

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Proporción adecuada de cal para la estabilización de suelos en el camino vecinal “Ambato-Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo

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

**AUTOR**

**Merli Luzdeli Carrasco Dávila**

**ASESOR**

**Félix German Delgado Ramírez**

Rioja, Perú  
2024

## METADATOS COMPLEMENTARIOS

### Datos del autor

Nombres	Merli Luzdeli
Apellidos	Carrasco Dávila
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	73977905
Número de Orcid (opcional)	

### Datos del asesor

Nombres	Félix German
Apellidos	Delgado Ramírez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	22264222
Número de Orcid (obligatorio)	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7188-9471">https://orcid.org/0000-0002-7188-9471</a>

### Datos del Jurado

#### Datos del presidente del jurado

Nombres	Víctor
Apellidos	Garcés Díaz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	32860015

#### Datos del segundo miembro

Nombres	Christian Edward
Apellidos	Ríos Paredes
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	43164616

#### Datos del tercer miembro

Nombres	Alcibíades
Apellidos	Bances Meza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	44127737

**Datos de la obra**

Materia	cal, estabilización, suelo, camino
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Tesis
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesaurus).



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ACTA N° 073-2024-UCSS-FI/TPICIV**  
**SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**  
**FILIAL RIOJA: NUEVA CAJAMARCA**

**Los Olivos, 06 de septiembre del 2024**

Siendo las 13:01 horas del 06 de septiembre del 2024, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

**Proporción adecuada de cal para la estabilización de suelos en el camino vecinal  
"Ambato-Santa Clara", distrito Santa Cruz de Cutervo**

Por la Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

**CARRASCO DAVILA, MERLI LUZDELI**

Ante el Jurado calificador conformado por el:

Mgtr. GARCÉS DÍAZ, Víctor	Presidente
Mg. RIOS PAREDES, Christian Edward	Secretario
Ing. BANCES MEZA, Alcibíades	Miembro

Siendo las 14:30 horas, habiendo sustentado y atendido las preguntas realizadas por cada uno de los miembros del jurado; y luego de la respectiva deliberación, el jurado le otorgó la calificación de:

**APROBADO**

En mérito a la calificación obtenida se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller CARRASCO DAVILA, MERLI LUZDELI el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,

.....  
**Ing. BANCES MEZA, Alcibíades**  
**Miembro**

.....  
**Mg. RIOS PAREDES, Christian Edward**  
**Secretario**

.....  
**Mgtr. GARCÉS DÍAZ, Víctor**  
**Presidente**

**Anexo 2**

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Lima, 16 de septiembre de 2024

Señor(a),

DAYMA SADAMI CARMENATES HERNANDEZ  
Jefe del Departamento de Investigación  
/Coordinador Académico de Unidad de Posgrado Facultad Ingeniería UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis, bajo mi asesoría, con título: Proporción adecuada de cal para la estabilización de suelos en el camino vecinal "Ambato-Santa Clara", Distrito Santa Cruz de Cutervo, , presentado por CARRASCO DAVILA, MERLI LUZDELI (Código 2014101677 y DNI 73977905) para optar el título profesional de Ingeniero Civil ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para su publicación.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 9%**. \* Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



---

DELGADO RAMIREZ, FELIX GERMAN

DNI: 22264222

ORCID: [orcid.org/0000-0002-7188-9471](https://orcid.org/0000-0002-7188-9471)

Facultad de Ingeniería UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## DEDICATORIA

*La presente tesis dedico a nuestro padre Dios por encima de todo, con el mayor amor, al rey celestial por ser mi señor dueño de mi vida por brindarme su protección, salud, entendimiento y por permitirme disfrutar de este mundo maravilloso.*

*A mis padres Emérito Carrasco Hurtado, Nely Marilú Dávila Ramos por ser mi motor y ejemplo mi más sincero agradecimiento por inspirarme y darme la fuerza de voluntad para perseverar hasta completar mi investigación de tesis.*

*A mis hermanos Erlin, Yulisa y Yamileth, a mis amigos y a todos aquellos que confiaron en mí y me apoyaron en cada instante de la ejecución de mi proyecto, dándome las pautas necesarias para conseguir mi objetivo.*

*Bach. Merli Luzdeli Carrasco Dávila*

## AGRADECIMIENTO

Expresar mi más profundo agradecimiento en primer lugar a DIOS porque es dueño y señor de toda la sabiduría y todo cuanto existe, agradecer profundamente por haberme dado el entendimiento para estudiar la carrera de Ingeniería Civil y porque día a día me fortalece espiritualmente.

Estoy muy agradecida con mis padres y hermanos, por su apoyo para ayudarme en hacer realidad mi sueño de ser profesional, agradecerles porque supieron comprender el anhelo de realizar la presente tesis brindándome su apoyo en todo momento durante el desarrollo de esta brillante aspiración, a ellos les consagro todo el esfuerzo y cariño.

Agradezco mucho a PRONABEC por haberme brindado la beca 18, para poder estudiar una carrera universitaria, con el objetivo de ser un profesional competente, gracias a la formación brillante brindada por parte de la universidad Católica Sedes Sapientiae.

Así también quiero extender mi agradecimiento a mis amigos y amigas que estuvieron conmigo en este gran reto apoyándome a vencer todas las dificultades, al Dr. Félix German Delgado Ramírez, cuyo trabajo y compromiso me ayudaron a desarrollar esta investigación.

*Bach. Merli Luzdeli Carrasco Dávila*

## RESUMEN

Este proyecto tuvo como objetivo determinar la proporción adecuada de cal para estabilizar el suelo del camino vecinal Ambato - Santa Clara. Se empleó una metodología basada en un diseño experimental con una muestra que se enfocó en 4 calicatas. Se alcanzó que la proporción adecuada para estabilizar los suelos del camino vecinal Ambato-Santa Clara es la incorporación del 4,0% de cal, según los valores de CBR en cumplimiento con los requisitos mínimos del MTC para calificar como una subrasante regular. Además, su utilización resulta en un costo más bajo en comparación con las técnicas de estabilización con materiales de préstamo empleadas cotidianamente. Estos hallazgos fueron respaldados por análisis estadísticos inferenciales, los cuales arrojaron un valor de sigma inferior a 0.050 en relación a la resistencia, lo que indica una influencia significativa en la mejora de las propiedades del suelo.

**Palabras clave:** cal, estabilización, suelo, camino.

## ABSTRACT

This project aimed to determine the appropriate proportion of lime to stabilize the soil of the Ambato - Santa Clara local road. A methodology based on an experimental design was used with a sample that focused on 2 pits. It was achieved that the appropriate proportion to stabilize the soils of the Ambato-Santa Clara local road is the incorporation of 4.0% of lime, according to the CBR values in compliance with the minimum requirements of the MTC to qualify as a regular subgrade. Furthermore, its use results in a lower cost compared to conventional stabilization techniques. These findings were supported by inferential statistical analyses, which yielded a sigma value of less than 0.050 in relation to resistance, indicating a significant influence on the improvement of soil properties.

**Key words:** lime, stabilization, soil, road.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	ii
RESUMEN .....	ii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
INTRODUCCIÓN .....	xi
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1.    Formulación del problema.....	1
1.1.1. Problema principal .....	3
1.1.2. Problemas secundarios .....	3
1.2.    Objetivos de la investigación.....	3
1.2.1. Objetivo principal.....	3
1.2.2. Objetivos secundarios .....	4
1.3.    Justificación e importancia de la investigación .....	4
Justificación .....	4
Importancia .....	7
1.4.    Delimitación del área de investigación.....	7
1.5.    Limitaciones de la investigación .....	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Antecedentes internacionales y nacionales .....	10
Antecedentes internacionales.....	10
Antecedentes nacionales .....	12
2.2.    Bases teóricas .....	14

Proporción adecuada de cal .....	14
Estabilización de suelos .....	15
2.3. Definición de términos básicos.....	24
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.1. Hipótesis principal .....	26
3.2. Hipótesis secundarias.....	26
3.3. Variables e indicadores .....	26
3.4. Operacionalización de las variables.....	27
CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
4.1. Diseño de ingeniería .....	29
4.2. Métodos y técnicas del proyecto.....	30
4.3. Diseño estadístico .....	31
4.4. Técnicas y herramientas estadísticas .....	32
CAPÍTULO 5. DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	34
5.1. Proyecto piloto, pruebas, ensayos, prototipos y modelamiento.....	34
Proyecto piloto .....	34
Ensayos de muestras en laboratorio .....	36
5.2 Aplicación estadística. ....	46
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO .....	51
6.1. Beneficios no financieros .....	51
6.2. Evaluación del impacto social y/o ambiental .....	51
6.3. Evaluación económica – financiera.....	54
CAPÍTULO 7. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
7.1. Resultados.....	56
7.2. Conclusiones.....	65

7.3. Recomendaciones .....	66
APÉNDICES Y ANEXOS .....	67
i. Fuentes de información.....	67
ii. Apéndices .....	74
iii. Anexo .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Macrolocalización y microlocalización</i> .....	8
<b>Figura 2</b> <i>Ubicación satelital del lugar de estudio</i> .....	34
<b>Figura 3</b> <i>Fases de desarrollo de la investigación</i> .....	35
<b>Figura 4</b> <i>Recolección de muestras en calicatas</i> .....	36
<b>Figura 5</b> <i>Lavado de las muestras</i> .....	38
<b>Figura 7</b> <i>Registro de peso</i> .....	39
<b>Figura 6</b> <i>Colocación de la muestra en los tamices manualmente</i> .....	39
<b>Figura 8</b> <i>Ensayo de Limite líquido</i> .....	40
<b>Figura 9</b> <i>Enrollando las muestras en forma cilíndrica</i> .....	41
<b>Figura 10</b> <i>Colocación de las muestras en el horno</i> .....	42
<b>Figura 11</b> <i>Contenido de humedad</i> .....	42
<b>Figura 12</b> <i>Colocación de agua a la muestra para Proctor</i> .....	43
<b>Figura 13</b> <i>Elaboración de la mezcla para Proctor modificado con adición de cal</i> .....	44
<b>Figura 14</b> <i>Colocación de los especímenes en agua</i> .....	45
<b>Figura 15</b> <i>Penetración de la muestra con el equipo de CBR</i> .....	45
<b>Figura 16</b> <i>Promedio de los datos de CBR</i> .....	46
<b>Figura 17</b> <i>Análisis de precios unitarios</i> .....	49
<b>Figura 18</b> <i>Valores índice de la capacidad portante del suelo</i> .....	57
<b>Figura 19</b> <i>Ubicación de tipos de suelos</i> .....	61
<b>Figura 20</b> <i>Precios unitarios y totales</i> .....	64
<b>Figura 21</b> <i>Consideraciones referenciales</i> .....	83
<b>Figura 22</b> <i>Alternativas de estabilización</i> .....	84
<b>Figura 23</b> <i>Vista de tramo crítico en el camino vecinal Ambato Santa Clara</i> .....	168
<b>Figura 24</b> <i>Vista de un tramo del camino vecinal Ambato Santa Clara en mal estado</i> ..	168
<b>Figura 25</b> <i>Marcación del área que se excavo para la calicata 01</i> .....	169
<b>Figura 26</b> <i>Medición de profundidad</i> .....	169
<b>Figura 27</b> <i>Muestras extraídas en la calicata 02</i> .....	170
<b>Figura 28</b> <i>Toma de muestras en la calicata 04</i> .....	170
<b>Figura 29</b> <i>Obtención de las muestras calicata 03</i> .....	171

<b>Figura 30</b> <i>Cal y suelo a emplear en el laboratorio</i> .....	171
<b>Figura 31</b> <i>Tamizado granulométrico</i> .....	172
<b>Figura 32</b> <i>Muestra retenidas en los tamices</i> .....	172
<b>Figura 33</b> <i>Incorporación de cal</i> .....	173
<b>Figura 34</b> <i>Ranura realizada a la pasta de suelo</i> .....	173
<b>Figura 35</b> <i>Colocación de una parte de suelo en un envase.</i> .....	174
<b>Figura 36</b> <i>Realización de cilindros con muestra preparada</i> .....	174
<b>Figura 37</b> <i>Colocación de los cilindros de suelo con cal en recipientes</i> .....	175
<b>Figura 38</b> <i>Retirando las muestras del horno para luego registrar su peso</i> .....	175
<b>Figura 39</b> <i>Cuarteo y toma de muestras</i> .....	176
<b>Figura 40</b> <i>Lectura de penetración</i> .....	176
<b>Figura 41</b> <i>Ficha técnica de la cal utilizada para la realización de ensayos</i> .....	177

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	27
<b>Tabla 2</b> <i>Cantidad de ensayos ejecutados para la investigación</i> .....	36
<b>Tabla 3</b> <i>Normas utilizadas para el desarrollo de los ensayos</i> .....	37
<b>Tabla 4</b> <i>Cálculos estadísticos de los datos de CBR</i> .....	46
<b>Tabla 5</b> <i>Prueba de Shapiro Wilk</i> .....	48
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis de varianza de los promedios del CBR con el incremento de cal</i> .....	48
<b>Tabla 7</b> <i>Prueba de Tukey del CBR</i> .....	49
<b>Tabla 8</b> <i>Evaluación del impacto ambiental</i> .....	52
<b>Tabla 9</b> <i>Costos - material de préstamo</i> .....	54
<b>Tabla 10</b> <i>Costos - cal</i> .....	55
<b>Tabla 11</b> <i>Resultados promedios de las C-01 Y C-02</i> .....	56
<b>Tabla 12</b> <i>Resultados de las resistencias de los suelos</i> .....	57
<b>Tabla 13</b> <i>Cantidad de la cal por metro cuadrado para una capa de espesor de 200mm</i>	59
<b>Tabla 14</b> <i>Cantidad de agua promedio por metro cúbico</i> .....	59
<b>Tabla 15</b> <i>Cantidad total de cal</i> .....	60
<b>Tabla 16</b> <i>Clasificación de suelos</i> .....	60
<b>Tabla 17</b> <i>Propiedades físico-mecánicas del suelo sin estabilizar</i> .....	62
<b>Tabla 18</b> <i>Presupuesto de mejoramiento con cal vs material de préstamo</i> .....	63
<b>Tabla 19</b> <i>Matriz de consistencia</i> .....	74
<b>Tabla 20</b> <i>Resumen de resultados</i> .....	82

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se puede señalar que los caminos vecinales llegan a contar con la posibilidad de mejorar directamente a la conexión de diferentes pueblos o ciudades dentro del ámbito nacional e internacional, comprendiendo con ello que, al contar con diferentes factores geológicos, se puede exponer hacia las vías a un sin número de esfuerzos, en donde al no encontrarse preparadas adecuadamente, se puede evidenciar grandes deformaciones.

Para mejorar la subrasante y el suelo en general, se han llevado a cabo varias investigaciones en Cajamarca y otras regiones de Perú, con el fin de mejorar la calidad del tráfico en las vías de transporte y potencialmente brindar beneficios sociales a la población local de las áreas evaluadas.

Además, se puede valorar que la problemática de estudio no solo corresponde a exponer el empleo de la cal como un medio de estabilización de suelos, sino que ello corresponde a buscar una representación experimental, sobre la cual se puede señalar no solo la mejora de resistencia del suelo, sino que ello busca incidir en la plasticidad y CBR, condiciones físicas, mecánicas; sobre las cuales se puede esperar una amplia mejoría en términos de resistencia.

Mientras que, se debe de tomar en cuenta que la cal puede llegar a generar un amplio margen de mejora en términos de cohesión, no solo ante el contacto con el agua, sino ante la presencia de cualquier tipo de humedad, que es característico de los suelos.

Situada en el norte de Perú, Cutervo es una provincia con quince distritos que están conectados por una extensa red de caminos vecinales. Sin embargo, estos caminos se encuentran en condiciones inadecuadas, lo que afecta el transporte y el comercio entre las localidades de Cutervo. Esto se debe a la inestabilidad del suelo debido a que los materiales que componen dichos caminos están expuestos a diversos factores naturales. Para resolver este problema, se han realizado investigaciones para encontrar la cantidad adecuada de cal que eleve el nivel de estabilización de los suelos en el camino vecinal "Ambato - Santa Clara". Es importante recordar

que el desarrollo de carreteras locales facilita el comercio entre comunidades, dichos factores son esenciales para el crecimiento social y económico de la provincia.

De igual forma, se puede especificar que la cal es definida como una materia prima que llega a ser obtenida por medio de la quema a altas temperaturas la piedra caliza, en donde los diferentes estudios han especificado que esta cuenta con la posibilidad de adherirse al suelo, con la finalidad de poder mejorar su resistencia, ante una dosificación específica que varía de acuerdo a las características y particularidades individuales de cada tipo de suelo.

Así mismo, una estabilización de un suelo a través del empleo de la cal, son comprendidos como procesos que se desarrollan en un periodo definido en el tiempo, con el propósito de: que se pueda proveer mejoras en cuanto a la estructura de la carretera y características del aporte físico mecánico del suelo de estabilización, brindando una mejor condición de transitabilidad.

Sobre esta base, la estructura del estudio fue la siguiente:

Capítulo 1: Planteamiento de problema; este capítulo mantuvo una valoración desde la problemática sobre la que se ha desarrollado el estudio.

Capítulo 2: Marco teórico; las definiciones conceptuales sirvieron de base para el marco teórico de cada variable investigada.

Capítulo 3: Variables de investigación e hipótesis: en la que el investigador ha desarrollado la condición hipotética, con la finalidad de ofrecer respuesta hacia una realidad de estudio.

Capítulo 4: Diseño de la investigación; donde se contó con la representación metodológica que ha caracterizado el desarrollo del estudio.

Capítulo 5: Desarrollo experimental; se ha basado en la realización del experimento como tal.

Capítulo 6: Análisis costo / Beneficio; se ha establecido la valoración económica, respecto a la mejora propuesta.

Capítulo 7: Resultados, conclusiones y recomendaciones; en donde se ha tomado como referencia a los objetivos, para poder representar la finalidad del presente estudio.

Apéndices y anexos

## CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Formulación del problema

Hoy en día, las dificultades que experimentan en las rutas de transporte en todo el mundo se deben a diversos factores naturales y no naturales tales como: actividad sísmica, problemas hidrológicos, relieve topográfico y climatología; en otros casos debido a problemas en el proceso constructivo que se haya realizado empezando por los cortes para la apertura además de los tipos de suelos empleados para los rellenos de la vía de transporte. Por lo general los problemas que se presentan son a consecuencia de estos procesos ya que generan inestabilidad de los suelos. (Ávila Argota, 2021).

Esta problemática incrementa cuando los materiales que componen las subrasantes son arcillosos con características expansivas. Por lo que una forma de estabilizar dichos suelos es mediante productos químicos tales como: cemento, emulsión asfáltica, cal y otros. Según estudios realizados por el grupo Calidra junto con el Instituto de Transportes de México determinaron que la cal logro incrementar notablemente la resistencia a compresión simple en materiales arcillosos (Pérez García et al., 2019)

En América Latina, incluyendo Perú, se enfrenta a un desafío significativo en cuanto a la infraestructura vial, especialmente en vías no pavimentadas como caminos vecinales, secundarios y trochas carrozables, que abarcan un total de 141,603.00 km a nivel nacional. La falta de estabilidad en estas vías se debe a la incomprensión tipológica del suelo, cada uno con propiedades únicas. Por ejemplo, los suelos arcillosos son particularmente vulnerables a los cambios climáticos, lo que disminuye su capacidad de soporte y ocasiona deformaciones, impactando la transitabilidad y la conectividad entre comunidades. Para abordar esta problemática, se implementan procesos de estabilización, que incluyen el uso de cal, con el fin de asegurar suelos estables y un óptimo funcionamiento de las vías de transporte. (Noriega Armas et al., 2022)

Frente a la problemática que enfrentan los suelos arcillosos el MTC (2022), en la norma CE 020 en el anexo 8.2 nos menciona diferentes alternativas para estabilizar suelos mediante el

empleo de agentes químicos, así como: cemento, emulsiones asfálticas y cal esta última es recomendable para dar estabilidad a las arcillas, por lo que será tema de nuestra investigación.

La región Cajamarca cuenta con una gran cantidad de caminos vecinales, los cuales en su mayoría presentan problemas de transitabilidad, esto debido a diferentes razones causadas por la naturaleza, así como por la presencia de fuertes lluvias a consecuencia generando grandes charcos de lodo en las carreteras sin pavimentar (caminos vecinales) lo que ocasiona grandes dificultades para el traslado de la población afectando muchas veces su economía debido a que no pueden trasladar sus productos tales como café, llonque, maíz, papas, plátanos, frejoles, chancaca, y otros.

Estas dificultades también se deben a la mala gestión y poco interés por parte de nuestros políticos que llegan al poder, dejando en abandono los mantenimientos a las vías de transporte especialmente a las vías que no están pavimentadas, ya que muchas veces no hay presupuestos o son mínimas las cantidades, especialmente en los distritos más alejados a la región, no tiene vías pavimentadas es decir solo presentan carreteras hasta el nivel afirmado y en su mayoría en malas condiciones. Santa Cruz es uno de los distritos aportadores a las cooperativas de café de la ciudad de Jaén, también aporta con grandes cantidades de aguardiente al país. Por ende, esta investigación se enfoca en encontrar un porcentaje adecuado de cal para mejorar los suelos que conforman parte de las vías de transporte de distrito mencionado ya que son una fuente principal para la conexión y desarrollo de los pueblos.

Todo lo anteriormente mencionado es fuente de motivación para desarrollar una investigación enfocada en determinar una proporción adecuada de la cal que pueda estabilizar el suelo del camino vecinal “Ambato-Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo” de esta manera contar con una dosificación establecida y poder brindar estos datos a las municipalidades cercanas e involucradas en el buen funcionamiento de dicho camino vecinal, para poder llevarlo a la realidad, de esta forma ofrecer transitabilidad en todas las épocas del año, menores tiempos de traslado y comodidad de viaje a la población.

### **1.1.1. Problema principal**

¿Cuál es la proporción adecuada de cal para estabilizar el suelo en el camino vecinal Ambato Santa Clara en el distrito de Santa Cruz de Cutervo?

### **1.1.2. Problemas secundarios**

¿Cómo influirá la incorporación de cal en la resistencia de los suelos en el camino vecinal Ambato Santa Clara distrito Santa Cruz de Cutervo?

¿Qué dosis de cal es necesaria para estabilizar el suelo del camino vecinal Ambato Santa Clara en el distrito de Santa Cruz de Cutervo?

¿Cuáles son los tipos de suelos existentes en el camino vecinal Ambato Santa Clara del distrito Santa Cruz de Cutervo?

¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas del suelo existente en el camino vecinal Ambato Santa Clara del distrito Santa Cruz de Cutervo?

¿Cuál será el costo unitario y total que generaría estabilizar el suelo con cal, en comparación con el material de préstamo utilizado cotidianamente, en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo principal**

Determinar la proporción adecuada de cal para la estabilización de suelos en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

### **1.2.2. Objetivos secundarios**

Determinar la influencia de la cal en la resistencia de los suelos en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

Determinar la dosificación necesaria de cal para estabilizar los suelos en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

Determinar los tipos de suelos existentes en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo existente en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

Determinar el costo unitario y total que generaría estabilizar el suelo con cal, en comparación con el material de préstamo utilizado cotidianamente, en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo

### **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

#### **Justificación**

##### **Justificación teórica**

La estabilización de suelos con cal es una técnica ampliamente estudiada y aplicada en ingeniería civil. Numerosos estudios han demostrado la eficacia de la cal para mejorar la resistencia, la cohesión y la impermeabilidad de los suelos. Esta investigación aporta nuevos conocimientos sobre la proporción óptima de cal para estabilizar los suelos específicos del camino vecinal "Ambato-Santa Clara". Los resultados obtenidos servirán como referencia para futuros proyectos de mejora de caminos en la región. Además, los resultados y conclusiones que se recojan

se utilizarán como antecedentes locales. Asimismo, como una alternativa nueva en la zona, para mejorar a los suelos que ahora son inadecuados como subrasantes.

### **Justificación metodológica**

La metodología empleada en esta investigación se basa en un diseño experimental con calicatas y ensayos de CBR, que es un enfoque científico riguroso y ampliamente utilizado en ingeniería vial para determinar la resistencia de los suelos. El diseño experimental permite controlar variables, manipular la proporción de cal y observar su efecto en la resistencia del suelo. Las calicatas proporcionan muestras representativas del suelo en diferentes puntos del camino vecinal, asegurando la representatividad de los resultados. Los ensayos de CBR son la técnica estándar para evaluar la capacidad de carga de los suelos y su aptitud para ser utilizados como subrasante.

La investigación se llevó a cabo con controles adecuados para minimizar el efecto de variables extrañas y se realizaron repeticiones suficientes para garantizar la precisión y la confiabilidad de los resultados. La metodología empleada es replicable por otros investigadores, lo que permite la verificación y la generalización de los resultados a otros caminos vecinales con características similares de suelo.

### **Justificación práctica**

El camino vecinal "Ambato-Santa Clara" se encuentra en un mal estado, con baches profundos, desprendimientos de tierra. Por lo que la presente investigación ofrece una solución práctica y económica para mejorar las condiciones del camino. La cal es un material accesible y de bajo costo en la región, lo que la convierte en una opción viable para la comunidad.

Por lo que el presente trabajo se centró en encontrar la proporción adecuada de cal que estabilice el suelo en estudio, para que esta información pueda ser comunicada a los futuros estudiantes y administradores que puedan implementar este proyecto. Con el propósito de mejorar la transitabilidad de productos agrícolas, mejorando las condiciones de vida de los

agricultores y la economía local. Además, facilitará el acceso a la educación y la salud para los niños y las familias de la zona.

### **Justificación ambiental**

La estabilización de suelos con cal es una técnica más sostenible que el uso de materiales de préstamo, ya que reduce la extracción de recursos naturales y la generación de residuos. La mejora del camino contribuirá a la protección del medio ambiente, al reducir la erosión del suelo y la contaminación del agua

### **Justificación social**

El trabajo actual tuvo un enfoque social, ya que la población involucrada en el proyecto de investigación adquirirá conocimiento sobre la proporción adecuada de cal, la cual se presenta como una opción para solucionar los problemas del camino Ambato-Santa Clara. Además, tanto el gobierno como las empresas contratistas involucradas en proyectos de mejora de caminos vecinales podrían optar por el tratamiento de suelos mediante el uso de la cal. Por lo que si se llegará aplicar esta generaría un positivo en la calidad de vida de los habitantes de la zona, mejorando su acceso a servicios básicos, oportunidades económicas y movilidad. Además, la mejora del camino vecinal puede contribuir a la reducción de la pobreza y al desarrollo local, creando nuevas oportunidades de empleo y mejorando el bienestar de la comunidad. La investigación ha involucrado a la comunidad local, lo que ha permitido obtener información relevante y asegurar la pertinencia de los resultados.

### **Justificación económica**

En cuanto a la justificación económica se justifica en cuanto a la accesibilidad de precios de la cal. Por lo que su utilización, es una opción más económica que otras alternativas, como el uso de materiales de préstamo. Además, la mayor resistencia y durabilidad del camino estabilizado con cal reduciría los costos de mantenimiento a largo plazo, lo que genera un ahorro significativo para la comunidad. La mejora del camino también incrementaría la productividad de los

agricultores y comerciantes, generando nuevas oportunidades de empleo y contribuyendo al desarrollo económico de la zona. Por lo tanto, la inversión en la estabilización con cal es una opción viable y estratégica para mejorar la infraestructura vial y la calidad de vida de los habitantes de la zona.

