxido de calcio. Los valores que se comparan son la media (promedio) y su dispersión en forma de error estándar.

Tabla 5

Comportamiento de cuatro variables por efecto de cinco niveles de óxido de calcio (media \pm error estándar)

Nivel de óxido de calcio	Humedad óptima (%)	DMS (g/cm^3)	CBR 95%	CBR 100%
0 %	17.30 \pm 0.30	1.57 \pm 0.01	6.45 \pm 0.15	6.90 \pm 0.10
1 %	15.85 \pm 0.35	1.60 \pm 0.01	16.40 \pm 0.30	17.20 \pm 0.30
3 %	15.30 \pm 1.20	1.64 \pm 0.01	22.00 \pm 0.10	23.35 \pm 0.15
5 %	11.85 \pm 0.35	1.68 \pm 0.01	34.00 \pm 0.10	36.80 \pm 0.20
7 %	10.55 \pm 0.55	1.68 \pm 0.01	32.05 \pm 0.25	36.05 \pm 0.25

Nota. DMS = Densidad máxima seca (g/cm^3).

La Figura 8, describe gráficamente el comportamiento de la humedad óptima que confirma lo mencionado, que la humedad óptima reduce su contenido conforme se incrementa el nivel de óxido utilizado. Del mismo modo la Figura 9, describe la variable densidad máxima seca (DMS) expresada en g/cm^3 , por efecto de los niveles de óxido de calcio utilizado.

En ella se puede observar un comportamiento distinto a la anterior variable. Por cada nivel de incremento de óxido de calcio se incrementa el DMS.

Figura 8

Comportamiento de la humedad óptima bajo distintos niveles de óxido de calcio

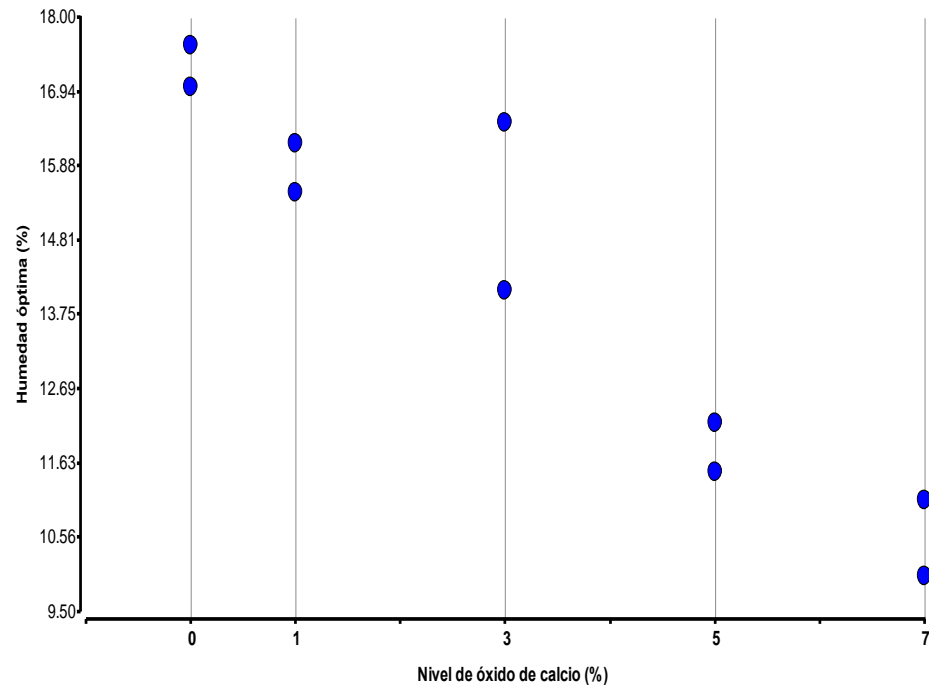
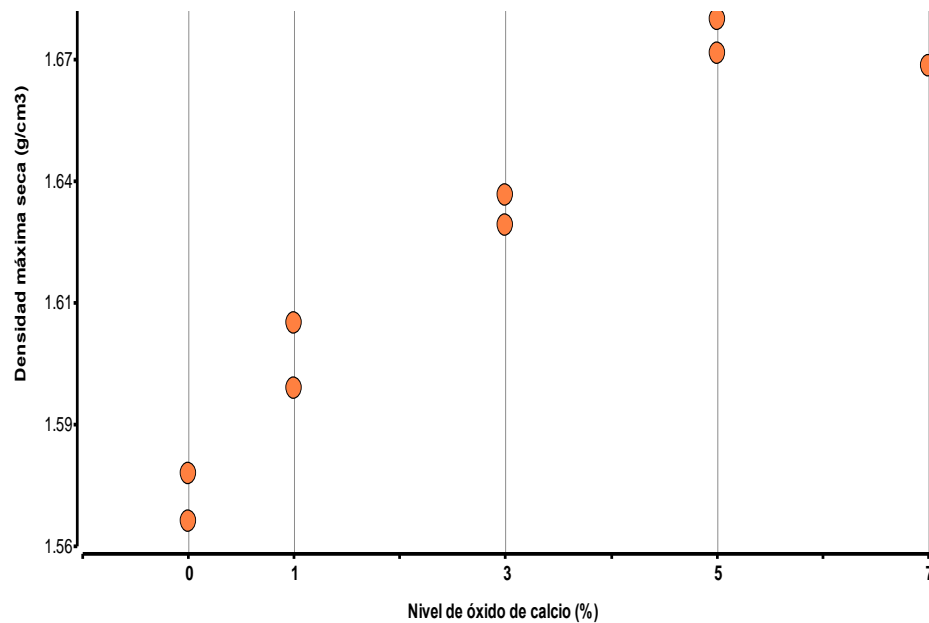


Figura 9

Comportamiento de la Densidad Máxima Seca bajo distintos niveles de óxido de calcio



La Figura 10 y 11 describe el comportamiento del CBR al 95 % y CBR al 100 % respectivamente. En ambos casos se observa un

comportamiento ascendente a mayor nivel de óxido de calcio utilizado en el suelo.

Figura 10

Comportamiento del CBR al 95 % bajo niveles de óxido de calcio

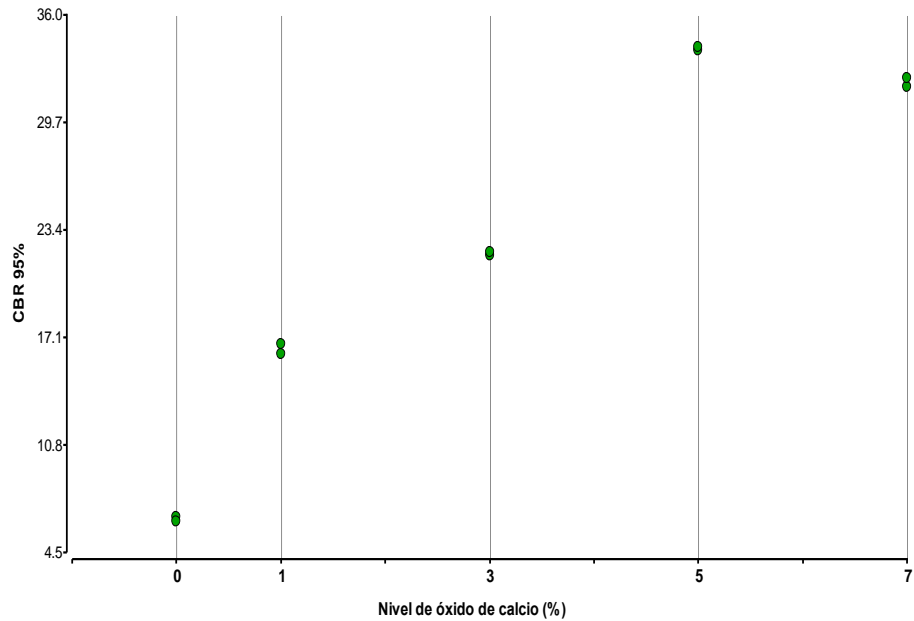
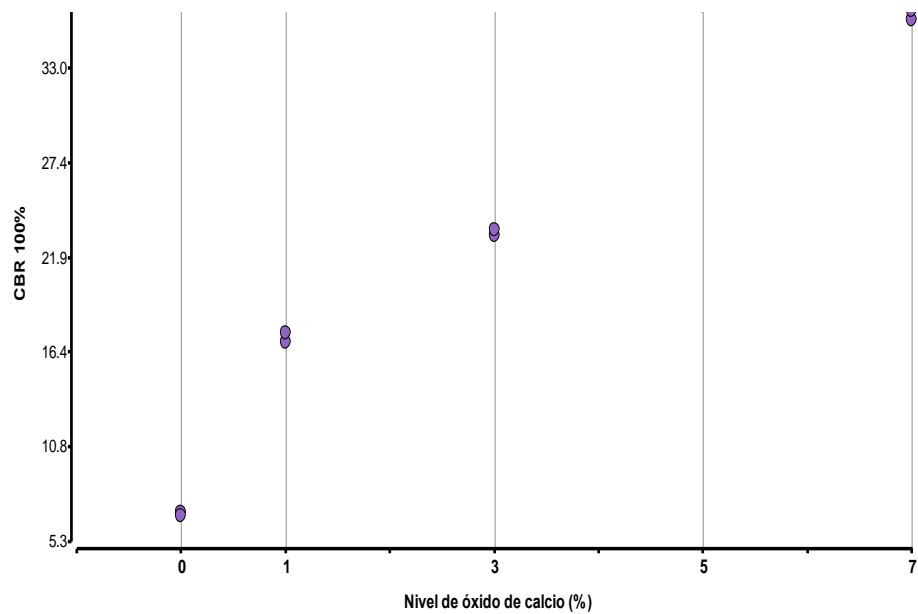


Figura 11

Comportamiento del CBR al 100 % bajo niveles de óxido de calcio



La Tabla 6. describe los intervalos al 95 % de confianza de las variables dependientes bajo los niveles de óxido de calcio utilizados. Esto quiere decir que las variables pueden variar dentro de ese intervalo expresado como LI y LS, con un 95 % de confianza. Esta forma de

describir un comportamiento futuro de cada variable es mucho más descriptiva que ser explicada solo con su media. Como se puede observar la media está dentro del intervalo predicho.

Por ejemplo, para la variable DMS (g/cm^3) con 0 % de óxido de calcio, tiene un intervalo desde 1.50 a 1.64 g/cm^3 al 95 % de confianza, mientras que para un nivel del 1 % de uso de óxido de calcio este intervalo vario desde 1.51 a 1.70 g/cm^3 a un 95 % de confianza. En ambos casos se observa que a media se encuentra en los intervalos descritos.

Tabla 6

Intervalos al 95 % de confianza de las variables dependientes por efecto de los niveles de óxido utilizados en el suelo

Nivel de óxido de calcio	Variable	Media	E.E.	LI (95 %)	LS (95 %)
0 %	Humedad óptima (%)	17.30	0.30	13.49	21.11
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.57	0.01	1.50	1.64
	CBR 95 %	6.45	0.15	4.54	8.36
	CBR 100 %	6.90	0.10	5.63	8.17
	Humedad óptima (%)	15.85	0.35	11.40	20.30
1 %	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.60	0.01	1.51	1.70
	CBR 95 %	16.40	0.30	12.59	20.21
	CBR 100 %	17.20	0.30	13.39	21.01
	Humedad óptima (%)	15.30	1.20	0.05	30.55
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.64	0.00	1.59	1.68
3 %	CBR 95 %	22.00	0.10	20.73	23.27
	CBR 100 %	23.35	0.15	21.44	25.26
	Humedad óptima (%)	11.85	0.35	7.40	16.30
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.68	0.00	1.63	1.73
	CBR 95 %	34.00	0.10	32.73	35.27
5 %	CBR 100 %	36.80	0.20	34.26	39.34
	Humedad óptima (%)	10.55	0.55	3.56	17.54
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.68	0.01	1.55	1.81
	CBR 95 %	32.05	0.25	28.87	35.23
	CBR 100 %	36.05	0.25	32.87	39.23

Nota. E:E= Error estándar; LI(95 %)= Límite inferior al 95 % de confianza; LS(95 %)= Límite superior al 95 % de confianza.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para realizar la inferencia de los niveles de óxido de calcio utilizados sobre las variables dependientes se pusieron a prueba las hipótesis

estadísticas entre la hipótesis nula (que no existe influencia de los niveles de óxido de calcio sobre las variables dependientes) y la hipótesis alterna (si existe influencia de los niveles de óxido de calcio sobre las variables dependientes). Para ello se utilizó el modelo a una sola vía, llamada diseño completamente al azar (DCA), cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + NO_i + e_{ij}$$

Donde:

Y= variable dependiente

U= Media

NO_i= efecto del i-ésimo nivel de óxido de calcio

e_{ij}= error experimental

Se trabajó con un 5 % de nivel de significancia, que equivale a la máxima probabilidad de rechazar la hipótesis nula y se aplicó una prueba de medias con el estadístico de Tukey al 5 % de nivel de significancia.

Antes de realizar el análisis de varianza bajo el modelo propuesto, se realizaron las pruebas de normalidad de las variables dependientes para asegurar que tienen un comportamiento y medición paramétrica, cumpliendo el supuesto de normalidad es posible realizar el análisis de varianza para variables paramétricas.

La Tabla 7, muestra la prueba de normalidad de los residuos de las variables dependientes utilizando la prueba de Shapiro Wilks modificada. La inferencia utilizada es a un 5 % de nivel de significancia, resultando la prueba de dos hipótesis. La hipótesis nula: Tiene distribución normal, y la hipótesis alterna: no tiene distribución normal; por lo tanto, para rechazar la hipótesis nula la probabilidad (p-valor) debe ser menor a 0.05. Por ello, si la probabilidad es mayor a 0.05 se sugiere que las variables tienen distribución normal. Como puede verse en la tabla 7, los residuos de cada variable superan el 5 % o el

0.05, por lo que se concluye que con base a la prueba de Shapiro Wilks modificado las variables dependientes tienen distribución normal (p-valor > 0.05) o en su defecto, no se demuestra evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.

Tabla 7

Prueba de normalidad para las variables dependientes

Residuo de las Variables dependientes	p-valor
H optima	0.8894 NS
DMS	0.3767 NS
CBR 95 %	0.4179 NS
CBR 100 %	0.1669 NS

Nota. NS= no significativo.

4.2.1 VARIABLE DEPENDIENTE: HUMEDAD ÓPTIMA

Se realizó el análisis de varianza para esta variable dependiente y se detalla en la Tabla 8, donde se observa que el p-valor obtenido es menor a 0.05 (5 %), por lo que se demuestra que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto se acepta la hipótesis alternante, señalando que existe un efecto sobre los niveles de óxido de calcio utilizado sobre la humedad óptima, o también se puede afirmar que existe diferencias estadísticas entre los distintos niveles de óxido de calcio sobre la humedad óptima.

Tabla 8

Análisis de varianza para el nivel de óxido de calcio sobre la humedad óptima (%)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo	64.77	16.19	19.48	0.003
Nivel de óxido de calcio	64.77	16.19	19.48	0.003 *
Error	4.16	0.83		
Total	68.92			

Nota. *= Significativo, a un 5 % de nivel de significancia.

Con base a estos resultados, se realizó la prueba de medias utilizando el estadígrafo de Tukey al 5 % de nivel de significancia, que se detalla en la Tabla 9. Como se puede observar se tienen dos grupos claramente conformados y estadísticamente diferenciados.

Tabla 9

Prueba de medias entre los niveles de óxido de calcio para la humedad óptima, con el estadígrafo de Tukey al 5 % de nivel de significancia

Nivel de óxido de calcio	media + error estándar	
0 %	17.30 ± 0.30	A
1 %	15.85 ± 0.35	A
3 %	15.30 ± 1.20	A
5%	11.85 ± 0.35	B
7 %	10.55 ± 0.55	B

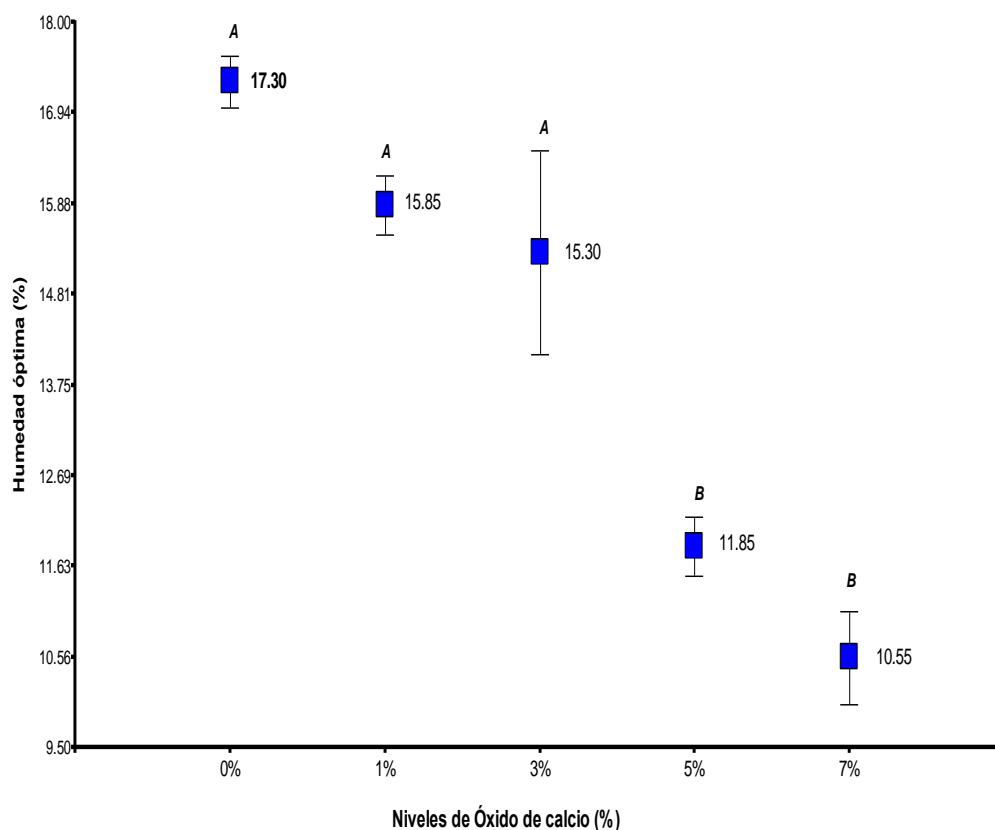
Nota. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas según prueba de Tukey al 5 % de nivel de significancia.

El primer grupo con letra A, incluye los niveles de 0 %, 1 % y 3 % de óxido de calcio, que tienen un comportamiento estadístico similar o igual con respecto a la humedad óptima que va desde 17.30 hasta 15.30 %. El segundo grupo con letra B, corresponde a los niveles 5 % y 7 % de óxido de calcio, que logra una humedad óptima que va desde 11.85 a 10.55 %. Por lo tanto, se demuestra que existe menor humedad óptima a mayor nivel de óxido de calcio utilizado.

La Figura 12 describe mejor el comportamiento de la humedad óptima bajo distintos niveles de óxido de calcio utilizados en el suelo. Se demuestra con la humedad óptima tiene un comportamiento similar así se use 0%, 1% o 3% de óxido de calcio y que a un mayor nivel de óxido de calcio (5 y 7%) la humedad óptima se reduce significativamente. Utilizar un 5% o un 7% de óxido de calcio se obtiene igual humedad óptima.

Figura 12

Humedad óptima bajo distintos niveles de óxido de calcio



La tendencia que demuestra la Figura 12, pareciera que es lineal con pendiente negativa. Para demostrar ese comportamiento se realizó un análisis de correlación utilizando el estadígrafo de Pearson al 5 % de nivel de significancia. la hipótesis alterna es que si existe una correlación y para ello la probabilidad debe ser menor a 0.05.

La Tabla 10 muestra el análisis de correlación y se obtiene un coeficiente de Pearson de -0.95, señalando una correlación negativa, por lo que se concluye que existe correlación negativa (p-valor < 0.05).

Tabla 10

Análisis de correlación entre la humedad óptima y los niveles de óxido de calcio

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Nivel de óxido de calcio %	H optima	10	-0.95	<0.0001 **

Nota. **= altamente significativo.

Debido a que existe una correlación, se presume una tendencia lineal, pero no se descarta también una tendencia cuadrática, por lo que se realizó los contrastes ortogonales para definir las tendencias que puedan existir, lo que ocupa principalmente una tendencia lineal o cuadrática. El análisis de contrastes ortogonales, se realizó a un 5 % de nivel de significancia. La Tabla 11 describe los resultados. Como puede observarse, se confirma la tendencia lineal (p-valor < 0.05) mientras que se descarta una posible tendencia cuadrática (p-valor > 0.05).