### **Importancia**

Si bien la estabilización con cal es una técnica bien establecida para mejorar las propiedades del suelo, existe una falta de investigación sobre su aplicación óptima para tipos de suelo y condiciones ambientales específicas, particularmente en el contexto de caminos rurales en Perú. Esta investigación aborda esta brecha al investigar la proporción adecuada de cal para estabilizar el suelo del camino vecinal "Ambato-Santa Clara" en la provincia de Cutervo. El estudio emplea un diseño experimental único que considera las características específicas del suelo. Al analizar los datos utilizando métodos estadísticos, la investigación tiene como objetivo determinar la proporción adecuada de cal para lograr la resistencia y los valores de CBR deseados, minimizando el impacto ambiental y asegurando la rentabilidad. Los hallazgos de esta investigación proporcionarán información valiosa para mejorar la infraestructura de los caminos rurales en Perú, facilitando el transporte, impulsando la actividad económica y mejorando la calidad de vida de las comunidades locales.

Este proyecto de investigación es significativo ya que servirá como un recurso de conocimiento para investigaciones futuras, tesis y proyectos de estudiantes e investigadores que estén interesados en el tema y puedan basarse en las experiencias recopiladas. En este sentido, es relevante porque fomenta la investigación en la estabilización de suelos con cal en caminos vecinales que carecen de una capa de rodadura apropiada.

#### **1.4. Delimitación del área de investigación**

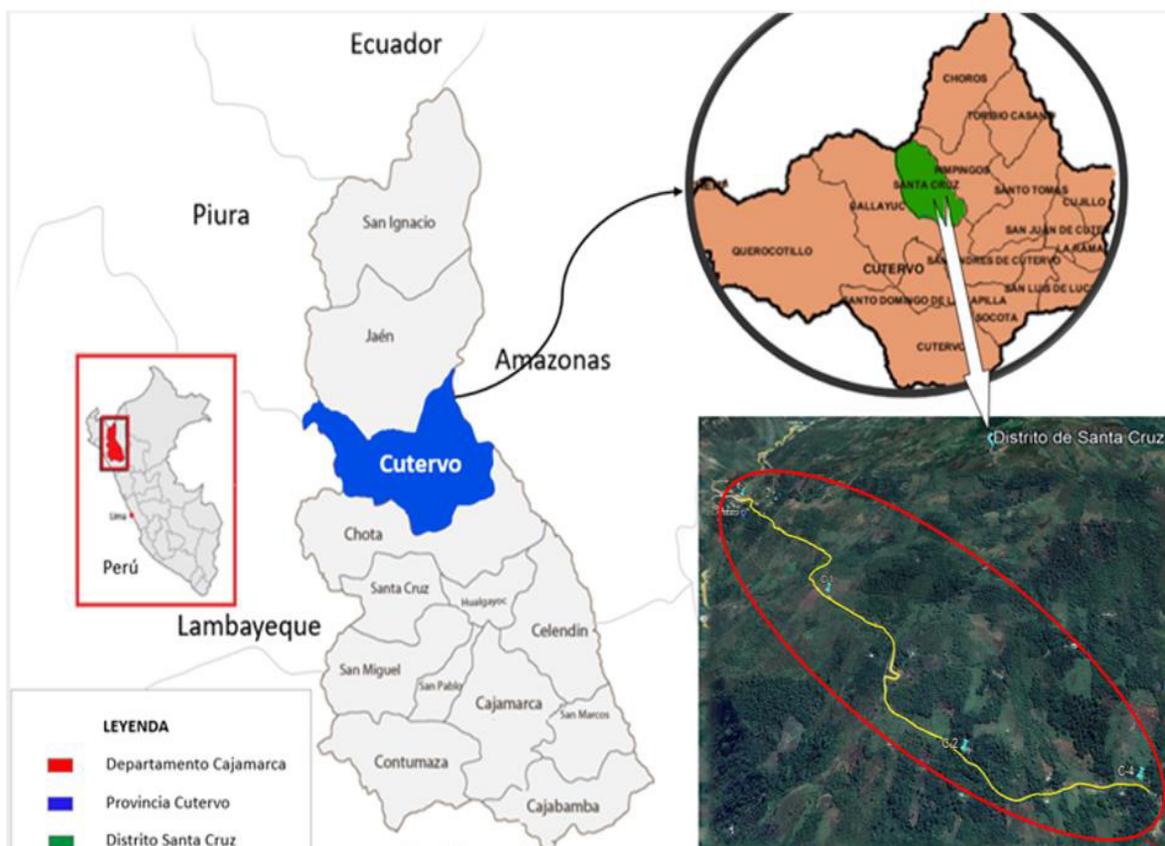
La delimitación del área de investigación es fundamental en un estudio, ya que establece los límites y alcance de la investigación, identificando las características esenciales que lo definen, estas características mínimas son fundamentales para garantizar la coherencia y la relevancia del

estudio, alineándose con el título de la investigación y los objetivos del investigador. Una delimitación precisa permite que la investigación se disperse y se centre en aspectos irrelevantes, garantiza que la investigación sea factible en términos de tiempo y recursos, además garantiza que la investigación se desarrolle de acuerdo con el título y los objetivos planteados. Es importante que la delimitación sea clara, concisa y precisa, y que se refleje en el diseño de la investigación, en la recolección de datos y en la interpretación de los resultados. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2023).

La presente investigación delimita su área de estudio a los 2 478 m del camino vecinal Ambato Santa Clara pertenecientes al distrito de Santa Cruz de Cutervo, teniendo como punto de inicio el caserío Ambato y como Punto final al Caserío la Florida, donde se evidencia suelos inestables.

### Figura 1

#### *Macrolocalización y microlocalización*



### **1.5. Limitaciones de la investigación**

Hubo limitaciones que influyeron en la recolección y procesamiento de muestras, como la pandemia del COVID-19, condiciones climáticas adversas, distancia al laboratorio y otros factores que afectaron el proceso en diferentes formas. Así mismo, se ha contado con problemas en el laboratorio, debido a que se ha requerido de la coordinación de los ingenieros encargados del laboratorio, respecto a los ensayos realizados. Mientras que, se ha valorado el hecho de que el investigador ha tenido que recurrir hacia un financiamiento personal que ha generado una mayor cantidad de tiempo de desarrollo del estudio.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes internacionales y nacionales

#### Antecedentes internacionales

Salinas Suárez y Villao-Carvajal (2019), realizaron un estudio para evaluar varias técnicas de estabilización del suelo mediante geoceldas, sal y cal. El estudio conto con una metodología con diseño experimental, a partir de calicatas utilizadas para obtener muestras de suelo. Las conclusiones del estudio indicaron que el 5,53% era el mejor porcentaje para incorporar cal, lo que logró reducir el hinchamiento del terreno natural en un 49,74%. Por otro lado, la incorporación de sal al terreno natural en un 4,93% logró reducir el hinchamiento en un 69,88%. También, se logró una disminución del 82,39% en el hinchamiento del suelo gracias a la utilización de geoceldas. A su vez, se observó un aumento notable en terminos de resistencia. Para concluir, de acuerdo al autor del estudio, se encontró que las geoceldas, el uso de cal y sal son eficaces para estabilizar el terreno.

Mora-Cedeño (2023), Sugirió emplear hormigón triturado, cal y cerámica como elementos de estudio para investigar las propiedades de la estabilización ampliada de suelos en su investigación. El enfoque metodológico utilizado incluyó una estrategia cuantitativa combinada con una metodología descriptiva para llevar a cabo el estudio. Además, se realizaron ensayos de Clasificación como técnica utilizada, y la muestra consistió en suelos arcillosos. Los resultados determinaron que para una mezcla de 20,0% cal y 80% arcillas, se alcanzó un CBR de 34,8% con una expansión de 3,7%, sin embargo, con mezcla de 45.00% de arcilla y 55.00% de cerámica triturada se alcanzó un CBR de 31.70% con 1.4% de expansión, así mismo para una mezcla de 70.0% de hormigón triturado y 30.00% de arcilla se alcanzó un CBR de 24.6% con una expansión 3. El autor lleo a concluir que en la cuarta mezcla logró disminuir la plasticidad, esta mezcla fue probada con ensayos proctor y CBR para determinar el porcentaje de expansión que tiene. Sin embargo, los porcentajes de su utilización en la combinación son muy superiores a los de la mezcla de cal.

García-Restrepo (2022), El objetivo de su investigación fue investigar cómo utilizar cal para mejorar las carreteras rurales en el país a través de la estabilización del suelo. Metodológicamente fue descriptivo, donde se consultaron diversas fuentes bibliográficas para la recopilación de datos e información, lo cual permitió establecer una guía de análisis documentarios. Según los datos recopilados se llegó a decir que los suelos se encontraban en condiciones deficientes debido a las mejoras anteriores, las cuales fueron de escasa inversión y frecuencia, disminuyendo el tiempo de utilidad efectiva de las estructuras. Adicionalmente, se ha comprobado que la incorporación de cal en el suelo ocasiona una disminución en la flexibilidad del mismo y favorece la mejora de sus propiedades fisicoquímicas. El escritor concluyó que agregar cal a los suelos acelera la construcción al minimizar las pérdidas económicas relacionadas con el mantenimiento y otros gastos superfluos.

Ramírez-Borbón (2020), con el propósito de determinar la proporción exacta de ceniza volcánica y cal que, al combinarse con la arcilla, mejorara sus características y cualidades hasta cumplir con los requisitos establecidos en la norma N-CMT-1-01/16 [3] para las capas de terraplén. La metodología fue descriptiva, donde la muestra fue conformada por arcillas, cenizas volcánicas y cal. Los resultados indicaron que una arcilla expansiva se estabilizó y pasó de un límite líquido de 87,2 a un valor muy próximo a 50 simplemente con la adición de un 30% de ceniza volcánica tamizada a través de la malla N.º 200 y sin la incorporación de cal. Además, se demostró que con la incorporación de un 35% de arcilla y un 5% de cal da lugar a un descenso del límite líquido de la arcilla de un valor de 80 a un valor de 62. El autor también agregó que el mejor método para cumplir los requisitos de la norma N-CMT-1-01/16[3] era añadir ceniza volcánica en una proporción del 30% del peso de la arcilla y cal en una proporción del 2,7% del peso de la arcilla. Dado que las cenizas volcánicas no reaccionan lo suficiente químicamente para agrupar las partículas del suelo y mejorar significativamente el suelo arcilloso para su uso en terraplenes, llegó a la conclusión de que las cenizas volcánicas pueden ser efectivas como estabilizadores cuando se mezclan con aproximadamente el 30% de cenizas volcánicas en peso en comparación con la arcilla, y la mitad del porcentaje óptimo de cal.

### **Antecedentes nacionales**

En su tesis de grado, Sánchez-Sandoval (2022) investigó el efecto de la adición de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimentos rígidos en un distrito del norte del Perú. El estudio se enfocó en la necesidad de estabilizar los suelos para garantizar el óptimo rendimiento de la subrasante en pavimentos. Utilizando una metodología experimental con tres calicatas, Sánchez Sandoval caracterizó el suelo en la vía en estudio. Los resultados revelaron que: La vía presenta un flujo vehicular moderado. Los suelos se clasifican como arena limosa con grava, arena pobremente graduada con limo y grava, y grava arcillosa con arena. El CBR promedio del suelo natural fue de 13% al 95% de MDS.

La adición de cal al 5% incrementó el CBR promedio a 20.73% al 95% de MDS. Basándose en estos hallazgos, Sánchez Sandoval diseñó un pavimento rígido con una losa de concreto de  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.20 m de espesor y una subbase granular de 0.15 m de espesor, compactada al 100% de MDS. La investigación concluyó que la adición de cal al suelo natural mejora significativamente las condiciones de calidad de la subrasante para el diseño de pavimentos rígidos en la zona de estudio.

Tacca-Huaracca (2021), Según su tesis, tenía como propósito mejorar la estabilidad de la subrasante mediante la adición de cal al suelo. En este estudio se utilizó un enfoque experimental cuantitativo aplicado, utilizando una técnica de investigación hipotético-deductiva. Los 500 metros de la vía de circunvalación fueron utilizados como representación muestral. Los resultados descubrieron que la inclusión de cal en un 4%, 8% y 12% incrementa la capacidad de resistencia y optimiza su estabilidad. Además, se logró un índice de CBR del 28,5% al agregar un 12% de cal, mientras que el suelo con un contenido de cal del 8% alcanzó el 24,95%, y el suelo con una proporción de cal del 4 % generó un 19,2%. Estos valores fueron más altos que el valor de 9,4% del suelo sin modificaciones. El estudio demostró que utilizar cal resultó beneficioso para aumentar la estabilidad y la resistencia al corte. Los datos indicaron que un porcentaje del 8% de cal era el más efectivo.

Carranza-Gómez (2021), Como objetivo de su tesis propuso estabilizar el suelo añadiendo 2%, 3% y 5% de cal y yeso respectivamente mediante un diseño preexperimental, donde consideró como muestra las 2 calicatas que realizo en los km 0+360 y 2+400 respectivamente. Entre sus resultados establecieron que, de los porcentajes utilizados, la incorporación de cal y yeso en 5% evidenció mejoras significativas en la capacidad portante o CBR, donde se obtuvo el 22.70% en la calicata 1, mientras que, se alcanzó el 22.00% en la calicata 2. Del mismo modo, se observó un aumento de la plasticidad, que pasó del 12,30% al 3,20% en la calicata de prueba 1 y del 15,30% al 5,20% en la calicata de prueba 2. Llego a concluir que las proporciones de cal y yeso mejoraron significativamente la capacidad de soporte y plasticidad en la dosificación de 5%.

Torres-Muños (2021), la tesis investigó los impactos de agregar cal a suelos blandos en la subrasante de una carretera mediante el análisis de las características físico mecánicas del material. Se desarrollo mediante experimentos que incluían una técnica de enfoque cuantitativo, utilizando una muestra que consistía en el tramo de carretera comprendido desde el kilómetro 0+00 hasta el 1+500. La cual fue no probabilístico. Los resultados indicaron que agregaron un 4, 6 y 8% de cal viva en relación con el peso del suelo seco generó índices de plasticidad similares a 15.67%, 12.75% y 9.42%, respectivamente. Se descubrió de manera similar que el suelo original tenía un CBR de 5.80 al 95% de su máxima densidad seca, lo que sugería que era una base inapropiada. Sin embargo, cuando se agregó cal en un 8%, se logró un CBR del 15,70%, lo que muestra que la base del suelo era de buena calidad. En resumen, se concluyó que la cal viva cumplió con los requisitos necesarios.

Angulo-Roldan y Zavaleta-Papa (2020), llevaron a cabo una investigación con la finalidad de analizar las propiedades fisicomecánicas del suelo luego de recibir tratamientos con cal hidratada y cal viva. La investigación fue cuantitativo con una metodología deductiva. Se utilizó una muestra de dos calicatas para evaluar sus características. Se extrajo un trozo de suelo y se mezcló con diferentes porcentajes de cal hidratada y cal viva (2%, 4% y 6%). Los hallazgos indicaron que los suelos de la primera excavación se clasificaron como altamente plásticos, mientras que los suelos de la segunda excavación se clasificaron como poco plásticos. Por lo tanto, el autor concluye que la cal viva proporciona una alta resistencia, controla el aumento de volumen, reduce la plasticidad y la densidad, a diferencia de la cal hidratada que tiene un efecto contrario.

En resumen, se puede utilizar cal viva para estabilizar suelos altamente plásticos, arcillosos y expansivos en áreas sin pavimentación.

## **2.2. Bases teóricas**

### **Proporción adecuada de cal**

En términos de evaluar la proporción adecuada de cal, se puede afirmar que esto se fundamenta en determinar la concentración de este producto, con el objetivo de influir directamente en la evaluación o mejora de un elemento o área de tierra, con la esperanza de que esto tenga un impacto directo. Igualmente, en la construcción, la incorporación de cal favorece en la obtención de estructuras con mayor durabilidad, donde es posible conseguir resistencia y dureza en la piedra inicial. Asimismo, es impermeable, en cuanto impide la filtración de agua, así como el ingreso del vapor, favoreciendo la eliminación de la humedad. Así mismo, resulta ser un material sencillo de trabajar y moldear. (Pérez-García et al., 2021)

En contraste, la cal es un material aglutinante que se produce al calcinar piedras de caliza, lo que causa una modificación en la composición de las rocas y da como resultado diferentes tipos de cal, que van desde las muy puras hasta las altamente ricas en calcio. También, se produce cal cuando se pulveriza completamente un mineral de origen calcáreo, y ésta puede ser clasificada en dos tipos diferentes según su composición química: en cal viva y cal hidratada. La cal viva se produce al quemar la roca caliza y está formada principalmente por óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), aunque también puede contener óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ), mientras que la cal hidratada es posible obtenerlo al mezclar la cal viva con la cantidad correcta de agua para satisfacer su afinidad química y facilitar su hidratación. (Hernández Ramos, 2022)

Por otro lado, las características de la cal corresponden a ser uno de los químicos de gran utilidad para la humanidad para su utilidad en procesos constructivos, entre otros. Por lo cual con el tiempo este no ha dejado de ser un material versátil, en vista de que presenta propiedades fisicoquímicas importantes. Cabe mencionar que, en la construcción, la incorporación de cal favorece en la obtención de estructuras con mayor durabilidad, donde es posible conseguir mayor

resistencia en las mismas. Asimismo, es impermeable, en cuanto impide la filtración de agua, así como el ingreso del vapor, favoreciendo la eliminación de la humedad. Por otro lado, resulta ser un material sencillo de trabajar y moldear. (Cordero Moguel, 2021)

### **Estabilización de suelos**

Es fundamental resaltar que una estrategia clave para mejorar las cualidades del suelo es la estabilización, la cual implica considerar las características y usos previstos en el que se va a emplear el suelo (bases que sirven como cimientos), es imperativo implementar métodos de estabilización para asegurar que el suelo posea las propiedades necesarias para establecer una base sólida. (Más-López et al., 2020)

Es relevante resaltar que la estabilidad del suelo se logra mediante la combinación con otros materiales, ya sean naturales, sintéticos o químicos. La estabilización química, una técnica específica que emplea compuestos químicos, se utiliza para mejorar ciertas cualidades del suelo a través de diversos métodos. Entre las propiedades fundamentales que se mejoran se encuentran la ductilidad, durabilidad y permeabilidad. (Llano et al., 2020).

De tal forma que, cuando se busca la estabilización del suelo, al mismo tiempo se pretende fortalecer a este y prevenir que esté presente fallas en su estructura, generando con ello la posibilidad de que permanezca intacto el mayor tiempo posible. (Zambrano-Meza y Zambrano-Bravo, 2023)

Asimismo, cabe mencionar que existen cuatro métodos principales de estabilización de suelos, el primero es mecánica que busca alcanzar un material denso y graduado a través de la mezcla, así como por la compactación del suelo con los agregados. Mientras que, la estabilización química representa la alteración de las características del suelo con diversos aditivos o productos químicos entre ellos la cal, cemento u otros. (Cedeño-Tuárez y Tejeda-Piusseaut, 2023)

En contraste, la estabilización física implica cambiar las propiedades del suelo al modificar ciertas propiedades con el fin de brindar mejores propiedades con fines constructivos. Finalmente

se encuentra la estabilización biológica, que implica el cultivo de plantas para evitar la erosión causada por el agua, el viento o el propio suelo. Como resultado, la estabilización de los suelos se logra agregando productos diferentes con el objetivo de mejorar la resistencia y obtener mejores condiciones para aumentar la estabilidad y la durabilidad del suelo. (Rivera et al., 2020)

Es importante tener en cuenta que para ser considerada como subrasante en condiciones regulares el CBR debe ser igual o superior al 6%. Por lo tanto, para determinar qué método de estabilización se debe utilizar, es necesario identificar previamente el tipo de suelo existente en la carretera. Por consiguiente, en una vía de transporte, el agente estabilizador del suelo puede ser tanto suelo natural como un compuesto diseñado específicamente para este propósito. Es crucial que este material esté limpio de cualquier sustancia extraña que pudiera resultar perjudicial para el suelo. Además, la granulometría del suelo puede encontrarse entre el rango de A-1 a A-7 de acuerdo con la Clasificación de suelo. (MTC, 2014)

Aplicar un tratamiento o una estabilización a un suelo requiere conocer sus cualidades mecánicas y físicas. Para ello pueden utilizarse numerosas técnicas que se emplean tanto en el campo como en el laboratorio a partir de diferentes parámetros para conocer la humedad del suelo (W), granulometría, densidad máxima seca (mds) o peso volumétrico, índice de plasticidad (IP), resistencia (CBR). (Zambrano Meza y Zambrano Bravo, 2023)

### **Humedad del suelo**

se refiere a una prueba utilizada para medir la cantidad de agua en una muestra de suelo específica. Esto se logra comparando la masa del material en su estado natural con la masa después de haber sido secado en una estufa. La eliminación de toda el agua en forma de vapor se logra utilizando la temperatura y el tiempo adecuados. (Zambrano Meza y Zambrano Bravo, 2023)

Es relevante resaltar que examinar la humedad original del suelo implica tomar una muestra sin cambios del material y someterlo a calentamiento en un horno por un tiempo determinado. Este procedimiento de evaporación permite que el agua presente en la muestra se evapore, lo cual facilita la medición de la cantidad de agua en el suelo mediante cálculos que se basan en los pesos

de la muestra antes y después del calentamiento. En contraste, el aumento de peso en los suelos tiene una conexión directa con la cantidad de humedad que poseen. En situaciones de humedad constante, el tamaño de los suelos se mantendrá constante. (Hernández Ramos, 2022)

### **Granulometría**

En relación al tamaño de las partículas del suelo, la granulometría está profundamente vinculada al comportamiento del suelo en distintos ámbitos de uso. Por lo tanto, la granulometría hace referencia a la propiedad que tienen los suelos de estar formados por partículas de diversos tamaños. Juega un papel en la capacidad de erosión y manejo del suelo, así como en la capacidad de retener, oxigenar y mover el agua. (Alcivar Montesdeoca, 2020)

Asimismo, la granulometría, hace referencia aquella medición que se realiza a los granos que son parte de la formación sedimentaria y de esta manera determinar la Clasificación del suelo, además, representa el cálculo respecto a la abundancia de cada tamaño previsto en base a una escala granulométrica. Del mismo modo, la granulometría se refiere a la investigación que se lleva a cabo sobre la forma en que están distribuidos los tamaños de los elementos en una colección de un material sólido. (Zapata y Vásquez Gonzales, 2024)

Es fundamental resaltar la importancia del análisis de tamaño de partículas, ya que ofrece datos cruciales sobre el suelo, como la verificación de su gradación adecuada o inadecuada. Además, este análisis facilita la estimación de la impermeabilidad del suelo, la evaluación de la disposición de fragmentos en relación con la repartición de acuerdo a su tamaño, y la determinación de los coeficientes de curvatura y pendiente. (Hernández Ramos, 2022)

Por otro lado, la magnitud de las partículas es una propiedad física del suelo que muestra el tamaño de los grupos en una muestra particular. Se muestra como un valor porcentual que indica la proporción de gránulos de suelo que pasan a través de ciertos tamaños o se quedan retenidos en ellos. Entonces, para obtener conclusiones estadísticamente válidas, es necesario analizar una amplia muestra de suelo que contemple la diversidad de dimensiones de las partículas presentes. (Mamani Gonzalo et Al., 2023)

Cabe destacar que la granulometría proporciona información valiosa sobre la repartición de fragmentos. También ayuda en la verificación del suelo para determinar el origen, la textura, la permeabilidad y estimar la tolerancia a las heladas. También puede calcular la homogeneidad y el coeficiente de curvatura del suelo, así como evaluar la distribución de los fragmentos basándose en la curva granulométrica. (Gutiérrez Rodríguez, 2023)

### **Índice de plasticidad (IP)**

Es una característica clave de los suelos que proporciona información valiosa sobre su comportamiento en estado plástico y su capacidad para resistir deformaciones sin romperse. Comprender este índice es esencial para el diseño adecuado de cimentaciones y estructuras que se construyen sobre diferentes tipos de suelos, generalmente se expresa como el porcentaje de peso en seco que alcanza la muestra de suelo. Esto indica el rango de variación de contenido de humedad en el cual el suelo se mantiene en estado plástico. (Linares Chavez et al., 2020)

Es importante destacar que la arcilla tiene la capacidad de cambiar de forma sin romperse ni desmoronarse, lo que se conoce como plasticidad. Atterberg afirma haber desarrollado una técnica para calcular la plasticidad del suelo mediante el índice de plasticidad, es decir, la diferencia entre los límites plástico y líquido. El contenido de humedad del suelo entre sus fases plástica y semisólida se conoce como límite plástico, mientras que el contenido de humedad del suelo entre sus estados plástico y viscoso como límite líquido. (Zambrano Meza y Zambrano Bravo, 2023)

Asimismo, la plasticidad de los suelos, corresponde a aquella propiedad que presentan las estructuras para tener la tendencia de modificar su consistencia o resistencia al corte, en base a la humedad. De igual manera, corresponde a la propiedad que contribuye a expresar la magnitud respecto a las fuerzas del agua dentro del suelo, donde ello posibilita que el suelo sea moldeado sin llegar a romperse en un determinado punto. (Junco del Pino et. al, 2013)

Por otro lado, está relacionado con el atributo que se ha aplicado para clasificar los suelos de la forma que se ha descrito, de igual manera, está relacionada con la posibilidad de interacción entre los minerales que componen las moléculas de arcilla y el agua. Por tanto, la plasticidad del

suelo es función del contenido de partículas finas que ejercen influencia sobre la compresibilidad del suelo. (Villalobos, 2016)

### **Máxima densidad seca (MDS)**

También conocido como peso volumétrico, es una medida que expresa la relación entre la masa del suelo por cada volumen unitario. Esta propiedad es fundamental en la mecánica de suelos para comprender la densidad y la compacidad del suelo. Se determina a través de una fórmula que considera el peso del suelo compactado en relación con su volumen. Proporciona información sobre la cantidad de suelo presente en un espacio determinado. (Chirinos Ñañez et al., 2021)

Es importante mencionar que al comprender el peso unitario del suelo, los ingenieros pueden tomar decisiones informadas sobre el diseño de cimentaciones, muros de contención y otras estructuras, considerando la capacidad de carga del suelo y su estabilidad. Se obtiene en relación de las variaciones de humedad agregadas a una porción de suelo previamente a la compactación de suelo en moldes normalizados, empleando una energía de compactación determinada. (Zambrano Meza y Zambrano Bravo, 2023)

### **Relación de carga de California (CBR)**

La capacidad portante de los cimientos se evalúa mediante la prueba del Relación de Soporte de California (CBR), subrasantes y diseños de subrasantes de pavimento. Además, en esta prueba de suelo, el suelo primero se comprime en moldes estándar, usando un pistón estándar para medir la fuerza requerida para mantener el suelo en equilibrio. (Nujid et. al, 2019).

Por otro lado, el CBR también hace referencia a aquel ensayo que favorece la medición de la calidad de determinado material de suelo a partir de su capacidad portante. Igualmente, el CBR representa una prueba de penetración que ayuda a identificar las características mecánicas que tienen los suelos. (Ali Ghorbani et. al, 2019).