Tabla 11

Contrastes ortogonales para determinar la tendencia del nivel de óxido de calcio

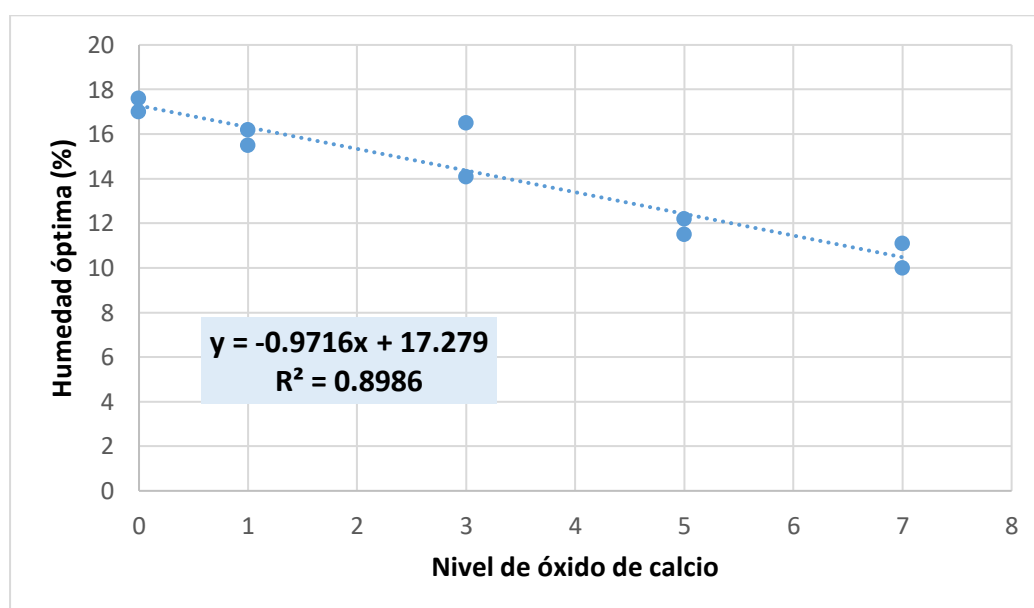
Nivel de óxido de calcio	p-valor
Tendencia lineal	0.0004 *
Tendencia cuadrática	0.3303 NS

Nota. * = Significativo; NS = no significativo.

De acuerdo a estos resultados se realizó una regresión lineal para determinar la ecuación predictora (Figura 13).

Figura 13

Ecuación predictora de la humedad óptima a niveles de óxido de calcio



La ecuación lograda tiene un coeficiente de determinación de 89 % (R²= 0.89), lo cual es un buen nivel de aceptación. Esta ecuación predictora predice la humedad óptima para un nivel de óxido de calcio que va desde 0 % hasta un 7 %. La ecuación lograda es:

$$\text{Humedad óptima (\%)} = -0.9716 * (\text{nivel de óxido de calcio}) + 17.279$$

No existe un nivel óptimo por cuanto esta generalmente se da cuando se logra tendencias cuadráticas. Lo que sí se determina es que a un mayor nivel de óxido de calcio se logra una menor humedad óptima, pero considerando la igualdad estadística lograda entre los niveles 5 % y 7 %, en ambos casos se logra una menor humedad óptima.

4.2.2 Variable dependiente: Densidad Máxima Seca

Se realizó el análisis de varianza para la variable densidad máxima seca tal como se observa en la Tabla 10. Como puede verse, se logra rechazar la hipótesis nula (p-valor < 0.05) y se acepta la hipótesis alternante, donde se determina diferencias estadísticas entre los niveles de óxido de calcio con respecto a la densidad máxima seca.

Tabla 12

Análisis de varianza para el nivel de óxido de calcio sobre la densidad máxima seca

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo	0.02	4.60E-03	53.08	0.0003
Nivel de óxido de calcio	0.02	4.60E-03	53.08	0.0003*
Error	4.00E-03	8.60E-05		
Total	0.02			

Nota. *= Significativo.

Al determinar la significancia del nivel de óxido de calcio, se realizó la prueba de medias aplicando Tukey al 5 % de nivel de significancia (Tabla 13).

Tabla 13

Prueba de medias para la densidad máxima seca a diferentes niveles de óxido de calcio

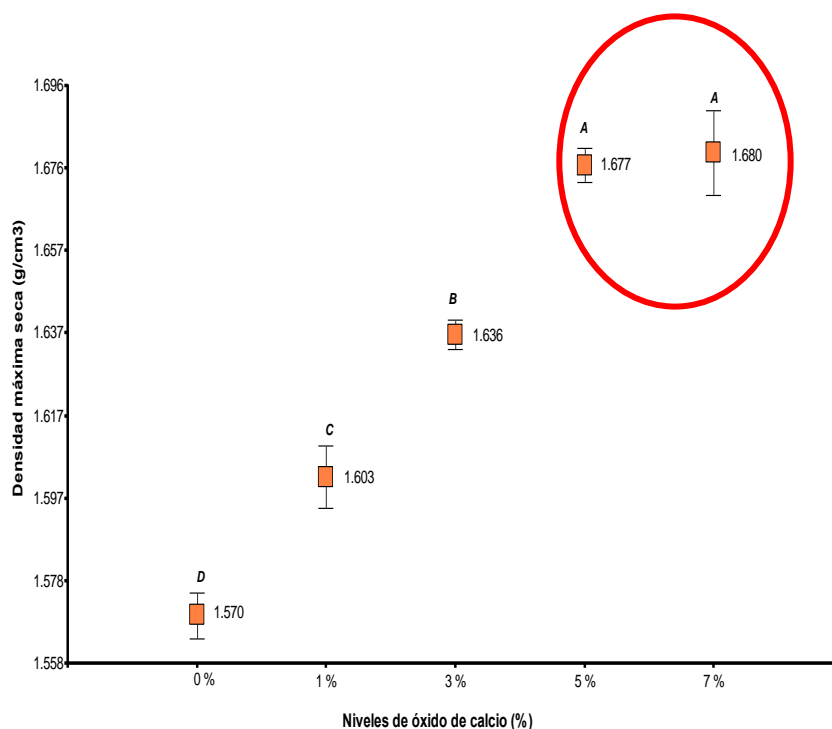
Nivel de óxido de calcio	media + error estándar		
7 %	1.68	± 0.01	A
5 %	1.68	± 0.01	A
3 %	1.64	± 0.01	B
1 %	1.6	± 0.01	C
0 %	1.57	± 0.01	D

Nota. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas según la prueba de Tukey a un 5 % de nivel de significancia.

Como se puede observar, se formaron cuatro grupos estadísticamente diferenciados, siendo el grupo A (7 % y 5 %) los que presentan mayor densidad máxima seca que los otros grupos. El testigo, es decir, la no aplicación de óxido de calcio determina la menor densidad máxima seca del suelo. La Figura 14, presentó mejor este comportamiento.

Figura 14

Densidad máxima seca a distintos niveles de óxido de calcio



Tal como se observa, existe una tendencia ascendente de la densidad máxima seca conforme se incrementa el uso de óxido de calcio en el suelo. Por otra parte, también se observa que el uso de 5 % o 7 % de óxido de calcio, se logra la misma densidad máxima seca estadísticamente.

Se realizó un análisis de correlación (Tabla 14) aplicando el estadígrafo de Pearson al 5 % de nivel de significancia. Se demuestra una alta correlación o dependencia de la densidad máxima seca con respecto al nivel de óxido de calcio utilizado en el suelo. Describe un coeficiente de 0.95 positivo es decir genera una tendencia creciente.

Tabla 14

Análisis de correlación entre el nivel de óxido de calcio y la densidad máxima seca

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Nivel de óxido de calcio %	DMS	10	0.95	<0.0001**

Nota. **= altamente significativo.

Para determinar la existencia de una tendencia lineal o cuadrática se realizó el análisis de contrastes ortogonales, según la Tabla 15, no existe evidencia estadística (p-valor > 0.05) para afirmar la existencia de una tendencia cuadrática. Sin embargo, si se determina una tendencia lineal (p-valor < 0.05).

Tabla 15

Análisis de contrastes ortogonales para determinar la tendencia del nivel de óxido de calcio

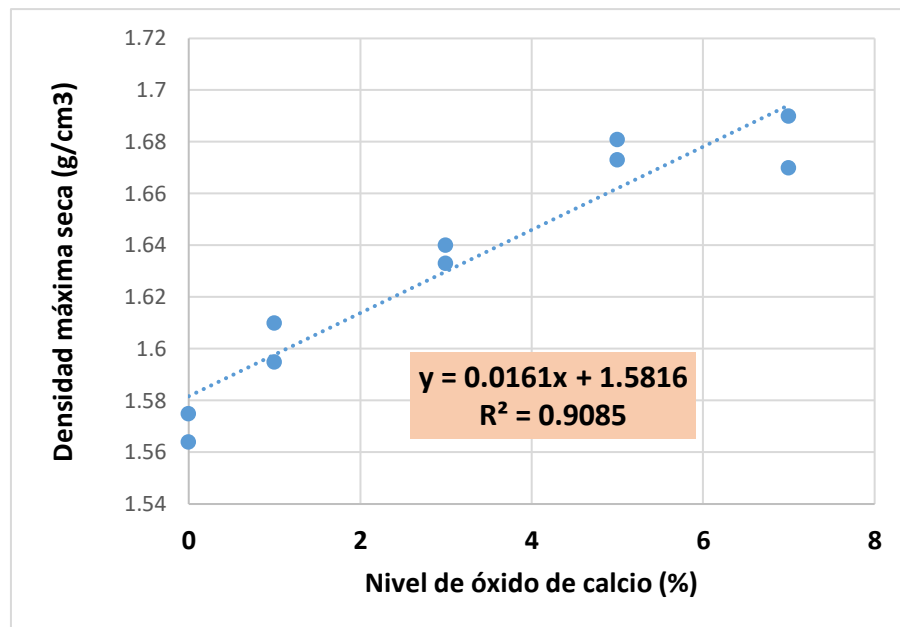
Nivel de óxido de calcio	p-valor
Tendencia lineal	<0.0001**
Tendencia cuadrática	0.0809 NS

Nota. **= Altamente significativa; NS= no significativo.

Como se determinó la existencia de una tendencia lineal, se realizó la regresión lineal, para determinar la ecuación predictora, tal como se muestra en la Figura 15.

Figura 15

Ecuación predictora de la densidad máxima seca bajo niveles de óxido de calcio



Tal como se observa en la Figura 15, la ecuación predictora tiene un coeficiente de determinación de 0.90, siendo aceptable la ecuación lineal predictora. Esta ecuación lineal predice el comportamiento de la densidad máxima seca entre los niveles de 0 % al 7 % de óxido de calcio. Esta ecuación es:

$$\text{DMS (g/cm}^3\text{)} = 0.0161 \cdot \text{Nivel de óxido de calcio} + 1.5816$$

No presenta un nivel óptimo por cuanto se determina que los máximos niveles de óxido de calcio en estudio (5 % y 7 %) determinan los mayores valores de densidad máxima seca, y recordando el resultado de la prueba de medias, estos dos niveles son estadísticamente iguales, es decir, sea el 5 % o el 7 % se obtiene la misma densidad máxima seca del suelo.

4.2.3 VARIABLE DEPENDIENTE: CBR AL 95 %

Se realizó el análisis de varianza de los niveles de óxido de calcio para la variable CBR al 95 %. La Tabla 16, describe los resultados. Como puede observarse existe alta evidencia estadística (p -valor < 0.0001) para rechazar la hipótesis nula, por lo que podemos afirmar que existe un efecto de los niveles de calcio sobre la variable BCR al 95 %. Con base a

estos resultados se realizó la prueba de medias mediante Tukey al 5 % de nivel de significancia.

Tabla 16
Análisis de varianza para la variable CBR al 95%

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo	1036.01	259	3320.53	<0.0001
Nivel de óxido de calcio	1036.01	259	3320.53	<0.0001**
Error	0.39	0.08		
Total	1036.4			

Nota. **= altamente significativo.

La Tabla 17, describe la prueba de medias realizada, después de resultar altamente significativo el análisis de varianza. Se observa que cada nivel de óxido de calcio son altamente diferentes estadísticamente, logrando mayor CBR al 95 un nivel del 5 % de óxido de calcio (34 %), seguido del 7 % de óxido de calcio (32.05 %). El testigo, con 0 % de óxido de calcio logra el menor valor de CBR 95 %.

Tabla 17
Prueba de medias para la variable CBR al 95 % bajo distintos niveles de óxido de calcio

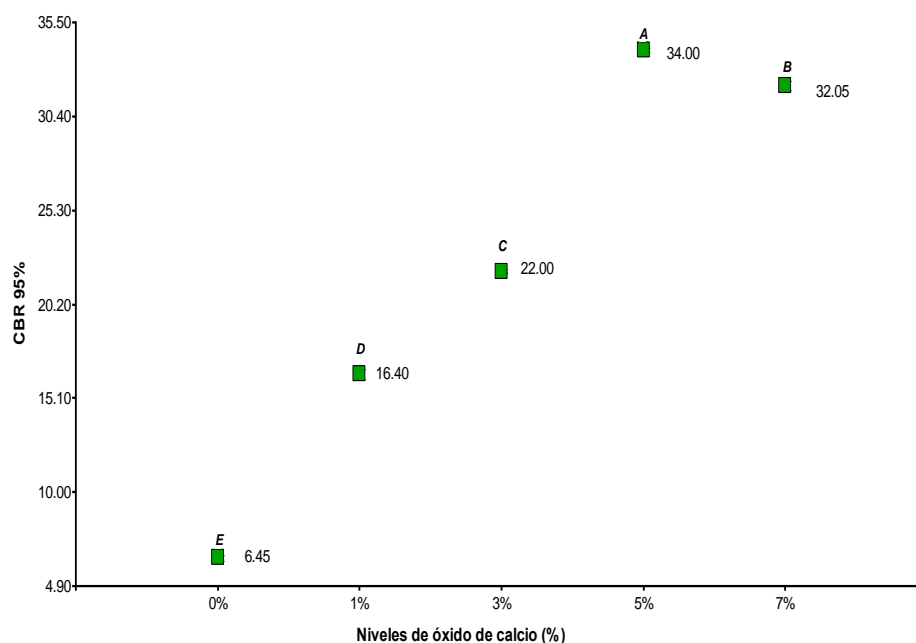
Nivel de óxido de calcio	media + error estándar	
5 %	34.00 ± 0.10	A
7 %	32.05 ± 0.25	B
3 %	22.00 ± 0.10	C
1 %	16.40 ± 0.30	D
0 %	6.45 ± 0.15	E

Nota. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas según prueba de Tukey al 5 % de nivel de significancia.

La Figura 16, describe mejor este resultado. Como puede observarse el mayor valor de CBR 95 % se logra a un 5 % de óxido de calcio. Si comparamos con los menores niveles de óxido de calcio, se puede determinar una tendencia ascendente. Esta tendencia ascendente, puede que corresponda a una tendencia lineal o a una tendencia cuadrática.

Figura 16

Comportamiento de CBR 95 % bajo distintos niveles de óxido de calcio



Para determinar la tendencia existente en primer lugar se determinó la correlación entre el nivel de óxido de calcio utilizado y los valores obtenidos de CBR 95 %, tal como se muestra en la Tabla 17. Como se puede observar existe una alta correlación entre estas dos variables, logrando un coeficiente de Pearson de 0.93, el cual es altamente aceptable para confirmar la existencia de una dependencia de los valores de CBR 95% con respecto a la variación de los niveles de óxido de calcio utilizados en el suelo.

Tabla 18

Análisis de correlación para las variables nivel de óxido de calcio y CBR 95%, con el estadístico de Pearson al 5 % de nivel de significancia

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Nivel de óxido de calcio %	CBR 95 %	10	0.93	0.0001**

Nota. **= altamente significativo.

Al existir la dependencia o correlación entre estas dos variables se determinó la tendencia existente a través del análisis de contrastes ortogonales para determinar si corresponde una tendencia lineal o una tendencia cuadrática, y así poder obtener el modelo de regresión según los resultados. La Tabla 19, muestra el análisis de contrastes ortogonales

realizado. Como puede observarse, es evidente la existencia de una tendencia cuadrática (p-valor < 0.0001).

Tabla 19
Análisis de contrastes ortogonales

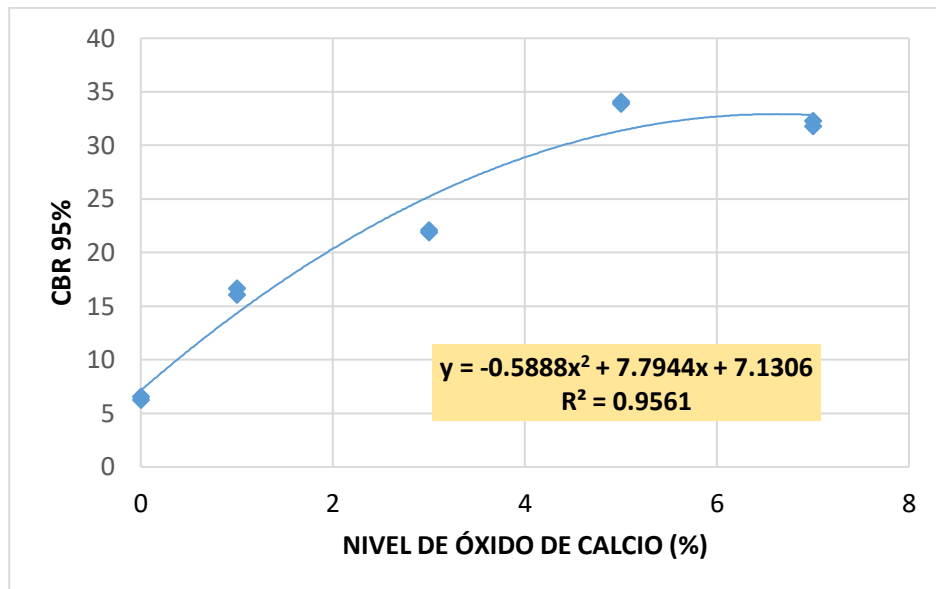
Nivel de óxido de calcio	p-valor
Tendencia lineal	<0.0001**
Tendencia cuadrática	<0.0001**

Nota. **= altamente significativo

La Figura 17, describe la regresión lineal de esta tendencia cuadrática, mostrando un coeficiente de determinación (R²) de 0.9561, el cual es aceptable. La ecuación predictora esta representada por una ecuación cuadrática que predice los valores de CBR 95 % ante cualquier nivel de óxido de calcio definida entre 0 % a 7 %. Mas allá de este intervalo el modelo pierde seguridad de predicción. La ecuación predictora es:

$$\text{CBR 95 \%} = -0.5888 \cdot (\text{Nivel de óxido de calcio})^2 + 7.7944 \cdot (\text{nivel de óxido de calcio}) + 7.1306$$

Figura 17
Regresión lineal de la tendencia cuadrática del CBR 95 % a distintos niveles de óxido de calcio



Esta ecuación al ser cuadrática representa a una curva el cual tiene un punto máximo, llamado valor óptimo, que principalmente corresponde

a la recta tangente de esta curva. Para determinar el punto óptimo o de máximo valor para el CBR 95 % en un determinado nivel de óxido de calcio, realizaremos la primera derivada de la ecuación predictora. Esta nueva ecuación representará la recta tangente a esta curva. La recta tangente resultó:

$$Y' = - 1.1776 * X + 7.7944$$

Para determinar valor máximo representado por Y, se debe determinar el valor crítico de X, que es el valor que genera el mayor valor de la variable dependiente. Por lo tanto para determinar el valor crítico de X (Nivel de óxido de calcio) hacemos cero la ecuación de la primera derivada (Recta tangente), resultando:

$$0 = - 1.1776 * X + 7.7944$$

$$1.1776 * X = 7.7944$$

$$X = 7.7944 / 1.1776$$

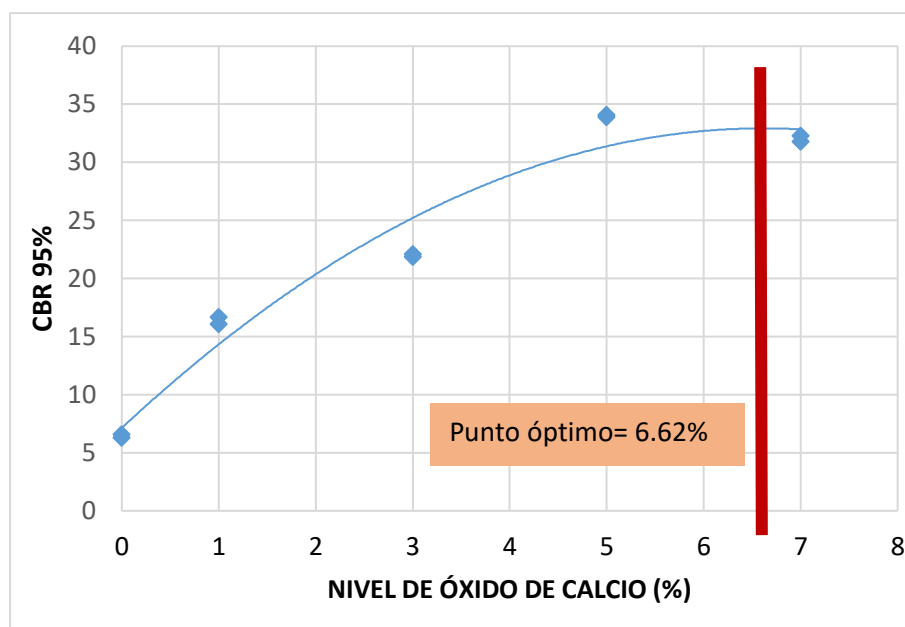
$$X = 6.6188$$

Por lo tanto, se tiene que el punto máximo o valor óptimo del nivel de óxido de calcio es:

Punto óptimo de óxido de calcio = 6.6188 %

En otras palabras el punto óptimo del nivel del óxido de calcio aplicado en el suelo es de 6.62 %, con esa proporción, se logra un máximo CBR al 95 %, tal como se describe en la Figura 18.

Figura 18
 Nivel óptimo de óxido de calcio para la variable CBR 95 %



4.2.4 VARIABLE DEPENDIENTE: CBR AL 100 %

Se realizó el análisis de varianza para la variable CBR al 100 %, considerando los niveles de óxido de calcio. La Tabla 18, describe estos resultados. Se demuestra una alta significancia (p -valor < 0.0001) entre los distintos niveles de óxido de calcio, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternante, que concluye que si existe un efecto del óxido de calcio sobre el suelo con respecto a CBR al 100 %.

Tabla 20
 Análisis de varianza de los niveles de óxido de calcio con respecto a CBR 100 %

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo	1296.19	324.05	3600.54	<0.0001
Nivel de óxido de calcio	1296.19	324.05	3600.54	$<0.0001^{**}$
Error	0.45	0.09		
Total	1296.64			

Nota. ** = altamente significativo.

Al resultar significativo los niveles de óxido de calcio se procedió a realizar la prueba de medias con Tukey al 5 % de nivel de significancia.

La Tabla 21, describe esta prueba de medias. Se logra una igualdad estadística entre los niveles de 5 y 7 % de óxido de calcio, mientras que el testigo, es decir el no uso de óxido de calcio (0 %) logra el menor valor de CBR al 100 %.

Tabla 21

Prueba de medias para el CBR al 100 % bajo distintos niveles de óxido de calcio

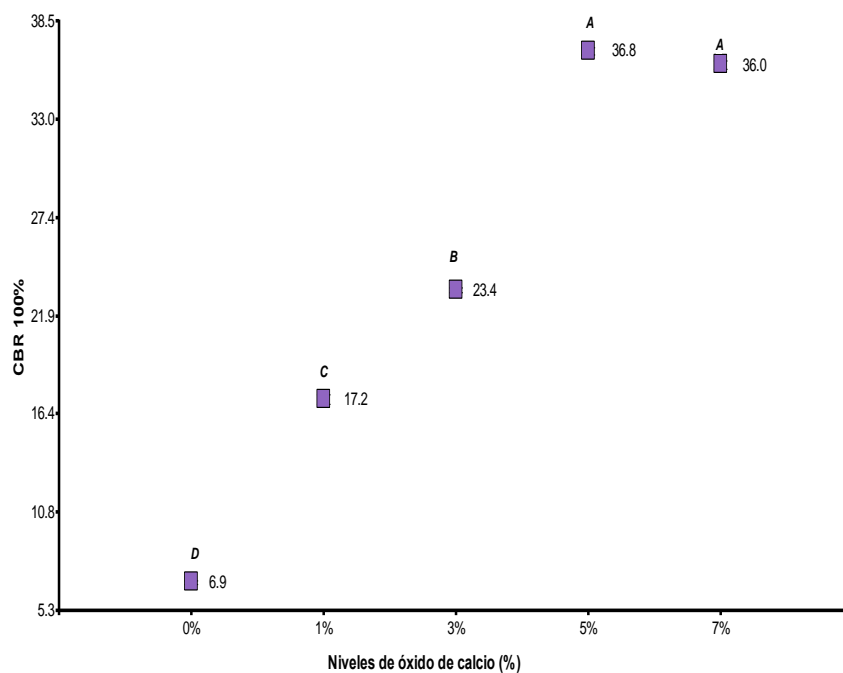
Nivel de óxido de calcio	media + error estándar	
5 %	36.80 ± 0.20	A
7 %	36.05 ± 0.25	A
3 %	23.35 ± 0.15	B
1 %	17.20 ± 0.30	C
0 %	6.90 ± 0.10	D

Nota. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas según Prueba de Tukey al 5 % de nivel de significancia

La Figura 19, describe mejor el comportamiento de la variable CBR al 100 % bajo los distintos niveles de óxido de calcio. Como se puede observar los valores de CBR al 100 % tienden a incrementarse conforme aumenta el nivel de óxido de calcio utilizado en el suelo.

Figura 19

Comportamiento de CBR al 100 % bajo distintos niveles de óxido de calcio



Se realizó el análisis de correlación entre las dos variables, tal como se demuestra en la Tabla 22, donde se demuestra que si existe una alta correlación entre las dos variables: niveles de óxido de calcio y CBR al 100 %. Esto demuestra que relación entre estas variables puede ser representada mediante un modelo matemático.

Tabla 22
Análisis de correlación de Pearson para las dos variables en estudio

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Nivel de óxido de calcio %	CBR 100 %	10	0.95	<0.0001**

Nota. **= altamente significativo.

Se realizó el análisis de contrastes ortogonales para definir las tendencias existentes entre estas dos variables de estudio. Estas tendencias pueden ser lineal o cuadrática. La Tabla 23, muestra una alta significancia para una tendencia cuadrática, por lo que se confirma la existencia de una tendencia cuadrática que puede explicar el comportamiento de estas dos variables a través de un modelo de predicción.

Tabla 23
Análisis de contraste ortogonales para definir la tendencia entre las dos variables de estudio

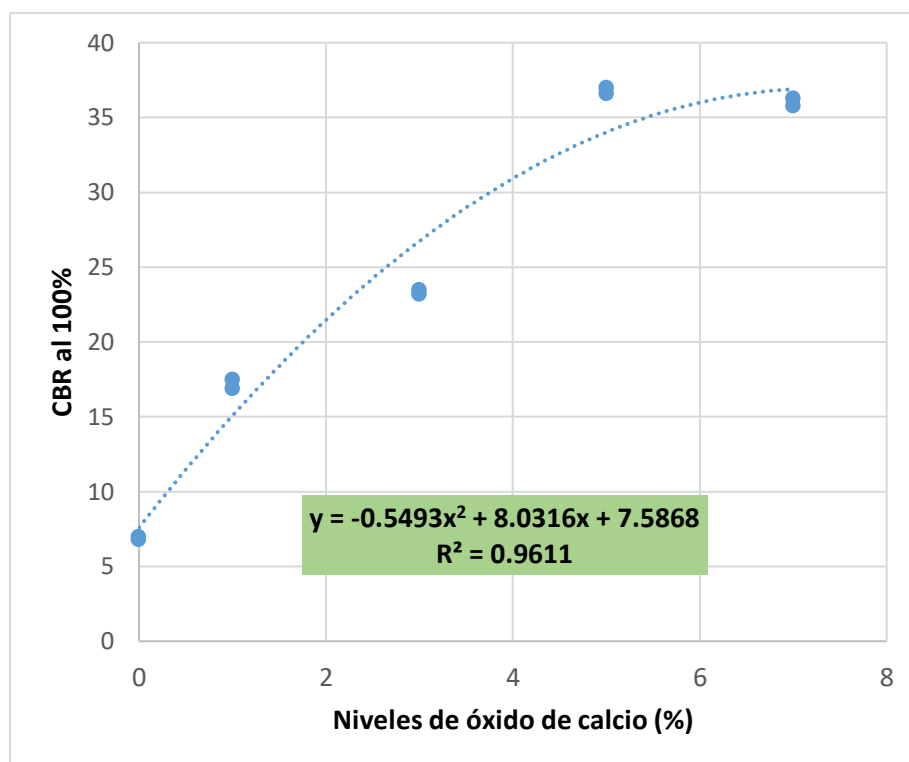
Nivel de óxido de calcio	p-valor
Tendencia lineal	<0.0001**
Tendencia cuadrática	<0.0001**

Nota. **=altamente significativo

La Figura 20, describe el modelo de regresión lineal cuadrático. Como se observa, la tendencia creciente es representada por el modelo matemático de tendencia cuadrática. Esta ecuación es:

$$\text{CBR 100 \%} = - 0.5493 * (\text{Nivel de óxido de calcio})^2 + 8.0316 * (\text{nivel de óxido de calcio}) + 7.5868$$

Figura 20
Regresión lineal de CBR al 100 %



El modelo descrito predice el valor de CBR al 100 % entre los niveles de 0 % hasta 7 % de óxido de calcio, con un coeficiente de determinación del 96 %, el cual es aceptable.

Para determinar el nivel óptimo de óxido de calcio donde se logre el mayor valor de CBR al 100 %, se realizó el cálculo de valor máximo a través de la primera derivada de la ecuación cuadrática, el cual resultará en una ecuación que representa la recta tangente a la curva. Esta primera derivada resultó:

$$Y' = -1.0986*(X) + 8.0316$$

De acuerdo con ello, para determinar el valor crítico (Máximo) para X (Nivel de óxido de calcio) se hace 0 el valor de Y', resultando el valor de X:

$$0 = -1.0986*X + 8.0316$$

$$1.0968*X = 8.0316$$

$$X = 7.32$$

Por lo tanto, el valor crítico para el nivel de óxido de calcio es de 7.32 %, donde con este valor, se logra el mayor CBR al 100 %; sin embargo, este nivel escapa del rango del modelo predictivo (Desde 0 % hasta 7 %). Por lo tanto, el punto óptimo o punto crítico para el nivel de óxido de calcio, está fuera de los parámetros estudiados.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Con respecto al objetivo general: Determinar la influencia de la estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio buscando la mejora de sus propiedades a nivel físico - mecánicas en Supte San Jorge.

El suelo del centro poblado Supte San Jorge cuenta con la presencia de arcilla de mediana plasticidad de consistencia blanda, la cual se vio reflejada en los ensayos de laboratorio de se realizó, produciendo deformaciones significativas en el suelo, debido a este problema, se analizó la influencia del óxido de calcio como estabilizador químico, que al adicionarse con el suelo natural presentan mejoras en las propiedades mecánicas del suelo, reduciendo principalmente del índice de plasticidad, resultado que coincide con Palli (2015), manifiesta que al mezclar un suelo con el estabilizador químico este crea de forma rápida una reacción de floculación e intercambio iónico, mientras que Altamirano y Díaz (2015), expresan que al adicionar cal a los suelos arcillosos, presenta una mejora significativa en cuanto a la densidad de compactación y plasticidad, debido a la reacción exotérmica del estabilizador químico, aumentando la capacidad de soporte de suelo.

Con respecto al objetivo específico N° 01: Determinar las propiedades físicas - mecánicas del suelo en Supte San Jorge.

En la investigación realizada por Castillo (2017), quien a través de los ensayos de laboratorio determino que investigar un suelo con un porcentaje de limite liquido igual a 168.99 %, este requiere de métodos de clasificación distintos, debido a que la carta de clasificación de suelos se utiliza para suelos con porcentajes menores al 100 %, clasificando así al suelo como arcilla orgánica de alta comprensibilidad. Resultado contrario demostró Torres y Landa (2020), donde el porcentaje de limite liquido es igual a 36.71 %, expresando como resultado final a un suelo de arcilla arenosa de baja plasticidad. Por su parte López y Ortiz (2018), quien determinó que los suelos de su investigación presentaba un porcentaje de limite liquido igual a 22.07 % y 24.30 %, clasificando a los suelos como arena limosa y arena limo – arcillosa

con grava respectivamente. De acuerdo a los datos obtenidos en laboratorio ambas muestras en estudio, presentan un porcentaje líquido igual a 30.50 %, 31 %, clasificando al suelo como arcilla de mediana plasticidad suelo de color gris amarillento, de consistencia blanda. (Anexo pág. 75 al 116).

Con respecto al objetivo específico N° 02: Cuantificar el valor óptimo de óxido de calcio para tratar al suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio el punto óptimo de nivel de óxido de calcio aplicado en el suelo del centro poblado Supte San Jorge es de 6.62 % (Figura 18), determinándose en el ensayo de Relación de Soporte de California (Cbr), al 95 % de la máxima densidad seca y a una penetración de carga de 2.54 mm, encontrándose dentro de los intervalos estudiados. De manera similar Altamirano y Díaz (2015), manifestaron que a través de su investigación el valor óptimo de cal fue del 9 % obteniendo así mejores condiciones de suelo, ya que lograron reducir a un 61 % la propiedad de mayor incidencia que es el hinchamiento o la expansión. Así mismo Avila (2021), determinó que al adicionar el 3% de óxido de calcio con respecto al peso del suelo natural en estudio, este presenta un aumento en su resistencia, todo eso al 95 % de su resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

Con respecto al objetivo específico N° 03: Determinar el índice de plasticidad y resistencia del suelo estabilizado al comparar con el suelo natural.

Para García (2015), el índice de plasticidad de un suelo arcilloso disminuye a medida que se le incorpora un mayor porcentaje de cal, presentando un IP de 11.26 % y también manifiesta que la resistencia del suelo natural con la adición de la cal aumenta su densidad máxima seca. Por otro lado Parra (2018), quien también tuvo resultados similares, expuso que al adicionar un 8 % de cal, la resistencia del suelo aumenta, perfilando a la cal como una mejor opción de mejora para los suelos. De acuerdo a los análisis obtenidos, presenta un IP de 15 % (Figura 15); así mismo se pudo observar que al 5 % de óxido de calcio se obtiene el mayor valor de resistencia, la cual en comparación al suelo natural o valores menores de óxido de calcio, presenta una tendencia ascendente. (Figura 14).

CONCLUSIONES

Se obtuvo una influencia positiva al estabilizar un suelo arcilloso mediante óxido de calcio, al mejorar las propiedades a nivel físico – mecánicas del suelo de Supte San Jorge, demostrando mejoras significativas en todos los ensayos que tuvieron un nivel de significancia del 5 %.

Se lograron mejorar las propiedades del suelo, mediante los ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Contenido de Humedad, Densidad Máxima del Suelo y el ensayo de Resistencia (Cbr), demostrando que el óxido de calcio puede ser utilizado como estabilizador químico para suelos con arcilla de mediana plasticidad, garantizando una adecuada durabilidad y un aumento en el valor de soporte o resistencia del suelo.

Se determinó que el porcentaje óptimo de óxido de calcio al adicionar los diferentes porcentajes de 1 %, 3 %, 5 % y 7 % para el suelo del centro poblado Supte San Jorge, por lo cual que el valor óptimo es de 6.6 % respecto al peso de la muestra, de modo que el suelo mostró una buena resistencia y densidad máxima seca dentro de los porcentajes 5 % y 7 %, cumpliendo de esta forma con los parámetros establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

El índice de plasticidad en los tres niveles de espesores evaluados (0.30 - 0.50 m, 0.50 - 1.00 m, 1.00 - 1.50 m) tiende a presentar un comportamiento decreciente a medida que se aumenta el espesor de la evaluación, determinándose que tiene un intervalo de 29 hasta 27.71 al 95 % de confianza con respecto al suelo natural; se logró comprobar la mejora de la resistencia del suelo estabilizado con el suelo sin estabilizar al incorporar óxido de calcio, teniendo un Cbr de suelo natural de la C-01 del 6.6 % al (95 % DMS), se determinó que al incorporarse 5 % de cal, esta aumento su CBR al 33.9 % y al incorporarse 7 % de cal, esta disminuye su CBR al 31.8 %, asimismo en la C-02 se obtuvo el 6.3% al (95 % DMS), se determinó que al incorporarse 5 % de cal, , esta aumento su CBR al 34.1% y al incorporarse 7 % de cal, esta disminuye su CBR al 32.3 %, reduciendo su expansión y capacidad de absorción húmedo de cada calicata estudiada.

RECOMENDACIONES

- A la Municipalidad del Centro Poblado Supte San Jorge, tomar en cuenta la investigación para futuros proyectos de construcción y que precisaría para estabilizar suelos.
- Es necesario el uso del óxido de calcio como estabilizador químico para los suelos que presenta el centro poblado, teniendo en cuenta que el tipo de suelo de las calles del Centro Poblado Supte San Jorge son arcillosas; ya que de esta manera se logra mejorar sus propiedades, de expansión, resistencia entre otros permitiendo que el suelo logre alcanzar los parámetros establecidos por la MTC.
- Es necesario realizar otros estudios de suelo en la zona, debido al crecimiento exponencial de la población, ya que en la actualidad no presenta ningún estudio, impidiendo que a su vez tenga un crecimiento adecuado en cuanto al desarrollo de sus vías.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altamirano, G, y Díaz, A. (2015). *Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí-Rivas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua]. Repositorio Institucional UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/6456/>
- Ávila, G. (2021). *Mejoramiento de la subrasante de la vía afirmada de la carretera Huánuco - Marabamba mediante la adición de porcentajes de óxido de calcio-2019* [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2795>
- Castillo, B. (2017). *Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UCUENCA. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917>
- CE.020 Suelos y Taludes DS N° 017-2012. (s. f.). <https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619680-ce-020-suelos-y-taludes-ds-n-017-2012>
- Cervantes, M. (2011). *Las coordenadas geográficas de Tingo María. La latitud, la longitud y la altitud sobre el nivel del mar de Tingo María, Perú* [Coordenadas geográficas del Perú]. Dateandtime.info. <https://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3691348>
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (5a ed.). Limusa. <https://libreria-limusa.com/producto/mecanica-de-suelos-y-cimentaciones-6a-ed/>
- Espinosa, J. (1999). *Acidez y Encalado de los Suelos*. [Intragi]. International Plant Nutrition Institute; Universidad Señor de Sipan. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/los-materiales-para-el-encalado-de-suelos-acidos>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). INTERAMERICANA. <https://libreria-limusa.com/producto/mecanica-de-suelos-y-cimentaciones-6a-ed/>
- Jumikis, A. (1967). *Introduction to Soil Mechanics* (1ª ed.). Malabar. <https://libreria-limusa.com/producto/mecanica-de-suelos-y-cimentaciones-6a-ed/>
- López, J., y Ortiz, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la Urbanización San Luis de la ciudad de Abancay* [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio Institucional UTEA. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>
- Montejo, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/e5bda1b4-95af-4aeb-bd75-b6338903682e>

- MTC. (2013). *Suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [MTC]. Manuales de Carreteras; Universidad Señor de Sipán. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- Palli, E. (2015). *Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Del Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2444>
- Parra, M. (2018). Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia.]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22856>
- Ponce, D. (2017). *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha—Puyhuan Grande – Huancavelica* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1414>
- Rico, A, y Juárez, B. (2003). *Mecánica de suelos* (3ª ed.). Limusa. <https://libreria-limusa.com/producto/mecanica-de-suelos-y-cimentaciones-6a-ed/>
- Torres, E, y Landa, A. (2020). *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María—Monzón en la provincia de Leoncio Prado* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653977>
- Tueros, M. (2017). *Incorporación de polvo de caucho en mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la ciudad de Huancayo 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/80/browse?type=author&value=Tueros+Davila%2C+Mercedes+Nadia>
- Vásquez, E. y Rojas, T. (2016). *PH: Teoría y 232 problemas*. Limusa. <https://libreria-limusa.com/producto/mecanica-de-suelos-y-cimentaciones-6a-ed/>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ramirez Rios, O. (2023). *Estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio para mejorar sus propiedades, en Supte San Jorge – provincia de Leoncio Prado* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Estabilización de un suelo arcilloso mediante óxido de calcio para mejorar sus propiedades en Supte San Jorge – provincia de Leoncio Prado”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACION
¿Cómo influye la estabilización con óxido de calcio en las propiedades del suelo arcilloso para el mejoramiento de las calles principales del centro poblado Supte?	Determinar la influencia de la estabilización con óxido de calcio en las propiedades del suelo arcilloso para el mejoramiento de las calles principales del centro poblado Supte	La incorporación de la óxido de calcio mejora la estabilidad de los suelos y las propiedades físico - mecánico para ser usado como capa subrasante de un pavimento, en las calles principales del centro poblado Supte.	X) Variable Dependiente Propiedades físicas y mecánicas del suelo	Porcentaje de óxido de calcio (Cantidad óptima)	-Dosificación porcentual -Índice de plasticidad (%)	La investigación será de tipo aplicado. NIVEL DE LA INVESTIGACION Explicativo DISEÑO DE INVESTIGACION Experimental, que se centrará en los ensayos de laboratorio.