En la misma línea, esta evaluación o indicador tiene como propósito evaluar la capacidad del suelo para resistir la expansión y la capacidad de soportar fuerzas de corte, lo que a su vez ayuda a determinar la capacidad de carga del terreno. Estos datos son esenciales en la planificación y construcción de carreteras que se desarrollan en áreas donde se controla de manera rigurosa la densidad y la humedad del suelo. (Bertrand Penka et. al, 2022)

### **Arcilla**

Según su humedad, las arcillas son materiales flexibles, expansibles y contráctiles, por lo que cuando se va a construir en estos tipos de suelos se busca modificar su comportamiento con la combinación de otros materiales o aditivos para evitar sus cambios volumétricos, estos procesos son llamados estabilizaciones, esto se realiza debido a que las arcillas son solubles en agua e inestables frente a los ataques provocados por el medio ambiente, así como las lluvias, sol, radiación solar, vientos dominantes y otros. A menos que se exponga a temperaturas muy altas que lo conviertan en cerámica (Martinez et al., 2018)

Asimismo, las arcilla, representan aquellos materiales naturales los cuales se hallan distribuidos en diferentes lugares, las mismas que pueden formarse en masas plásticas al ser mezcladas con agua, a través de estas es posible fabricar productos cerámicos o ser aplicadas para otras acciones. Por otro lado, se dice que los suelos arcillosos son una asociación de minerales que presentan una variada granulometría con predominio de partículas de diámetro menor o igual a dos micras llamadas fracciones finas o fracción de arcillas. Entre los minerales de grano fino se encuentran los filosilicatos y entre los de grano grueso se encuentran cuarzos y feldespatos. (Linares Gonzáles et. al, 2013)

Por otro lado, las arcillas están integradas por agregados de silicatos de aluminio hidratados, los cuales tienden a ser derivados de la descomposición de rocas metamórficas, ígnea y sedimentarias que se hallan descompuestas por la alteración hidrotermal. Asimismo, en su estado suele ser de color blanco, no obstante, poder ser roja, cobriza o de color café, lo cual depende de las impurezas que contengan, siendo pura la de color blanco. (Higuera Sandoval et.al, 2012)

### **Cal empleada para la estabilización de suelos**

La cal puede definirse como cal carbonatada ( $\text{CaCO}_3$ ), cal apagada o hidratada ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) y cal viva ( $\text{CaO}$ ). Los dos primeros últimos tipos de cal son los que se utilizan como estabilizantes. Cuando se añade cal hidratada a la arcilla, se produce una reacción inmediata de intercambio iónico y floculación, así como una reacción lenta de solidificación por reacciones puzolánicas. (Jijo y Pitchai Kasínata, 2018)

Además, cabe mencionar que la piedra caliza cuando se calienta a temperaturas de 650 a 900 grados centígrados se convierte en cal, también conocida como óxido de calcio. Es importante señalar que la cal es un material alcalino, suave al tacto, muy duro y generalmente de color blanco; sin embargo, en casos muy raros, puede ser de color amarillento o gris. (Jover Maestre et al., 2016)

Asimismo, la cal se considera un muy buen estabilizante para suelos finos o muy plásticos ya que provoca cambios positivos en el suelo como aumento de resistencia, mejor trabajabilidad, reducción de plasticidad y otras propiedades mecánicas. Estos efectos pueden hacer que la cal prolongue la vida útil de las vías de transporte, así como de caminos rurales y de tierra, obviando el necesidad de mantenimiento en estos caminos. (Rezabala Leones y Ortiz Hernández, 2023)

### **Dosificación de cal para estabilizar suelos**

En cuanto a dosificación, es el efecto o práctica de determinar la dosificación, cantidad o porción de cal, estableciendo el nivel necesario y la proporción ideal de. Del mismo modo, la dosificación es un método esencial para mejorar cualidades del suelo y permitir su utilización para usos más tecnológicos y productivos. (Jijo y Pitchai Kasínata, 2018)

Asimismo, la dosificación de cal, este hace referencia al efecto de establecer una cantidad adecuada de la misma, la cual se pueden establecer mediante pruebas de CBR, límites de Atterberg y Eades y Grim, esta última se basa en el PH la misma que respala la persistencia de reacciones puzolánicas entre el óxido de calcio y los minerales del suelo. Por lo que podemos afirmar que la dosificación representa una técnica esencial, a través de la cual se pretende alcanzar mejores

resultados de algo, siendo relevante saber cómo llevarla a cabo de manera adecuada. (Amaya Navarrete et al., 2019)

Además, la dosificación no es más que lograr o aplicar las respectivas proporciones de una determinada cantidad de cal, siendo el objetivo lograr las propiedades deseadas, como por ejemplo lograr la reducción o incluso la eliminación de la plasticidad del suelo, también aumenta el CBR y minimiza la hinchazón del suelo. (Higuera Sandoval et. al, 2012)

De tal forma que, la dosificación de la cal hace alusión a la administración adecuada de las dosis o medidas de esta, para que su efecto sobre su mezcla o agregado al suelo sea eficiente y con los resultados esperados, sin embargo, debe tenerse en consideración que las proporciones de esta tienden a variar frente a las particularidades que cada suelo presentado (Elizondo Arrieta y otros, 2010)

Por otro lado, la dosificación no es más que obtener una determinada cantidad de cal, Para conseguir la excelencia, esta técnica es crucial, ya que implica estandarizar el equipo adecuado. El procedimiento de ensayo establece las normas para alcanzar el contenido de cal necesario para el tratamiento del suelo. (ASTM, 2019)

Para determinar la cantidad adecuada de cal se realizan pruebas de laboratorio y sobre el terreno con diferentes porcentajes, se puede decir que dependerá de la cantidad de cal agregada al suelo, por lo que puede afectar directamente el mejoramiento del suelo. La misma que se calcula estableciendo una fórmula de trabajo. (Nacional Lime Association, 2004)

### **Efectos del tratamiento de suelos con cal**

Al combinar cal, agua y el suelo comienzan a surgir efectos casi inmediatamente: el secado, la modificación y estabilización. El secado se da cuando los suelos se secan debido a su disminución en cuanto a su capacidad para absorber agua, aumentando así su estabilidad en caso se aplique lechada de cal, en cambio cuando se utiliza cal viva, ésta tiene tendencia a hidratarse

inmediatamente después de reaccionar con las partículas del suelo. Estas reacciones producirán lentamente una desecación. (Nacional Lime Association, 2004)

La modificación. Cuando se aplica cal al suelo, lo primero que ocurre es el intercambio catiónico y es este proceso el que afecta la calidad del suelo. Es importante señalar que los cationes de calcio son inmovilizados por floculación y agregación de partículas, promoviendo procesos puzolánicos que ayudan a estabilizar el suelo. Esto es algo que hay que tener en cuenta. Como resultado, el suelo pierde su capacidad de retener agua y se vuelve friable y rugoso, aumentando su trabajabilidad debido a la compactación. (Rivera et. al, 2020)

La estabilización. La adición de cal y agua en las cantidades adecuadas permite que el pH del suelo aumente ligeramente por encima de 10,5, lo que hace que el suelo se vuelva granular y aumente progresivamente su capacidad portante. La cantidad de cal utilizada, la naturaleza del suelo y el tiempo que transcurra durante el proceso de curado influirán. (Nacional Lime Association, 2004)

Los efectos también están influenciados principalmente en las características del suelo así como en: la reducción del índice de plasticidad, la aglomeración de partículas, la reducción del potencial de modificación o cambio del volumen, la disminución de expansibilidad del suelo y la mejora de la adhesión de partículas. Todo esto genera un incremento instantáneo de la consistencia, Asimismo se vuelve más impermeable formándose capas impermeabilizantes incrementado la durabilidad de la misma. (Mojica Barrera, 2021)

En cuanto al IP de los suelos encalados, estos tienen un límite de liquidez menor que los suelos originales, lo que hará que el suelo tenga mejores condiciones para el proceso constructivo. El intercambio iónico y la aglomeración o floculación de los fragmentos de arcilla con la cal son las causas de estas alteraciones. (Jijo y Pitchai Kasinata, 2018)

En primer lugar, cuando se aplica cal a un suelo, se modifica el pH. Esto provoca la formación de flóculos a partir de las partículas de arcilla y altera la textura del suelo debido al intercambio de cationes, por lo que el suelo experimenta la reducción en cuanto a sus límites de

contracción, también podemos decir que va influir en la capacidad de expansión. (Morais Alcantara et. al, 2017)

Asimismo, con respecto a la resistencia del suelo, la cal hace que los suelos desarrollen una mayor resistencia, aunque este impacto no se manifiesta de forma inmediata sino al cabo de un tiempo determinado mientras se produce el fraguado. La misma que definirá el grado de alteración que se produzca, lo que se evaluará mediante ensayos de valor portante realizados en suelos que hayan sido tratados con cal. (Jijo y Pitchai Kasínata, 2018)

### 2.3. Definición de términos básicos

**Cal:** Es un material producido por calcinación, en la que se convierte en óxido de calcio conocido como cal viva, que luego se hidrata y se convierte en hidróxido de calcio. (Navarro Mendoza et al., 2020)

**Calcinación:** Proceso que consiste en calentar determinada sustancia a temperaturas elevadas para obtener la descomposición e incluso un cambio en su estado químico o físico (Galván Ruiz y Velázquez Castillo, 2011)

**CBR:** Prueba que establece la capacidad portante y evalúa la calidad general del suelo. (Nujid et al., 2019).

**Compresibilidad:** Es una característica de los suelos que les permite disminuir de volumen mientras están bajo presión. (Rivera et. al, 2020)

**Densidad seca:** Es una representación del peso de las partículas sólidas en relación con el espacio que estas ocupan. Por lo tanto, es una forma de medir la densidad del terreno cuando los poros no contienen agua. (Guevara Lopez y Canaza Rojas, 2023)

**Floculación:** Como consecuencia de un proceso físico, la textura plástica de algunos suelos cambia para adquirir un aspecto más granular. (Rivera et. al, 2020)

**Granulometría:** Además de ser una característica del suelo relacionada con su comportamiento, también describe el agrupamiento de fragmentos de acuerdo al tamaño del suelo. (Alcivar Montesdeoca, 2020)

**Límite líquido:** Se refiere al nivel de humedad, con la cual una pasta de suelo dividido en dos mitades se une en su base a lo largo de una distancia de 13 mm. (Gutiérrez Rodríguez, 2023)

**Plasticidad:** Propiedad de los suelos arcillosos que les otorga la posibilidad de modificar su resistencia o consistencia frente a la humedad, pueden deformarse sin agrietarse, desintegrarse o desmoronarse. (Junco del Pino et. al, 2013)

## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Hipótesis principal

Ho: Será posible determinar una proporción adecuada de cal para estabilizar los suelos del camino vecinal Ambato Santa Clara, distrito Santa Cruz de Cutervo.

### 3.2. Hipótesis secundarias

H1: Al incorporar cal influirá significativamente en la mejora de la resistencia de los suelos del camino vecinal Ambato – Santa Clara, distrito Santa Cruz de Cutervo.

H2: Al determinar una dosificación de cal será posible que pueda estabilizar los suelos del camino Ambato-Santa Clara, distrito de Santa Cruz de Cutervo.

H3: Será posible determinar los tipos de suelos existentes en el camino vecinal Ambato-Santa Clara, distrito Santa Cruz de Cutervo.

H4: Será posible determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo existente en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

H5: Será posible determinar el costo unitario y total que generaría estabilizar el suelo con cal, en comparación con el material de préstamo utilizado cotidianamente en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo.

### 3.3. Variables e indicadores

#### Variables

**Independiente:** Proporción adecuada de cal

**Dependiente:** Estabilización de suelos

#### Indicadores

Los indicadores se muestran en la tabla 1 de operacionalización de variables.

### 3.4. Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<b>Independiente:</b> Proporción adecuada de cal	Dado que la piedra caliza se calcina, suele pensar en la cal como un compuesto de óxido de calcio. Se supone que el contacto con el agua esta reacción, que da lugar a la producción de hidróxido de calcio. (Hernández Ramos, 2022)	Dado que el objetivo es determinar la proporción de cal que mejora significativamente las propiedades del material en términos de estabilización, se centra en la incorporación de cal al suelo estableciendo una relación de peso en porcentajes.	Porcentajes de cal	2 % 4% 6% 8%	Ordinal
			Capacidad de soporte	CBR $\geq$ 6%	Razón
			Plasticidad	$4 \leq IP \leq 12$	Razón

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<b>Dependiente:</b>  Estabilización de suelos	Es el procedimiento utilizado para aplicar una modificación o tratamiento específico a los suelos naturales para aprovechar las mejores cualidades que pueden ofrecer, obteniendo una superficie estable, duradera y resistente al impacto del tráfico, asegurando así la idoneidad geotécnica. (Rivera et al., 2020)	La variable se centró en caracterizar las cualidades mecánicas mediante ensayos denominados Proctor y CBR, así como las cualidades físicas mediante ensayos denominados límites de Atterberg del suelo incrementada por la incorporación de cal, recopilando información mediante la ficha de resultados.	Resistencia del suelo	CBR del suelo natural	Razón
			Cantidad de cal	CBR del suelo modificado con cal Peso de cal para un metro cuadrado con espesor de acuerdo al MTC	
			Clasificación de suelos	LL, IP, IG, F200	
			Propiedades físicas	Ensayo de contenido de humedad Ensayo de límite líquido y plástico	Razón
			Propiedades mecánicas	Análisis granulométrico Ensayo de proctor modificado Ensayo de CBR	Razón
			Precio del suelo mejorado	Análisis de precios unitarios	

## CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Diseño de ingeniería

Con el fin de poder referirse a la mejora en términos de construcción de estructuras o de información sobre los beneficios en el ámbito de la carretera, el presente estudio se realizó de acuerdo con los principios establecidos por la Universidad Católica Sedes Sapientiae. Mientras que, se encontró fundamentado en base a los siguientes elementos de estudio:

La investigación fue tipo aplicado, en virtud a que el investigador buscó incorporar cal, con la finalidad de proceder con la mejora en términos de estabilización de suelos. Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), lo conciben como aquel proceso metodológico mediante el cual se espera resolver la problemática es decir modificar la realidad de un determinado fenómeno.

El diseño fue experimental, debido a que se buscó alterar la realidad de investigación, comprendiendo con ello la manipulación intencional de la cal en porcentajes agregando al suelo seco, para luego analizar los resultados mediante las propiedades de índice de plasticidad y CBR (estabilización). Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), lo definen como aquel diseño metodológico que se centra en la alteración o manipulación intencionada para examinar los efectos potenciales sobre las variables dependientes por medio de la incidencia del investigador.

C1

C2

C3

C4

M

R1

R2

R3

R4

Donde:

C: Porcentajes de cal al 2%, 4%, 6% y 8%

M: muestra del suelo natural

R: resultados de las combinaciones de cal con el suelo

Se mantuvo el enfoque cuantitativo, entendiendo que la información se analizó por medio de valores numéricos ya que se centró en averiguar la proporción adecuada de cal. Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), lo definen como aquel proceso que hace uso de la recolección de datos cuantificables acerca de un elemento observado o analizado por parte del investigador de campo, para comprobar una hipótesis.

La investigación tiene un alcance descriptivo-explicativo. Es descriptiva porque busca detallar las propiedades físico-mecánicas del suelo del camino vecinal "Ambato - Santa Clara" sin estabilizar, y describe la proporción óptima de cal requerida para estabilizar dichos suelos, además, la investigación tiene un alcance explicativo, pues analiza el impacto de la incorporación de cal en la resistencia y capacidad de soporte (CBR) de los suelos, es decir, explica cómo la adición de cal mejora las características del suelo, estableciendo una relación de causalidad entre la variable cal y la mejora de las propiedades del suelo. Esto concuerda con lo señalado por Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), quienes indican que los estudios descriptivos tienen como objetivo brindar especificaciones, características, cuantificar, definir y medir fenómenos, sucesos o variables en contextos determinados. Por otro lado, los estudios explicativos buscan establecer relaciones de causalidad entre conceptos, variables, hechos o fenómenos, generando un sentido de entendimiento de los problemas y fenómenos analizados.

#### **4.2. Métodos y técnicas del proyecto**

Método: Se empleó el método experimental el cual según Carrasco Diaz (2019), Se utiliza en estudios de naturaleza experimental, en otras palabras, en investigaciones donde el investigador maneja deliberadamente las variables independientes para observar sus consecuencias en las variables dependientes, manteniendo un control sobre el proceso.

Técnica: principalmente la técnica empleada para este proyecto fue la observación, la cual, según Medina et al.(2023) lo consideran como el proceso de visualización mediante el cual se capta, obtiene recolecta y registra datos, características, cualidades y propiedades de un hecho,

fenómeno, suceso o circunstancias producidas por la naturaleza o por la conducta humana en base a objetivos preestablecidos.

**Instrumento:** Se consignó el empleo de la ficha de recolección de datos como principal instrumento. Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), lo considera como cualquier herramienta, dispositivo o formato utilizado para recopilar, registrar o almacenar información para una investigación. Esta herramienta es esencial para recopilar datos precisos y confiables que puedan ser analizados y utilizados en la investigación.

**Validez:** La autenticidad del certificado de calibración de los instrumentos y equipos de laboratorio se comprueban para garantizar la fiabilidad de cada prueba realizada para la presente investigación. Según Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), lo considera como la capacidad de un instrumento para medir lo que evalúa con precisión y fiabilidad se denomina validez. Es fundamental subrayar que la validez es esencial para la investigación, ya que garantiza que los resultados son fiables y pertinentes para la población o el tema estudiados.

**Confiabilidad:** El grado de consistencia y coherencia de un instrumento a la hora de obtener resultados se conoce como fiabilidad. Según Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), describe la capacidad de un instrumento para producir resultados fiables cuando se aplica repetidamente al mismo sujeto o muestra. Es decir, si se utiliza el mismo instrumento en diferentes ocasiones para medir una variable, se esperaría obtener resultados similares en cada ocasión. En consecuencia, se utilizó una confiabilidad del 95% para el desarrollo del presente estudio, lo cual se detalla en el análisis estadístico.

### **4.3. Diseño estadístico**

En cuanto al diseño estadístico, se consideró tanto la estadística descriptiva como la inferencial, con la finalidad de que con la primera de las mencionadas se haya podido ofrecer un aporte acerca de la caracterización y porcentajes de mejora que ha obtenido el suelo mejorado con la incorporación de cal. Mientras que, por medio de la estadística inferencial se ha considerado el empleo del análisis de varianza y los procedimientos de Tukey, en donde en la mayoría de análisis

se obtuvo una sigma menor a 0.050, mediante el cual ha permitido demostrar los efectos o mejoras alcanzadas en cuanto a la incorporación de la cal.

Según Posada Hernández (2016) destaca dos tipos diferentes de estadística: la inferencial se encarga de analizar o evaluar una muestra válida de datos procedentes de una muestra representativa, y la estadística descriptiva se centra en la representación gráfica de los datos sin extraer ninguna conclusión. De acuerdo con el procesamiento estadístico, se ha contado con el empleo de las estadísticas mencionadas, haciendo referencia de estas en el ítem 5.2

#### **4.4. Técnicas y herramientas estadísticas**

Respecto a las técnicas y herramientas estadísticas, se tomó en cuenta el ANOVA el cual se desarrolló mediante el programa IBM SPSS Statistics, con el propósito de poder exponer y proceder con el cálculo de la evaluación de la normalidad alcanzada entre los parámetros analizadas, también se empleó el programa Excel junto con sus complementos tales como xrealstats y solver en donde se ha podido determinar las diferencias significativas y no significativas además de establecer la base de datos en el presente estudio.

Según Real Cotto et al. (2022), consideran a la prueba ANOVA como una herramienta estadística que se emplea en investigaciones de acuerdo al propósito de las mismas, para demostrar diferentes criterios como diferencias, asociabilidad o predicciones, siempre y cuando la investigación presente variables cuantitativas con distribuciones normales no relacionadas o relacionadas.

#### **El muestreo no probabilístico**

También conocido como muestreo directo, es la técnica de elección de un subconjunto de la población cuyos miembros no se seleccionan al azar, sino en función de las características específicas de la investigación. Con este tipo de muestreo, no todos los componentes de la población tienen las mismas posibilidades de ser elegidos, y los constituyentes de la muestra se eligen de forma no aleatoria. El muestreo de conveniencia, el muestreo por cuotas, el muestreo

intencional o el muestreo por juicios son algunas de las técnicas de muestreo no probabilístico. Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), Para elegir la muestra del presente estudio se empleó el muestreo intencional, una técnica de muestreo no probabilístico. En este caso, se seleccionaron los puntos más críticos del camino vecinal Ambato Santa Clara, para su inclusión en la muestra.

### **Población**

La población se encontró representada por el camino vecinal Ambato Santa Clara desde el km 0+00 hasta el km 2+ 478, situado en el distrito de Santa Cruz de la provincia de Cutervo, en el departamento de Cajamarca. Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), lo consideran como el conjunto de elementos sobre los cuales espera proceder con el análisis de unas determinadas características

### **Muestra**

Fue no probabilística, conformada por 4 calicatas que se realizaron específicamente en el km 0+00 (C-3), km 0+920 (C-1), km 1+856 (C-2) y en el km 2+434 (C-4). Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), lo definen como aquel proceso de selección de elementos de análisis, que no esperan considerar una formula, sino que ello depende de la capacidad de recojo de información alcanzada por el investigador, es un subconjunto del que se recogerán datos, debe establecerse adecuadamente de antemano.

### **Unidad de análisis**

En esta investigación, la unidad de análisis o el objeto de estudio es el estrato extraído de las calicatas 1 y 2 a una profundidad de 0.30 m - 1.50 m, este estrato se considera fundamental para la obtención de datos precisos y relevantes que permitan desarrollar un análisis exhaustivo de las características del suelo. Estos datos serán cruciales para entender mejor las condiciones del suelo. Arias et al. (2023) se refieren a la unidad de análisis como el objeto del que se obtienen los datos o la información necesarios para llevar a cabo el análisis en un estudio.

## CAPÍTULO 5. DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 5.1. Proyecto piloto, pruebas, ensayos, prototipos y modelamiento

#### Proyecto piloto

El lugar de estudio se ubica en el distrito de Santa Cruz de Cutervo y abarca una longitud de 2.478 km. Actualmente, este camino presenta condiciones desfavorables que dificultan su transitabilidad. Por lo que se obtuvo las muestras de estudio para luego aplicar determinados porcentajes cal y así determinar la proporción que pueda mejorar las condiciones del suelo.

#### A. Datos generales del proyecto

Caseríos	:	Ambato y la Florida
Distrito	:	Santa Cruz
Provincia	:	Cutervo
Departamento	:	Cajamarca
Coordenadas inicio	:	737736.51 m E y 9321078.68 m N
Coordenadas final	:	738368.57 m E y 9319184.28 m N
Altitud	:	1550-1800 m.s.n.m

#### Figura 2

*Ubicación satelital del lugar de estudio*



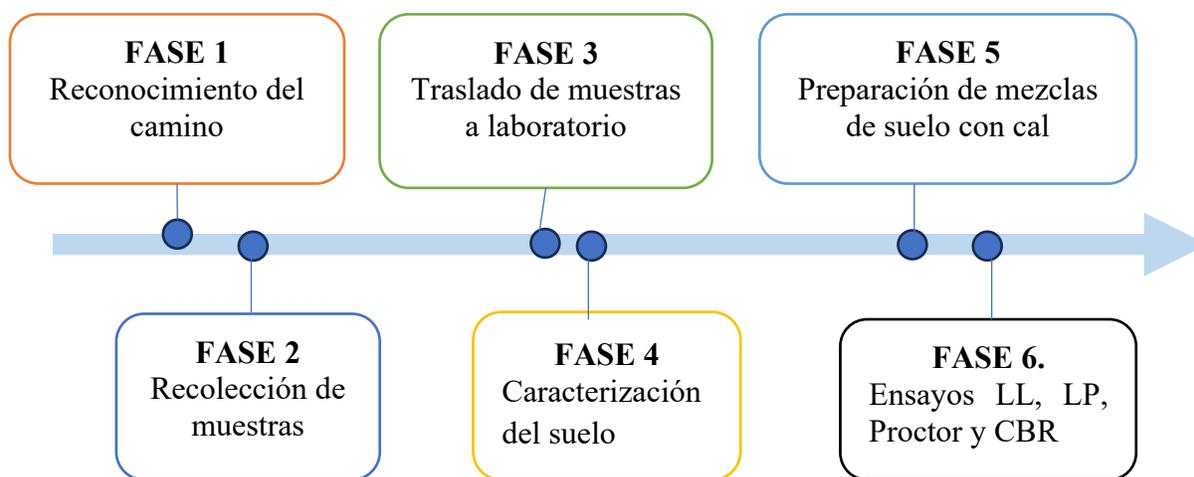
*Nota.* Google Earth.(2023)

### Descripción del proyecto.

Para realizar la presente investigación se realizó cuatro calicatas a lo largo del camino vecinal Ambato Santa Clara en los puntos más críticos, además se tuvo en consideración lo establecido en el Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, en la sección suelos. El mismo que se desarrolló en 6 fases:

**Figura 3**

*Fases de desarrollo de la investigación*



En la fase 1 se realizaron cuatro calicatas en el camino vecinal Ambato Santa Clara para extraer muestras representativas del suelo. Las muestras fueron debidamente etiquetadas y transportadas al laboratorio para su análisis. Luego en la fase 2. se realizó ensayos de granulometría, límite líquido (LL) y límite plástico (LP) para caracterizar el suelo patrón.

En la fase 3 se prepararon mezclas de suelo con adición del 2%, 4%, 6% y el 8% de Cal de construcción. Seguidamente en la fase 4 las mezclas fueron sometidas a ensayos de límites tanto líquido como plástico, Proctor y CBR (California Bearing Ratio).

Ensayos de Proctor y CBR. En la fase 5 se analizarán los resultados obtenidos de los ensayos para determinar el porcentaje adecuado de cal que proporciona la mejor estabilización del suelo evaluando los beneficios y posibles desventajas de cada proporción de cal utilizada teniendo

en cuenta el costo. Finalmente, **en la fase 6** se desarrolló las conclusiones y recomendaciones de manera de detalle.

#### Figura 4

##### *Recolección de muestras en calicatas*



*Nota.* Obtenido de campo

En la figura 4 observamos las calicatas en los puntos más críticos del camino vecinal Ambato Santa Clara. Para la realización de las mismas se emplearon herramientas de mano tales como: picos, palas y barretas, las muestras recolectadas se hicieron desde los 0.30 m a 1.50 m de profundidad de las calicatas, de dos puntos más críticos se recolecto 200 kilogramos de suelo aproximadamente por cada uno, se empaquetó en sacos plastificados, así como se muestra en la figura 2 y se trasladó al laboratorio.

#### Ensayos de muestras en laboratorio

**Tabla 2**

*Cantidad de ensayos ejecutados para la investigación*

Ensayos	Contenido de Cal				
	0%	2%	4%	6%	8%
%W	4				
Granulometría	4				
Límites de Atterberg	4	2	2	2	2
proctor modificado	2	2	2	2	2
CBR	2	2	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

En la tabla 2 se puede observar la cantidad de ensayos que se ha realizado para la presente investigación. 16 ensayos para el suelo patrón y un total de 24 ensayos realizados hacia las muestras de suelos combinados con cal, considerando 6 ensayos para cada porcentaje de incorporación.