			POBLACION Y MUESTRA
PROBLEMAS ESPECIFICOS:	OBJETIVOS ESPECIFICOS:	HIPOTESIS ESPECIFICOS:	Población: Centro poblado Supte San Jorge del Distrito de Rupa Rupa.
- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo de las calles principales del centro poblado Supte?	-Determinar las propiedades mecánicas del suelo de las calles principales de centro poblado Supte.	-Al determinar las propiedades mecánicas el suelo se podrá usar un tratamiento para las calles principales de centro poblado Supte.	Muestra: Alameda Supte del centro poblado Supte San Jorge del Distrito de Rupa Rupa.
- ¿Cuál es la cantidad óptima de calcio para el tratamiento del suelo?	-Cuantificar el valor óptimo de óxido de calcio a utilizar.	las calles principales de centro poblado Supte.	TÉCNICAS Y EQUIPOS
-¿Qué características presentan los resultados sobre el índice de plasticidad del suelo estabilizado al comprar con el suelo natural?	-Determinar el índice de plasticidad del suelo estabilizado al comparar con el suelo natural.	-Al cuantificar el valor óptimo de óxido de calcio a utilizar.	-Índice de plasticidad (%)
		-Al determinar el índice de plasticidad del suelo estabilizado	-Capacidad de soporte de California (Cbr)
			-Tara
			-Tamices
			-Tasa de porcelana
			-Balanza
			-Pipeta
			-Espátulas
			-Copa de Casa Grande

Propiedades mecánicas

Y) Variable Independiente
Estabilizador químico: Óxido de calcio

al comprar con el
suelo natural.

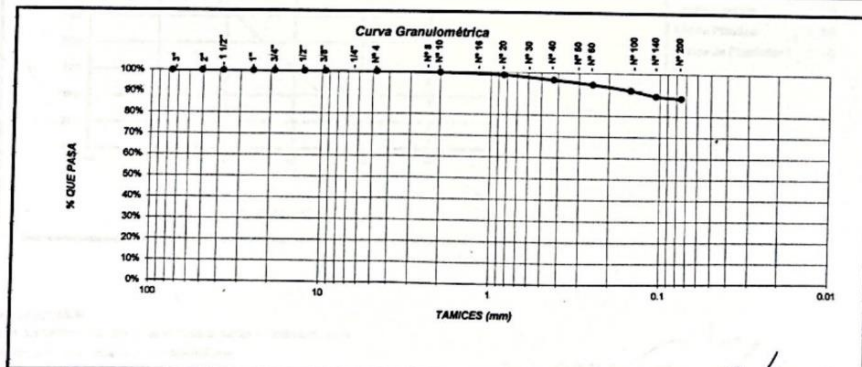
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (GRADACIÓN) DE SUELOS USANDO ANÁLISIS DE TAMIZ
ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTO SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO			Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por	: Arnulfo Rosas
Material	: Subrasante			Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-01 M-01	Norte	: --	Método de Ensayo Utilizado	: Tamizado compuesto "A"
Sondaje / Calicata	: C-01	Este	: --	Tamiz de separación E11	: N° 4
Espesor	: 0.30 - 0.60	Cota	: --		
Progresiva	: --				

DATOS DE ENSAYO		1RA SEPARACION	TAMIZADO SIMPLE/FRACCION
Tamiz de separación	E11	N° 4	< No. 4
Pasa el tamiz	E11	N° 4	No. 4
Masa total húmeda antes de la separación	g	138.9	---
Fracción Gruesa Retenida Seca	g	0.0	---
Fracción Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	0.0	---
Fracción Fina Pasante Húmeda	g	138.9	---
Contenido de humedad de fracción pasante	%	19.7	---
Fracción Fina Pasante Seca	g	116.0	---
Masa Total Inicial Seca	g	116.0	116.00
Masa Lavada seca	g	---	---
Sumatoria de masa retenida	g	0.00	116.00

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D2216	
Recipiente N°	Fracción fina
Masa de Recipiente	106.00
Masa de recipiente + Agregado húmedo	458.00
Masa de recipiente + Agregado seco	400.00
Masa del agua	58.00
Masa agregado seco	294.00
Porcentaje de humedad	19.73
Humedad promedio	19.73
Contenido de humedad total (%)	19.73

Tamices	Ø (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0.1 g)	Fracción Fina Tamizado Simple (0.1 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo: 4.75 mm.
									Min.	Max.	
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			Descripción Muestras: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, SUELO DE COLOR GRIS AMARILLENTO, DE CONSISTENCIA BLANDA. SUCS = CL AASHTO = A-6 LP : 30 Grava : 0.00 LP : 16 Arenas : 11.55 IP : 14 Finos : 88.45 IG : 10
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
N° 10	2.000	0.00	0.40	0.62069	0.34	0.34	95.66				
N° 20	0.840	0.00	1.00	0.852069	0.89	1.21	95.79				
N° 40	0.425	0.00	2.50	0.852069	2.15	3.36	96.64				
N° 60	0.250	0.00	2.30	0.852069	1.98	5.34	94.66				
N° 100	0.149	0.00	3.10	0.852069	2.67	8.02	91.98				
N° 140	0.106	0.00	3.00	0.852069	2.59	10.60	89.40				
N° 200	0.075	0.00	1.10	0.852069	0.95	11.55	88.45				
Fondo	0.00	0.00	102.60	0.852069	88.45	100.00	0.00				



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL

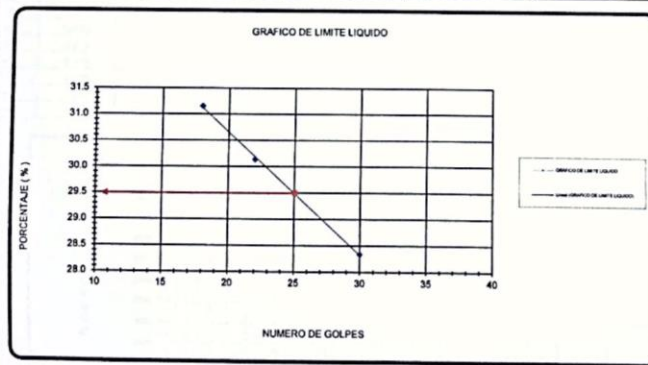
CIP. N° 51173
Ing* Responsable Laboratorio

LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFILADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO- HUÁNUCO

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D4318-17

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTO SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"			Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por:	: Arnulfo Rosas
Materia	: Subrasante			Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-01 M-01				
Sondaje / Calicata	: C-01			Norte	: ---
Espesor	: 0.30 - 0.50			Este	: ---
Progresiva	: ---			Cota	: ---
Método de ensayo utilizado LL	: Método "A" - Multipunto			Grava	: 0.0 %
Tamiz de separación E11	: No. 40			Arena	: 11.6 %
Método de separación de arena LL	: Tamizado			Finos	: 88.4 %
Procedimiento de obtención de muestra	: Secado al aire				

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	1	2	3	4	5
Masa de Recipiente	29.77	28.89	28.98	30.15	29.82
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	68.35	67.32	68.13	38.95	37.65
Masa Recipiente + Suelo Seco	59.63	58.42	58.83	37.76	36.60
N° De Golpes	30	22	18	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)
Contenido de Humedad	28.3	30.1	31.2	15.6	15.5



Límite Líquido : 30
Límite Plástico : 16
Índice de Plasticidad : 14

OBSERVACIONES:
* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
* Muestra provista e identificada por el solicitante

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C.
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C.
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing° Responsable Laboratorio

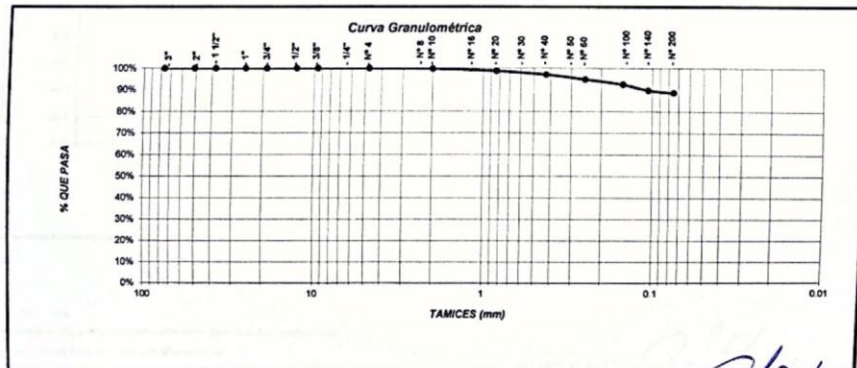
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (GRADACIÓN) DE SUELOS USANDO ANÁLISIS DE TAMIZ
ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES. EN SUPTÉ SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO°			Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por	: Arnulfo Rosas
Material	: Subrasante			Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-01 M-02	Norte	: ---	Método de Ensayo Utilizado	: Tamizado compuesto "A"
Sondeo / Calicata	: C-01	Este	: ---	Tamiz de separación	: N° 4
Espeesor	: 0.50 - 1.00	Cote	: ---		
Progresiva	: ---				

DATOS DE ENSAYO				1RA SEPARACION	TAMIZADO SIMPLE/FRACCION
Tamiz de separación	E11	N° 4	< No. 4	N	No. 4
Pasa el tamiz	E11	N° 4	No. 4		
Masa total húmeda antes de la separación	g	146.8	---		
Fracción Gruesa Retenida Seca	g	0.0	---		
Fracción Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	0.0	---		
Fracción Fina Pasante Húmeda	g	146.8	---		
Contenido de humedad de fracción pasante	%	20.1	---		
Fracción Fina Pasante Seca	g	122.2	---		
Masa Total Inicial Seca	g	122.2	122.20		
Masa Lavada seca	g	---	---		
Sumatoria de masa retenida	g	0.00	122.20		

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D2216	
Recipiente N°	Fracción fina
Masa de Recipiente	245.04
Masa de recipiente + Agregado húmedo	482.30
Masa de recipiente + Agregado seco	442.60
Masa del agua	39.70
Masa agregado seco	197.55
Porcentaje de humedad	20.10
Humedad promedio	20.10
Contenido de humedad total (%)	20.10

Ø	Támices (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0.1 g)	Fracción Fina Tamizada Simple (0.1 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo: 4.75 mm.
									Mn.	Max.	
3"	76.20	0.00	0.00	0.818087	0.00	0.00	100.00				Descripción Muestras: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, SUELO DE COLOR GRIS AMARILLENTO, DE CONSISTENCIA BLANDA. SUCS = CL AASHTO = A-6 LP : 31 Grava : 0.00 LP : 16 Arenas : 11.29 IP : 15 Finos : 88.71 IG : 10
2"	50.80	0.00	0.00	0.818087	0.00	0.00	100.00				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.818087	0.00	0.00	100.00				
1"	25.40	0.00	0.00	0.818087	0.00	0.00	100.00				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.818087	0.00	0.00	100.00				
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.818087	0.00	0.00	100.00				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.818087	0.00	0.00	100.00				
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.818087	0.00	0.00	100.00				
N° 10	2.000	0.00	0.30	0.818331	0.25	0.25	99.75				
N° 20	0.840	0.00	1.20	0.818331	0.98	1.23	98.77				
N° 40	0.425	0.00	2.10	0.818331	1.72	2.95	97.05				
N° 60	0.250	0.00	2.60	0.818331	2.13	5.07	94.93				
N° 100	0.149	0.00	2.90	0.818331	2.37	7.45	92.55				
N° 140	0.106	0.00	3.40	0.818331	2.78	10.23	89.77				
N° 200	0.075	0.00	1.30	0.818331	1.06	11.29	88.71				
Fondo		0.00	108.40	0.818331	88.71	100.00	0.00				



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

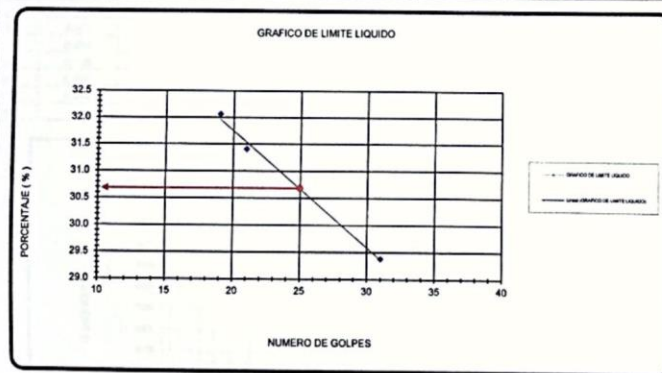
LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFILADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO- HUÁNUCO

Escaneado con CamScanner

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
 ASTM D4318-17

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"		Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia		Ensayado por	: Arnulfo Rosas
Materia	: Subrasante		Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-01 M-02			
Sonda / Calcate	: C-01	Norte	: ---	
Espesor	: 0.50 - 1.00	Este	: ---	
Progresiva	: ---	Cota	: ---	
Método de ensayo utilizado LL	: Método "A" - Multipunto	Grava	: 0.0 %	
Tamiz de separación E11	: No. 40	Arena	: 11.3 %	
Método de separación de arena LL	: Tamizado	Finos	: 88.7 %	
Procedimiento de obtención de muestra	: Secado al aire			

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	6	7	8	9	10
Masa de Recipiente	30.30	29.63	30.17	30.03	29.88
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	68.47	68.24	68.97	39.02	38.15
Masa Recipiente + Suelo Seco	59.80	59.01	59.55	37.78	37.02
N° De Golpes	31	21	19	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	29.4	31.4	32.1	16.0	15.8



Límite Líquido : 31
 Límite Plástico : 16
 Índice de Plasticidad : 15

OBSERVACIONES:

- * No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- * Muestra provista e identificada por el solicitante

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51173
 Ing° Responsable Laboratorio

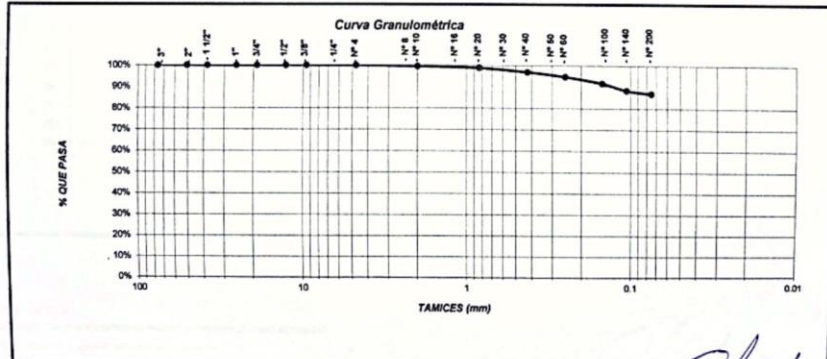
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (GRADACIÓN) DE SUELOS USANDO ANÁLISIS DE TAMIZ
ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO°		Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia		Ensayado por	: Arnulfo Rosas
Materia	: Subrasante		Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-01 M-03	Método de Ensayo Utilizado	: Tamizado compuesto "A"	
Sondaje / Calicata	: C-01	Tamiz de separación E11	: N° 4	
Espeor	: 1.00 - 1.50	Norte	: --	
Progresiva	: --	Este	: --	
		Cota	: --	

DATOS DE ENSAYO		1RA SEPARACION	TAMIZADO SIMPLE/FRACCION
	E11	N° 4	< No. 4
Pasa el tamiz	g	g	g
Masa total húmeda antes de la separación	g	149.2	g
Fracción Gruesa Retenida Seca	g	0.0	g
Fracción Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	0.0	g
Fracción Fina Pasante Húmeda	g	149.2	g
Contenido de humedad de fracción pasante	%	21.4	%
Fracción Fina Pasante Seca	g	122.9	g
Masa Total Inicial Seca	g	122.9	g
Masa Lavada seca	g	0.0	g
Sumatoria de masa retenida	g	0.00	122.90

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D2216	
Recipiente N°	Fracción fina
CA2	245.82
Masa de Recipiente	479.80
Masa de recipiente + Agregado húmedo	438.60
Masa de recipiente + Agregado seco	41.20
Masa agregado seco	192.78
Porcentaje de humedad	21.37
Humedad promedio	21.37
Contenido de humedad total (%)	21.37

Ø	Tamices (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0.1 g)	Fracción Fina Tamizado Simple (0.1 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo: 4.75 mm.
									Min.	Max.	
3"	76.20	0.00	0.00	0.813482	0.00	0.00	100.00				Descripción Muestras: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, SUELO DE COLOR GRIS AMARILLENTO, DE CONSISTENCIA BLANDA. SUCS = CL AASHTO = A-6 LP : 31 Grava : 0.00 LP : 17 Arenas : 13.02 IP : 14 Finos : 88.98 IG : 10
2"	50.80	0.00	0.00	0.813482	0.00	0.00	100.00				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.813482	0.00	0.00	100.00				
1"	25.40	0.00	0.00	0.813482	0.00	0.00	100.00				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.813482	0.00	0.00	100.00				
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.813482	0.00	0.00	100.00				
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.813482	0.00	0.00	100.00				
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.813482	0.00	0.00	100.00				
N° 10	2.000	0.00	0.50	0.813670	0.41	0.41	99.59				
N° 20	0.840	0.00	0.80	0.813670	0.73	1.14	98.86				
N° 40	0.425	0.00	2.40	0.813670	1.95	3.09	96.91				
N° 60	0.250	0.00	2.60	0.813670	2.12	5.21	94.79				
N° 100	0.149	0.00	3.70	0.813670	3.01	8.22	91.78				
N° 140	0.106	0.00	4.10	0.813670	3.34	11.55	88.45				
N° 200	0.075	0.00	1.80	0.813670	1.46	13.02	86.98				
Fondo	0.00	0.00	106.90	0.813670	86.98	100.00	0.00				



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
 Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA
 Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
 Elías Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51173
 Ing° Responsable Laboratorio

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D4318-17

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUITE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"				Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia				Ensayado por:	: Amulfo Rosas
Materia	: Subrasante				Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-01 M-03	Norte	: —			
Sondaje / Calicata	: C-01	Este	: —			
Espesor	: 1.00 - 1.50	Cota	: —			
Progresiva	: —					
Método de ensayo utilizado LL	: Método "A" - Multipunto	Grava	: 0.0 %			
Tamiz de separación E11	: No. 40	Arena	: 13.0 %			
Método de separación de arena LL	: Tamizado	Finos	: 87.0 %			
Procedimiento de obtención de muestra	: Secado al aire					

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	11	12	13	14	15
Masa de Recipiente	29.80	29.75	29.45	30.03	29.46
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	67.83	68.32	67.79	38.76	37.42
Masa Recipiente + Suelo Seco	59.10	59.12	58.41	37.52	36.28
Nº De Golpes	34	22	17	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	29.6	31.3	32.4	16.6	16.7

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO

Límite Líquido : 31
Límite Plástico : 17
Índice de Plasticidad : 14

OBSERVACIONES:

- * No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- * Muestra provista e identificada por el solicitante

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

.....

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

.....

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing° Responsable Laboratorio

Proyecto	"ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTÉ SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"		
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTÉ SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico A. Rosas
Solicitante	: RAMÍREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	29/01/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	Dilmo
Código de Muestra	: C-01 M-01	Profundidad:	— m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	—
N° de Muestra	: 01 OXIDO DE CALCIO 0%	Este:	—
Progresiva	: —	Cota:	—
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883			
Volumen Molde		2123	cm ³
Peso Molde		6804	gr.
NUMERO DE ENSAYOS		1	2
Peso Suelo + Molde	gr.	10,108	10,569
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,304	3,765
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,556	1,773
Recipiente Numero		P-01	P-02
Peso de la Tara	gr.	44.3	44.6
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	99.4	98.7
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	94.9	91.9
Peso del agua	gr.	4.5	6.8
Peso del suelo seco	gr.	51	47
Contenido de agua	%	8.9	14.3
Densidad Seca	gr/cc	1.429	1.552
Densidad Máxima Seca:		1.575 gr/cm³.	Contenido Humedad Optima:
			17.0 %
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA			
OBSERVACIONES:			
* Muestra provista e identificada por el solicitante			
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC			
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio		SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio	

Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE ÓXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO*					Muestreado por :	Técnico
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE					Ensayado por :	A. Rosas
Solicitante	: RAMÍREZ RÍOS, Olenka Cecilia					Fecha de Ensayo:	2/02/2023
Material	: TERRENO NATURAL					Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-01 M-01					Profundidad:	— m
Sondeaje / Calicata	: C-01					Norte:	—
N° de Muestra	: 01 ÓXIDO DE CALCIO 0%					Este:	—
Progresiva	: —					Cota:	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	8,019		7,831		7,171	
Peso molde (gr.)	4,014		4,014		4,014	
Peso suelo compactado (gr.)	4,005		3,617		3,157	
Volumen del molde (cm³)	2,127		2,131		2,126	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,893		1,697		1,484	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,608		1,446		1,288	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	49.3		44.8		43.5	
	94.7		95.0		96.3	
Tara + suelo húmedo (gr.)	88.1		87.5		88.7	
Tara + suelo seco (gr.)	6.8		7.4		7.7	
Peso de agua (gr.)	38.8		42.7		45.1	
Humedad (%)	17.1		17.4		17.0	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Expansión			Expansión		
				mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
29-Ene	14.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
30-Ene	14.00	24	33	0.84	0.72	41	1.04	0.89	56	1.42	1.22
31-Ene	14.00	48	43	1.09	0.94	63	1.60	1.37	79	2.01	1.72
1-Feb	14.00	72	80	1.52	1.31	82	2.08	1.79	102	2.59	2.23

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		32	1.6			25	1.2			12	0.6		
0.050		55	2.7			44	2.2			28	1.4		
0.075		78	3.9			66	3.3			40	2.0		
0.100	70.307	95	4.7	4.9	7.0	84	4.2	4.3	6.1	50	2.5	2.5	3.8
0.150		135	6.7			110	5.4			65	3.2		
0.200	105.460	160	7.9	8.1	7.7	140	6.9	6.6	6.3	80	4.0	4.0	3.8
0.300		207	10.2			160	7.8			103	5.1		
0.400		235	11.6			195	9.7			120	6.0		
0.500		266	13.2			215	10.6			136	6.7		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

.....

Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA
 Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

.....

Eliás Sotó Campos
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 51173
 Ing° Responsable Laboratorio

LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFILADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO- HUÁNUCO



Escaneado con CamScanner

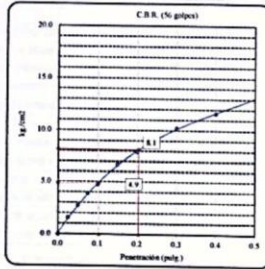
CELULAR 962 061 050 - 940 765 370

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	2/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-01 M-01	Profundidad:	— m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	—
N° de Muestra	: 01 OXIDO DE CALCIO 0%	Este:	—
Progresiva	: —	Cota:	—

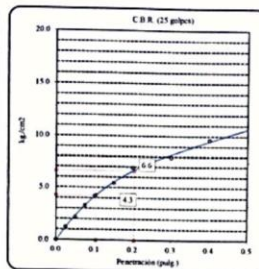
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

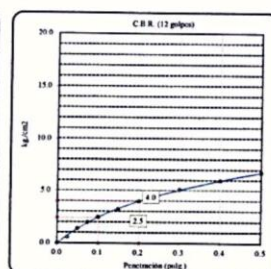
Máxima Densidad Seca : 1.875 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 17.0 %
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.496 gr./cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 7.0 %

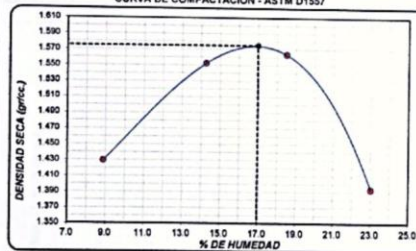


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 6.1 %



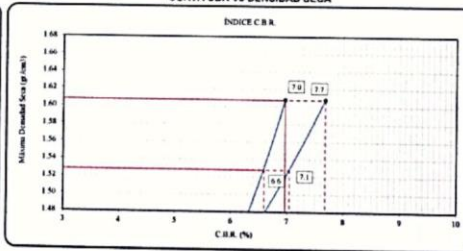
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 3.5 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 7.0 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 6.6 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 7.7 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 7.1 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

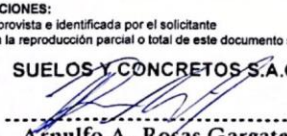

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFILADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO- HUÁNUCO
 CELULAR 962 061 050 - 960 765 370

Proyecto	"ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"		
Ubicación	CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	2/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-01 M-01	Profundidad:	— m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	—
N° de Muestra	: 02 OXIDO DE CALCIO 1%	Este:	—
Progresiva	: —	Cota:	—
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883			
Volumen Molde		2123	cm ³
Peso Molde		6804	gr.
NUMERO DE ENSAYOS			
		1	2
Peso Suelo + Molde	gr.	10,317	10,651
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,513	3,847
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,655	1,812
Recipiente Numero		P-01	P-02
Peso de la Tara	gr.	137.4	136.0
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	324.6	315.8
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	308.6	294.6
Peso del agua	gr.	16.0	21.2
Peso del suelo seco	gr.	171	159
Contenido de agua	%	9.3	13.4
Densidad Seca	gr/oc	1.513	1.598
		3	4
		10,789	10,680
		3,985	3,876
		1,877	1,826
		P-03	P-04
		199.3	132.2
		319.7	320.7
		301.6	287.5
		18.1	33.2
		102	155
		17.7	21.4
		1.595	1.504
Densidad Máxima Seca:		1.610 gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:
			15.5 %
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA			
OBSERVACIONES:			
* Muestra provista e identificada por el solicitante			
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC			
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio		SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio	

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"												
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE			Muestreado por :	Técnico								
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por :	A. Rosas								
Material	: TERRENO NATURAL			Fecha de Ensayo:	6/02/2023								
Código de Muestra	: C-01 M-01			Turno:	Diurno								
Sondaje / Calicata	: C-01			Profundidad:	--- m								
N° de Muestra	: 02 OXIDO DE CALCIO 1%			Norte:	---								
Progresiva	: ---			Este:	---								
				Cota:	---								
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1		2		3								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		10								
Condición de la muestra	SATURADO		NO SATURADO		SATURADO								
Peso suelo + molde (gr.)	7,885		7,398		7,282								
Peso molde (gr.)	4,014		4,014		4,014								
Peso suelo compactado (gr.)	3,971		3,382		3,268								
Volumen del molde (cm ³)	2,127		2,131		2,128								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,887		1,587		1,538								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,618		1,374		1,328								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	44.2		46.8		45.9								
Tara + suelo húmedo (gr.)	98.3		102.6		101.4								
Tara + suelo seco (gr.)	91.1		95.1		93.9								
Peso de agua (gr.)	7.2		7.5		7.5								
Peso de suelo seco (gr.)	46.9		48.3		48.0								
Humedad (%)	15.4		15.5		15.6								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial		Expansión mm %		Dial		Expansión mm %	
2-Feb	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3-Feb	14:00	24	32	0.81	0.70	42	1.07	0.91	48	1.22	1.05	1.22	1.05
4-Feb	14:00	48	41	1.04	0.89	56	1.42	1.22	68	1.73	1.48	1.73	1.48
5-Feb	14:00	72	58	1.47	1.27	67	1.70	1.48	96	2.44	2.09	2.44	2.09
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		52	2.8			38	1.9			30	1.5		
0.050		112	5.5			95	4.7			60	3.0		
0.075		190	9.4			145	7.2			110	5.4		
0.100	70.307	230	11.4	11.9	16.9	190	9.4	9.6	13.7	160	7.9	7.0	10.0
0.150		318	15.7			260	12.9			210	10.4		
0.200	105.460	416	20.6	20.3	19.2	330	16.3	17.0	16.1	270	13.4	13.8	13.1
0.300		515	25.6			452	22.4			390	19.3		
0.400		620	30.7			630	26.2			430	21.3		
0.500		635	31.4			650	27.2			460	22.8		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC													
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C						SUELOS Y CONCRETOS S.A.C							
 Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio						 Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio							

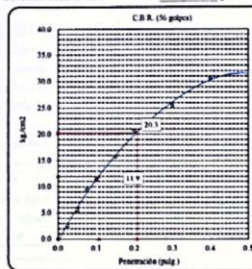
Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE ÓXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO°	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	6/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-01 M-01	Profundidad:	— m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	—
N° de Muestra	: 02 ÓXIDO DE CALCIO 1%	Este:	—
Progresiva	: —	Cota:	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

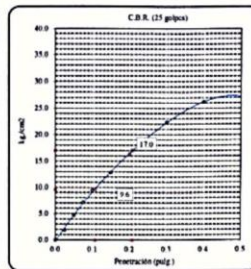
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.819 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.530 gr/cm³

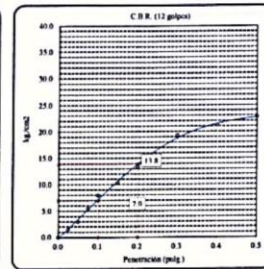
Óptimo Contenido de Humedad : 15.8 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 16.9 %

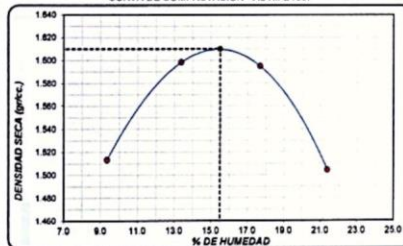


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 13.7 %



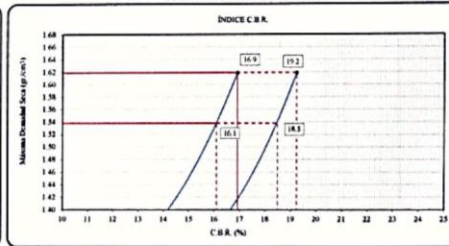
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 10.0 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 16.9 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 16.1 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 19.2 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 18.5 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

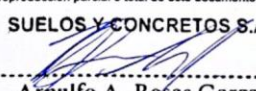

LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFLADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO-HUÁNUCO



Escaneado con CamScanner

CELULAR 962 051 050 - 940 765 370

Proyecto	"ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"			Muestreado por :	Técnico
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE			Ensayado por :	A. Rosas
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Fecha de Ensayo:	6/02/2023
Material	: TERRENO NATURAL			Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-01 M-01			Profundidad:	-- m
Sondaje / Calicata	: C-01			Norte:	--
N° de Muestra	: 03 OXIDO DE CALCIO 3%			Este:	--
Progresiva	: --			Cota:	--
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
		Volumen Molde	2123	cm ³	
		Peso Molde	6804	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,329	10,684	10,765	10,467
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,525	3,880	3,961	3,663
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,660	1,828	1,866	1,725
Recipiente Numero		P-10	P-11	P-12	P-13
Peso de la Tara	gr.	144.3	133.5	169.7	189.5
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	265.3	271.6	241.6	236.8
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	255.6	256.4	232.1	229.1
Peso del agua	gr.	9.7	15.2	9.5	7.7
Peso del suelo seco	gr.	111	123	62	40
Contenido de agua	%	8.7	12.4	15.2	19.4
Densidad Seca	gr/cc	1.527	1.626	1.619	1.445
Densidad Máxima Seca:		1.633 gr/cm ³ .		Contenido Humedad Óptima: 13.5 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
OBSERVACIONES:					
<ul style="list-style-type: none"> Muestra provista e identificada por el solicitante Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC 					
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio			SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio		

Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO*												
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE			Muestreado por :	Técnico								
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por :	A. Rosas								
Material	: TERRENO NATURAL			Fecha de Ensayo:	10/02/2023								
Código de Muestra	: C-01 M-01			Turno:	Diurno								
Sondaje / Calicata	: C-01			Profundidad:	--- m								
N° de Muestra	: 03 OXIDO DE CALCIO 3%			Norte:	---								
Progresiva	: ---			Este:	---								
				Cota:	---								
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1		2		3								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		10								
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	7,992		7,400		7,295								
Peso molde (gr.)	4,014		4,014		4,014								
Peso suelo compactado (gr.)	3,878		3,386		3,281								
Volumen del molde (cm ³)	2,127		2,131		2,128								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,870		1,589		1,542								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,647		1,398		1,361								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	45.3		47.8		43.4								
Tara + suelo húmedo (gr.)	97.1		128.3		124.6								
Tara + suelo seco (gr.)	90.9		118.7		115.1								
Peso de agua (gr.)	6.2		9.7		9.5								
Peso de suelo seco (gr.)	45.6		70.9		71.7								
Humedad (%)	13.6		13.6		13.3								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %			
6-Feb	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
7-Feb	14:00	24	24	0.61	0.52	30	0.76	0.65	45	1.14	0.98		
8-Feb	14:00	48	32	0.81	0.70	42	1.07	0.91	89	1.75	1.51		
9-Feb	14:00	72	45	1.14	0.98	55	1.40	1.20	80	2.03	1.75		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		55	2.7			40	2.0			35	1.7		
0.050		140	6.9			125	6.2			82	4.1		
0.075		210	10.4			190	9.4			135	6.7		
0.100	70.307	320	15.8	16.3	23.2	240	11.9	12.7	18.1	196	9.7	9.0	12.8
0.150		438	21.7			358	17.7			268	13.3		
0.200	105.460	523	25.9	26.6	25.2	415	20.5	21.5	20.4	352	17.4	18.0	17.1
0.300		640	31.7			530	26.2			483	23.9		
0.400		783	37.8			612	30.3			532	26.3		
0.500		815	40.4			660	32.7			590	28.2		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC													
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C						SUELOS Y CONCRETOS S.A.C							
													
Arnulfo A. Rosas Gargate						Elias Soto Campos							
TEC. LABORATORISTA						INGENIERO CIVIL							
Tec. Laboratorio						CIP. N° 51173							
						Ing* Responsable Laboratorio							

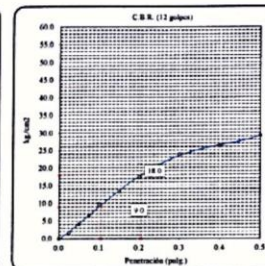
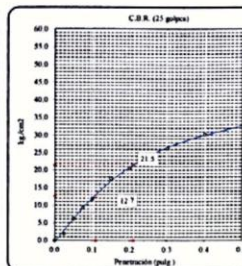
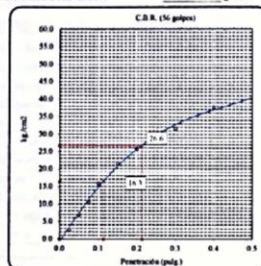
Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE ÓXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	10/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-01 M-01	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	---
N° de Muestra	: 03 ÓXIDO DE CALCIO 3%	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

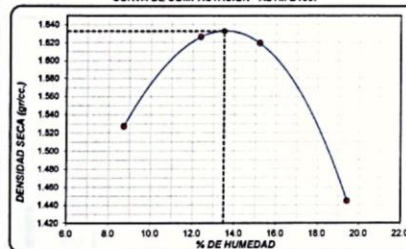
Máxima Densidad Seca 1.833 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.551 gr./cm³

Óptimo Contenido de Humedad 13.8 %



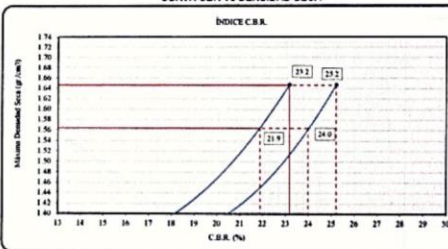
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 23.2 % C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 18.1 % C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 12.8 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 23.2 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 21.9 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 25.2 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 24.0 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

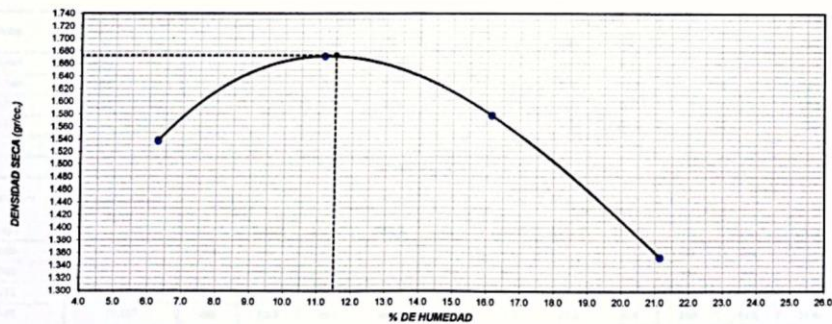
Proyecto	"ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"		
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE		
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia		
Material	: TERRENO NATURAL		
	Muestreado por :	Técnico	
	Ensayado por :	A. Rosas	
	Fecha de Ensayo:	10/02/2023	
	Turno:	Diurno	
Código de Muestra	: C-01 M-01	Profundidad:	— m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	—
N° de Muestra	: 04 OXIDO DE CALCIO 8%	Este:	—
Progresiva	: —	Cota:	—

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
 ASTM D1557 / ASTM D1883**

	Volumen Molde	2123	cm ³		
	Peso Molde	6804	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,272	10,749	10,693	10,285
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,468	3,945	3,889	3,481
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,634	1,858	1,832	1,640
Recipiente Numero		P-01	P-02	P-03	P-04
Peso de la Tara	gr.	137,4	136,0	199,3	132,2
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	269,7	271,4	268,3	270,9
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	261,9	257,8	258,7	246,7
Peso del agua	gr.	7,8	13,6	9,6	24,2
Peso del suelo seco	gr.	125	122	59	114
Contenido de agua	%	6,3	11,2	16,1	21,1
Densidad Seca	gr/cc	1,537	1,672	1,577	1,354

Densidad Máxima Seca: 1.673 gr/cm³. **Contenido Humedad Optima:** 11.5 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate

TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

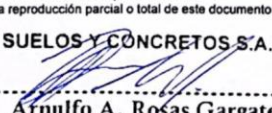
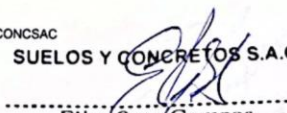
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Eliás Soto Campos

INGENIERO CIVIL

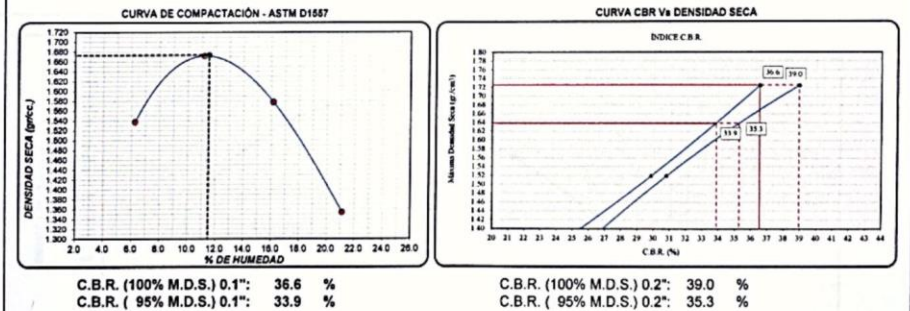
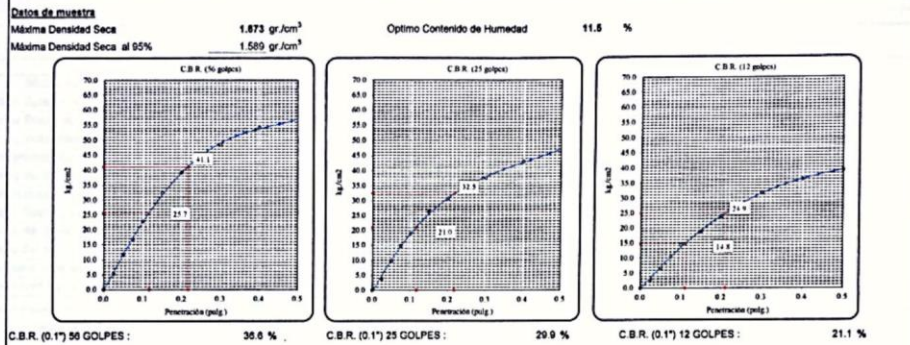
CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO*					Muestreado por :	Técnico						
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE					Ensayado por :	A. Rosas						
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia					Fecha de Ensayo:	14/02/2023						
Material	: TERRENO NATURAL					Turno:	Diurno						
Código de Muestra	: C-01 M-01					Profundidad:	— m						
Sondaje / Calicata	: C-01					Norte:	—						
N° de Muestra	: 04 OXIDO DE CALCIO 5%					Este:	—						
Progresiva	: —					Cota:	—						
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1		2		3								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		10								
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	8,113		7,622		7,082								
Peso molde (gr.)	4,014		4,014		4,014								
Peso suelo compactado (gr.)	4,099		3,608		3,068								
Volumen del molde (cm³)	2,127		2,131		2,128								
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,927		1,693		1,442								
Densidad Seca (gr./cm³)	1,725		1,519		1,291								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	44.2	46.8	45.9										
Tara + suelo húmedo (gr.)	95.8	98.4	95.7										
Tara + suelo seco (gr.)	90.2	91.3	90.5										
Peso de agua (gr.)	5.4	5.1	5.2										
Peso de suelo seco (gr.)	46.0	44.5	44.6										
Humedad (%)	11.7	11.5	11.7										
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3				
			Dial 0.01"	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%		
10-Feb	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
11-Feb	14:00	24	10	0.25	0.22	15	0.38	0.33	22	0.56	0.48		
12-Feb	14:00	48	15	0.38	0.33	20	0.51	0.44	30	0.76	0.65		
13-Feb	14:00	72	20	0.51	0.44	30	0.76	0.65	40	1.02	0.87		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		105	5.2			80	4.0			60	3.0		
0.050		240	11.9			200	9.9			135	6.7		
0.075		340	16.8			300	14.9			210	10.4		
0.100	70.307	462	22.9	25.7	36.6	380	18.8	21.0	29.9	290	14.4	14.8	21.1
0.150		655	32.4			530	26.2			380	18.8		
0.200	105.460	793	39.3	41.1	39.0	620	30.7	32.5	30.8	480	23.6	24.9	23.6
0.300		982	48.6			760	37.6			640	31.7		
0.400		1095	54.2			870	43.1			730	36.1		
0.500		1152	57.0			950	47.0			790	39.1		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC													
<p>SUELOS Y CONCRETOS S.A.C</p>  <p>Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio</p>				<p>SUELOS Y CONCRETOS S.A.C</p>  <p>Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 51173 Ing* Responsable Laboratorio</p>									

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	14/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-01 M-01	Profundidad:	— m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	—
N° de Muestra	: 04 OXIDO DE CALCIO 5%	Este:	—
Progresiva	: —	Cota:	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
 ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 • Muestra provista e identificada por el solicitante
 • Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

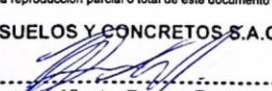

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA
 Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51173
 Ing° Responsable Laboratorio