### Tabla 3

*Normas utilizadas para el desarrollo de los ensayos*

<b>Normativa</b>	
MTC E 107 - granulometría	MTC E 108 – humedad natural
MTC E 110 – Límite líquido	MTC E 111 – Límite plástico
MTC E 115 – Proctor	MTC E 132 – CBR en laboratorio

*Nota.* Tomado de MTC (2014)

En la Tabla 03 se observa la normativa empleada para el desarrollo de los ensayos de mecánica de suelos con las muestras extraídas de las calicatas realizadas en el camino vecinal en estudio, Además cabe mencionar que primeramente se realizó los ensayos al suelo sin adición de cal, seguidamente se realizó los ensayos incorporando cal en diferentes porcentajes.

### **Ensayo de granulometría**

Para realizar esta prueba se siguió el procedimiento de la Norma MTC E 107 donde se utilizó una parte de suelo que represento al extraído de cada calicata, que se secó al aire libre desmenuzando los terrones con un mazo de caucho. Para proceder a la prueba, se tomó dos cuartos de porciones muestrales de las muestras representativas, seguidamente de la preparación, el material pasante por el tamiz N° 4 se lavó a chorro a través del tamiz N.º 200. La figura 5 demuestra este punto. Tras un periodo de secado en el horno a 110 °C, se sacó las muestras, se dejó enfriar y se tamizo tal como se detallan en la figura 6.

**Figura 5***Lavado de las muestras*

*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio

Además, se empleó un cepillo para recoger los pesos que se mantenían en cada tamiz, y se utilizó balanzas de sensibilidad de 0,01% y 0.1 para pesar los materiales pasantes por el tamiz N° 4 y los retenidos en el mismo respectivamente pasando a registrar los pesos mantenidos en cada tamiz, así como se observa en las figuras 6 y 7.

**Figura 7**

*Colocación de la muestra en los tamices manualmente*



*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio

**Figura 6**

*Registro de peso*



*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio

## Ensayo de límites líquido y límite plástico

Se empleó la norma MTC E 110, se trabajó con la muestra pasante por el tamiz N.º 40, se saturó con agua potable mezclando uniformemente se introdujo una porción de la muestra preparada en la parte más profunda del Casagrande, seguidamente se alisó horizontalmente con la espátula tal y como se muestra en la figura 8, luego se hizo una ranura de arriba hacia abajo en el centro de la copa utilizando una herramienta de ranurado, seguidamente se registró el número de golpes requeridos para cerrar dicha ranura. Teniendo en cuenta los rangos establecidos en la normativa antes mencionada. También es crucial recordar que las muestras a las que se añadió cal en porcentajes según su peso se sometieron al mismo procedimiento. Luego se colocó una tajada de muestra en un envase para encontrar el contenido de agua con el que cerro la ranura mediante los golpes aplicados de acuerdo a la norma MTC E 108.

### Figura 8

#### *Ensayo de Limite líquido*



*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio

Con respecto al límite de plasticidad las muestras de suelo húmedo se enrollaron en cilindros de 3,2 milímetros de diámetro y se colocaron sobre una superficie nivelada y lisa. La figura 9 contrasta lo anterior.

### Figura 9

*Enrollando las muestras en forma cilíndrica*



*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio

Asimismo, se repitió varias veces el proceso hasta lograr que las muestra se desmorone al alcanzar el diámetro de 2.3 mm, luego se colocó en recipientes pesados previamente para luego colocarlos en el horno por 24 horas, así como se observa en la figura 10.

**Figura 10***Colocación de las muestras en el horno**Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio**Ensayo para determinar el contenido de humedad natural****Figura 11***Contenido de humedad**Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio de suelos - LABSUC

Este ensayo se trabajó de acuerdo a las normativas ASTM D 2216 y MTC-E 108 con el objetivo de conocer el contenido de agua en las muestras sin alterar. La figura 11 muestra uno

fotografía realizando dicho ensayo. El presente ensayo solo se realizó a las muestras sin alterar es decir sin incorporar cal.

### Ensayo utilizando una energía modificada (Proctor modificado)

Este ensayo se ejecutó siguiendo las directrices de la norma MTC E 115, en esta prueba se utilizó el suelo en su condición original, así como suelo suplementado con cal en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8%. Asimismo, se agregó cantidades de agua gradualmente de 2% en 2% hasta lograr el óptimo contenido de agua del material. Para encontrar la cantidad optima de agua en la muestra, se inició comprimiendo pequeñas masas de suelo saturados con agua, los mismos que al soltar la presión manual quedan estáticos y al ser doblados se rompen en dos.

#### Figura 12

*Colocación de agua a la muestra para Proctor*



*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio de suelos – LABSUC

El molde se colocó sobre una base horizontal rígida para continuar la prueba. A continuación, se añadió material al molde en cinco capas, cada una de las cuales se compactó mediante 25 golpes a un ritmo constante. A continuación, se extrajo el cuello del molde y se niveló cuidadosamente el molde compactado. Por último, se pesó y registro el peso respectivo.

**Figura 13**

*Elaboración de la mezcla para Proctor modificado con adición de cal*



*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio de suelos - LABSUC

### **Ensayo de CBR de suelos en el laboratorio**

Se realizó de acuerdo al manual de ensayo de materiales MTC E 132. Para la ejecución del presente ensayo se estableció el contenido de humedad previamente utilizando la prueba Proctor modificado, se homogenizaron las muestras añadiendo la cantidad respectiva de agua tanto en el suelo sin alterar y en el suelo con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, seguido de la preparación de la porción de suelo e instrumentos para ejecutar dicho ensayo, se procedió a compactar en cinco capas en cada molde con 12, 25 y 56 golpes para cada molde respectivamente. Después las muestras se enrasaron tras la compactación retirando el collarín pasando y registrando dichos datos de las muestras, además del material sobrante del enrasado se sacó una porción para encontrar la cantidad de agua contenida en la misma mediante procedimientos indicados en la MTC E 108, seguidamente se invertido el molde con el espécimen y se colocó papel filtro del mismo diámetro del molde, además de los discos espaciadores sobre la muestra para sumergirlos en una posa con agua, para medir la expansión con un deformímetro cada 24 horas por 4 días. Finalmente se llevan los tres moldes que componían cada espécimen a la prensa para la lectura correspondiente.

**Figura 14**

*Colocación de los especímenes en agua*



*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio de suelos - LABSUC

**Figura 15**

*Penetración de la muestra con el equipo de CBR*



*Nota.* Fotografía tomada en el laboratorio de suelos - LABSUC

## 5.2 Aplicación estadística.

Para el caso de la estadística descriptiva, se ha procedido a exponer la totalidad de la información en el programa Excel, en donde la manifestación de los resultados ha sido evidenciada por medio de tablas y organización de datos en gráficos de barras, los cuales han permitido establecer una organización visual de los datos y resultados obtenidos.

**Tabla 4**

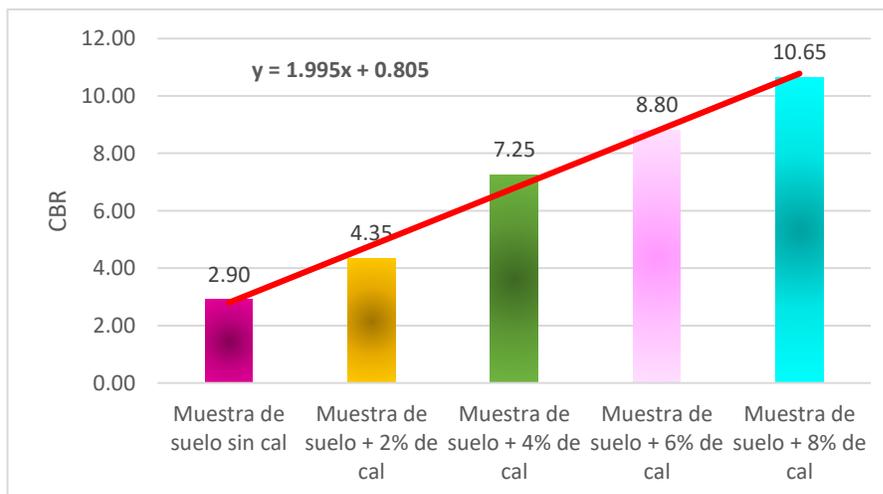
*Cálculos estadísticos de los datos de CBR*

% cal agregada al suelo	C-01	C-02	Media	Desviación estándar	Varianza
0	2.00	3.80	2.90	1.273	1.620
2	3.50	5.20	4.35	1.202	1.445
4	6.70	7.80	7.25	0.778	0.605
6	8.40	9.20	8.80	0.566	0.320
8	10.20	11.10	10.65	0.636	0.405

*Nota.* Procesado en Excel.

**Figura 16**

*Promedio de los datos de CBR*



*Nota.* Procesado en Excel.

Los datos de la Tabla 4 muestran los datos con respecto al valor de soporte de califonia, además de la desviación estándar y varianza de dichos valores. En la Figura 16 se presenta la gráfica que muestra los valores promedios del CBR, se observa un aumento significativo en estos valores, donde inicialmente el suelo sin alterar con cal tiene un CBR de 2.90. Al agregar un 2% de cal, el CBR aumenta a 4.35. Posteriormente, con una dosis del 4% de cal, el CBR alcanza 7.25. A medida que se incrementa la dosis al 6% se obtiene un valor de 8.80 y finalmente con la incorporación de 8%, a la muestra de suelo se obtuvo un valor promedio de 8.80.

Sin embargo, se han empleado estadísticas inferenciales, mediante las cuales se han validado o refutado las pruebas de hipótesis utilizando el ANOVA. Por lo que, para obtener resultados, se tuvo la posibilidad de trabajar en los programas de Excel y IBM SPSS Statistics, en donde se ha podido manifestar diferentes valores, lo cual nos permitirá demostrar la prueba de hipótesis.

De acuerdo a Galindo Domínguez (2020) nos dice que, una hipótesis es una idea propia del investigador acerca de un tema de investigación, la misma que está vinculada en obtener el resultado esperado que puede ser favorable o negativo, los dos posibles resultados se conocen como: hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alterna ( $H_1$ ), siendo  $H_1$  lo contrario de  $H_0$ , las mismas que serán planteadas de acuerdo a los objetivos.

Para este estudio, se estableció un nivel de significancia ( $p$ ) del 5% y un nivel de confianza del 95%, utilizando la prueba estadística de Shapiro-Wilk. Dado que el tamaño de la muestra es reducido (menos de 50 casos), se procedió a analizar los datos para verificar si seguían una distribución normal. Según Tapia y Cevallos (2021), esta prueba se utiliza para verificar la normalidad de los datos, un paso crucial antes del análisis y la contrastación de hipótesis mediante métodos estadísticos apropiados. Es importante destacar que, para aplicar esta prueba, el tamaño máximo de la muestra no debe exceder los 50 casos. En este contexto, se planteó la siguiente hipótesis de normalidad para nuestra muestra reducida.

$H_0$ : Los datos obtenidos en el laboratorio tienen una distribución normal

$H_1$ : Los datos obtenidos en el laboratorio no tienen una distribución normal

**Tabla 5***Prueba de Shapiro Wilk*

<b>Ensayos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>	
		<b>gl</b>	<b>p</b>
Porcentajes de cal	0.987	5	0.967
Límite líquido promedio	0.975	5	0.909
Límite Plástico promedio	0.986	5	0.965
Índice de plasticidad promedio	0.951	5	0.742
MDS	0.786	5	0.062
OCH	0.949	5	0.729
CBR. P al 95%	0.963	5	0.829

*Nota.* procesado en IBM SPSS Statistics

Los resultados del análisis estadístico realizado para el estudio figuran en la tabla anterior, los cuales todos los datos muestran valores superiores a nuestro nivel de significancia establecido (5%), por lo que podemos afirmar que los datos presentan una distribución normal con un nivel de confianza del 95%. Para corroborar las hipótesis del estudio se utilizó el método estadístico paramétrico ANOVA junto con la prueba de Tukey. Mediante estas pruebas, será posible determinar la influencia de la cal en las propiedades del suelo.

**Tabla 6***Análisis de varianza de los promedios del CBR con el incremento de cal*

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	80.47	4	20.12	22.89	0.0021	5.19
Dentro de los grupos	4.40	5	0.88			
Total	84.87	9				Sig. Si

*Nota.* Procesado en Excel

El análisis de varianza de la tabla 6 para los promedios de CBR nos permite confirmar, con un nivel de confianza del 95%, el valor de p obtenido fue de 0.0021 menos de 0,05. Esto quiere decir que cuando se agrega cal en proporciones variables, hay al menos un cambio en los promedios de CBR de los suelos muestreados. Para realizar una comparación más detallada, se utilizó el procedimiento de Tukey.

**Tabla 7**

*Prueba de Tukey del CBR*

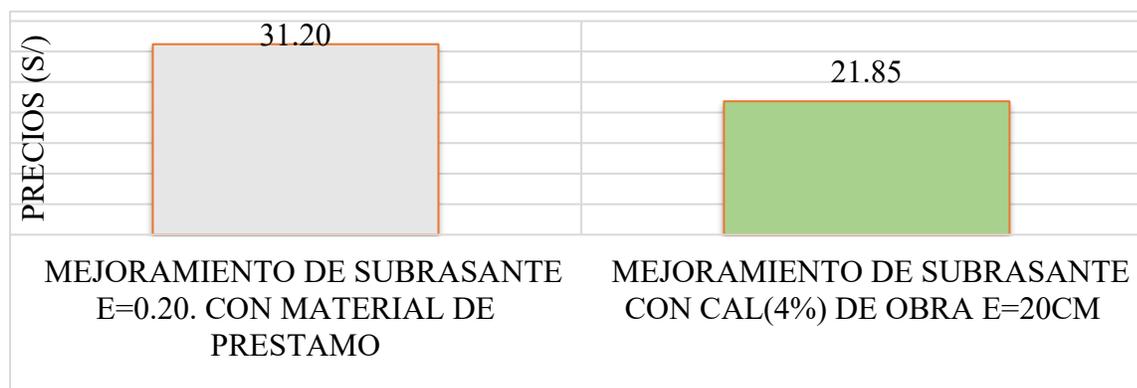
Muestras	% de cal	Media	Std Err.	L. mín.	L. máx.	Valor de P
Suelo patrón	2% de cal	1.45	0.66	-2.31	5.21	0.5795
Suelo patrón	4% de cal	4.35	0.66	0.59	8.11	0.0284
Suelo patrón	6% de cal	5.90	0.66	2.14	9.66	0.0079
Suelo patrón	8% de cal	7.75	0.66	3.99	11.51	0.0023

*Nota.* Procesado en Excel

En la tabla 7 muestra una comparación entre el CBR del suelo tratado con porcentajes del 2%, 4%, 6% y 8%. El valor p para el porcentaje del 2% es de 0.5795, que es superior a 0,05 y sugiere que no hay una diferencia significativa en este caso. Sin embargo, para los porcentajes de 4%, 6% y 8%, los valores de p son menores a 0.05, lo que indica que sí existen diferencias significativas en comparación con el suelo patrón.

**Figura 17**

*Análisis de precios unitarios*



*Nota.* Procesado en Excel

En la figura 17 podemos observar el costo de un mejoramiento realizado con material de préstamo, el cual costaría un aproximado de 31.20 soles, en cambio para un mejoramiento con el 4% de cal este llegaría a costar 21.85 soles aproximadamente, para un metro cuadrado con una capa de espesor de 0.20 m.

Se ha demostrado que al incorporar cal al suelo genera una mejora significativa en términos de resistencia, con un nivel de confianza del 95%, a partir de la prueba de ANOVA y Tukey. Así pues, podemos confirmar que los suelos de la carretera mencionada pueden estabilizarse calculando un porcentaje de cal adecuado. En conclusión, se afirma que al añadir cal al suelo mejora la estabilidad de los suelos del camino vecinal Ambato Santa Clara y se rechaza la hipótesis nula.

Por otro lado, en cuanto a las hipótesis específicas, podemos expresarlo de la siguiente manera:

En cuanto a H1, se observa un impacto notable en la forma en que se combina la cal con los suelos muestreados, incrementando el valor de soporte de los mismos. Esto se basa en el análisis de varianza del CBR, que arroja un valor p inferior a 0,05 con un nivel de confianza del 95%.

En cuanto a la H2, al determinar una dosificación adecuada de cal, es posible estabilizar los suelos del camino Ambato-Santa Clara.

En cuanto a H3 y H4, es posible identificar los tipo y propiedades mecánicas y físicas en el camino vecinal Ambato-Santa Clara en la región de Santa Cruz de Cutervo utilizando los datos estadísticos mostrados en las tablas anteriores.

Finalmente, con respecto a H5, se ha demostrado que es posible encontrar el costo unitario, por ende, el costo total de la estabilización de suelos con cal, así mismo de otros procedimientos de mejora cotidianos en el camino vecinal de estudio.

## **CAPÍTULO 6. ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO**

### **6.1. Beneficios no financieros**

En relación con las ventajas no monetarias, se puede manifestar que el impacto del desarrollo del presente estudio, radica en el desarrollo investigativo y la generación de conocimiento establecido por parte del investigador al ahondar en la incorporación de cal en diferentes porcentajes, sobre el procedimiento de estabilización del suelo, generando con ello un antecedente de la posibilidad de hacer uso de este tipo de procedimientos en zonas de bajos recursos, zonas alejadas de la ciudad (zonas rurales), en donde el proceso de estabilización llega a ser una necesidad por las malas condiciones del suelo.

Así mismo, posibilita incorporar la cal como medio de estabilización que conlleve a generar una reducción en términos de costos hacia la conformación de obras de pavimentación, beneficiando con ello el incremento de propuestas o valorizaciones que generen un ahorro tanto para la población; así como, para la municipalidad a cargo.

De igual forma, no se puede dejar de lado el hecho de que la presente propuesta involucra la posibilidad de que demás investigadores puedan ahondar en incorporar otro tipo de materiales o insumos que generen mayores beneficios respecto a la estabilización de suelos, generado con ello un aporte significativo en las tecnologías relacionadas con el proceso de estabilización de suelos.

### **6.2. Evaluación del impacto social y/o ambiental**

En relación con el impacto social y/o ambiental, se ha contado con el empleo de la Matriz de Leopold, con la finalidad de poder valorar el efecto que llegaría a tener el proceso de estabilización de suelos del camino vecinal expuesto; así como, el movimiento de tierras, respecto al medio ambiente y la sociedad en sí misma, contando con los siguientes impactos ambientales:

**Tabla 8***Evaluación del impacto ambiental*

FATORES AMBIENTALES	ACCIONES	ACTIVIDADES		IMPACTO TOTAL		
		<i>Movimiento de tierras</i>	<i>Estabilización de suelos</i>	Magnitud	Importancia	Promedio
AIRE	Partículas en suspensión	-4	-3	-7		-21
		3	3		6	
	Nivel de Ruido	-5	-3	-8		-29
		4	3		7	
	Gases, Humo	-2	-2	-4		-8
		2	2		4	
AGUA	Aguas subterráneas		-2	-2		-4
			2		2	
	Agua potable			0	0	0
	Calidad			0	0	0
SUELO	Morfología del terreno	-6	-4	-10		-36
		4	3		7	
	Calidad de suelo	4	-4	0		0
		3	3		6	
	Estabilidad			0	0	0
FLORA	Arboles		-2	-2		-4
			2		2	
	Arbustos			0	0	
CALIDAD VISUAL	Eliminación de residuos		-2	-2		-4
			2		2	
	Paisaje urbano	-2	8	6		52
		2	7		9	
FACTOR SOCIOECONÓMICO	Empleo	4	5	9		41
		4	5	5	9	
	Estilo de vida		5	5	5	25
			5	5	5	25
	Salud y seguridad		5	5		25
			5		5	
Magnitud		-11	1			
	Intensidad		22	42		37
<b>PROMEDIO</b>			<b>-36</b>	<b>73</b>	<b>37</b>	<b>OK</b>

*Nota.* Desarrollado de acuerdo con la Matriz de Leopold

**Movimiento de tierras:** Respecto al impacto que llegaría a tener el movimiento de tierras, se puede manifestar que este ha contado con un impacto de -36 puntos, en donde la magnitud del impacto ha sido de -11 y la intensidad de este ha sido de 22 puntos, habiendo consignado con ello que las áreas que más se han impactado por este procedimiento, han sido las siguientes: el aire, el suelo y la calidad visual, en donde la prevalencia de partículas en suspensión, los niveles de ruido que se generaría en el ambiente o la existencia de gases por la posibilidad de hacer uso de maquinaria, en el caso de que se establezca un proceso a gran escala, a los efectos sobre el suelo se han añadido los impactos a través de los cambios en la morfología y la calidad del suelo. Así mismo, no se puede dejar de lado la calidad visual que se afectaría en el suelo modificado, como consecuencia de la alteración del paisaje rural. La principal razón de los buenos resultados sería la oportunidad para contratar personal que realice este tipo de operaciones en otras palabras la generación de empleo.

**Estabilización de suelos por cal:** En cuanto al impacto que se generaría en este apartado, los impactos negativos estarían afectando el aire, por las partículas en suspensión, el nivel de ruido y la generación de gases al encontrar la posibilidad de hacer uso de maquinaria pesada para aumentar la productividad. Así mismo, en relación con el impacto que se generaría en el agua, esto debido a que el agua subterránea podría generar el contacto de la cal o el fluido proveniente de este hacia el subsuelo. Mientras que, no se puede dejar de lado a la afectación hacia el suelo en sí mismo, principalmente en su morfología y su calidad, como consecuencia del proceso de estabilización y manipulación del suelo. Además, tanto la flora como las áreas ambientales se verían modificadas en un inicio por el proceso de movimiento de tierras y su estabilización. Además, de acuerdo con los impactos positivos, se ha podido ver que tendría influencia en calidad visual, debido a que se puede ofrecer un suelo más compacto y con mejores cualidades en términos de resistencia; así como, el hecho de contar con un impacto positivo en términos del factor socio económico, lo que da lugar a la opción de contratar personal para realizar este tipo de procesos. Mientras que, la estabilización y mejora de la resistencia de un suelo, mejorará la seguridad y la calidad de vida de la comunidad local al estabilizar el suelo. En base a lo manifestado, se ha contado con un acumulado en magnitud de 1 y una intensidad del impacto de 42 puntos.

### 6.3. Evaluación económica – financiera

**Tabla 9**

*Costos - material de préstamo*

<b>MEJORAMIENTO DE CAMINO VECINAL E=0.20m CON MATERIAL DE PRÉSTAMO</b>					
<b>Rendimiento: 700.0000 m<sup>3</sup>/día</b>	<b>Unidad: m<sup>3</sup></b>		<b>COSTO UNITARIO: S/ 31.20</b>		
<b>Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PU</b>	<b>Parcial</b>
Peón	hh	3.0000	0.0343	19.71	0.68
Oficial	hh	1.0000	0.0114	21.79	0.25
Operario	hh	0.1000	0.0011	27.71	0.03
			<b>Mano de obra:</b>		<b>0.96</b>
Material de préstamo	m <sup>3</sup>		0.2000	100.29	20.06
Agua para la obra	m <sup>3</sup>		0.0490	5.00	0.25
			<b>Materiales:</b>		<b>20.31</b>
Herramientas manuales	%MO		5.0000	0.96	0.05
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 hp 10-12 TN	hm	1.0000	0.0114	225.11	2.57
Motoniveladora 125 hp	hm	1.0000	0.0114	237.71	2.71
Camión cisterna agua 4x2 145-165 hp 2000 gal	hm	1.0000	0.0114	209.08	2.38
Cargador retroexcavadora 62 hp 1.0 yd <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.0114	170.37	1.94
			<b>Equipo:</b>		<b>9.65</b>
Pruebas de compactación	und		0.0040	70.00	0.28
			<b>Subcontratos:</b>		<b>0.28</b>

*Nota.* Elaborado en presupuestos. com.

Con el fin de hacer una comparación de las propuestas de mejora del camino vecinal mediante tecnologías que involucra el uso de la cal y otras cotidianas, se ha tenido en cuenta realizar el análisis de precios unitarios del mejoramiento del camino vecinal mediante material de préstamo el mismo que se detalla en la tabla 9.

En la tabla 10 podemos observar el análisis de precios unitarios del mejoramiento del camino vecinal mediante la incorporación de cal, la misma que alcanza un costo de 21.85 soles por metro cuadrado para una capa de 0.20 m del suelo, mientras que haciendo uso únicamente del

empleo de material de préstamo traído de cantera, su costo suele rondar los 31.20 nuevos soles por cada metro cuadrado con una capa del mismo espesor mencionado.

**Tabla 10**

*Costos - cal*

<b>MEJORAMIENTO DE CAMINO VECINAL CON CAL DE OBRA E=0.20 m</b>					
<b>Rendimiento: 700.0000 m<sup>3</sup>/día</b>	<b>Unidad: m<sup>3</sup></b>		<b>COSTO UNITARIO: S/</b>	<b>21.85</b>	
<b>Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PU</b>	<b>Parcial</b>
Peón	hh	3.0000	0.0343	19.71	0.68
Oficial	hh	1.0000	0.0114	21.79	0.25
Operario	hh	0.1000	0.0011	27.71	0.03
			<b>Mano de obra:</b>		<b>0.96</b>
Cal de obra (20 kg)	bls		0.7060	15.17	10.71
Agua para la obra	m <sup>3</sup>		0.0490	5.00	0.25
				<b>Materiales:</b>	<b>10.96</b>
Herramientas manuales	%MO		5.0000	0.96	0.05
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 hp 10-12 TN	hm	1.0000	0.0114	225.11	2.57
Motoniveladora 125 hp	hm	1.0000	0.0114	237.71	2.71
Camión cisterna agua 4x2 145-165 hp 2000 gal	hm	1.0000	0.0114	209.08	2.38
Cargador retroexcavadora 62 hp 1.0 yd <sup>3</sup>	hm	1.0000	0.0114	170.37	1.94
				<b>Equipo:</b>	<b>9.65</b>
Pruebas de compactación	und		0.0040	70.00	0.28
				<b>Subcontratos:</b>	<b>0.28</b>

*Nota.* Elaborado en presupuestos. com.

Asimismo, se ha podido manifestar, el costo de mejoramiento de suelos mediante métodos que involucra el empleo de cal (4%) reduciría en 9.35 nuevos soles por metro cuadrado, en comparación del empleo de material de préstamo extraído de cantera. por lo que el empleo de cal alcanzaría a mantener un ahorro que beneficiaría a la empresa constructora o a la misma entidad, teniendo que financiar dicho proceso de estabilización por parte de la misma, con la finalidad de realizar la obra o para demás usos.

## CAPÍTULO 7. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Resultados

Objetivo general: Identificar la proporción adecuada de cal para la estabilización de suelos en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

**Tabla 11**

*Resultados promedios de las C-01 Y C-02*

Ensayos	Unidad	SUELO + CAL AL				
		0%	2%	4%	6%	8%
Índice plástico	%	19.5	12.3	10.05	6.7	4.5
MDS	Gr /cm <sup>3</sup>	1.77	1.76	1.77	1.77	1.76
OCH	%	13.25	13.75	13.8	14.5	15.15
CBR para el 95% de la M.D.S (0.1")	%	2.9	4.35	7.25	8.8	10.65

*Nota.* Procesado en Excel.

En la tabla 11 se aprecia valores de IP que van desde 19.5 a 4.50, lo que representa una reducción del mismo, al incorporar cal a las muestras de suelo. Se obtuvo un 19,50% de IP para un suelo sin cal, en cambio para la adición del 2% se obtuvo un IP de 12.30%, para 4% se alcanzó un IP de 10.05% seguido de 6.70% para una incorporación del 6% mientras que para la incorporación del 8% se alcanzó un IP de 4.50%. También podemos rescatar que al agregar cal en distintos porcentajes ha aumentado la cantidad de agua requerida para alcanzar la MDS, habiendo contado con valores progresivos que fueron desde 13.25%, 13.75%, 13.80%, 14.50% y 15.15% para incorporaciones de 0%, 2%, 4%, 6%, y 8% respectivamente. Esto ha sido a consecuencia de que la cal tiende a contar con la característica de requerir una mayor concentración de agua para poder generar un efecto positivo en términos de resistencia.

De forma similar, en cuanto al CBR, se alcanzó valores progresivos que fueron incrementando conforme a la incorporación de cal a las muestras de suelos. Los mismos que fueron desde un valor promedio de 2.90 a 10.65. Para un 4% de cal se alcanzó un CBR de 7.25, cuyo valor superó la condición del MTC para tener una subrasante en condiciones regulares esto evidencia una mejora significativa respecto al suelo no estabilizado, el cual solo ha alcanzado un valor de 2.90 siendo considerada una subrasante inadecuada en términos del MTC.

Según la prueba de Tukey y el análisis de la varianza los valores de sigma que fueron alcanzados en el presente estudio, al realizar la comparativa se demostró que existió al menos una diferencia significativa entre los elementos comparados, A excepción de la adición de un 2% de cal, cuyo valor es superior a 0,05, la sigma fue inferior a 0,050 en todos los casos. Es importante destacar que los ensayos han mantenido el siguiente comportamiento: Se ha mostrado un comportamiento inversamente proporcional para el índice de plasticidad y en relación con el CBR al 95,00%, el comportamiento fue directamente proporcional por la mayor resistencia que se ha obtenido en el suelo ante la incorporación de cal.

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de la cal en la resistencia de los suelos en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo

**Tabla 12**

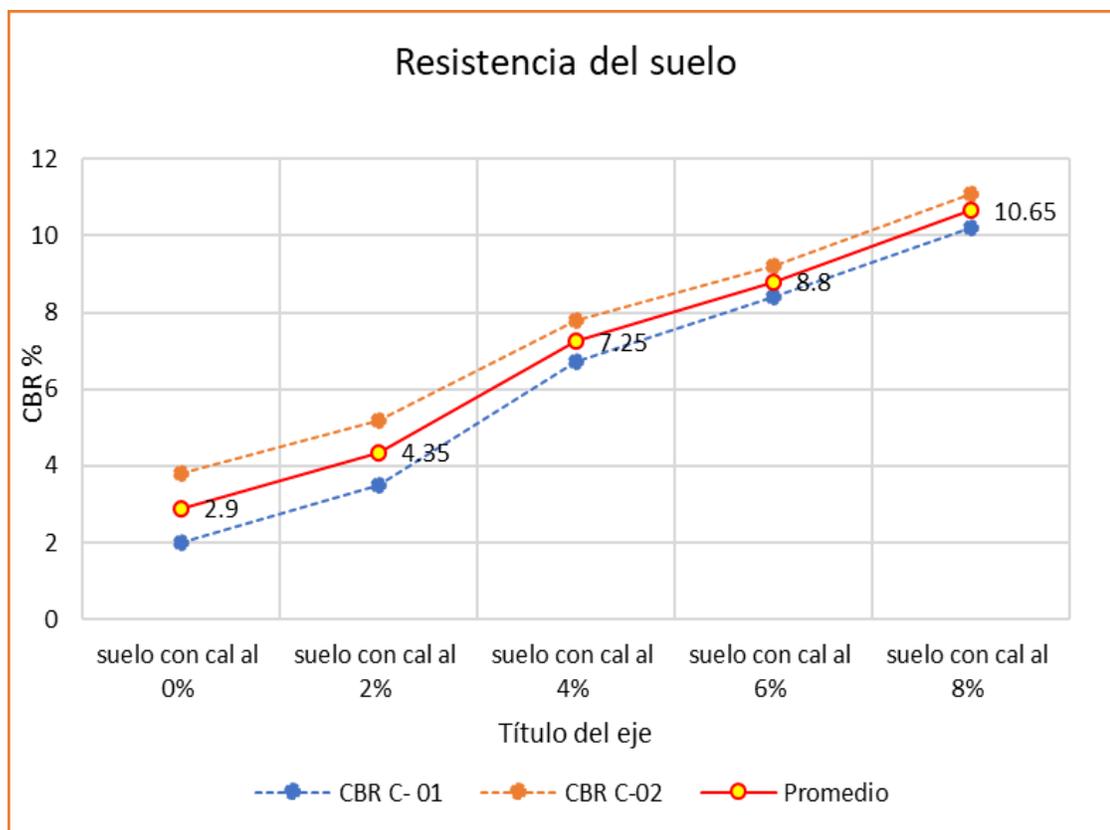
*Resultados de las resistencias de los suelos*

Descripción	Unidad	SUELO + CAL AL				
		0%	2%	4%	6%	8%
CBR C- 01	%	2	3.5	6.7	8.4	10.2
CBR C-02	%	3.8	5.2	7.8	9.2	11.1
Promedio	%	2.9	4.35	7.25	8.8	10.65

*Nota.* Obtenido de Exce

**Figura 18**

*Valores índice de la capacidad portante del suelo*



*Nota.* Obtenido de Excel.

Los resultados que se muestran en la tabla 12 y en la figura 18 evidencian el incremento de la capacidad portante del suelo al ser combinado con cal, como podemos observar para las muestras tomadas del primer punto crítico, tenemos un suelo con resistencia pobre dado por un valor de CBR de 2; mientras que para el segundo punto crítico tenemos un valor de 3.80; en cambio con la incorporación de cal al 2% de acuerdo al peso del suelo muestreado, observamos valores de 3.5 para el primer punto y de 5.20 para segundo, luego para la incorporación de 4% se observan valores de 6.0 y 7.80 seguido de la incorporación del 6 % con valores de CBR de 8.40 y 9.20 y finalmente para el 8% de cal se logró un CBR de 10.20 para el primer punto y 11.10 para el segundo punto crítico muestreado. Estos resultados muestran que la cal tiene un impacto positivo sobre los suelos, aumentando su capacidad portante o resistencia ante las cargas.

Objetivo específico 2: Determinar la dosificación necesaria de cal para estabilizar los suelos en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

Teniendo en cuenta la condición del MTC para tener una subrasante en condiciones regulares, podemos decir que la dosificación más adecuada está dada por el 4% de incorporación de cal respecto a su peso del suelo muestreado.

**Tabla 13**

*Cantidad de la cal por metro cuadrado para una capa de espesor de 200mm*

<b>Volumen Total (m3)</b>	<b>Peso volumétrico máximo (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Cantidad de cal</b>	<b>Peso de cal por m<sup>2</sup></b>	<b>1 bolsa (kg)</b>	<b>Cantidad utilizada (bolsas)</b>
0.20	1765	353	4%	14.12	20	<b>0.706</b>

*Nota.* Elaboración propia

En la tabla 13 se puede apreciar el cálculo de cal en kg para un m<sup>2</sup> de suelo con una capa de espesor de 200 mm, cuyo espesor fue tomado de acuerdo a las especificaciones técnicas EG-CBT 2005, sección 307B. Para calcular el peso de suelo, se tuvo en cuenta la máxima densidad seca del suelo de acuerdo con los ensayos de Proctor modificado. El cual tuvo un valor promedio de 1.765 gr/cm<sup>3</sup> por lo que al multiplicar mi volumen por la densidad del suelo se obtuvo un peso de 353 kg, multiplicado ello por los porcentajes de cal, y considerando bolsas de 20 kg de cal se llega a un resultado que para 353 kg de suelo se necesitaría 0.706 bolsas de cal.

**Tabla 14**

*Cantidad de agua promedio por metro cúbico*

<b>Adición de cal</b>	<b>OCH promedio (%)</b>	<b>Peso del suelo (kg)</b>	<b>Agua (m<sup>3</sup>)</b>
4%	13.80	353	0.049

*Nota.* Elaboración propia

En la tabla 14 se ha empleado el porcentaje promedio del OCH para la incorporación de 4%, de cal, donde se ha aplicado una fórmula de trabajo para calcular la cantidad de agua necesaria

para un metro cuadrado con una capa de espesor de 0.20 m necesaria para la mezcla suelo-cal. donde se observa que la cantidad de agua requerida es de 0,049 m<sup>3</sup> aproximadamente.

**Tabla 15**

*Cantidad total de cal*

<b>Cantidad Unitaria</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>TOTAL (bolsas)</b>
0.706	3.0	2478	0.2	1050

*Nota.* Elaboración propia

De acuerdo a los resultados que se muestran en la tabla 15, podemos afirmar que para los 3688 metros lineales de superficie del camino vecinal Ambato en estudio, necesitaríamos 1050 bolsas de cal, cada una de 20 kg.

Objetivo específico 3: Determinar los tipos de suelos existente en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

**Tabla 16**

*Clasificación de suelos*

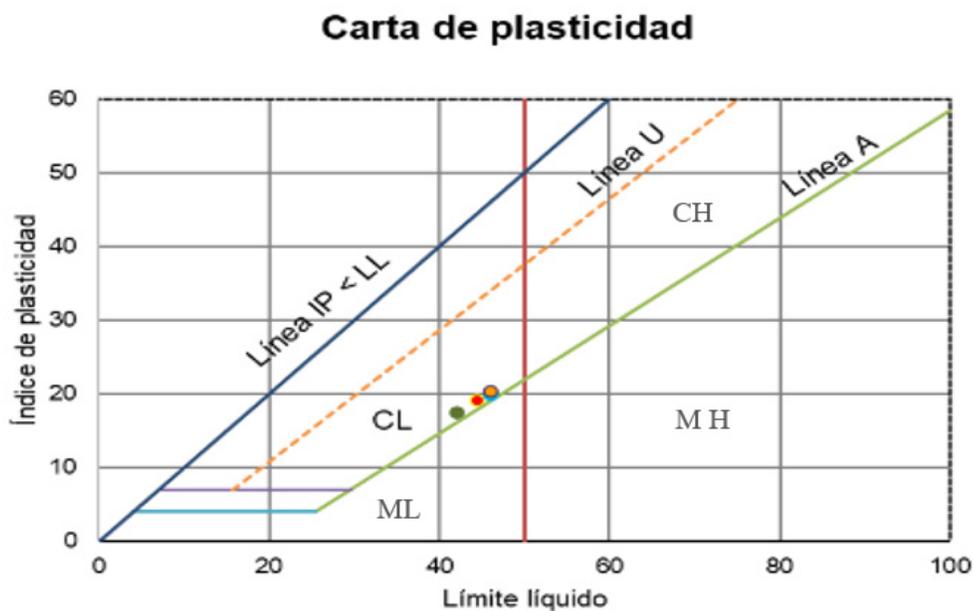
<b>Descripción</b>	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>	<b>C-04</b>
F: N°200	98.73	94.69	94.23	92.83
Índice de grupo	22	22	18	21
LL	44.5	46	42	46
LP	25.4	26.1	24.5	25.7
IP	19.1	19.9	17.5	20.3
Sistema SUCS	CL	CL	CL	CL
Sistema AASHTO	A-7-6(22)	A-7-6(22)	A-7-6(18)	A-7-6(21)

*Nota.* Procesado en Excel.

Para los resultados correspondientes al objetivo 3, se ha elaborado la tabla 16, donde podemos observar los resultados en forma ordenada, en cuanto al porcentaje de materiales finos pasantes por la malla número 200 tenemos valores de 98.73, 94.69, 94.23, 92.83 para las muestras de las calicatas 1, 2, 3 y 4 por lo que podemos afirmar que más del 50% de las muestras pasan por dicho tamiz. Por ende, podemos clasificarlo como un material fino. Además, empleando el sistema SUCS tenemos un suelo clasificado como CL y de acuerdo al sistema de clasificación AASHTO tenemos suelos de tipo A-7-6 (22), A-7-6 (22), A-7-6 (18) y A-7-6 (21).

### Figura 19

*Ubicación de tipos de suelos*



*Nota.* Adaptada de Arthur Casagrande (1932).

La Figura 19 presenta la tipología de suelos según la norma ASTM D2487. Los resultados de los suelos muestreados muestran que se clasifican como CL, que se describen como arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media.

Objetivo específico 4: Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo existente en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.

**Tabla 17**

*Propiedades físico-mecánicas del suelo sin estabilizar*

Muestras	Propiedades físicas					Propiedades mecánicas				
	Contenido de humedad %	Límites de Atterberg			Clasificación	Proctor modificado			CBR	
		finos	LL	LP		IP	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)		AI 95%
					SUCS	AASHTO				
C-1	31.91	98.73	44.50	25.40	19.10	CL	A-7-6(22)	1.763	13.50	2.00
C-2	25.69	94.69	46.00	26.10	19.90	CL	A-7-6(22)	1.767	13.00	3.80
C-3	30.85	94.23	42.00	24.50	17.50	CL	A-7-6(18)	-	-	-
C-4	31.61	92.83	46.00	25.70	20.30	CL	A-7-6(21)	-	-	-
<b>Promedio</b>	<b>30.02</b>	<b>95.12</b>	<b>44.63</b>	<b>25.43</b>	<b>19.20</b>	<b>CL</b>	<b>-</b>	<b>1.765</b>	<b>13.25</b>	<b>2.90</b>

*Nota.* Elaboración propia

La Tabla 17 se muestran los resultados correspondientes a los suelos muestreados, cuyos valores representan a las propiedades físicas y mecánicas del suelo existente en el camino vecinal Ambato Santa Clara.

Según la clasificación SUCS, las características físico mecánicas del suelo existente en el camino en estudio corresponden al tipo de suelo CL, que engloba las arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media. Del mismo modo, el tipo de suelo se clasificó de acuerdo a l sistema de clasificación AASHTO en las siguientes categorías: A - 7 - 6 (22), A - 7 - 6 (22), A - 7 - 6 (18), y A - 7 - 6 (21) para los cuatro puntos críticos de dicho camino vecinal.

Se ha demostrado que el valor promedio del límite líquido fue de 44,63%; así como, el límite plástico fue de 25.43% y el 19.20% ha representado el índice de plasticidad, donde la magnitud del intervalo de fluctuación de humedad que permite al suelo permanecer en estado plástico es la información principal que ofrece el índice de plasticidad.

Asimismo, la densidad seca máxima media fue de 1,765 gr/cm<sup>3</sup>, siendo el 13,25% el nivel de humedad óptima. Entendiendo con ello que se puede hacer referencia hacia una mayor densidad por parte del suelo para poder contar con una resistencia y una humedad en estado óptimo. Además, en referencia del valor promedio del CBR al 95.00% de la mds, se ha manifestado que el valor alcanzado fue del 2.90%, exponiendo con ello a la presión necesaria que se requiere para poder penetrar un suelo por medio del pistón.

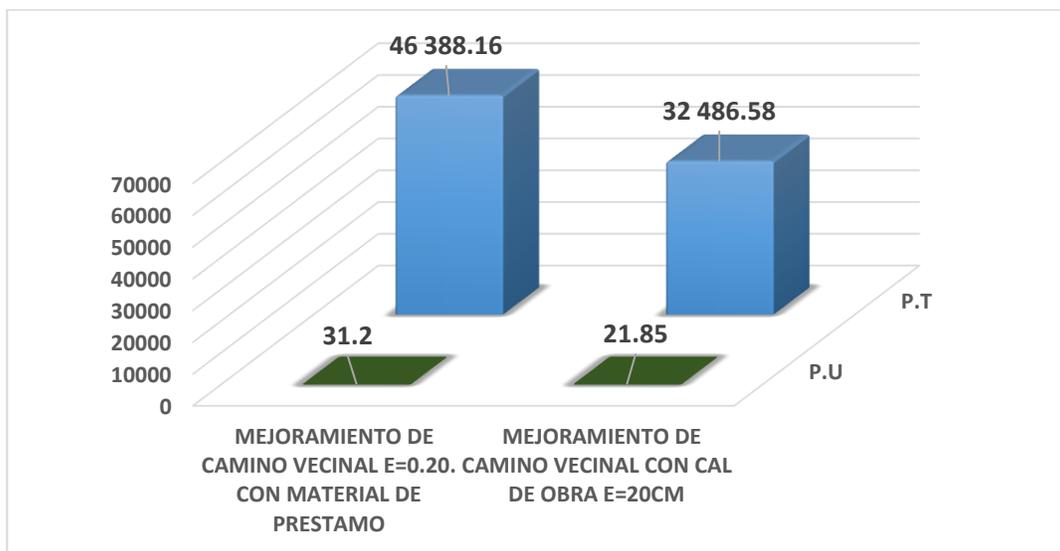
Objetivo específico 5: Determinar el costo unitario y total que generaría la estabilización de suelos con cal, en comparación con el material de préstamo utilizado cotidianamente, en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo

**Tabla 18**

*Presupuesto de mejoramiento con cal vs material de préstamo*

Ítem	Partida	Unidad	Metrado			P. U (S/)	Total (S/)
			Ancho	Largo	Espesor		
	Mejoramiento de camino						
1	vecinal e=0.20 m con material de préstamo	m3	3	2478	0.20	31.20	46 388.16
2	Mejoramiento de camino vecinal con cal de obra e=0.20 m	m3	3	2478	0.20	21.85	32 486.58
							<b>13</b>
	<b>Diferencia en soles</b>					<b>9.35</b>	<b>901.58</b>

*Nota.* Elaboración propia

**Figura 20***Precios unitarios y totales*

*Nota.* Obtenido de Excel.

La tabla 18 y en la figura 20 muestra una comparación de costos entre dos métodos de estabilización de suelos para el camino vecinal "Ambato Santa Clara". En el primer método, se utiliza material de préstamo para mejorar el camino considerando una capa de espesor de 0.20 m. El costo unitario de este método es de S/ 31.20 por metro cúbico y el costo total para el camino vecinal de 2478 m. de largo y de 3 m. de ancho es de S/ 46,388.16. En el segundo método, se utiliza cal de obra para mejorar el camino con el mismo espesor de 0.20 m. El costo unitario de este método es de S/ 21.85 por metro cúbico y el costo total para la misma longitud y ancho es de S/ 32,486.58.

La diferencia en costos unitarios entre los dos métodos es de S/ 9.35, siendo el método de cal de obra más económico. Al comparar los costos totales, se puede ver que el método de cal de obra ahorra S/ 13 901.58 en comparación con el método de material de préstamo. Por lo tanto, estos resultados indican que la cal de obra es una opción más económica que el material de préstamo.

## 7.2. Conclusiones

En términos del objetivo principal, se ha determinado que la proporción adecuada de cal para cumplir con la condición de un CBR mayor que 6% y tener unas subrasantes en condiciones regulares de 4% con un valor de CBR promedio de 7.25. Además, se ha demostrado una sigma ( $p$ ) inferior a 0,05 con respecto a los valores de CBR utilizados en el test de Tukey y el análisis de varianza, indicando que la incorporación de cal muestra la influencia significativa sobre las propiedades de resistencia de los suelos, o un mayor efecto estabilizador para los suelos muestreados.

Basándose en los dos primeros objetivos secundarios, se ha determinado que el CBR al 95,0% oscila entre el 2,90% y el 10,65%. El aumento de la capacidad portante está influido por la resistencia del suelo y la inclusión de cal en porcentajes del 2%, 4%, 6% y 8%. Así mismo la dosificación más adecuada de cal está dada por la incorporación de 0.706 bolsas de cal, 0.049 m<sup>3</sup> de agua y 353 kg de suelo lo que equivale a un metro cuadrado con un espesor de 0.20 m. y para los 2478 m se necesitaría de 1050 bolsas de cal de 20 kg cada una.

Además, en relación con los objetivos secundarios 3 y 4, se determinó que las propiedades físico-mecánicas del suelo sin estabilizar fueron las siguientes: se clasificó como un suelo tipo CL según la clasificación SUCS y variaba entre A-7-6 (22), A-7-6 (22), A-7-6 (18) y A-7-6 (21) según la clasificación ASSHTO. Los valores obtenidos fueron un límite líquido del 44,63%, un límite plástico del 25,43%, un índice de plasticidad del 19,20%, un contenido de humedad del 30,02%, una densidad seca máxima de 1,765 gr/cm<sup>3</sup>, un contenido de humedad óptimo del 13,25% y un CBR del 95,00% con un valor de 2,90%. Estos valores representan las características más significativas del suelo sin estabilizar.

Finalmente, con respecto al objetivo 5 se concluye que la utilización de cal de obra resulta ser una opción más económica, en términos de costos unitarios y totales, la estabilización de suelos con cal generaría un costo total de S/ 32 486.58 para el camino vecinal Ambato Santa Clara. Esto representaría un ahorro de S/ 13 901.58 en comparación con el costo total de S/ 46 388.16 que generaría el uso del material de préstamo.

### 7.3. Recomendaciones

Se recomienda a entidades que se dedican a ejecutar proyectos de mejoramientos viales, probar este método de estabilización utilizando el 4% de cal para futuros trabajos de estabilización de suelos en el camino vecinal Ambato Santa Clara. Además, se debe considerar que es más económico que el material de préstamo que se emplea cotidianamente para los mejoramientos de caminos vecinales.

Se sugiere a futuros investigadores realizar comparaciones entre el método de Eades y Grim y el ensayo de CBR, los cuales están en función de PH y de la capacidad portante respectivamente, para determinar la cantidad adecuada de cal que pueda estabilizar a un suelo.

Se aconseja a futuros investigadores realizar evaluaciones más detalladas de costos reales de la tecnología que implica el uso de cal en comparación con el empleo de materiales cotidianos para mejoramiento de camino vecinales tales como material de préstamo y otros.

Finalmente recomendar a futuros investigadores realizar evaluaciones técnicas y económicas de combinaciones de cal con otros materiales como: boñiga de res, cenizas de bagazo de caña de azúcar, cenizas de pajilla de arroz, cenizas de carbón y otros, para estabilizar suelos en caminos vecinales.

## APÉNDICES Y ANEXOS

### i. Fuentes de información

- Alcivar Montesdeoca, A. L. (2020). Artículo Científico. Métodos para determinar granulometría de los suelos. (Versión 2). *figshare*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12858152.v2>
- Ali Ghorbani, Hadi Hasanzadehshooiili, Mostafa Mohammadi, Fariborz Siannati, Mahdi Salimi, Lukasz Sadowski, & Jacek Szymanowski.(2019). Effect of Selected Nanospheres on the Mechanical Strength of Lime-Stabilized High-Plasticity Clay Soils. *Advances in Civil Engineering*,2019(4257530),11. <https://doi.org/10.1155/2019/4257530>
- Amaya Navarrete, M. E., Ovando Shelley, E., & Botero Jaramillo, E. (2019). Óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, AC*, 17-22. <https://www.researchgate.net/publication/335193052>
- Angulo Roldan, M., & Zavaleta Papa, C. N. (2020). *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, distrito San Juan - Maynas - Iquitos, 2019 [tesis de grado,Universidad Científica del Perú]*. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1220>
- Ávila Argota, P. A. (2021). *Vulnerabilidad física de las vías de dos carriles debido a la pérdida de la capacidad de servicio en pavimentos flexibles por causa de los desplazamientos en el talud inferior [tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana de Colombia]*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/55660/1210.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ávila Hernandez, M. A. (2021). *Propiedades de la materia. Logos boletín científico de la escuela preparatoria No.2,8(15),24-25*.<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa2/issue/archive>
- Barriga Serruto, F. E. (2022). *Análisis comparativo de la estabilización de suelos arcillosos empleando cal y cemento, carretera vecinal Chonta carretera Interoceánica, Madre de Dios 2021 [Tesis para optar el título profesional,Universidad César Vallejo]*.<https://hdl.handle.net/20.500.12692/91069>
- Bertrand Penka, J., Merveilles Pettang Nana, Blanche Manjiab, M., Yannick Bomeni, I., & Chrispin Pettangb. (2022). Hydrological, mineralogical and geotechnical characterisation

- of soils from Douala (coastal, cameroon): potential used in road construction. *Heliyon*, 8, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11287>
- Carranza Gómez, J. S. (2021). *Estabilización de suelos incorporando cal y yeso como aglomerantes naturales en el tramo La Capilla - Cedropampa, Cajamarca 2021[ tesis para obtener el título profesional, Universidad Cesar Vallejo]*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93582>
- Carrasco Diaz, S. (2019). *Metodología de la investigación científica*. San Marcos. [https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica\\_45761](https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica_45761)
- Cedeño Tuárez, C. A., & Tejada Piusseaut, E. (2023). Estabilización De Suelos Arcillosos Con Enzima Orgánica Para Subrasante De Carreteras. *Revista Ciencia y Construcción* ,4(2), 81-90. <https://doi.org/2789-7605>
- Chirinos Ñañez, E., Rodriguez Lafitte, E., & Muñoz Pérez, S. (2021). Clay soil stabilization methods to improve cbr for paving purposes a literary review. *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo*, 51(1 y 2), 77-92. [https://doi.org/10.47864/SE\(51\)2021p77-92\\_129](https://doi.org/10.47864/SE(51)2021p77-92_129)
- Cordero Moguel, A. (2021). Mortero de cal. *Puente de Hierro*, 1(3), 1-13. <https://doi.org/https://www.puentedehierro.org/ojs/index.php/pdh/article/view/25/35>
- Elizondo Arrieta, F., Navas Carro, A., & Sibaja Obando, D. (2010). Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 20, 93-108. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44170524007>
- Flores Tapia , C., & Flores Cevallos, K. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: anderson- darling, ryan- joiner, shapiro-wilk y kolmogórov - smirnov. *SOCIETAS*, 23(2). <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3412237018/html/index.html>
- Galindo Domínguez, H. (2020). *Estadística para no estadísticos una guía básica sobre la metodología cuantitativa de trabajos académicos* . 3ciencias. <https://doi.org/https://doi.org/10.17993/EcoOrgyCso.2020.59>
- Galván Ruiz, M., & Velázquez Castillo, R. (2011). Cal un antiguo material como una renovada opción para la construcción. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 12(1). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-774320110100010](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-774320110100010)

- García Restrepo, A. L. (2022). *Estabilización de suelos con cal como una alternativa viable para la construcción y rehabilitación de caminos rurales en Colombia [tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/50824>
- Guevara Lopez, I. J., & Canaza Rojas, F. (2023). Estimation of the dry density of a granular backfill using the dynamic cone penetrometer. *Gaceta Técnica*, 24(2), 77-91. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica242.6>
- Gutiérrez Rodríguez, W. Á. (2023). Análisis comparativo de las técnicas de laboratorio para determinar los límites de Atterberg en suelos de la ciudad de Oruro – Bolivia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4).[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7475](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7475)
- Gutiérrez Rodríguez, W. Á. (2023). Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 1-21. [https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5834](https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5834)
- Hanco Chambi, J. C. (2021). *Estabilización de suelos cohesivos con cal y cemento para mejorar la subrasante de la avenida Santa Rosa, Puno, 2021 [tesis para obtener el título profesional, Universidad Cesar Vallejo]*.<https://hdl.handle.net/20.500.12692/80083>
- Henández Ramos, A. (2022). *Uso del óxido de calcio en suelos plásticos expansivos de san francisco totimehuacan y su aplicación en carreteras del estado de puebla [Tesis para optar el grado de maestro, Benemérita Universidad Autónoma De Puebla]*. <https://doi.org/20.500.12371/17759>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (2.ª ed.)*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L. <https://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-2-edicion/9781456294915/14166924>
- Higuera Sandoval, C., Gómez Cristancho, J. C., & Pardo Naranjo, ó. E. (2012). Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Revista Facultad de Ingeniería*, 21(32), 21-40. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1431/1426>
- Jijo, J., & Pitchai Kasinata, P. (2018). Strength and microstructure of micro ceramic dust admixed lime stabilized soil. *Revista de la Construcción*, 17(1), 1-18. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.1.5>