Proyecto	"ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE ÓXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"		
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE		Muestreado por : Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia		Ensayado por : A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL		Fecha de Ensayo: 14/02/2023
Código de Muestra	: C-01 M-01		Turno: Diumo
Sondaje / Calicata	: C-01		Profundidad: -- m
N° de Muestra	: 05 ÓXIDO DE CALCIO 7%		Norte: --
Progresiva	: --		Este: --
			Cota: --
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883			
	Volumen Molde	2123	cm ³
	Peso Molde	6804	gr.
NUMERO DE ENSAYOS		1	2
Peso Suelo + Molde	gr.	10,235	10,687
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,431	3,883
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,616	1,829
Recipiente Numero		P-05	P-06
Peso de la Tara	gr.	168.3	143.2
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	295.3	287.2
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	289.1	274.5
Peso del agua	gr.	6.2	12.7
Peso del suelo seco	gr.	121	131
Contenido de agua	%	5.1	9.7
Densidad Seca	gr/cc	1.537	1.668
			1.583
			1.388
Densidad Máxima Seca:		1.670 gr/cm³.	Contenido Humedad Optima: 10.0 %
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA			
<p>The graph plots Dry Density (gr/cc) on the vertical axis (ranging from 1.300 to 1.740) against % Humedad on the horizontal axis (ranging from 20 to 240). A smooth curve is drawn through several data points, showing a peak at approximately 10% humidity and a maximum dry density of 1.670 gr/cc. A vertical dashed line marks this peak.</p>			
OBSERVACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC 			
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio		SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio	

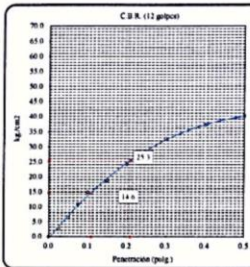
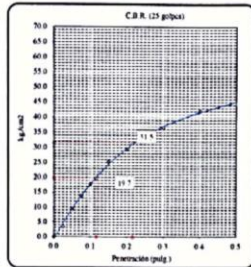
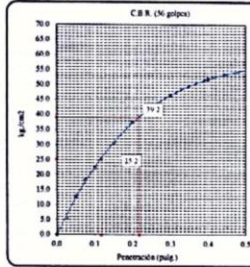
Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO°					Muestreado por :	Técnico						
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE					Ensayado por :	A. Rosas						
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia					Fecha de Ensayo:	18/02/2023						
Material	: TERRENO NATURAL					Turno:	Diurno						
Código de Muestra	: C-01 M-01					Profundidad:	— m						
Sondaje / Calicata	: C-01					Norte:	—						
N° de Muestra	: 05 OXIDO DE CALCIO 7%					Este:	—						
Progresiva	: —					Cota:	—						
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1		2		3								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		10								
Condición de la muestra	SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO						
Peso suelo + molde (gr.)	8.023		7.616		7.141								
Peso molde (gr.)	4.014		4.014		4.014								
Peso suelo compactado (gr.)	4.009		3.602		3.127								
Volumen del molde (cm³)	2.127		2.131		2.128								
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.885		1.690		1.469								
Densidad Seca (gr./cm³)	1.710		1.533		1.334								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	45.2		44.5		49.2								
Tara + suelo húmedo (gr.)	96.1		97.4		98.4								
Tara + suelo seco (gr.)	91.4		92.5		93.9								
Peso de agua (gr.)	4.7		4.9		4.5								
Peso de suelo seco (gr.)	46.2		48.0		44.7								
Humedad (%)	10.2		10.3		10.2								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %						
14-Feb	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00					
15-Feb	14:00	24	5	0.13	0.11	7	0.18	0.15					
16-Feb	14:00	48	8	0.20	0.17	12	0.30	0.26					
17-Feb	14:00	72	12	0.30	0.26	21	0.53	0.46					
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		110	5.4			70	3.5			50	2.5		
0.050		260	12.9			190	9.4			130	6.4		
0.075		370	18.3			280	13.9			220	10.9		
0.100	70.307	450	22.3	25.2	35.8	360	17.8	19.7	28.0	300	14.9	14.6	20.8
0.150		620	30.7			510	25.3			380	18.8		
0.200	105.460	760	37.6	39.2	37.2	695	29.5	31.5	29.9	490	24.3	25.3	24.0
0.300		940	48.5			740	36.6			660	32.7		
0.400		1050	62.0			850	42.1			750	37.1		
0.500		1110	55.0			910	45.1			810	40.1		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC													
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C						SUELOS Y CONCRETOS S.A.C							
 Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio						 Eliak Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio							

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTÉ SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTÉ SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	18/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-01 M-01	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	---
N° de Muestra	: 05 OXIDO DE CALCIO 7%	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

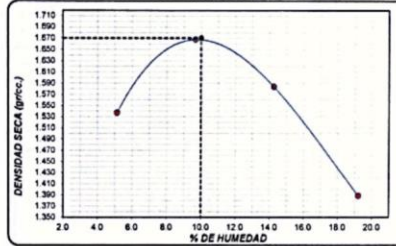
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.870 gr/cm³ Optimo Contenido de Humedad 10.0 %
Máxima Densidad Seca al 95% 1.587 gr/cm³



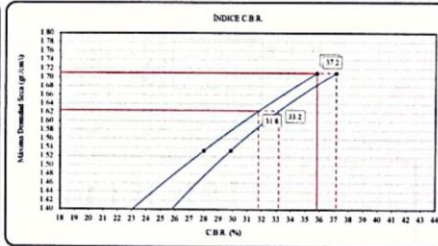
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 35.8 % C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 28.0 % C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 20.8 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 35.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 31.8 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 37.2 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 33.2 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (GRADACIÓN) DE SUELOS USANDO ANÁLISIS DE TAMIZ
ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto : "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTÉ SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"

Solicitante : RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia
Materia : Subrasante

Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : Arnulfo Rosas
Fecha : 10 de enero del 2023

Código de Muestra : C-02 M-01
Sondaje / Calicata : C-02
Espesor : 0.30 - 0.50
Progresiva : ---

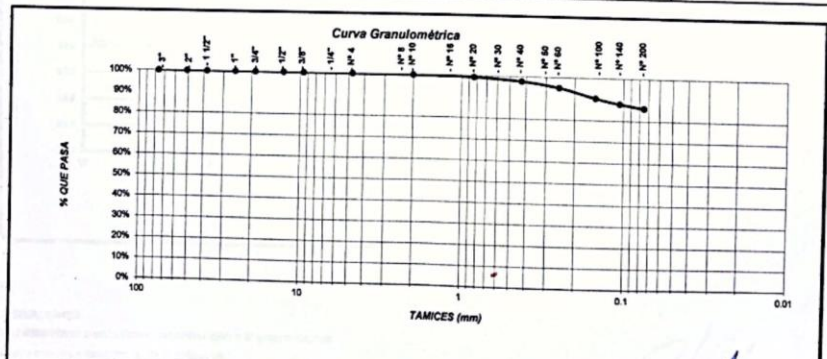
Método de Ensayo Utilizado : Tamizado compuesto "A"
Tamiz de separación E11 : N° 4

Norte : ---
Este : ---
Cota : ---

DATOS DE ENSAYO			CONTENIDO DE HUMEDAD		
Tamiz de separación	E11	N° 4	1RA SEPARACION N	TAMIZADO SIMPLE/ FRACCION	Fracción fina
Pasa el tamiz	E11	N° 4	No. 4		
Masa total húmeda antes de la separación	g	149.3			
Fracción Gruesa Retenida Seca	g	0.0			
Fracción Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	0.0			
Fracción Fina Pasante Húmeda	g	149.3			
Contenido de humedad de fracción pasante	%	18.4			
Fracción Fina Pasante Seca	g	126.0			
Masa Total Inicial Seca	g	126.0			
Masa Lavada seca	g	126.0			
Sumatoria de masa retenida	g	0.00			

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D2216	
Recipiente N°	Fracción fina
Masa de Recipiente	Q9
Masa de recipiente + Agregado húmedo	113.00
Masa de recipiente + Agregado seco	479.00
Masa del agua	57.00
Masa agregado seco	309.00
Porcentaje de humedad	18.45
Humedad promedio	18.45

Tamices	Fracción Gruesa de Separación (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0.1 g)	Fracción Fina Tamizado Simple (0.1 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo: 4.75 mm.
									Min.	Max.	
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	0.793346	0.00	0.00	100.00			
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.793346	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	0.793346	0.00	0.00	100.00			
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	0.793346	0.00	0.00	100.00			
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.793346	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.793346	0.00	0.00	100.00			
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	0.793346	0.00	0.00	100.00			
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.793346	0.00	0.00	100.00			
N° 10	2.00	0.00	0.30	0.30	0.793651	0.24	0.24	99.76			
N° 20	0.84	0.00	0.60	0.60	0.793651	0.48	0.71	99.29			
N° 40	0.425	0.00	1.90	1.90	0.793651	1.51	2.22	97.78			
N° 60	0.250	0.00	3.30	3.30	0.793651	2.62	4.84	95.16			
N° 100	0.149	0.00	5.90	5.90	0.793651	4.68	9.52	90.48			
N° 140	0.106	0.00	7.10	7.10	0.793651	2.48	11.98	88.02			
N° 200	0.075	0.00	2.40	2.40	0.793651	1.90	13.89	86.11			
Fondo		0.00	108.50	108.50	0.793651	86.11	100.00	0.00			



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing° Responsable Laboratorio

LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFILADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO- HUÁNUCO

CELULAR 962 061 050 962 355 370

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D4318-17

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"			Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por:	: Arnulfo Rosas
Material	: Subrasante			Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-02 M-01	Profundidad	: ---		
Sonda / Calicata	: C-02	Norte	: ---		
N° de Muestra	: 0.30 - 0.50	Este	: ---		
Progresiva	: ---	Cote	: ---		
Método de ensayo utilizado LL	: Método "A" - Multipunto	Grava	: 0.0 %		
Tamiz de separación E11	: No. 40	Arena	: 13.9 %		
Método de separación de arena LL	: Tamizado	Finos	: 86.1 %		
Procedimiento de obtención de muestra	: Secado al aire				

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	16	17	18	19	20
Masa de Recipiente	29.47	29.55	30.10	30.00	30.11
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	67.96	68.24	67.85	38.24	38.32
Masa Recipiente + Suelo Seco	59.35	59.20	58.39	37.15	37.25
N° De Golpes	35	27	16	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)
Contenido de Humedad	28.8	30.5	33.4	15.2	15.0



OBSERVACIONES:
 * No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
 * Muestra provista e identificada por el solicitante

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (GRADACIÓN) DE SUELOS USANDO ANÁLISIS DE TAMIZ
ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUITE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"			Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por	: Arnulfo Rosas
Material	: Subrasante			Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-02 M-02	Norte	: --	Método de Ensayo Utilizado	: Tamizado compuesto "A"
Sondaje / Calicata	: C-02	Este	: --	Tamiz de separación E11	: N° 4
Espesor	: 0.50 - 1.00	Cota	: --		
Progresiva	: --				

DATOS DE ENSAYO				1RA SEPARACION	TAMIZADO SIMPLE/FRACCION
	E11	N° 4	No. 4		
Tamiz de separación	E11	N° 4	No. 4		
Pasa el tamiz					
Masa total húmeda antes de la separación	g	177.7	--		
Fracción Gruesa Retenida Seca	g	0.0	--		
Fracción Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	0.0	--		
Fracción Fina Pasante Húmeda	g	177.7	--		
Contenido de humedad de fracción pasante	%	19.3	--		
Fracción Fina Pasante Seca	g	148.9	--		
Masa Total Inicial Seca	g	148.9	148.90		
Masa Lavada seca	g	--	--		
Sumatoria de masa retenida	g	0.00	148.90		

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D2216	
	Fracción fina
Recipiente N°	CA3
Masa de Recipiente	244.81
Masa de recipiente + Agregado húmedo	453.60
Masa de recipiente + Agregado seco	419.80
Masa del agua	33.80
Masa agregado seco	174.99
Porcentaje de humedad	19.32
Humedad promedio	19.32
Contenido de humedad total (%)	19.32

Tamices	Ø (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0.1 g)	Fracción Fina Tamizado Simple (0.1 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo: 4.75 mm.
									Min	Max	
3"	76.20	0.00	0.00	0.671443	0.00	0.00	100.00				Descripción Muestras: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, SUELO DE COLOR GRIS AMARILLENTO, DE CONSISTENCIA BLANDA. SUCS = CL AASHTO = A-6 LP : 31 Grava : 0.00 LP : 16 Arenas : 14.78 IP : 15 Finos : 85.22 IG : 10
2"	50.80	0.00	0.00	0.671443	0.00	0.00	100.00				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.671443	0.00	0.00	100.00				
1"	25.40	0.00	0.00	0.671443	0.00	0.00	100.00				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.671443	0.00	0.00	100.00				
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.671443	0.00	0.00	100.00				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.671443	0.00	0.00	100.00				
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.671443	0.00	0.00	100.00				
N° 10	2.000	0.00	0.40	0.671592	0.27	0.27	99.73				
N° 20	0.840	0.00	0.70	0.671592	0.47	0.74	99.26				
N° 40	0.425	0.00	2.20	0.671592	1.48	2.22	97.78				
N° 60	0.250	0.00	4.60	0.671592	3.09	5.31	94.69				
N° 100	0.149	0.00	6.80	0.671592	4.57	9.87	90.13				
N° 140	0.106	0.00	4.20	0.671592	2.82	12.69	87.31				
N° 200	0.075	0.00	3.10	0.671592	2.08	14.78	85.22				
Fondo		0.00	126.90	0.671592	85.22	100.00	0.00				

Curva Granulométrica

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate

TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos

INGENIERO CIVIL

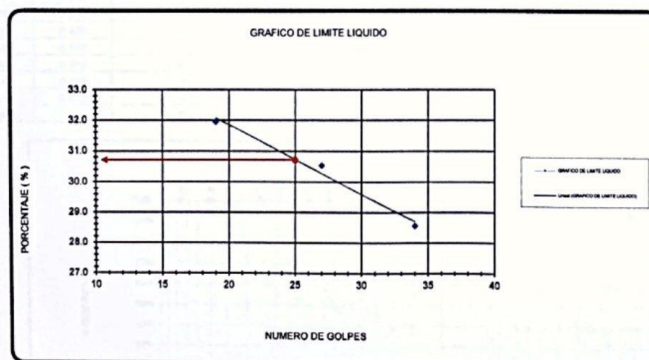
CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
 ASTM D4318-17

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE ÓXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"		Muestreo por	: Solicitante
			Ensayado por:	: Arnulfo Rosas
			Fecha	: 10 de enero del 2023
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			
Material	: Subrasante			
Código de Muestra	: C-02 M-02	Profundidad	: ---	
Sondaje / Calicata	: C-02	Norte	: ---	
N° de Muestra	: 0.50 - 1.00	Este	: ---	
Progresiva	: ---	Cota	: ---	
Método de ensayo utilizado LL	: Método "A" - Multipunto	Grava	: 0.0	%
Tamiz de separación E11	: No 40	Arena	: 14.8	%
Método de separación de arena LL	: Tamizado	Finos	: 85.2	%
Procedimiento de obtención de muestra	: Secado al aire			

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	21	22	23	24	25
Masa de Recipiente	30.70	29.68	29.95	29.70	29.53
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	67.88	68.16	67.49	38.82	37.98
Masa Recipiente + Suelo Seco	59.62	59.16	58.40	37.37	36.81
N° De Golpes	34	27	19	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	28.6	30.5	32.0	16.3	16.1



Límite Líquido : 31
 Límite Plástico : 16
 Índice de Plasticidad : 15

OBSERVACIONES:

- * No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- * Muestra provista e identificada por el solicitante

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (GRADACIÓN) DE SUELOS USANDO ANÁLISIS DE TAMIZ
ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto		: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"		Muestreado por		: Solicitante	
Solicitante		: RAMÍREZ RIOS, Olenka Cecilia		Ensayado por		: Amulfo Rosas	
Materia		: Subrasante		Fecha		: 10 de enero del 2023	
Código de Muestra		: C-02 M-03		Método de Ensayo Utilizado		: Tamizado compuesto "A"	
Sondaje / Calicata		: C-02		Tamiz de separación E11		: N° 4	
Espesor		: 1.00 - 1.50		Norte		: —	
Progresiva		: —		Este		: —	
				Cote		: —	

DATOS DE ENSAYO				1RA SEPARACION	TAMIZADO SIMPLE/FRACCION
	E11	N° 4	< No. 4	N	No. 4
Tamiz de separación	E11	N° 4	< No. 4	N	No. 4
Pasa el tamiz	E11	N° 4	< No. 4	N	No. 4
Masa total húmeda antes de la separación	g	164.9	—	g	—
Fracción Gruesa Retenida Seca	g	0.0	—	g	—
Fracción Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	0.0	—	g	—
Fracción Fina Pasante Húmeda	g	164.9	—	g	—
Contenido de humedad de fracción pasante	%	19.4	—	%	—
Fracción Fina Pasante Seca	g	138.1	—	g	—
Masa Total Inicial Seca	g	138.1	138.10	g	138.10
Masa Lavada seca	g	—	—	g	—
Sumatoria de masa retenida	g	0.00	138.10	g	138.10

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ASTM D2216			
Recipiente N°	Fracción fina		
CA5	243.93		
Masa de recipiente + Agregado húmedo	423.90		
Masa de recipiente + Agregado seco	394.70		
Masa del agua	29.20		
Masa agregado seco	150.77		
Porcentaje de humedad	19.37		
Humedad promedio	19.37		
Contenido de humedad total (%)		19.37	

Tamices	Ø (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0.1 g)	Fracción Fina Tamizado Simple (0.1 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo: 4.75 mm.
									Min.	Max.	
3"	76.20	0.00	0.00	0.723877	0.00	0.00	100.00				Descripción Muestras: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, SUELO DE COLOR GRIS AMARILLENTO, DE CONSISTENCIA BLANDA. SUCS = CL AASHTO = A-6 LP : 31 Grava : 0.00 LP : 17 Arenas : 11.15 IP : 14 Finos : 88.85 IG : 10
2"	50.80	0.00	0.00	0.723877	0.00	0.00	100.00				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.723877	0.00	0.00	100.00				
1"	25.40	0.00	0.00	0.723877	0.00	0.00	100.00				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.723877	0.00	0.00	100.00				
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.723877	0.00	0.00	100.00				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.723877	0.00	0.00	100.00				
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.723877	0.00	0.00	100.00				
N° 10	2.000	0.00	0.30	0.724113	0.22	0.22	99.78				
N° 20	0.840	0.00	0.50	0.724113	0.36	0.58	99.42				
N° 40	0.425	0.00	1.80	0.724113	1.30	1.88	98.12				
N° 60	0.250	0.00	2.60	0.724113	1.88	3.77	96.23				
N° 100	0.149	0.00	3.50	0.724113	2.53	6.30	93.70				
N° 140	0.106	0.00	4.10	0.724113	2.97	9.27	90.73				
N° 200	0.075	0.00	2.60	0.724113	1.88	11.15	88.85				
Fondo	0.00	0.00	122.70	0.724113	88.85	100.00	0.00				

Curva Granulométrica

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

.....

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

.....