- Jover Maestre, F. J., Pastor Quiles, M., Martínez Mira, I., & Vilaplana Ortego, E. (2016). El uso de la cal en la construcción durante la Prehistoria reciente: nuevas aportaciones para el levante de la Península Ibérica. *Arqueología de la Arquitectura*, 13: e039. <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2016.005>
- Junco del Pino, J., Tejada Piusseaut, & Eduardo. (2013). Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales cuaternarias de amonio. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 7(3), 1-12. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193930080004>
- Linares Chavez, R. R., Aguilar Rojas, M. E., & Rojas De La Puente, E. E. (2020). Stabilization of clay soils at the subgrade level with the addition of molten polyethylene bags. *Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(2), 33-40. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i2.612>
- Linares González, J., Huertas García, F., & Capel Martínez, J. (2013). La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento. *Revistas de la Universidad de Granada*, 8, 479-490. <https://doi.org/10.30827/cpag.v8i0.1224>
- LLano, E., Ríos, D., & Restrepo, G. (2020). Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad. *TecnoLógicas*, 23(49), 185-199. <https://doi.org/10.22430/22565337.1624>
- Mamani Gonzalo, G., De La Cruz Vega, S. A., Vega Neyra, C. S., Yllescas Rodríguez, P. M., & Rea Olivares, W. M. (2023). Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. *Revista Infraestructura Vial*, 25(44), 1-7. <https://doi.org/10.15517/iv.v25i44.53569>
- Martinez, W., Torres Acosta, A. A., Alonso Guzman, E. M., CHávez, H. L., C, L., A, B., Ruvalcaba, J. L. (2018). Colorimetría de arcillas modificadas con adiciones minerales y orgánicas. *Revista Alconpat*, 8(2), 163-177. <https://doi.org/10.21041/ra.v8i2.277>
- Más López, M. I., Garcia del Toro, E. M., Luizaga Patiño, A., & Marco García, L. J. (2020). Eco-Friendly Pavements Manufactured with Glass Waste: Physical and Mechanical Characterization and Its Applicability in Soil Stabilization. *Materials*, 13(17), 1-8. <https://doi.org/10.3390/ma13173727>
- Medina Romero, M., Rojas Leon, R., Bustamante Hoces, W., Loaiza Carrasco, R., Martel Carranza, C., & Castillo Acobo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e*

- instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2014). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos*. ICG- Instituto de la Construcción y Gerencia. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento;. (2022). *Reglameto Nacional de Edificaciones-Etabilización de suelos y taludes (CE.020)*. MACRO. <https://www.bulaarkitec.com/detalle-producto-5426/53/Reglamento-Nacional-de-Edificaciones-2023.html>
- Mojica Barrera, R. (2021). *Materiales para pavimentos*. USTA Tunja. <https://fliphtml5.com/es/hzcwu/yaov/basic>
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras (2da edición)*. Universidad Católica de Colombia. <https://www.libreriaingeniero.com/2018/02/ingenieria-de-pavimentos-alfonso-montejo.html>
- Mora Cedeño, J. V. (2023). *Análisis comparativo estabilización de suelo expansivo con cal y estabilización de suelo expansivo con materiales evacuados, cerámica triturada, hormigón triturado y ceniza de bagazo*. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Roca Fuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6059>
- Morais Alcantara, M. A., Pereira dos Santos, L., Sousa, A., & Cardoso de Lima, D. (2017). Efeito da cinza de casca de arroz na plasticidade e compactação de uma mistura solo-cal. *Materia*, 22(03), 1-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1517-707620170003.0209>
- Nacional Lime Association. (2004). *Manual de estabilización de suelo tratado con cal (undécima edición, trucción libre del manual original en inglés)*. National Lime Association LIME The Versatile Chemical. [https://www.lime.org/documents/publications/free\\_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf](https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf)
- Navarro Mendoza, E. G., Sánchez Calvillo, A., Alonso-Guzman, E. M., & Navarrete, M. A. (2020). Cal de construcción para uso en restauración de monumentos históricos. Universidad Autónoma de Campeche,. *Researchgate*, 484. <https://doi.org/doi10.26359/ALCONPAT2020>

- Noriega Armas , Y. V., Vives Arroyo, J. A., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Uso de estabilizadores de suelo: Una revisión del impacto al corte y asentamiento. *Avances Investigación en Ingeniería*, 19(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6856>
- Nujid, M. M., Idrus, J., Azam, N. A., Tholibon, D. A., & Jamaluddin, D. (2019). Correlation between california bearing ratio (CBR) with plasticity index of marine stabilizes soil with cockle shell powder. *Conference Series*, 1349, 1-7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-6596/1349/1/012036>
- Pérez García , N., Garnica Anguas, P., Pérez Salazar, A., Javier Castañeda, F., & Silva Gonzáles, J. L. (2021). Evaluación de las propiedades de suelos estabilizados con óxido de calcio. El caso de suelos de la Ciudad de México. *Instituto Mexicano del Transporte*.
- Pérez García, N., Pérez Salazar, A., Garnica Anguas, P., & Pérez Salazar, A. (2019). Evaluación del óxido de calcio (estabilical) como estabilizador de suelos. *Instituto Mexicano del Transporte*, 81. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt560.pdf>
- Posada Hernández, G. J. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. LUIS AMIGO.
- Real Cotto, J., Romero Urréa, H., Jaramillo Feijoo, L., Haro Alvarado, J., Real Roby, R., & Arbeláez Rodríguez, G. (2022). *Herramientas Estadísticas Aplicadas a la Investigación Científica 1era Edición*. Edicumbre Editorial Corporativa.
- Rezabala Leones, D. M., & Ortiz Hernández, E. (2023). Propuesta de estabilización con cal y cemento para subrasante con presencia de suelos arcillosos ubicada en la via tosaagua-chone sector bachillero. *Dominio de las Ciencias*, 9(3), 1918-1935. <https://doi.org/10.23857/dc.v9i3.3534>
- Rivera, J. F., Aguirre Guerrero, A., Mejía de Gutiérrez, R., & Orobio , A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinam ente. *Informador Técnico*. <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
- Salinas Suárez, J. E., & Villao Carvajal, R. A. (2019). *Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implmentación en una nueva vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5223>

- Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales [ASTM]. (2019). *Método de prueba estándar para usar el pH para estimar el requisito de proporción de cal de suelo para la estabilización del suelo (ASTM D6276-19)*. <https://www.astm.org/d6276-19.html>
- Tacca Huaracca, J. A. (2021). *Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para el mejoramiento de la subrasante, vía de evitamiento, Abancay - Apurímac, 2021 [tesis para obtener el título profesional, Universidad César Vallejo]*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58189>
- Toirac Corral, J. (2012). Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón. *Ciencia y Sociedad*, 37(3), 293-334. <https://doi.org/10.22206/cys.2012.v37i3.pp293-334>
- Torres Muños, A. Y. (2021). *Uso de cal a nivel de subrasante en suelos blandos para mejorar su comportamiento físico - mecánico, carretera Michino Cajamarca 2021 [tesis para obtener el título profesional, Universidad César Vallejo]*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92692>
- Villalobos, F. (2016). *Mecánica de suelos (2.a ed)*. Universidad Católica de la Santísima Concepción.
- Zambrano Meza, M. I., & Zambrano Bravo, T. V. (2023). Estabilización de suelo con cal y cemento para el mejoramiento de subrasante. 7(13). <https://doi.org/10.46296/yc.v7i13.0z357>
- Zapata Terrones, F. A., & Vásquez Gonzales, H. R. (2024). Stabilization of sandy subgrade with barley ash and gypsum in a peruvian coastal locality. *Revista Infraestructura Vial*, 26(45), 5-11. <https://doi.org/10.15517/iv.v26i45.56066>

## ii. Apéndices

## Apéndice 1

Tabla 19

Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
¿Cuál es la proporción adecuada de cal para la estabilización de suelos en el camino vecinal "Ambato Santa Clara", Distrito Santa Cruz de Cutervo?	Determinar la proporción adecuada de cal para la estabilización de suelos en el camino vecinal "Ambato- Santa Clara", distrito Santa Cruz de Cutervo.	Al determinar una proporción de cal será posible estabilizar los suelos del camino vecinal Ambato Santa Clara, distrito Santa Cruz de Cutervo.	<b>Independiente</b>  Proporción adecuada de cal	2% 4% 6% 8% CBR $\geq$ 6% 4 $\leq$ IP $\leq$ 12	%
PROBLEMA ESPECÍFICO	PROBLEMA ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO	VARIABLE	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
¿Cómo influirá la cal en la resistencia de los suelos en el camino vecinal "Ambato Santa Clara", distrito Santa Cruz Cutervo?	Determinar la influencia de la cal en la resistencia de los suelos en el camino vecinal "Ambato- Santa Clara", distrito Santa Cruz de Cutervo.	influirá la cal en la mejora de la resistencia de los suelos en el camino vecinal "Ambato - Santa Clara", distrito Santa Cruz Cutervo	<b>Dependiente</b>  Estabilización de suelo	CBR del suelo natural  CBR del suelo modificado con cal  Peso de cal para un metro cuadrado con espesor de acuerdo al MTC	%  kg
¿Cuál será la dosificación necesaria de cal para estabilizar los suelos en el camino vecinal "Ambato Santa Clara", distrito Santa Cruz de Cutervo?	Determinar la dosificación necesaria de cal para estabilizar los suelos en el camino vecinal "Ambato- Santa Clara", distrito Santa Cruz de Cutervo	La dosificación de cal estabilizara los suelos en el camino vecinal "Ambato- Santa Clara", distrito Santa Cruz de Cutervo			

PROBLEMA ESPECÍFICO	PROBLEMA ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO	VARIABLE	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
¿Cuáles son los tipos de suelos existentes en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo?	Determinar los tipos de suelos existentes en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.	Será posible determinar los tipos de suelos existentes en el camino vecinal Ambato- Santa Clara, distrito Santa Cruz de Cutervo.		LL, IP	(%)
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo existente en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo existente en el camino vecinal “Ambato- Santa Clara”, distrito Santa Cruz de Cutervo.	Se determinará propiedades físico mecánicas del suelo sin estabilizar en el camino vecinal “Ambato-Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo.	<b>Dependiente</b> Estabilización de suelo	Ensayo de contenido de humedad Ensayo de límite líquido y plástico Análisis granulométrico Ensayo de proctor modificado Ensayo de CBR	(%) (%) (%) gr/cm <sup>3</sup> (%)
¿Cuál será el costo unitario y total que generaría estabilizar el suelo con cal, en comparación con el material de préstamo utilizado cotidianamente, en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo?	Determinar el costo unitario y total que generaría estabilizar el suelo con cal, en comparación con el material de préstamo utilizado cotidianamente, en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo	Será posible determinar el costo unitario y total que generaría estabilizar el suelo con cal, en comparación con el material de préstamo utilizado cotidianamente en el camino vecinal “Ambato Santa Clara”, Distrito Santa Cruz de Cutervo		Análisis de precios unitarios	S/

## Apéndice 1

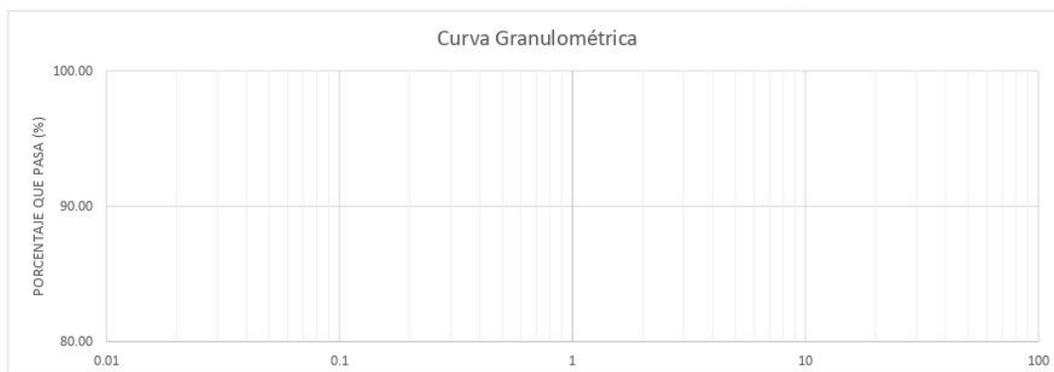
Formatos de instrumento de recolección de datos

	<b>Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de Suelo y Roca . ASTM D 2216</b>	RUC	
		REG. INDECOPI	
PROYECTO		FECHA	
UBICACIÓN		PAGINA	
SOLICITANTE		REGISTRO N°	
MATERIAL		TEC. LAB:	
SONDAJE / CALICATA		ASIST. LAB	
N° DE MUESTRA		FECHA DE ENSAYO	
PROFUNDIDAD			

DESCRIPCIÓN	UND			Promedio
Tara	N°			
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.			
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.			
Peso de Agua (A-B)	gr.			
Peso de Tara ©	gr.			
Peso Neto del Material Seco (B-C)	gr.			
Porcentaje de Humedad $(A-B)/(B-C)*100$	%			

<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE ANÁLISIS Y PRUEBAS	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E107 / AASHTO M-147)</b>	RUC		
		REG. INDECOPI		
PROYECTO		REGISTRO N°		
UBICACIÓN		TEC. LAB:		
SOLICITANTE		ASIST. LAB		
MATERIAL		FECHA DE ENSAYO		
SONDAJE / CALICATA				
N° DE MUESTRA				
PROFUNDIDAD				

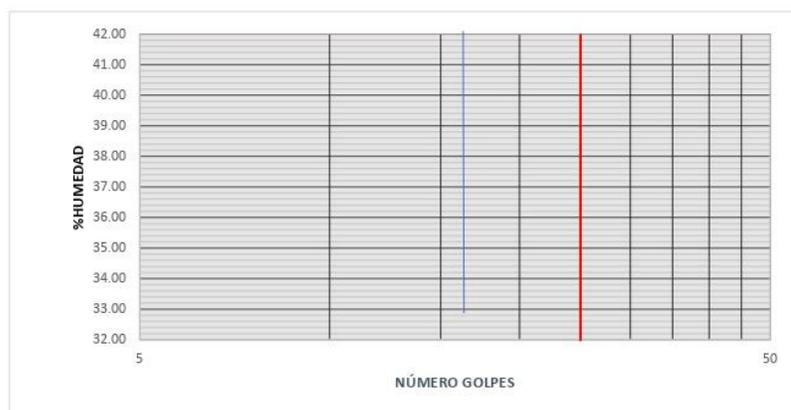
TAMIZ	MTC E204 (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	60°C	110°C
3"	76.2					PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)			
2 1/2"	63.5					PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N°10(gr)			
2"	50.8					PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N°10 gr			
1 1/2"	37.5					PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 10 (gr)			
1"	25.4					PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 10 (gr)			
3/4"	19					PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)			
1/2"	12.5								
3/8"	9.5								
1/4"	6.35					GRAVA			
N° 4	4.75					ARENA			
N° 10	2					FINOS			
N° 20	0.85					F. GRUESA			
N° 40	0.43								
N° 60	0.25					F. FINA			
N° 140	0.11					CORRECCIÓN CUARTEO:			
N° 200	0.080					PESO PORCIÓN SECA:			
< N° 200	FONDO					CLASI. (S.U.C.S.):			
TOTAL						CLASI. (AASHTO):			



 <b>LABSUC</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PavIMENTOS</small>	<b>Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ( MTC E 110, MTC E 111) - A.A.S.H.T.O T 89</b>	RUC	
		REG. INDECOPI	
PROYECTO		FECHA	
UBICACIÓN		PAGINA	
SOLICITANTE		REGISTRO N°	
MATERIAL		TEC. LAB:	
SONDAJE / CALICATA		ASIST. LAB	
N° DE MUESTRA		FECHA DE ENSAYO	
PROFUNDIDAD			

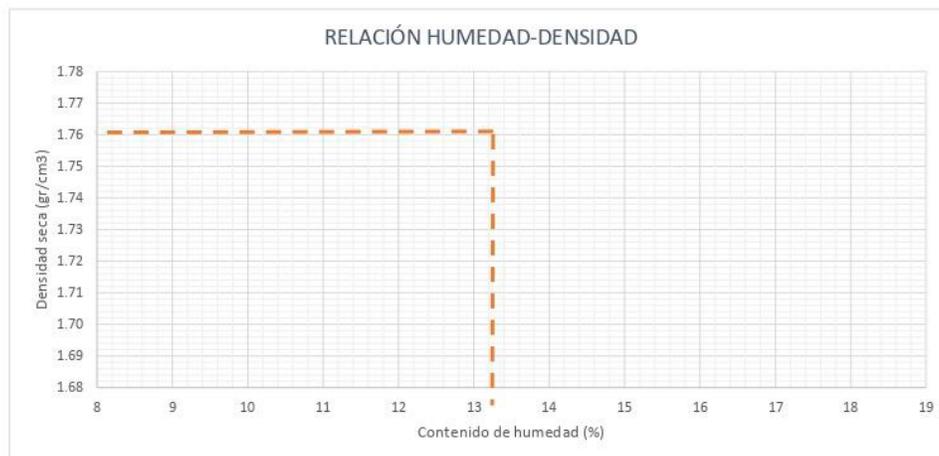
Tamiz de separación E11: N°40  
Método de separación de: Tamizado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
Nro de Recipiente				
Masa de recipiente				
Masa de recipiente + Suelo Humedo				
Masa de recipiente + Suelo seco				
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6				
% DE HUMEDAD				
NUMERO DE GOLPES				

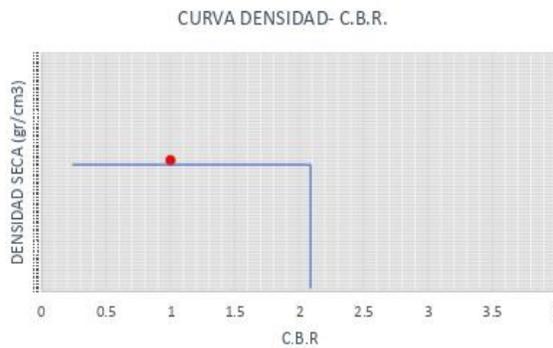
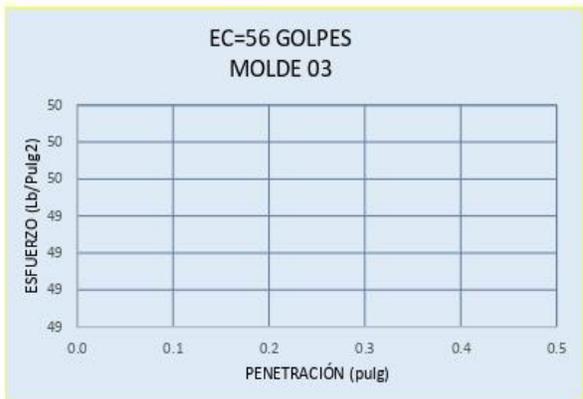


Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad Ip (%)	

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E115)</b>				RUC	
					REG. INDECOPI	
				FECHA		
				PAGINA		
PROYECTO						
UBICACIÓN						
SOLICITANTE					N° CODIGO:	
				FECHA:		
MATERIAL						
CALICATA						
METODO DE COMPACTACIÓN:	<input type="text"/>	Peso de Martillo (gr):		<input type="text"/>		
Alt. Mold. (cm):	<input type="text"/>	Diam. Mold. (cm):	<input type="text"/>	Vol. Mold. (cm <sup>3</sup> ):	<input type="text"/>	
Peso del Molde (gr):	<input type="text"/>					
DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	OBSERVACIONES
Peso suelo + molde	gr					
Peso neto del suelo húmedo	gr					
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>					
Peso del suelo húmedo + tara	gr					
Peso del suelo seco + tara	gr					
Peso de agua	gr					
Peso del suelo seco	gr					
Contenido de Humedad	%					
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>					
		#DIV/0!		Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ):		
				Óptimo Contenido de Humedad (%):		







MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.10		1000.00		
2	0.10		1000.00		
3	0.10		1000.00		

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm3)		C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. (0.1")=	
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)			

## iii. Anexo

## Anexo 1.

## Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio

Tabla 20

*Resumen de resultados*

Descripción de muestras	Calicata	Propiedades físicas					Propiedades Mecánicas				
		Contenido de humedad (%)	Granulometría % finos	Límites de Atterberg			Clasificación		Proctor modificado		CBR 95% de la M.D.S (0.1")
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCSS	Angulo	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	
suelo natural	1	31.91	98.73	44.50	25.40	19.10	CL	A-7-6 (22)	1.763	13.50	2.00
	2	25.69	94.69	46.00	26.10	19.90	CL	A-7-6 (22)	1.767	13.00	3.80
	3	30.85	94.23	42.00	24.50	17.50	CL	A-7-6 (18)	-	-	-
	4	31.61	92.83	46.00	25.70	20.30	CL	A-7-6 (21)	-	-	-
suelo + 2% de cal	1	-	-	36.30	24.10	12.20			1.759	14.00	3.50
	2	-	-	36.30	23.90	12.40			1.769	13.50	5.20
suelo + 4% de cal	1	-	-	33.10	23.50	9.60			1.762	14.30	6.70
	2	-	-	33.20	22.70	10.50			1.771	13.30	7.80
suelo + 6% de cal	1	-	-	29.40	22.60	6.80			1.768	14.90	8.40
	2	-	-	29.30	22.70	6.60			1.777	14.10	9.20
suelo + 8% de cal	1	-	-	24.50	19.70	4.80			1.765	15.30	10.20
	2	-	-	25.40	21.20	4.20			1.762	15.00	11.10

## Anexo 2

## Consideraciones referenciales para optar por el tipo de estabilizador

Figura 21

Consideraciones referenciales

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ADITIVO ESTABILIZADOR RECOMENDADO	RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1A	SW o SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Pórtland			
		(3) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
1B	SW-SM o SP-SM o SW-SC o SP-PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
1C	SM o SC o SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Pórtland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
2A	GW o GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado
		(2) Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4.
		(3) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
2B	GW-GM o GP-GM o GW-GC o GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
2C	GM o GC o GM-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado
		(2) Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la malla N°4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML o CL	(1) Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios.
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la malla } N^{\circ}200) / 4$			Sin restricción u observación. No es necesario aditivo estabilizador	Referencia: US Army Corps of Engineer	

Nota. Obtenido del MTC 2 EG-CBT 2008

**Figura 22**  
*Alternativas de estabilización*

<b>MATERIAL</b>	<b>TIPOS DE ESTABILIZACION</b>			
	<b>MECÁNICA</b>	<b>CON CEMENTO</b>	<b>CON CAL</b>	<b>CON EMULSIÓN</b>
<b>Grava</b>	Puede ser necesaria la adición de finos para prevenir desprendimiento.	Probablemente no es necesaria, salvo si hay finos plásticos. Cantidad de 2 a 4%.	No es necesaria, salvo que los finos sean plásticos. Cantidad de 2 a 4%.	Apropiada si hay deficiencia de finos. Aproximadamente 3% de asfalto residual.
<b>Arena limpia</b>	Adición de gruesos para dar la estabilidad y de finos para prevenir desprendimientos.	Inadecuada: produce material quebradizo.	Inadecuada: no hay reacción.	Muy adecuada: De 3 a 5% de asfalto residual.
<b>Arena arcillosa</b>	Adición de gruesos para mejorar resistencia.	Recomendable 4 - 8%	Es factible dependiendo del contenido de arcilla.	Se puede emplear de 3 a 4% de asfalto residual.
<b>Arcilla arenosa</b>	Usualmente no es aconsejable	Recomendable 4 - 12%	4 a 8% dependiendo del contenido de arcilla.	Se puede emplear pero no es muy aconsejable.
<b>Arcilla</b>	Inadecuada	No es muy aconsejable. La mezcla puede favorecerse con un mezcla con 2% de cal y luego entre 8 y 15% de cemento.	Muy adecuada. Entre 4 y 8% dependiendo de la arcilla.	Inadecuada.

*Nota.* Obtenido del RNE-CE.020 2014

**Anexo 3.****Informe de los ensayos de laboratorio**

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	<small>TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"</small>				<small>BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</small>
	<small>PORTADA</small>	<small>LSP22 - MS - 672</small>	<small>FECHA</small>	<small>OCTUBRE - 2022</small>	

# **ENSAYOS DE LABORATORIO**

## **TESIS:**

**“PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL “AMBATO-SANTA CLARA”, DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO”**

## **BACHILLER:**

**MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA**

**JAÉN, CAJAMARCA, OCTUBRE - 2022**

	TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA
	ANEXOS	LSP22 - MS - 672	FECHA OCTUBRE - 2022	

# ANEXO I

## ENSAYOS DE LABORATORIO ESTÁNDAR

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E107/AASHTO M-147)</b>	RUC	2060454231.00
		REG. INDECOPI	00116277
PROYECTO	*PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVÓ* DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA MERLUZDELI CARRASCO DAVILA SUB RASANTE	FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
UBICACIÓN		PAGINA	1 de 1
SOLICITANTE		REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 090
MATERIAL		TEC. LAB. :	JHONATAN H. ARODY C.R.
SONDAJE/CAJICATA		ASIST LAB :	OCTUBRE - 2022
N° DE MUESTRA	C-1	FECHA DE ENSAYO:	
PROFUNDIDAD	M-1		
	0,30 - 1,50		

TAMIZ	MTC E204 (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	60° C	110° C
3"	76.20	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1162.60	
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 10 (gr)		1161.68	
2"	50.80	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 10 (gr)		0.92	
1 1/2"	37.50	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 10 (gr)		880.30	
1"	25.40	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 10 (gr)		0.70	
3/4"	19.00	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		881	
1/2"	12.50	0.00	0.0	0.00	100.00				
3/8"	9.50	0.00	0.0	0.00	100.00	GRAVA		0.08	
1/4"	6.35	0.00	0.0	0.00	100.00				
N° 4	4.75	0.00	0.0	0.00	100.00	ARENA		1.19	
N° 10	2.00	0.70	0.7	0.08	99.92				
N° 20	0.85	1.50	2.2	0.25	99.75	F. GRUESA			
N° 40	0.43	1.20	3.4	0.39	99.61	TOTAL		0.70	
N° 60	0.25	1.10	4.5	0.51	99.49	F. FINA			
N° 140	0.11	2.80	7.3	0.83	99.17	CORRECCION CUARTEO :		1.00	
N 200	0.08	3.90	11.2	1.27	98.73	PESO PORCIÓN SECA :		880.3	
< N° 200	FONDO	869.80	881.0	100.00	0.00	CLAS. (S.U.C.S.):		CL	
TOTAL		881		881		CLAS. (AASHTO):		A - 7 - 6 (22)	



D60	-
D30	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

## OBSERVACIONES:

- \* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan H. Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan H. Barahona  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

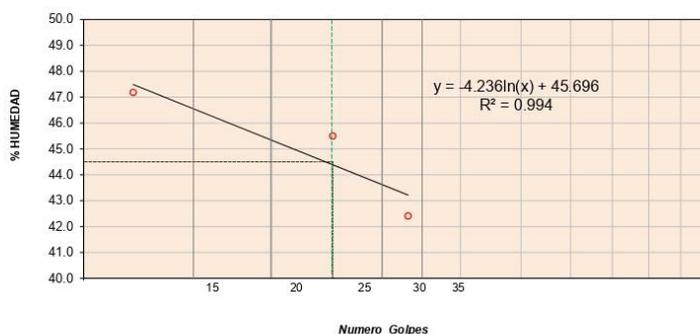
	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECDPI	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 1	TEC. LAB. :	JHONATANH. B.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST LAB :	ARODY C.R.
PROFUNDIDAD	0,30 - 1,50	FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	3	12	25	332	351
Masa de Recipiente	36.66	39.76	36.92	13.65	13.66
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	59.65	63.20	61.13	20.19	21.17
Masa Recipiente + Suelo Seco	52.28	55.87	53.92	18.86	19.66
N° De Golpes	12	25	33	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	47.18	45.50	42.41	25.63	25.08

GRÁFICO DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577641 - 975421001 - 912493020

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan J. Herrera Baraona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jemmer Kumbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	FORMATO DE LABORATORIO DE SUELOS			RUC	2060454231
	Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de Suelo y Roca. ASTM D 2216			REG. INDECOPI	00116277
DIRECCIÓN				COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA	
				PAGINA	1 de 1
PROYECTO	*PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO*			REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 696
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA			TEC. LAB. :	Jhonatan H. B.
SOLICITANTE	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA			ASIST LAB :	Arody C.R.
MATERIAL	SUB RASANTE			FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022
SONDAJE/CALICATA	C - 1			CALLE:	-
N° DE MUESTRA	M - 1			PROGRESIVA:	-
PROFUNDIDAD	0,30 - 1,50				

Descripción	Und.	1	2	3	Promedio
Tara	Nº	355	418	25	
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	825.60	827.60	830.10	
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	654.80	657.00	660.70	
Peso de Agua (A-B)	gr.	170.80	170.60	169.40	
Peso de Tara ©	gr.	114.50	122.30	134.60	
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	540.30	534.70	526.10	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	31.61	31.91	32.20	<b>31.91</b>

OBSERVACIONES:

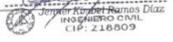
\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC


  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


  
Jhonatan H. B. Barahona  
TECNICO LABORATORISTA


  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


  
Jhonatan H. B. Barahona  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 218.009

DIRECCION - CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
 CEL: 969577841 - 975421091 - 912493920

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (MTC E107/AASHTO M-147)	RUC	2060454231.00
		REG. INDECOPI	00116277
		FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
		PAGINA	1 de 1
PROYECTO	PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVÓ	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 090
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	TEC. LAB. :	JHONATAN H. ARODY C.R.
SOLICITANTE	MERLUZDELI CARRASCO DAVILA	ASIST LAB :	OCTUBRE - 2022
MATERIAL	SUB RASANTE	FECHA DE ENSAYO:	
SONDAJE/CAJICATA	C-2		
N° DE MUESTRA	M-1		
PROFUNDIDAD	0,30 - 1,50		

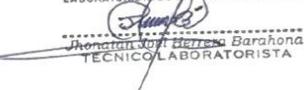
TAMZ	MTC E204 (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	60° C	110° C
3"	76.20	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1271.62	
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 10 (gr)		1266.50	
2"	50.80	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 10 (gr)		5.13	
1 1/2"	37.50	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 10 (gr)		1012.90	
1"	25.40	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 10 (gr)		4.10	
3/4"	19.00	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1017	
1/2"	12.50	0.00	0.0	0.00	100.00				
3/8"	9.50	0.00	0.0	0.00	100.00				
1/4"	6.35	0.00	0.0	0.00	100.00				
N° 4	4.75	0.00	0.0	0.00	100.00	GRAVA		0.40	
N° 10	2.00	4.10	4.1	0.40	99.60	ARENA		4.91	
N° 20	0.85	13.20	17.3	1.70	98.30	FINOS		94.69	
N° 40	0.43	8.20	25.5	2.51	97.49	F. GRUESA			
N° 60	0.25	4.10	29.6	2.91	97.09	TOTAL		4.10	
N° 140	0.11	12.50	42.1	4.14	95.86	F. FINA			
N 200	0.08	11.90	54.0	5.31	94.69	CORRECCION CUARTEO :		1.00	
< N° 200	FONDO	963.00	1017.0	100.00	0.00	PESO PORCIÓN SECA :		1012.9	
TOTAL						CLAS. (S.U.C.S.):		CL	
						CLAS. (AASHTO):		A - 7 - 6 (22)	



D60	-
D30	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

## OBSERVACIONES:

- \* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Ronald José Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan H. Arody C.R.  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P.: 218809

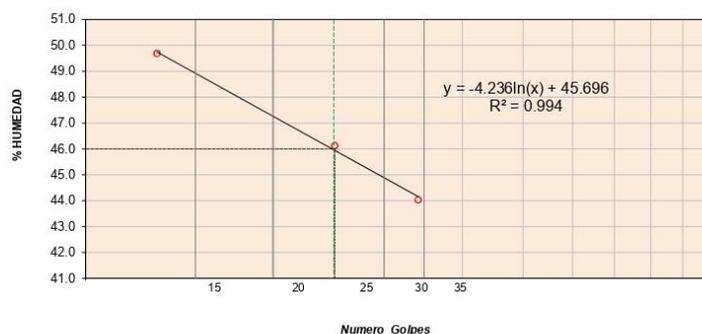
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECDPI	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 2	TEC. LAB. :	JHONATANH. B.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST LAB :	ARODY C.R.
PROFUNDIDAD	0,30 - 1,50	FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	1	4	7	352	255
Masa de Recipiente	38.94	39.51	39.55	13.55	13.43
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	63.04	60.07	64.54	22.42	21.16
Masa Recipiente + Suelo Seco	55.04	53.58	56.90	20.59	19.56
N° De Golpes	13	25	34	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	49.69	46.13	44.03	25.96	26.15

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 46.00

Límite Plástico : 26.10

Índice de Plasticidad : 19.90

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577841 - 975421001 - 912493920

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Ronald José Berro Barahona  
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Javier Kinbet Ramos Díaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

	FORMATO DE LABORATORIO DE SUELOS				RUC	2060454231
	Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de Suelo y Roca. ASTM D 2216				REG. INDECOPI	00116277
					DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
					PAGINA	1 de 1
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"				REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 696
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA				TEC. LAB. :	Jhonian H. B.
SOLICITANTE	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA				ASIST LAB :	Arody C.R.
MATERIAL	SUB RASAITE				FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022
SONDAJE/CALICATA	C - 2				CALLE:	-
N° DE MUESTRA	M - 1				PROGRESIVA:	-
PROFUNDIDAD	0,30 - 1.50					

Descripción	Und.	1	2	3	Promedio
Tara	Nº	95	266	347	
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	846.30	832.70	850.10	
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	692.40	688.70	705.80	
Peso de Agua (A-B)	gr.	153.90	144.00	144.30	
Peso de Tara ©	gr.	120.40	124.60	119.80	
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	572.00	564.10	586.00	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	26.91	25.53	24.62	25.69

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC



Jhonathan H. B. GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
TECNICO LABORATORISTA



Jhonathan H. B. GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 216509

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 969677841 - 975421091 - 912493920

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (MTC E107/AASHTO M-147)	RUC	2060454231.00
		REG. INDECOPI	00116277
PROYECTO	PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO	FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
SOLICITANTE	MERLUZDELI CARRASCO DAVILA	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 090
MATERIAL	SUB RASANTE	TEC. LAB. :	JHONATANH. B.
SONDAJE/CAJICATA	C-3	ASIST. LAB. :	ARODY C.R.
N° DE MUESTRA	M-1	FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022
PROFUNDIDAD	0,30 - 1,50		

TAMZ	MTC E204 (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	60° C	110° C
3"	76.20	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1252.07	
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 10 (gr)		1245.91	
2"	50.80	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 10 (gr)		6.17	
1 1/2"	37.50	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 10 (gr)		949.30	
1"	25.40	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 10 (gr)		4.70	
3/4"	19.00	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		954	
1/2"	12.50	0.00	0.0	0.00	100.00				
3/8"	9.50	0.00	0.0	0.00	100.00				
1/4"	6.35	0.00	0.0	0.00	100.00				
N° 4	4.75	0.90	0.9	0.09	99.91	GRAVA		0.49	
N° 10	2.00	3.80	4.7	0.49	99.51	ARENA		5.27	
N° 20	0.85	12.70	17.4	1.82	98.18	FINOS		94.23	
N° 40	0.43	9.80	27.2	2.85	97.15	F. GRUESA			
N° 60	0.25	5.60	32.8	3.44	96.56	TOTAL		4.70	
N° 140	0.11	11.70	44.5	4.66	95.34	F. FINA			
N 200	0.08	10.50	55.0	5.77	94.23	CORRECCION CUARTEO :		1.00	
< N° 200	FONDO	899.00	954.0	100.00	0.00	PESO PORCIÓN SECA :		949.3	
TOTAL				954		CLAS. (S.U.C.S.):		CL	
						CLAS. (AASHTO):		A - 7 - 6 (18)	



D60	-
D30	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

## OBSERVACIONES:

- \* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Vilca Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Vilca Barahona  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

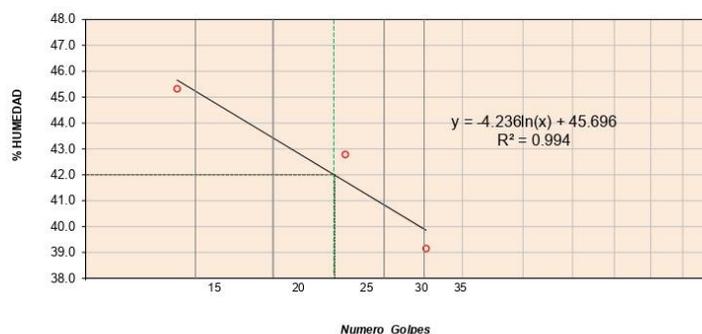
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 69	REG. INDECOP	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 3	TEC. LAB. :	JHONATANH. B.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST LAB :	ARODY C.R.
PROFUNDIDAD	0,30 - 1,50	FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	22	450	36	445	78
Masa de Recipiente	35.80	36.20	37.40	35.80	36.90
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	65.30	65.90	66.90	42.30	43.20
Masa Recipiente + Suelo Seco	56.10	57.00	58.60	41.01	41.97
N° De Golpes	14	26	35	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	45.32	42.79	39.15	24.75	24.22

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 42.00  
Límite Plástico : 24.50  
Índice de Plasticidad : 17.50

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577641 - 975421001 - 912493920

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Firma]*  
Jonathan José Barroza Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Firma]*  
Jennifer Kumbel Ramos Díaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	FORMATO DE LABORATORIO DE SUELOS			RUC	2060454231
	Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de Suelo y Roca. ASTM D 2216			REG. INDECOPI	00116277
				DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
				PAGINA	1 de 1
PROYECTO	*PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO*			REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 696
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA			TEC. LAB. :	Jhonatan H. B.
SOLICITANTE	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA			ASIST LAB :	Arody C.R.
MATERIAL	SUB RASAÑITE			FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022
SONDAJE/CALICATA	C - 3			CALLE:	
N° DE MUESTRA	M - 1			PROGRESIVA:	
PROFUNDIDAD	0,30 - 1.50				

Descripción	Und.	1	2	3	Promedio
Tara	Nº	224	86	88K	
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	835.40	827.60	840.10	
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	668.10	662.70	665.70	
Peso de Agua (A-B)	gr.	167.30	164.90	174.40	
Peso de Tara ©	gr.	115.60	118.40	120.30	
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	552.50	544.30	545.40	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	30.28	30.30	31.98	<b>30.85</b>

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC


  
LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


  
Jhonatan H. B.  
INGENIERO CIVIL  
TECNICO LABORATORISTA


  
LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


  
Arody C.R.  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 216609

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
CEL: 969677841 - 975421091 - 912493920

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (MTC E107/AASHTO M-147)	RUC	2060454231.00
		REG. INDECOPI	00116277
PROYECTO	PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVÓ	FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
SOLICITANTE	MERLUZDELI CARRASCO DAVILA	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 090
MATERIAL	SUB RASANTE	TEC. LAB. :	JHONATANH. B.
SONDAJE/CAJICATA	C-4	ASIST LAB :	ARODY C.R.
N° DE MUESTRA	M-1	FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50		

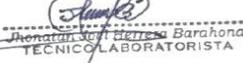
TAMZ	MTC E204 (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	60° C	110° C
3"	76.20	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1247.34	
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 10 (gr)		1235.07	
2"	50.80	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 10 (gr)		12.26	
1 1/2"	37.50	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 10 (gr)		946.60	
1"	25.40	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 10 (gr)		9.40	
3/4"	19.00	0.00	0.0	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		956	
1/2"	12.50	0.00	0.0	0.00	100.00				
3/8"	9.50	0.00	0.0	0.00	100.00				
1/4"	6.35	0.00	0.0	0.00	100.00				
N° 4	4.75	2.50	2.5	0.26	99.74	GRAVA		0.98	
N° 10	2.00	6.90	9.4	0.98	99.02	ARENA		6.18	
N° 20	0.85	15.70	25.1	2.63	97.37	FINOS		92.83	
N° 40	0.43	10.70	35.8	3.74	96.26	F. GRUESA			
N° 60	0.25	8.60	44.4	4.64	95.36	TOTAL		9.40	
N° 140	0.11	10.50	54.9	5.74	94.26	F. FINA			
N 200	0.08	13.60	68.5	7.17	92.83	CORRECCION CUARTEO :		1.00	
< N° 200	FONDO	887.50	956.0	100.00	0.00	PESO PORCIÓN SECA :		946.6	
TOTAL				956		CLAS. (S.U.C.S.):		CL	
						CLAS. (AASHTO):		A - 7 - 6 (21)	

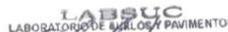


D60	-
D30	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

## OBSERVACIONES:

- \* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan B. Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan B. Barahona  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

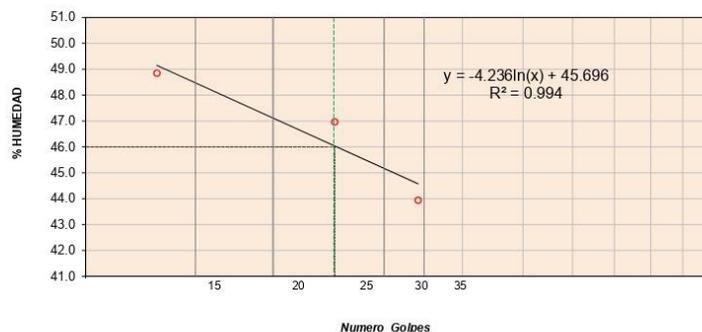
	FORMATO DE LABORATORIO	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECOP	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 4	TEC. LAB. :	JHONATANH. B.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST LAB :	ARODY C.R.
PROFUNDIDAD	0,30 - 1,50	FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	225	36	412	36P	459
Masa de Recipiente	36.50	35.40	37.80	36.20	37.00
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	62.40	64.50	66.30	45.70	44.90
Masa Recipiente + Suelo Seco	53.90	55.20	57.60	43.77	43.27
N° De Golpes	13	25	34	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	48.85	46.97	43.94	25.44	25.97

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 46.00

Límite Plástico : 25.70

Índice de Plasticidad : 20.30

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577641 - 975421091 - 912493920

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Viera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonker Kumbet Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO DE SUELOS</b>			RUC	2060454231
	<b>Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de Suelo y Roca. ASTM D 2216</b>			REG. INDECOPI	00116277
				DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
				PAGINA	1 de 1
PROYECTO	*PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO*			REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 696
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA			TEC. LAB. :	Jhonatan H. B.
SOLICITANTE	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA			ASIST LAB :	Arody C.R.
MATERIAL	SUB RASAÑITE			FECHA DE ENSAYO:	OCTUBRE - 2022
SONDAJE/CALICATA	C - 4			CALLE:	-
N° DE MUESTRA	M - 1			PROGRESIVA:	-
PROFUNDIDAD	0,30 - 1.50				

Descripción	Und.	1	2	3	Promedio
Tara	Nº	222L	38K	465	
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	822.50	826.30	820.70	
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	658.10	659.20	652.90	
Peso de Agua (A-B)	gr.	164.40	167.10	167.80	
Peso de Tara ©	gr.	130.20	131.90	128.70	
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	527.90	527.30	524.20	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	31.14	31.69	32.01	<b>31.61</b>

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC



LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Jhonatan H. B. CUTERVO, DISTRITO  
TECNICO LABORATORISTA



LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Jhonatan H. B. CUTERVO, DISTRITO  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218509

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
CEL: 969677841 - 975421091 - 912493920

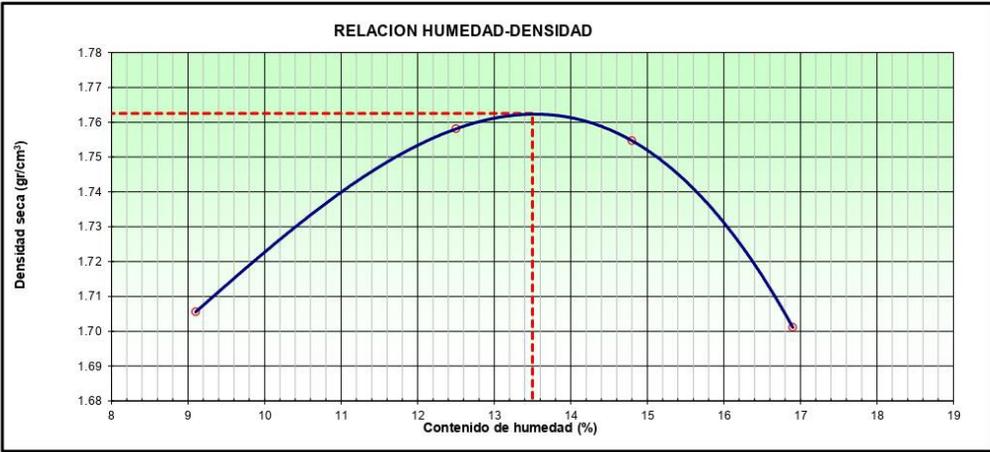
 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA
	ANEXOS	LSP22 - MS - 672	FECHA	

# ANEXO II

## ENSAYOS DE LABORATORIO ESPECIALES

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA
	SEPARADORES	LSP22 - MS - 672	FECHA	

# SUB-RASANTE

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC	2060454231	
				REG. INDECOPI	00116277	
				FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA	
				PAGINA	1 de 1	
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL		<b>FECHA:</b>	Oct-22		
<b>CALICATA</b>	C - 1					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545		
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4183					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5915	6024	6058	6034	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1732	1841	1875	1851	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.861	1.978	2.014	1.989	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	130.50	131.40	128.60	132.40	
Peso del suelo seco + tara	gr	119.62	116.80	112.02	113.26	
Peso de agua	gr	10.9	14.6	16.6	19.1	
Peso del suelo seco	gr	119.6	116.8	112.0	113.3	
Contenido de Humedad	%	9.10	12.50	14.80	16.90	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.71	1.76	1.75	1.70	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.763</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>13.5</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN				CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920		

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jonathan Neri Herrera Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jonathan Neri Herrera Barahona  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b>		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1
	PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			
	UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA			
	SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA			N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: OCT-22
MATERIAL: SUELO NATURAL		CALICATA: C - 1, M - 1		
PROGRESIVA: -		PROF.(m): 0.30 - 1.50		
CLASF. (SUCS): CL		CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)		

COMPACTACIÓN								
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS						
Número Molde	Nº	4		5		8		
Nº Golpes x Capa	Nº	5		5		5		
Nº Golpes x Capa	Nº	12		25		56		
Condición de Muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO
P. Húmedo + Molde	(gr)	7681.0	7681.0	7678.2	7678.2	7548.7	7548.7	12171.0
Peso Húmedo	(gr)	3855.0	4243.0	4086.8	4353.8	4305.3	4622.3	4622.3
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	2210.50	2210.50	2216.70	2216.70	2241.60	2241.60	2241.60
Densidad Húmeda	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.744	1.919	1.844	1.964	1.921	2.062	
CONTENIDO DE HUMEDAD								
P. Húmedo + Tara	(gr)	136.50	138.70	135.20	136.00	140.20	142.50	140.50
Peso Seco + Tara	(gr)	123.24	125.40	115.32	123.00	126.70	123.65	125.54
Peso Agua	(gr)	13.26	13.30	19.88	13.00	13.50	18.85	13.16
Peso Tara	(gr)	25.40	26.40	27.50	25.80	26.50	28.70	26.90
P. Muestra Seca	(gr)	97.84	99.00	88.02	97.20	100.20	94.95	98.64
Contenido de Humedad	(%)	13.55%	13.43%	22.59%	13.37%	13.47%	19.85%	13.34%
C. Humedad Promedio		13.49%	13.43%	22.59%	13.42%	13.47%	19.85%	13.34%
DESIHIDRACIÓN SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.537	1.566	1.566	1.626	1.638	1.695	1.782

EXPANSIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE Nº 1			NÚMERO DE MOLDE Nº 2			NÚMERO DE MOLDE Nº 3		
(Hrs)	(Días)	LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.398	10.109	8.02	0.351	8.915	7.08	0.386	8.534	6.77
48	2	0.405	10.287	8.16	0.380	9.632	7.86	0.351	8.915	7.08
72	3	0.420	10.688	8.47	0.392	9.937	7.90	0.375	9.525	7.56
96	4	0.480	10.922	8.67	0.415	10.541	8.37	0.384	10.008	7.94

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(su/g)	CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO	
			(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/pulg <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/pulg <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	3.20	0.17	2.36	9.80	0.51	7.24	13.80	0.71	10.19
1.27	0.050	6.40	0.33	4.72	15.00	0.78	11.07	20.60	1.06	15.21
1.91	0.075	9.50	0.49	7.01	19.20	0.99	14.17	25.70	1.33	18.97
2.54	0.100	12.40	0.64	8.15	22.70	1.17	16.76	31.80	1.64	23.48
3.18	0.125	15.20	0.79	11.22	25.60	1.32	18.90	36.20	1.87	26.73
3.81	0.150	17.60	0.91	12.86	27.80	1.44	20.12	39.80	2.06	29.46
4.45	0.175	19.40	1.00	14.32	29.70	1.53	21.80	43.00	2.22	31.75
5.08	0.200	20.70	1.07	15.28	32.20	1.66	23.77	45.70	2.36	33.74
5.72	0.230	23.10	1.19	17.05	36.60	1.81	27.24	53.10	2.74	39.20
6.35	0.260	24.80	1.28	18.21	40.50	2.09	29.90	58.20	3.12	44.52
7.00	0.300	26.80	1.39	19.79	43.60	2.25	32.19	66.70	3.45	49.24

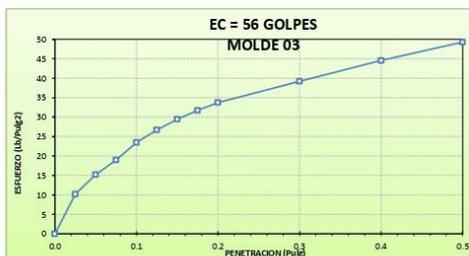
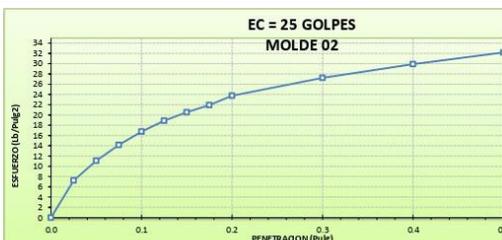
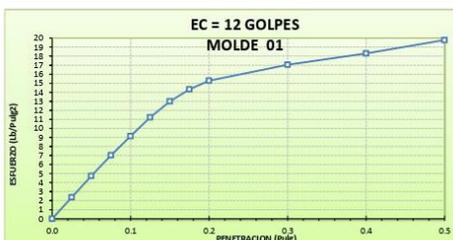
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 561 (MONTEORANDE - A 1 CDRA MCDD BOL. DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
 CEL: 940377641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Romarito Viterbo Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jennifer Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)</b>	RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1
	PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO" UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA		
MATERIAL: SUELO NATURAL PROGRESIVA: - CLASF. (SUCS): CL	N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: Oct-22 CAUCATA: C - 1, M - 1 PROF.(m): 0.30 - 1.50 CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)		



MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg²)	PRESION PATRON (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.1	9.15	1000	0.92	1.57
2	0.1	16.76	1000	1.68	1.64
3	0.1	23.48	1000	2.35	1.76

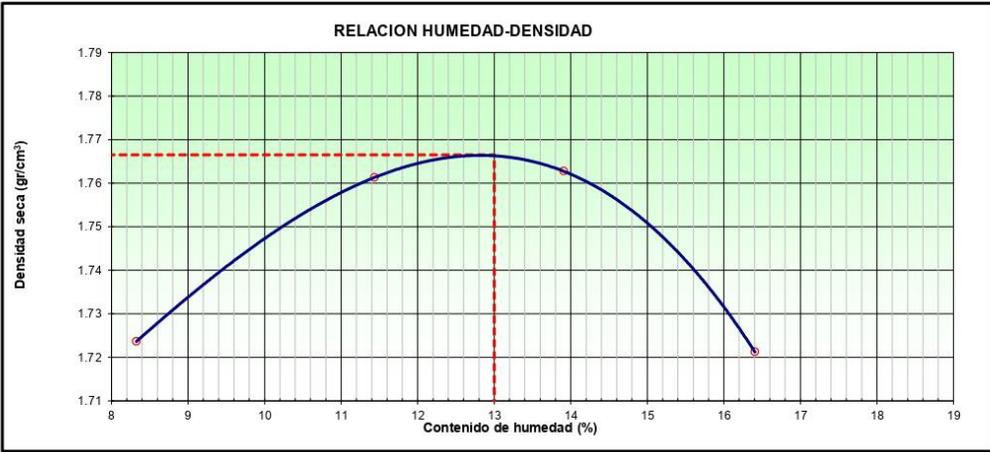
VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³) :	1.763	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0.1%)=	2.00%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	13.50		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
 Jhonatan Juan Carrasco Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
 Jenifer Karibel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC	2060454231	
				REG. INDECOPI	00116277	
				FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA	
				PAGINA	1 de 1	
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL		<b>FECHA:</b>	Oct-22		
<b>CALICATA</b>	C - 2					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545		
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4183					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5921	6010	6052	6048	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1738	1827	1869	1865	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.867	1.963	2.008	2.004	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	127.50	128.60	130.20	132.47	
Peso del suelo seco + tara	gr	117.70	115.40	114.30	113.80	
Peso de agua	gr	9.8	13.2	15.9	18.7	
Peso del suelo seco	gr	117.7	115.4	114.3	113.8	
Contenido de Humedad	%	8.33	11.44	13.91	16.41	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.72	1.76	1.76	1.72	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.767</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>13.0</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN				CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920		