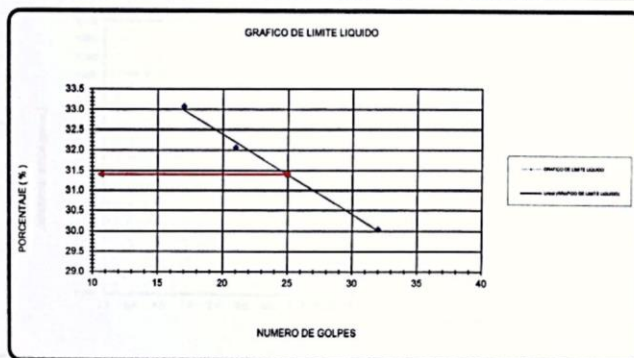
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

Ing. Responsable Laboratorio

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
 ASTM D4318-17

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUITE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"			Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por:	: Arnulfo Rosas
Material	: Subrasante			Fecha	: 10 de enero del 2023
Código de Muestra	: C-02 M-03	Profundidad	: ---		
Sondaje / Calicata	: C-02	Norte	: ---		
N° de Muestra	: 1.00 - 1.50	Este	: ---		
Progresiva	: ---	Cote	: ---		
Método de ensayo utilizado LL	: Método "A" - Multipunto			Grava	: 0.0 %
Tamiz de separación E11	: No. 40			Arena	: 11.2 %
Método de separación de arena LL	: Tamizado			Finos	: 88.8 %
Procedimiento de obtención de muestra	: Secado al aire				

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	26	27	28	29	30
Masa de Recipiente	29.97	29.22	29.43	29.99	29.03
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	68.32	67.86	68.42	37.26	37.82
Masa Recipiente + Suelo Seco	59.46	58.48	58.73	36.22	36.38
N° De Golpes	32	21	17	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	[Cumple]	[Cumple]	[Cumple]	[Cumple]	[Cumple]
Contenido de Humedad	30.0	32.1	33.1	18.7	18.9



Límite Líquido : 31
 Límite Plástico : 17
 Índice de Plasticidad : 14

OBSERVACIONES:

- * No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- * Muestra provista e identificada por el solicitante

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
 Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
 Eliás Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51173
 Ing° Responsable Laboratorio

LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFILADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO- HUÁNUCO

Proyecto	*ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO*		
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	29/01/2023
Código de Muestra	: C-02 M-01	Turno:	Diurno
Sondaje / Calicata	: C-02	Profundidad:	-- m
N° de Muestra	: 01 OXIDO DE CALCIO 0%	Norte:	--
Progresiva	: --	Este:	--
		Cota:	--
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883			
	Volumen Molde	2123	cm ³
	Peso Molde	6804	gr
NUMERO DE ENSAYOS			
		1	2
Peso Suelo + Molde	gr.	10,203	10,556
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,399	3,752
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,601	1,767
Recipiente Numero		T-01	T-02
Peso de la Tara	gr.	147,6	145,3
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	206,3	202,4
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	201,4	195,2
Peso del agua	gr.	4,9	7,2
Peso del suelo seco	gr.	54	50
Contenido de agua	%	9,1	14,4
Densidad Seca	gr/cc	1,467	1,544
		3	4
		10,725	10,415
		3,921	3,611
		1,847	1,701
		T-03	T-04
		144,6	165,0
		213,6	208,6
		202,6	200,2
		11,0	8,4
		58	35
		19,0	23,9
		1,553	1,373
Densidad Máxima Seca:		1.564 gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima: 17.6 %
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA			
OBSERVACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC 			
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio		SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio	

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"			Muestreado por :	Técnico								
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE			Ensayado por :	A. Rosas								
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Fecha de Ensayo:	2/02/2023								
Material	: TERRENO NATURAL			Turno:	Diurno								
Código de Muestra	: C-02 M-01			Profundidad:	— m								
Sondaje / Calicata	: C-02			Norte:	—								
N° de Muestra	: 01 OXIDO DE CALCIO 0%			Este:	—								
Progresiva	: —			Cota:	—								
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1		2		3								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		10								
Condición de la muestra	SATURADO		NO SATURADO		SATURADO								
Peso suelo + molde (gr.)	8.052		7.654		7.136								
Peso molde (gr.)	4.014		4.014		4.014								
Peso suelo compactado (gr.)	4.038		3.640		3.122								
Volumen del molde (cm ³)	2.127		2.131		2.128								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1.898		1.708		1.487								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.615		1.452		1.245								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	29.8		28.9		29.0								
Tara + suelo húmedo (gr.)	68.5		69.1		67.5								
Tara + suelo seco (gr.)	62.7		63.1		61.7								
Peso de agua (gr.)	5.8		6.0		5.8								
Peso de suelo seco (gr.)	32.9		34.2		32.7								
Humedad (%)	17.6		17.8		17.8								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %			
29-Ene	15:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
30-Ene	15:00	24	30	0.76	0.65	39	0.99	0.85	55	1.40	1.20		
31-Ene	15:00	48	40	1.02	0.87	61	1.55	1.33	76	1.93	1.66		
1-Feb	15:00	72	58	1.47	1.27	79	2.01	1.72	99	2.51	2.16		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		30	1.5			22	1.1			13	0.6		
0.050		52	2.6			42	2.1			29	1.4		
0.075		76	3.8			65	3.2			42	2.1		
0.100	70.307	93	4.6	4.8	8.8	86	4.3	4.0	8.7	55	2.7	2.5	3.6
0.150		130	6.4			102	5.1			66	3.3		
0.200	105.480	162	8.0	8.0	7.8	135	6.7	6.3	8.0	82	4.1	4.1	3.9
0.300		210	10.4			152	7.5			105	5.2		
0.400		240	11.9			193	9.8			123	6.1		
0.500		272	13.5			210	10.4			140	6.9		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC													
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C						SUELOS Y CONCRETOS S.A.C							
Arnulfo A. Rosas Gargate						Elias Soto Campos							
TEC. LABORATORISTA						INGENIERO CIVIL							
Tec. Laboratorio						C.I.P. N° 51173							
						Ing° Responsable Laboratorio							

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMÍREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	2/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-02 M-01	Profundidad:	— m
Sondaje / Calicata	: C-02	Norte:	—
N° de Muestra	: 01 OXIDO DE CALCIO 0%	Este:	—
Progresiva	: —	Cota:	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
Máxima Densidad Seca: 1.884 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95%: 1.486 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 17.8 %

C.B.R. (0.1") 56 GOLPES: 6.8 %

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 5.7 %

C.B.R. (0.1") 12 GOLPES: 3.6 %

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 6.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 6.3 %

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 7.6 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 6.8 %

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing° Responsable Laboratorio

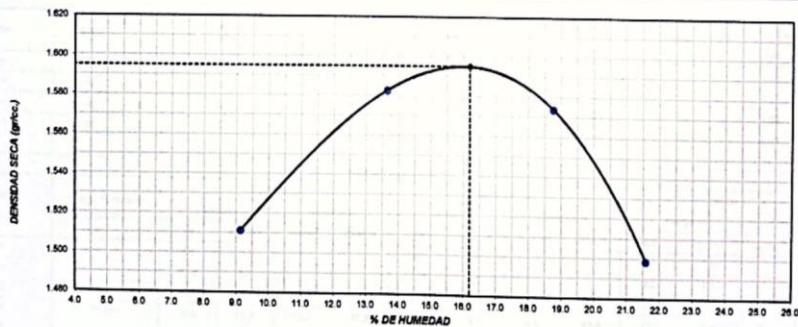
Proyecto	*ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO*		
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMÍREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	2/02/2023
Código de Muestra	: C-02 M-01	Turno:	Diuño
Sondaje / Calicata	: C-02	Profundidad:	— m
N° de Muestra	: 02 OXIDO DE CALCIO 1%	Norte:	—
Progresiva	: —	Este:	—
		Cota:	—

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
 ASTM D1557 / ASTM D1883**

	Volumen Molde	2123	cm ³
	Peso Molde	6804	gr.
NUMERO DE ENSAYOS		1	2
Peso Suelo + Molde	gr.	10,305	10,622
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,501	3,818
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,649	1,798
Recipiente Numero		T-05	T-06
Peso de la Tara	gr.	148.0	146.3
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	315.2	318.6
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	301.2	297.9
Peso del agua	gr.	14.0	20.7
Peso del suelo seco	gr.	153	152
Contenido de agua	%	9.1	13.7
Densidad Seca	gr/cc	1.511	1.582

Densidad Máxima Seca: 1.595 gr/cm³. **Contenido Humedad Optima:** 16.2 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



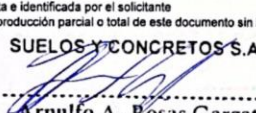

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

 Arnulfo A. Rosas Gargate
 TEC. LABORATORISTA
 Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

 Elias Soto Campos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51173
 Ing° Responsable Laboratorio

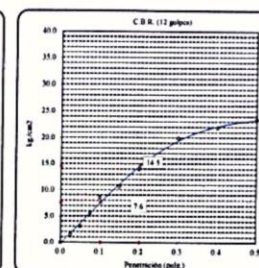
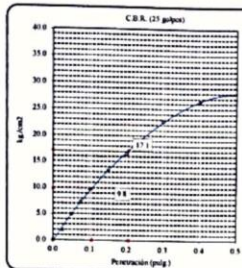
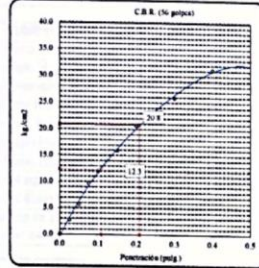
Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO°					Muestreado por :	Técnico						
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE					Ensayado por :	A. Rosas						
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia					Fecha de Ensayo:	6/02/2023						
Material	: TERRENO NATURAL.					Turno:	Diurno						
Código de Muestra	: C-02 M-01					Profundidad:	— m						
Sondaje / Calicata	: C-02					Norte:	—						
N° de Muestra	: 02 OXIDO DE CALCIO 1%					Este:	—						
Progresiva	: —					Cota:	—						
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1		2		3								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		10								
Condición de la muestra	SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO						
Peso suelo + molde (gr.)	8.026		7.403		7.315								
Peso molde (gr.)	4.014		4.014		4.014								
Peso suelo compactado (gr.)	4.012		3.389		3.301								
Volumen del molde (cm³)	2.127		2.131		2.128								
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.886		1.590		1.551								
Densidad Seca (gr./cm³)	1.623		1.365		1.333								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	45.3		47.8		43.4								
Tara + suelo húmedo (gr.)	97.4		97.3		98.1								
Tara + suelo seco (gr.)	90.1		90.3		90.4								
Peso de agua (gr.)	7.3		7.0		7.7								
Peso de suelo seco (gr.)	44.8		42.5		47.0								
Humedad (%)	16.2		16.5		16.4								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %						
2-Feb	14.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00					
3-Feb	14.00	24	30	0.76	0.65	40	1.02	0.87					
4-Feb	14.00	48	39	0.99	0.85	55	1.40	1.20					
5-Feb	14.00	72	57	1.45	1.24	65	1.65	1.42					
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		55	2.7			40	2.0			31	1.5		
0.050		115	5.7			100	5.0			62	3.1		
0.075		196	9.7			148	7.3			113	5.6		
0.100	70.307	241	11.9	12.3	17.8	196	9.7	9.8	13.9	172	8.5	7.8	10.8
0.150		322	15.9			270	13.4			215	10.8		
0.200	105.460	418	20.7	20.8	19.7	335	16.6	17.1	19.2	282	14.0	14.8	13.7
0.300		623	29.9			459	22.7			402	19.9		
0.400		831	31.2			535	26.5			442	21.9		
0.500		845	31.9			562	27.8			472	23.4		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC													
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C						SUELOS Y CONCRETOS S.A.C							
 Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio						 Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio							

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	6/02/2023
Código de Muestra	: C-02 M-01	Turno:	Diurno
Sondaje / Calicata	: C-02	Profundidad:	— m
N° de Muestra	: 02 OXIDO DE CALCIO 1%	Norte:	—
Progresiva	: —	Este:	—
		Cota:	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

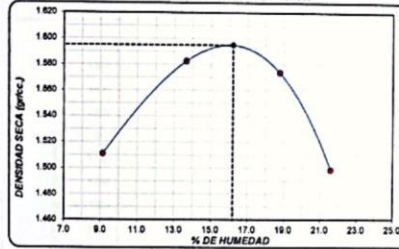
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca: **1.895 gr/cm³**
Máxima Densidad Seca al 95%: **1.515 gr/cm³**
Óptimo Contenido de Humedad: **18.2 %**



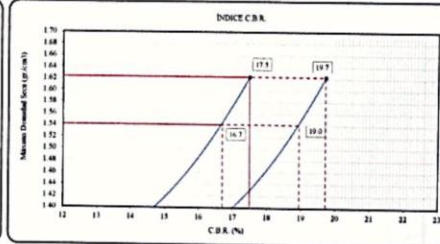
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES: **17.5 %** C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: **13.9 %** C.B.R. (0.1") 12 GOLPES: **10.8 %**

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **17.5 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": **16.7 %**

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **19.7 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": **19.0 %**

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

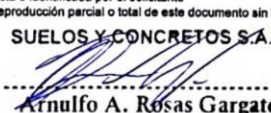

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

Proyecto	*ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO*				
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico		
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas		
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	6/02/2023		
Código de Muestra	: C-02 M-01	Turno:	Diuño		
Sondaje / Calicata	: C-02	Profundidad:	-- m		
N° de Muestra	: 03 OXIDO DE CALCIO 3%	Norte:	--		
Progresiva	: --	Este:	--		
		Cota:	--		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Volumen Molde		2123	cm ³		
Peso Molde		6804	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,316	10,673	10,791	10,483
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,512	3,869	3,987	3,679
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,654	1,822	1,878	1,733
Recipiente Numero		T-09	T-10	T-11	T-12
Peso de la Tara	gr.	144.4	144.8	146.4	154.5
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	253.4	276.9	251.8	247.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	245.1	262.6	238.1	232.5
Peso del agua	gr.	8.3	14.3	13.7	14.8
Peso del suelo seco	gr.	101	118	92	78
Contenido de agua	%	8.2	12.1	14.9	19.0
Densidad Seca	gr/cc	1.528	1.625	1.634	1.457
Densidad Máxima Seca:		1.640 gr/cm³.	Contenido Humedad Optima:		14.1 %
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
OBSERVACIONES:					
* Muestra provista e identificada por el solicitante					
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC					
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio			SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Elias Solo Campos INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio		

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"					Muestreado por :	Técnico							
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE					Ensayado por :	A. Rosas							
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia					Fecha de Ensayo:	10/02/2023							
Material	: TERRENO NATURAL					Turno:	Diurno							
Código de Muestra	: C-02 M-01					Profundidad:	--- m							
Sondaje / Calicata	: C-02					Norte:	---							
N° de Muestra	: 03 OXIDO DE CALCIO 3%					Este:	---							
Progresiva	: ---					Cola:	---							
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883														
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)														
Molde N°	1		2		3									
	5		5		5									
Número de capas	56		25		10									
Número de golpes	56		25		10									
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO								
Peso suelo + molde (gr.)	8,095		7,490		7,348									
Peso molde (gr.)	4,014		4,014		4,014									
Peso suelo compactado (gr.)	4,081		3,478		3,334									
Volumen del molde (cm ³)	2,127		2,131		2,128									
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,919		1,631		1,567									
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,877		1,429		1,372									
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Peso de tara (gr.)	44.2		46.8		45.9									
Tara + suelo húmedo (gr.)	95.7		96.2		97.8									
Tara + suelo seco (gr.)	89.2		90.1		91.4									
Peso de agua (gr.)	6.5		6.1		6.4									
Peso de suelo seco (gr.)	45.0		43.3		45.5									
Humedad (%)	14.4		14.1		14.2									
EXPANSIÓN														
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"			Expansión			Dial			Expansión		
			mm	%		mm	%		mm	%		mm	%	
8-Feb	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
7-Feb	14:00	24	22	0.58	0.48	31	0.78	0.68	40	1.02	0.87			
8-Feb	14:00	48	30	0.78	0.65	42	1.07	0.91	50	1.27	1.09			
9-Feb	14:00	72	41	1.04	0.89	50	1.27	1.09	62	1.57	1.35			
PENETRACIÓN														
Penetración (suig)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3				
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	
0.025		80	3.0			45	2.2			33	1.8			
0.050		146	7.2			130	6.4			88	4.4			
0.075		213	10.5			189	9.4			142	7.0			
0.100	70.307	324	16.0	16.5	23.8	243	12.0	12.9	18.3	201	10.0	9.6	13.7	
0.150		442	21.9			365	18.1			272	13.5			
0.200	105.480	532	26.3	27.2	25.8	422	20.9	21.8	20.7	355	17.6	18.2	17.3	
0.300		650	32.2			540	26.7			490	24.3			
0.400		770	38.1			628	31.1			540	28.7			
0.500		826	40.9			673	33.3			605	30.0			
OBSERVACIONES:														
* Muestra provista e identificada por el solicitante														
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC														
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C  Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio				SUELOS Y CONCRETOS S.A.C  Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio										

LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFILADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO- HUÁNUCO

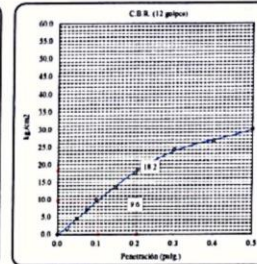
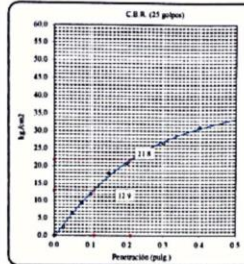
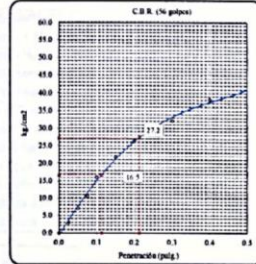
Escaneado con CamScanner

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	10/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-02 M-01	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	: C-02	Norte:	---
N° de Muestra	: 03 OXIDO DE CALCIO 3%	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

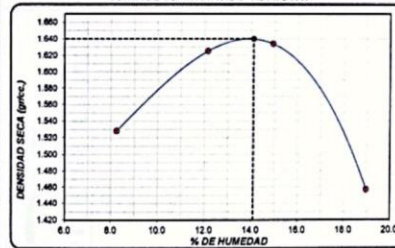
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.640 gr./cm³ Optimo Contenido de Humedad 14.1 %
Máxima Densidad Seca a 95% 1.558 gr./cm³



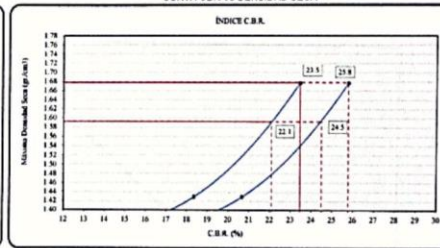
C.B.R. (0.1") 50 GOLPES : 23.5 % C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 18.3 % C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 13.7 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 23.5 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 22.1 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 25.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 24.5 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Eliac Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

Ing* Responsable Laboratorio

Proyecto		"ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"			
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico		
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas		
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	10/02/2023		
		Turno:	Diumo		
Código de Muestra	: C-02 M-01	Profundidad:	--- m		
Sondaje / Calicata	: C-02	Norte:	---		
N° de Muestra	: 04 OXIDO DE CALCIO 5%	Este:	---		
Progresiva	: -	Cota:	---		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
		Volumen Molde	2123	cm ³	
		Peso Molde	6804	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,020	10,784	10,772	10,286
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,216	3,980	3,968	3,482
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,515	1,875	1,869	1,640
Recipiente Numero		T-01	T-02	T-03	T-04
Peso de la Tara	gr.	147.6	145.3	144.6	185.0
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	249.3	268.4	271.2	269.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	243.5	255.5	254.1	251.6
Peso del agua	gr.	5.8	12.9	17.1	17.8
Peso del suelo seco	gr.	96	110	110	87
Contenido de agua	%	6.0	11.7	15.6	20.6
Densidad Seca	gr/cc	1.428	1.678	1.617	1.360
Densidad Máxima Seca:		1.681	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima: 12.2 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
<p>The graph plots Dry Density (gr/cc) on the vertical axis (ranging from 1.300 to 1.740) against % Humedad on the horizontal axis (ranging from 4.0 to 26.0). A smooth curve is drawn through four data points, showing a peak at approximately 12.2% humidity and 1.681 gr/cc dry density. A vertical dashed line marks the peak, and a horizontal dashed line indicates the maximum dry density.</p>					
OBSERVACIONES:					
* Muestra provista e identificada por el solicitante					
* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC					
SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio			SUELOS Y CONCRETOS S.A.C Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio		

LOTIZACIÓN BUENOS AIRES MZ E LOTE 3A - AFLADOR - TINGO MARIA - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUÁNUCO
 CELULAR 957 664 050 - 940 765 370

CS Escaneado con CamScanner

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"			Muestreado por :	Técnico
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE			Ensayado por :	A. Rosas
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Fecha de Ensayo:	14/02/2023
Materia	: TERRENO NATURAL			Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-02 M-01			Profundidad:	--- m
Sonda(s) / Calicata	: C-02			Norte:	---
N° de Muestra	: 04 OXIDO DE CALCIO 8%			Este:	---
Progresiva	: ---			Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

	1		2		3	
	5		5		5	
Número de capas						
Número de golpes	58		25		10	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	8,103		7,610		7,026	
Peso molde (gr.)	4,014		4,014		4,014	
Peso suelo compactado (gr.)	4,089		3,596		3,012	
Volumen del molde (cm ³)	2,127		2,131		2,128	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,922		1,687		1,415	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,711		1,500		1,260	

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3
Peso de tara (gr.)	45.2	44.5	49.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	98.2	94.8	95.7
Tara + suelo seco (gr.)	90.6	89.2	90.6
Peso de agua (gr.)	5.6	5.6	5.1
Peso de suelo seco (gr.)	45.4	44.7	41.4
Humedad (%)	12.3	12.5	12.3

EXPANSIÓN


Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial 0.01"	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
10-Feb	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
11-Feb	14:00	24	8	0.20	0.17	13	0.33	0.28	19	0.48	0.41
12-Feb	14:00	48	12	0.30	0.26	20	0.51	0.44	28	0.71	0.61
13-Feb	14:00	72	18	0.48	0.39	28	0.71	0.61	35	0.89	0.78

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		110	5.4			88	4.3			55	2.7		
0.050		248	12.3			195	9.7			135	6.7		
0.075		350	17.3			305	15.1			210	10.4		
0.100	70.307	470	23.3	26.0	37.0	375	18.6	21.0	29.8	295	14.6	14.9	21.2
0.150		662	32.6			520	25.7			390	19.3		
0.200	105.460	806	39.9	41.6	39.4	625	30.9	32.0	30.3	485	24.0	25.2	23.9
0.300		995	49.3			758	37.5			650	32.2		
0.400		1115	55.2			882	43.7			738	36.5		
0.500		1175	58.2			963	47.7			797	39.5		


OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C



Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C



Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing° Responsable Laboratorio

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	14/02/2023
Código de Muestra	: C-02 M-01	Turno:	Diurno
Sondaje / Calicata	: C-02	Profundidad:	— m
N° de Muestra	: 04 OXIDO DE CALCIO 5%	Norte:	—
Progresiva	: —	Este:	—
		Cota:	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
Máxima Densidad Seca : 1.881 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.597 gr./cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 12.2 %

CBR (16 golpes)

C.B.R. (0.17) 56 GOLPES : 37.0 %

CBR (25 golpes)

C.B.R. (0.17) 25 GOLPES : 29.9 %

CBR (12 golpes)

C.B.R. (0.17) 12 GOLPES : 21.2 %

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 37.0 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 34.1 %

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 39.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 34.9 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing° Responsable Laboratorio

Proyecto	"ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"				
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTTE SAN JORGE			Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia			Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL			Fecha de Ensayo:	14/02/2023
Código de Muestra	: C-02 M-01			Turno:	Diurno
Sondaje / Calicata	: C-02			Profundidad:	— m
N° de Muestra	: 08 OXIDO DE CALCIO 7%			Norte:	—
Progresiva	: —			Este:	—
				Cota:	—
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Volumen Molde		2123		cm ³	
Peso Molde		6804		gr.	
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,180	10,713	10,795	10,388
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,376	3,909	3,991	3,584
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,590	1,841	1,880	1,688
Recipiente Numero		T-05	T-06	T-07	T-08
Peso de la Tara	gr.	148.0	148.3	148.7	152.5
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	286.5	279.8	267.4	277.6
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	280.1	268.2	252.5	257.2
Peso del agua	gr.	6.4	11.6	14.9	20.4
Peso del suelo seco	gr.	132	122	106	105
Contenido de agua	%	4.8	9.5	14.1	19.5
Densidad Seca	gr/cc	1.517	1.681	1.648	1.413
Densidad Máxima Seca:		1.690 gr/cm³.		Contenido Humedad Optima:	
				11.1 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
OBSERVACIONES:					
<ul style="list-style-type: none"> * Muestra provista e identificada por el solicitante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC 					
<p>SUELOS Y CONCRETOS S.A.C</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>Arnulfo A. Rosas Gargate TEC. LABORATORISTA Tec. Laboratorio</p>			<p>SUELOS Y CONCRETOS S.A.C</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>Elias Soto Campos INGENIERO CIVIL CIP. N° 51173 Ing° Responsable Laboratorio</p>		

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE ÓXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO"				
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE			Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMÍREZ RÍOS, Olenka Cecilia			Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL			Fecha de Ensayo:	18/02/2023
Código de Muestra	: C-02 M-01			Turno:	Diurno
Sonda / Calicata	: C-02			Profundidad:	— m
N° de Muestra	: 05 ÓXIDO DE CALCIO 7%			Norte:	—
Progresiva	: —			Este:	—
				Cota:	—

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883						
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	8,085		7,636		7,124	
Peso molde (gr.)	4,014		4,014		4,014	
Peso suelo compactado (gr.)	4,071		3,622		3,110	
Volumen del molde (cm³)	2,127		2,131		2,128	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,914		1,700		1,481	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,721		1,539		1,316	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	49.0		43.8		44.2	
Tara + suelo húmedo (gr.)	95.6		96.8		97.4	
Tara + suelo seco (gr.)	90.9		91.8		92.1	
Peso de agua (gr.)	4.7		5.0		5.3	
Peso de suelo seco (gr.)	41.9		48.0		47.9	
Humedad (%)	11.2		10.4		11.1	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
14-Feb	15:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
15-Feb	15:00	24	7	0.18	0.15	9	0.23	0.20	12	0.30	0.26
16-Feb	15:00	48	10	0.25	0.22	15	0.38	0.33	20	0.51	0.44
17-Feb	15:00	72	13	0.33	0.28	18	0.46	0.39	29	0.74	0.63

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		105	5.2			70	3.5			45	2.2		
0.050		270	13.4			200	9.9			128	6.3		
0.075		382	18.9			285	14.1			215	10.6		
0.100	70.307	480	22.8	25.5	36.3	362	17.9	20.0	28.4	280	13.9	14.8	20.8
0.150		620	30.7			518	25.5			385	19.1		
0.200	105.460	770	38.1	39.8	37.7	603	29.9	31.5	29.8	492	24.4	25.4	24.1
0.300		952	47.1			750	37.1			645	31.9		
0.400		1065	52.7			863	42.7			730	36.1		
0.500		1120	55.5			925	45.8			785	39.4		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

.....

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

.....

Eliás Soto Campos
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

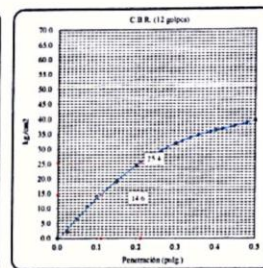
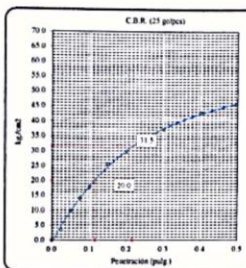
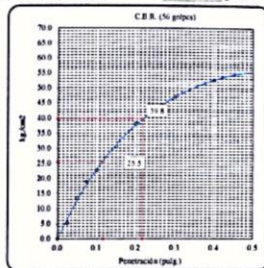
Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO MEDIANTE OXIDO DE CALCIO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES, EN SUPTE SAN JORGE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO°	Registro N°:	012-2023
Ubicación	: CENTRO POBLADO DE SUPTE SAN JORGE	Muestreado por :	Técnico
Solicitante	: RAMIREZ RIOS, Olenka Cecilia	Ensayado por :	A. Rosas
Material	: TERRENO NATURAL	Fecha de Ensayo:	18/02/2023
		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: C-02 M-01	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	: C-02	Norte:	---
N° de Muestra	: 05 OXIDO DE CALCIO 7%	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.690 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.606 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad : 11.1 %

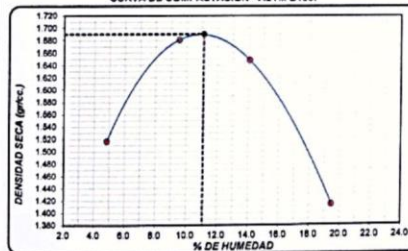


C.B.R. (0.17) 58 GOLPES: 36.3 %

C.B.R. (0.17) 25 GOLPES: 28.4 %

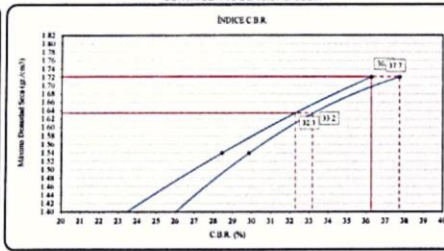
C.B.R. (0.17) 12 GOLPES: 20.8 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 36.3 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 32.3 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 37.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 33.2 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUCONCSAC

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soru Campos
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 51173

Ing° Responsable Laboratorio

PANEL FOTOGRÁFICO



Señalización de la calicata N° 01.



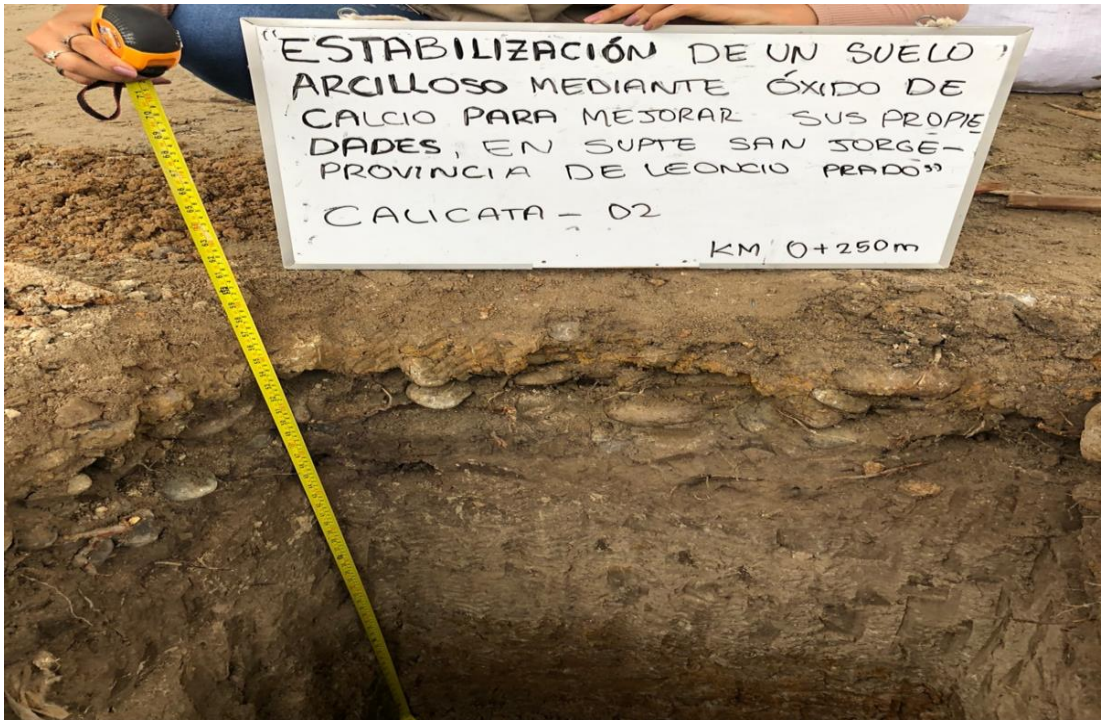
Excavación de la calicata N° 01 al Km 0+110 m.



Excavación de la calicata N° 01 a una profundidad de 1.50 m.



Señalización de la calicata N° 02 al Km 0+250 m



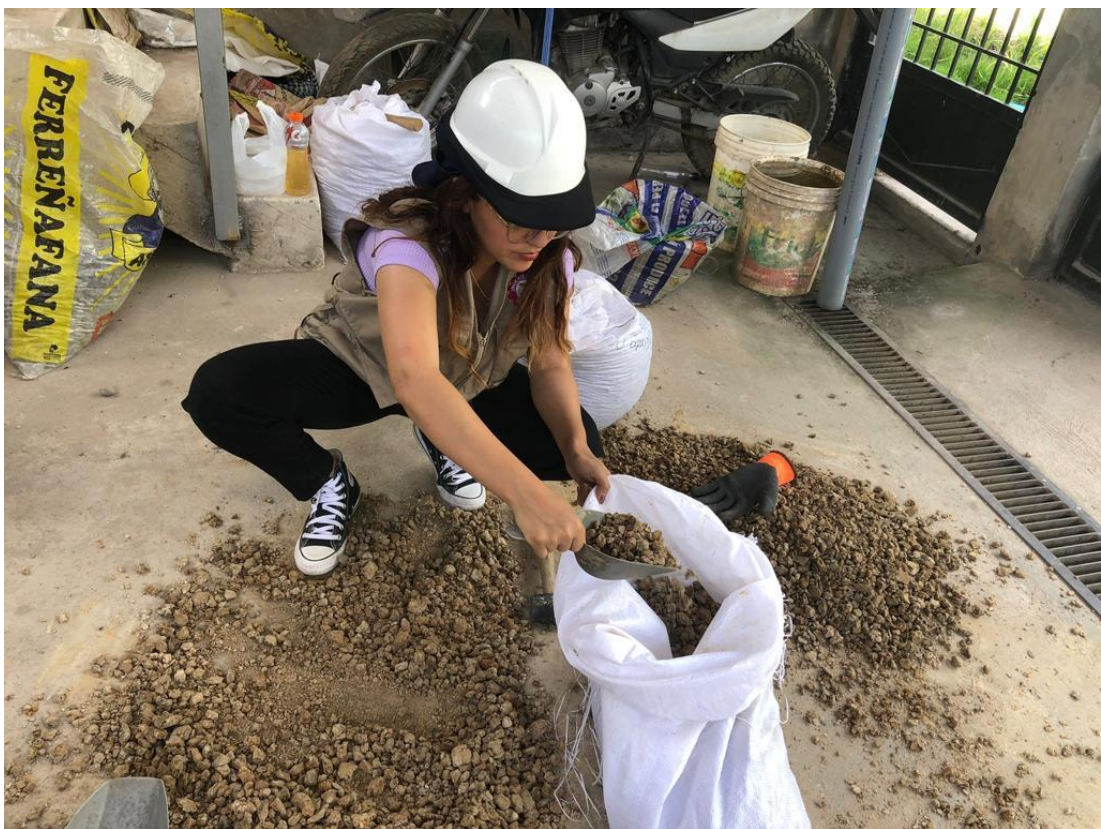
Excavación de la calicata N° 02 a una profundidad de 1.50 m.



Movilización de las muestras de la calicata N° 01 y 02 al laboratorio.



Vista de la calle del centro poblado Supte San Jorge.



Trituración de la muestra húmeda para los ensayos de laboratorio.



Se realizó el pesado de las muestras obtenida del campo para la obtención del contenido de humedad.



Muestras que se utilizaron para realizar el ensayo para obtener el contenido de humedad natural.



Se colocan las diferentes muestras en el horno para realizar en ensayo de obtención del contenido de humedad natural.



Se realizó el ensayo granulométrico a las muestras de las calicatas.



Se realizó el ensayo de índice de plasticidad, con el suelo saturado, realizando rollos con un diámetro de 3 mm y un largo de 6 mm.



Se realizó la determinación del límite líquido a través del instrumento geotécnico copa de Casagrande.



Muestra de suelo natural para realizar el ensayo de compactación.



Determinación del porcentaje de agua que se colocará al suelo según el peso de la muestra del suelo natural, para luego realizar el ensayo de compactación.



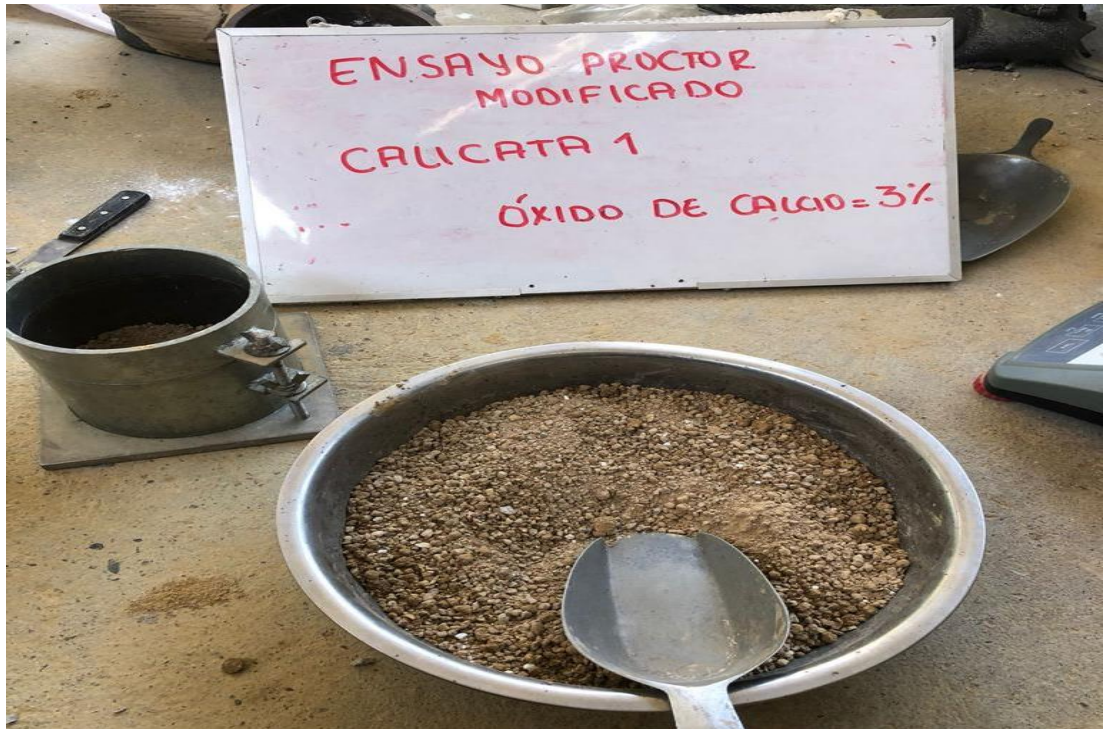
Se observa la realización del ensayo de compactación, a través de un molde y pisón.



Se observa el molde de compactación, que se realizó en 5 capas a 56 golpes para cada capa; luego se pesó la muestra más el peso del molde.



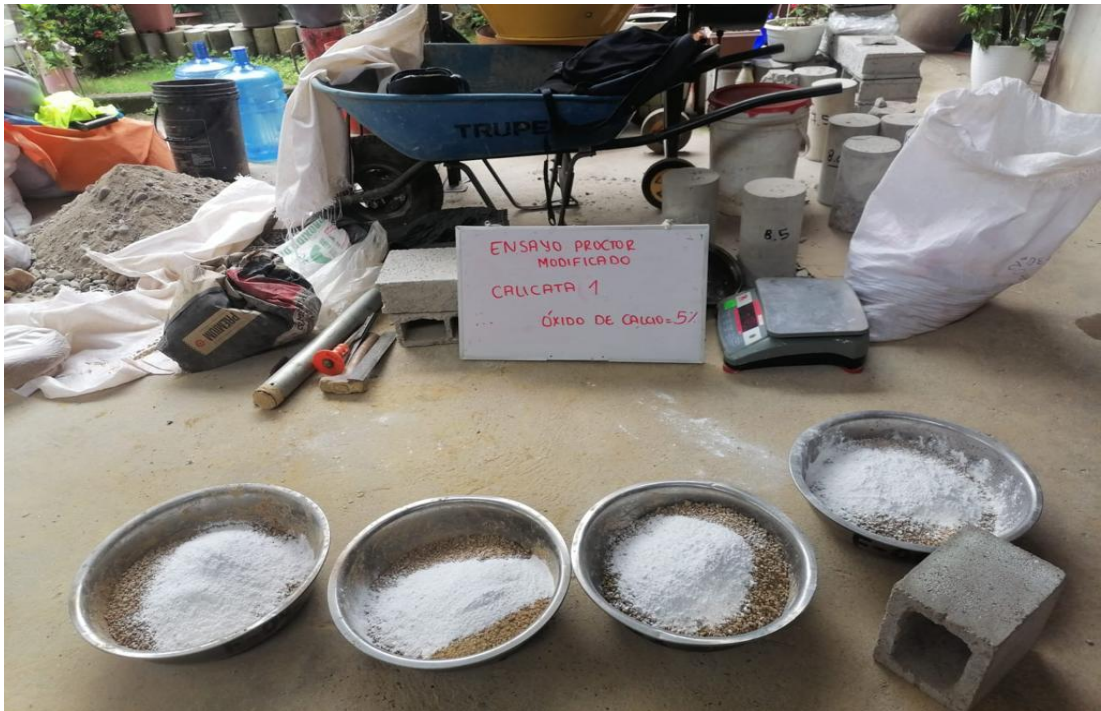
Aplicación de los diferentes porcentajes de óxido de calcio, para el ensayo de Proctor Modificado.



Aplicación del 3 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 01, para el ensayo de Proctor Modificado.



A Se observa el molde de compactación, que se realizó en 5 capas a 56 golpes para cada capa; con la adición de un 3 % de óxido de calcio.



Aplicación del 5 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 01, para el ensayo de Proctor Modificado.



Molde de compactación con la adición del 5 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 01, para el ensayo de Proctor Modificado.



Aplicación del 7 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 01, para el ensayo de Proctor Modificado.



Molde de compactación con la adición del 7 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 01, para el ensayo de Proctor Modificado.



Molde de compactación con la adición del 1 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 02, para el ensayo de Proctor Modificado.



Molde de compactación con la adición del 3 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 02, para el ensayo de Proctor Modificado.



Molde de compactación con la adición del 5 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 02, para el ensayo de Proctor Modificado.



Aplicación del 7 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 02, para el ensayo de Proctor Modificado.



Molde de compactación con la adición del 7 % de óxido de calcio a la muestra de la calicata N° 02, para el ensayo de Proctor Modificado.



Moldes de compactación para el ensayo de CBR, que contiene el collar y disco espaciador, a diferente energía de compactación que fueron de 56, 25, 10 golpes respectivamente.



Se realiza la colocación del trípode con el dial de las deformaciones en el canto del molde para luego ajustar el vástago de la placa perforada.



Se sumergieron las muestras compactadas durante un periodo de 4 días.



Después de los 4 días, se retiran los moldes, para realizar la prueba de penetración en la prensa CBR.



Ensayo de penetración en la prensa CBR para la muestra N° 01 de la Calicata N° 01.



Ensayo de penetración en la prensa CBR para la muestra N° 02 de la Calicata N° 01.



Ensayo de penetración en la prensa CBR para la muestra N° 03 de la Calicata N° 01.



Se puede observar el molde de la muestra N° 01 que se realizó a través de Ensayo de penetración en la prensa CBR.



Se puede observar el molde de la muestra N° 02 que se realizó a través de Ensayo de penetración en la prensa CBR.