  
**Jhonatan Barahona**  
 INGENIERO CIVIL  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**Jhonatan Barahona**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b>		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1
	PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			
	UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA			N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: OCT-22
MATERIAL: SUELO NATURAL		CAUCATA: C - 2, M - 1		PROF.(m): -
PROGRESIVA: -		CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)		CLASF. (SUCS): CL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COMPACTACIÓN					
		4		5		6	
Número Molde	Nº	4		5		6	
Nº Capas	Nº	5		5		5	
Nº Golpes x Capa	Nº	12		25		56	
Condición de Muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
P. Húmedo + Molde	(gr)	7682.0	7684.0	7675.0	7675.0	7596.0	7596.0
Peso Molde (gr)	(gr)	3856.0	4192.0	4094.0	4432.0	4319.0	4619.0
Volumen del Molde	(cm³)	2207.30	2207.30	2214.50	2214.50	2197.23	2197.23
Densidad Húmeda	(gr/cm³)	1.747	1.869	1.849	2.001	1.966	2.102
CONTENIDO DE HUMEDAD							
P. Húmedo + Tara	(gr)	134.60	134.20	137.20	138.80	137.50	141.70
Peso Seco + Tara	(gr)	122.10	121.90	116.00	125.80	118.60	123.90
Peso Agua	(gr)	12.50	12.30	19.20	12.90	18.90	17.80
Peso Tara	(gr)	26.40	27.50	30.10	26.70	28.90	28.70
P. Muestra Seca	(gr)	95.70	94.40	87.90	99.10	90.10	94.20
Contenido de Humedad	(%)	13.05%	13.03%	21.84%	12.92%	20.98%	18.90%
C. Humedad Promedio		13.05%	13.03%	21.84%	12.92%	20.98%	18.90%
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		1.845	1.859	1.836	1.854	1.799	1.788

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	DÍAS	NÚMERO DE MOLDE Nº 4			NÚMERO DE MOLDE Nº 5			NÚMERO DE MOLDE Nº 6		
		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.001	2.057	1.63	0.078	1.981	1.57	0.066	1.676	1.33
48	2	0.089	2.261	1.79	0.075	1.905	1.51	0.070	1.778	1.41
72	3	0.090	2.296	1.81	0.077	1.956	1.55	0.073	1.854	1.47
96	4	0.100	2.540	2.02	0.020	0.508	0.40	0.075	1.905	1.51

PENETRACIÓN (mm)	CARGA (kg)	MOLDE Nº 04			MOLDE Nº 05			MOLDE Nº 06		
		ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO (lb/pulg²)							
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	12.30	0.64	9.06	14.60	0.75	10.79	25.90	1.34	
1.27	0.050	21.40	1.11	15.80	26.70	1.38	19.71	42.70	2.21	
1.91	0.075	27.90	1.44	20.60	37.20	1.92	27.46	55.10	2.85	
2.54	0.100	34.20	1.77	25.25	48.80	2.52	36.03	65.60	3.38	
3.18	0.125	39.90	2.01	28.72	53.70	2.78	39.85	73.90	3.82	
3.81	0.150	43.60	2.25	32.18	62.70	3.24	48.29	84.70	4.38	
4.45	0.175	48.70	2.52	35.85	69.30	3.58	51.16	92.80	4.80	
5.08	0.200	52.40	2.71	38.69	75.30	3.89	55.59	100.70	5.20	
5.72	0.250	65.70	3.40	48.50	92.70	4.79	68.44	121.50	6.28	
6.36	0.300	78.70	4.07	58.10	105.80	5.47	78.11	138.20	7.15	
7.00	0.500	90.70	4.69	66.96	114.70	5.93	84.68	152.70	7.89	

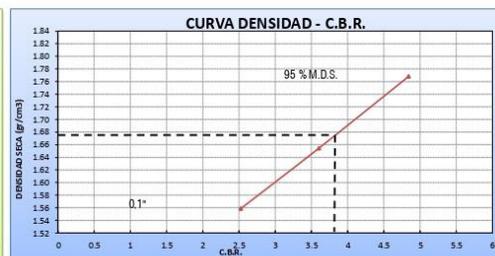
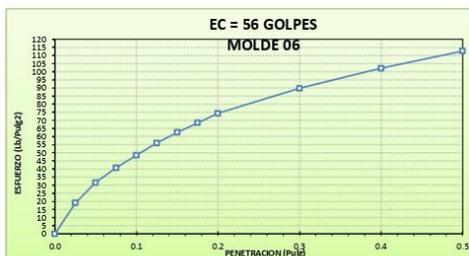
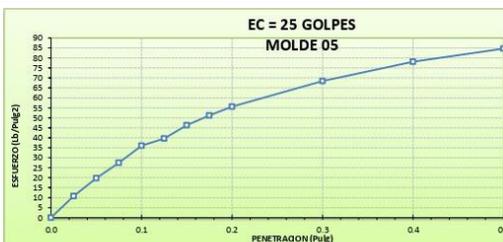
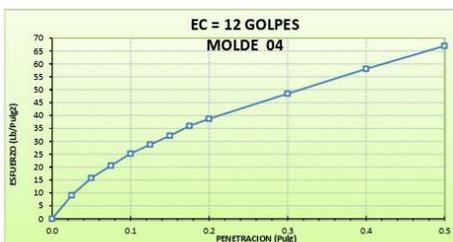
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 361 (MONTEPERAINE - A 1 CDRA MCDD BOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
 CEL: 940377641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jonathan Ortiz Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Javier Kumbel Ramos Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)</b>		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1
	PROYECTO: *PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO* UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA MATERIAL: SUELO NATURAL CLASIF. (SUCS): CL			
N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: Oct-22 CAUCATA: C - 2, M - 1 PROF.(m): - CLASIF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)				



MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg²)	PRESION PATRON (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	25.25	1000	2.52	1.56
2	0.1	36.05	1000	3.60	1.65
3	0.1	48.45	1000	4.84	1.77

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm³) :	1.767	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1)*=	3.80%
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	13.00		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan José Benítez Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jander Roberto Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA
	SEPARADORES	LSP22 - MS - 672	FECHA	

# ADICION DEL 2% CAL

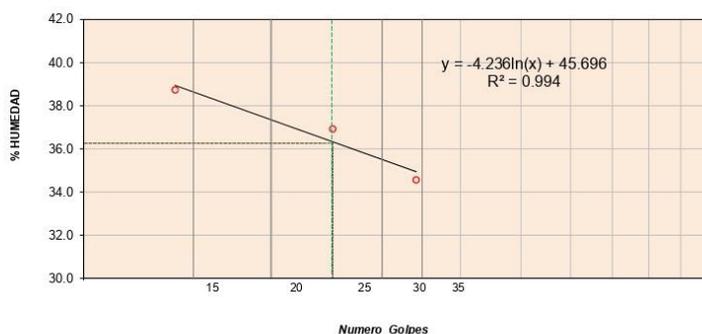
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECOPÍ	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 1	TEC. LAB:	JHONATAN B. H.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST. LAB:	ARODY C.R
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50	FECHA DE ENSAYO	OCTUBRE - 2023
		MATERIAL:	SUELO NATURAL + 2% DE CAL

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	25	8	P-5	266	44
Masa de Recipiente	37.26	36.84	35.29	33.58	35.74
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	61.25	60.35	61.28	44.26	44.75
Masa Recipiente + Suelo Seco	54.55	54.01	54.60	42.18	43.00
N° De Golpes	14	25	34	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	38.74	36.92	34.56	24.16	24.10

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 36.30

Límite Plástico : 24.10

Índice de Plasticidad : 12.20

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

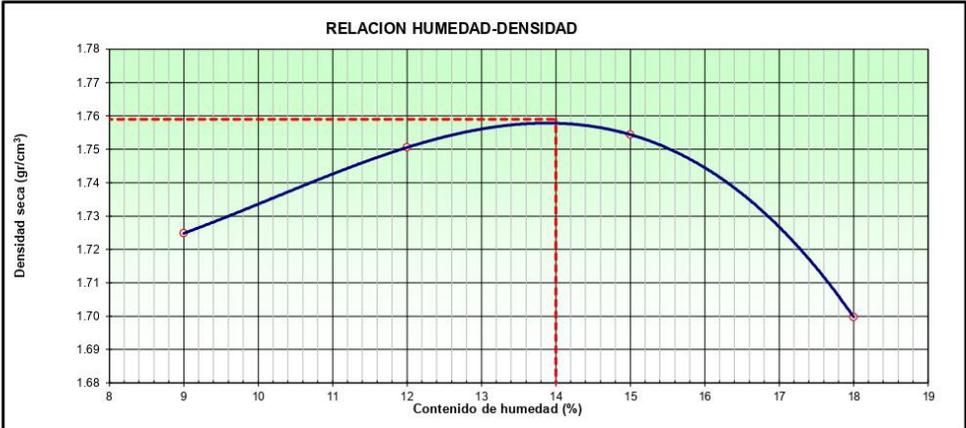
\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577641 - 975421001 - 912493020

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Jhonatan B. H. Barahona  
TECNICOLABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Jenifer Kimberly Ramos Díaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)			RUC	2060454231	
				REG. INDECOPI	00116277	
				FECHA	COUINA 381-JAEN-CAJAMARCA	
				PAGINA	1 de 1	
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO".					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLU LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 2% DE CAL				<b>FECHA:</b>	Oct-22
<b>CALICATA</b>	C - 1					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	<b>A</b>	<b>Peso de Martillo (gr):</b>			4545	
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4184					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5934	6009	6062	6051	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1750	1825	1878	1867	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.880	1.961	2.018	2.006	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	127.80	128.60	130.40	132.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	117.25	114.82	113.39	111.86	
Peso de agua	gr	10.6	13.8	17.0	20.1	
Peso del suelo seco	gr	117.2	114.8	113.4	111.9	
Contenido de Humedad	%	9.00	12.00	15.00	18.00	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.72	1.75	1.75	1.70	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.759</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>14.0</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: small;">DIRECCION CALLE LA COUINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORAMCDO SOL.DMNO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN</p> <p style="font-size: x-small;">LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p style="font-size: x-small;">Jhonatan Nolasco Barahona TECNICO LABORATORISTA</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p style="font-size: x-small;">CEL: 96377841 - 975421091 - 912493920</p> <p style="font-size: x-small;">Jorge Rivas Ramos Diaz INGENIERO CIVIL C.I.P: 218809</p> </div> </div>						

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b>		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1
	PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			
	UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA			
SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA			N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: OCT-22	
MATERIAL: SUELO NATURAL + 2% CAL			CALICATA: C - 1, M - 1	
PROGRESIVA: -			PROF.(m): -	
CLASF. (SUCS): CL			CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)	

COMPACTACION						
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYOS				
Número Molde	Nº	4		5		8
Nº Capas	Nº	5		5		5
Nº Golpes x Capa	Nº	12		12		12
Condición de Muestra						
P. Húmedo + Móldes	(gr)	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso Móldes (gr)		7682.0	7684.0	7675.0	7675.0	7596.0
Peso Húmedo (gr)		3842.0	4231.0	4160.0	4432.0	4338.0
Volumen del Móldes (cm³)		2207.30	2207.30	2214.50	2214.50	2197.23
Densidad Húmeda (gr/cm³)		1.741	1.917	1.879	2.001	1.983
CONTENIDO DE HUMEDAD						
P. Húmedo + Tara	(gr)	140.20	141.20	138.85	138.74	140.52
Peso Seco + Tara	(gr)	126.65	127.75	116.74	123.92	127.35
Peso Agua	(gr)	13.55	13.45	19.91	12.82	13.17
Peso Tara	(gr)	30.10	32.50	31.66	32.60	33.74
P. Muestra Seca	(gr)	96.55	95.25	86.88	91.32	93.61
Contenido de Humedad	(%)	14.03%	14.12%	22.92%	14.04%	14.07%
C. Humedad Promedio		14.08%	22.92%	14.00%	19.79%	14.02%
DESIHIDRACION SECA (gr/cm³)		1.526	1.558	1.647	1.871	1.740

EXPANSION										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE Nº 1			NÚMERO DE MOLDE Nº 2			NÚMERO DE MOLDE Nº 3		
(Hrs)	(Días)	LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.147	3.734	2.96	0.135	3.428	2.72	0.115	2.851	2.32
48	2	0.150	3.810	3.02	0.138	3.505	2.78	0.117	2.972	2.36
72	3	0.162	4.115	3.27	0.141	3.581	2.84	0.121	3.073	2.44
96	4	0.174	4.420	3.51	0.147	3.734	2.96	0.128	3.200	2.54

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(su/g)	CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO	
			(kg/cm²)	(lb/Pulg²)		(kg/cm²)	(lb/Pulg²)		(kg/cm²)	(lb/Pulg²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	12.80	0.66	9.45	12.60	0.65	9.30	28.50	1.47	21.04
1.27	0.050	25.60	1.30	17.13	24.80	1.28	18.31	41.70	2.16	30.79
1.91	0.075	38.40	1.92	26.78	37.20	1.84	26.36	52.50	2.71	38.76
2.54	0.100	51.20	2.56	35.71	49.60	2.41	34.40	68.80	3.09	44.15
3.18	0.125	64.00	3.19	44.80	62.00	2.78	39.85	85.70	3.40	48.50
3.81	0.150	76.80	3.82	53.97	74.40	3.06	43.79	105.50	3.84	52.05
4.45	0.175	89.60	4.35	63.07	86.80	3.33	47.62	128.50	3.89	55.52
5.08	0.200	102.40	4.88	68.84	99.20	3.48	49.76	153.50	4.16	59.36
5.72	0.225	115.20	5.41	74.61	111.60	3.75	53.18	180.50	4.80	65.53
6.35	0.250	128.00	5.94	80.38	124.00	3.90	55.94	207.50	5.41	72.50
7.00	0.275	140.80	6.47	86.15	136.40	4.15	59.04	234.50	5.96	77.90

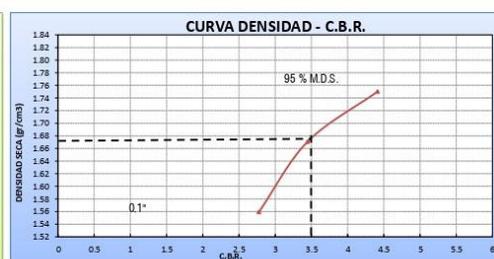
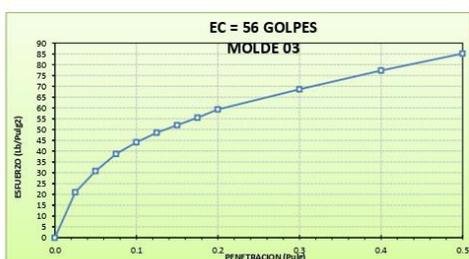
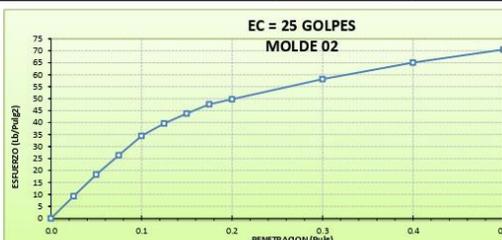
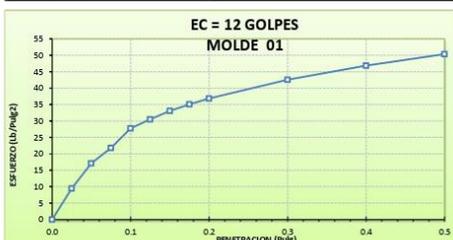
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 561 (MONTEPERAINE - A 1 CDRA MCDD BOL DIVINO) CAJAMARCA -JAEN - JAEN  
 CEL: 940577641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jonathan Ortiz Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jennifer Kumbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<p><b>CBR DE LOS SUELOS</b> (MTC E132)</p>		<p>RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA</p>	<p>Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"</p>			
<p>UBICACIÓN: SOLICITANTE:</p>	<p>DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</p>		<p>N° CODIGO: FECHA:</p>	<p>LSP22 - MS - 696 Oct-22</p>
<p>MATERIAL: PROGRESIVA:</p>	<p>SUELO NATURAL + 2% CAL -</p>		<p>CAUCATA: PROF.(m):</p>	<p>C - 1, M - 1 -</p>
<p>CLASF. (SUCS):</p>	<p>CL</p>		<p>CLASF. (AASHTO):</p>	<p>A - 7 - 6 (22)</p>



MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada CORREGIDA (lb/pulg²)	Presión Patrón (lb/pulg²)	C.B.R. %	Densidad Seca (gr/cm³)
1	0.1	27.76	1000	2.78	1.56
2	0.1	34.48	1000	3.45	1.67
3	0.1	44.15	1000	4.41	1.75

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm³) :	1.759	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0.1%)=	3.50%
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	14.00		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
 Jiverrator Sánchez Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
 Jander Kumbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

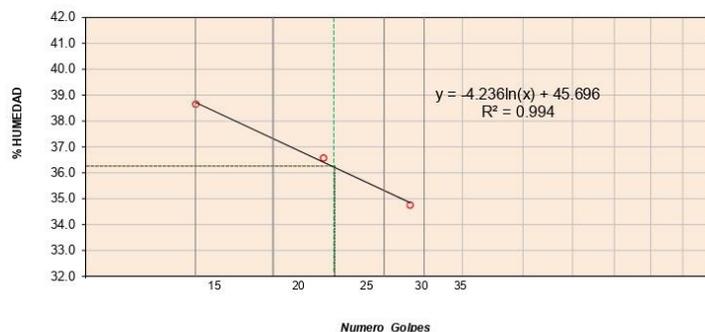
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	<b>RUC</b>	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	<b>REG. INDECDPI</b>	00116277
<b>PROYECTO</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	<b>DIRECCIÓN</b>	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
<b>UBICACIÓN SOLICITANTE</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>PAGINA</b>	1 de 1
<b>MATERIAL</b>	SUB RASANTE	<b>REGISTRO N°:</b>	LSP22 - MS - 006
<b>SONDAJE/CALICATA</b>	C - 2	<b>TEC. LAB:</b>	JHONATAN B. H.
<b>N° DE MUESTRA</b>	M - 1	<b>ASIST. LAB:</b>	ARODY C.R
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.30 - 1.50	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	OCTUBRE - 2023
		<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 2% DE CAL

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	36	44	26	1	47
Masa de Recipiente	8.26	8.75	7.96	17.26	17.38
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	32.15	31.28	31.45	25.37	25.49
Masa Recipiente + Suelo Seco	25.49	25.25	25.39	23.80	23.93
N° De Golpes	15	24	33	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	38.65	36.57	34.75	23.99	23.89

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 36.30

Límite Plástico : 23.90

Índice de Plasticidad : 12.40

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

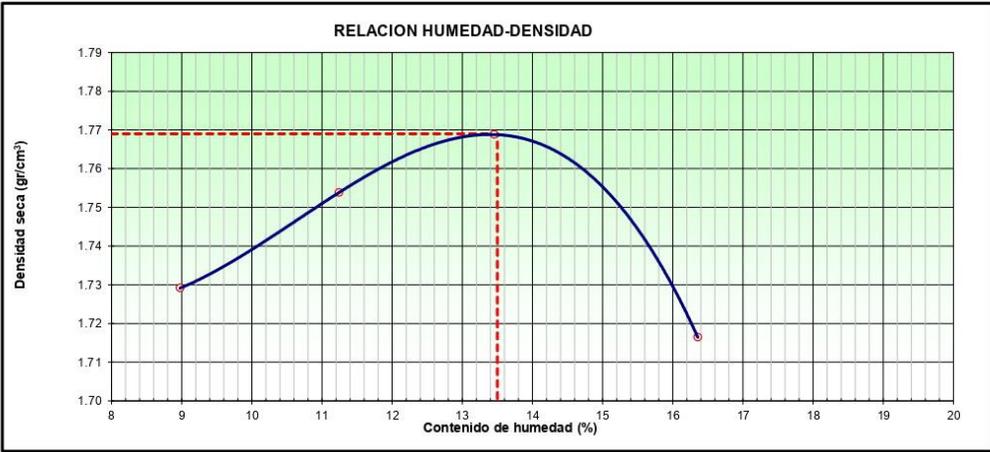
\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577841 - 975421001 - 912493920

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan B. H.*  
Jhonatan B. H. Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan B. H.*  
Jhonatan B. H. Barahona  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	2060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1	
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 2% DE CAL				<b>FECHA:</b>	
<b>CALICATA</b>	C - 2					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545		
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4184					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5938	6000	6052	6043	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1754	1816	1868	1859	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.884	1.951	2.007	1.997	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	132.30	132.40	129.00	130.90	
Peso del suelo seco + tara	gr	121.40	119.02	113.70	112.50	
Peso de agua	gr	10.9	13.4	15.3	18.4	
Peso del suelo seco	gr	121.4	119.0	113.7	112.5	
Contenido de Humedad	%	8.98	11.24	13.46	16.36	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.73	1.75	1.77	1.72	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.769</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>13.5</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN						
CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920						

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jonathan Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jonathan Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<p><b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b></p>		<p>RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA</p>	<p>Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVÓ"</p>			
	<p>UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA</p>			<p>N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: OCT-22</p>
<p>SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</p>			<p>CAUCATA: C - 2, M - 1 PROF.(m): -</p>	
<p>MATERIAL: SUELO NATURAL + 2% CAL</p>			<p>CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)</p>	
<p>PROGRESIVA: -</p>			<p>CLASF. (SUCS): CL</p>	

COMPACTACION									
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYOS						CONTENIDO DE HUMEDAD	
		4		5		1			
Número Molde	Nº	4		5		1			
Nº Capas	Nº	5		5		5			
Nº Golpes x Capa	Nº	12		25		56			
Condición de Muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
P. Humedo + Molde	(gr)	11582.9	11846.0	11895.0	12060.0	11391.0	12152.0		
Peso Molde (gr)	(gr)	7672.6	7672.6	7685.0	7685.0	7629.0	7629.0		
Peso Humedo	(gr)	3889.4	4172.4	4210.0	4365.0	4347.0	4503.0		
Volumen del Molde	(cm3)	2209.30	2209.30	2210.70	2210.70	2116.90	2116.90		
Densidad Humeda	(gr/cm3)	1.740	1.869	1.904	1.968	2.032	2.125		
P. Humedo + Tara	(gr)	140.20	141.60	139.80	138.70	140.00	137.60	143.70	145.20
Peso Seco + Tara	(gr)	127.00	127.80	120.40	126.10	127.00	120.10	130.20	128.60
Peso Agua	(gr)	13.20	13.80	19.40	12.60	13.00	17.50	13.50	16.60
Peso Tara	(gr)	28.40	28.50	30.10	32.60	30.70	28.60	28.50	31.70
P. Muestra Seca	(gr)	98.60	101.30	90.30	93.50	96.30	91.50	100.70	97.80
Contenido de Humedad	(%)	13.39%	13.62%	21.48%	13.48%	13.50%	19.13%	13.41%	17.51%
C. Humedad Promedio		13.51%	21.48%	13.49%	19.13%	13.45%	17.51%		
DESIHIDRACION SECA (gr/cm3)		1.551	1.555	1.676	1.669	1.888	1.898		

EXPANCIÓN										
TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	NÚMERO DE MOLDE - 4			NÚMERO DE MOLDE - 3			NÚMERO DE MOLDE - 1		
		LECTURA DEFORMA (mm)	HINCHAMIENTO (%)		LECTURA DEFORMA (mm)	HINCHAMIENTO (%)		LECTURA DEFORMA (mm)	HINCHAMIENTO (%)	
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	1	0.042	1.067	0.85	0.032	0.813	0.85	0.020	0.782	0.60
48	2	0.044	1.118	0.89	0.035	0.888	0.71	0.028	0.711	0.56
72	3	0.048	1.168	0.93	0.038	0.965	0.77	0.031	0.787	0.62
96	4	0.047	1.194	0.95	0.040	1.016	0.81	0.032	0.838	0.67

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION (mm)		MOLDE - 4			MOLDE - 3			MOLDE - 1		
(mm)	(su/g)	CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO	
			(kg/cm2)	(lb/Pulg2)		(kg/cm2)	(lb/Pulg2)		(kg/cm2)	(lb/Pulg2)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	17.50	0.90	12.92	17.50	0.90	12.92	20.30	1.05	14.99
1.27	0.050	35.00	1.48	21.18	32.80	1.70	24.22	40.40	2.09	29.93
1.91	0.075	52.50	1.97	28.20	49.30	2.35	36.40	65.90	3.41	48.65
2.54	0.100	70.00	2.41	34.40	67.80	3.50	50.06	85.30	4.41	62.98
3.18	0.125	87.50	2.89	41.27	76.60	4.06	58.03	98.20	5.13	73.24
3.81	0.150	105.00	3.22	49.69	84.30	4.36	62.24	115.60	5.81	85.35
4.45	0.175	122.50	3.55	50.72	92.70	4.79	66.44	136.70	6.55	93.54
5.08	0.200	140.00	3.86	55.15	100.70	5.20	74.34	136.70	7.06	100.92
5.72	0.250	175.00	4.56	65.19	122.60	6.24	90.31	156.50	8.08	115.39
6.35	0.300	210.00	5.13	72.21	136.50	7.05	100.76	165.30	8.57	122.48
7.00	0.350	245.00	5.72	81.65	148.90	7.70	109.93	175.90	9.09	129.86

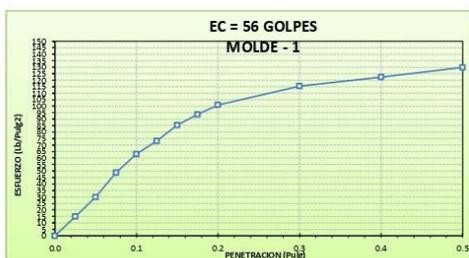
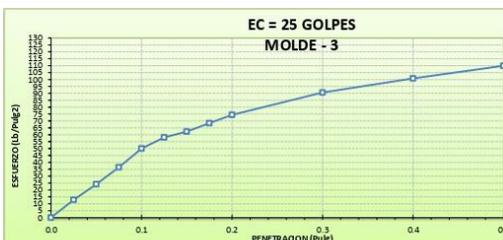
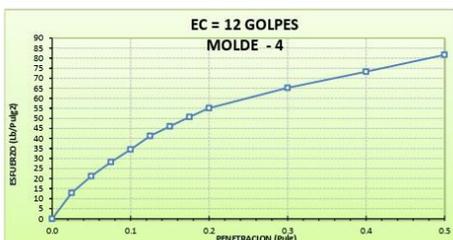
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 561 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDD BOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
 CEL: 940577641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Barahona Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jennifer Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<p><b>CBR DE LOS SUELOS</b> (MTC E132)</p>	<p>RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA</p>	<p>Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"</p> <p>UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA</p> <p>SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</p> <p>MATERIAL: SUELO NATURAL + 2% CAL</p> <p>PROGRESIVA: -</p> <p>CLASF. (SUCS): CL</p>		
		<p>N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: Oct-22 CAUCATA: C - 2, M - 1 PROF.(m): - CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)</p>	



MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg²)	PRESION PATRON (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
4	0.1	34.46	1000	3.45	1.55
3	0.1	50.06	1000	5.01	1.67
1	0.1	62.96	1000	6.30	1.81

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³) :	1.769	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0.1%)=	5.20%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	13.50		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
 Promatari José Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
 Javier Kumbel Ramos Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA
	SEPARADORES	LSP22 - MS - 672	FECHA	

# ADICION DEL 4% CAL

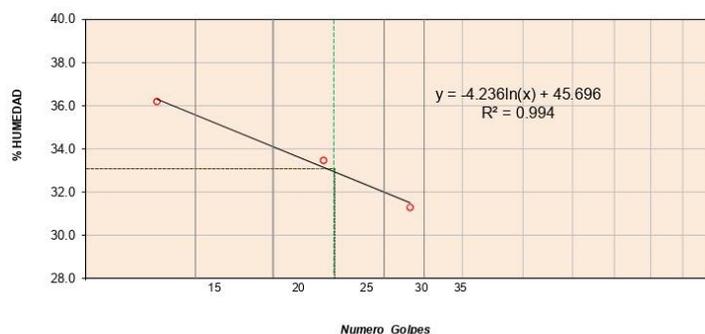
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECODPI	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 1	TEC. LAB:	JHONATAN B. H.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST. LAB:	ARODY C.R
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50	FECHA DE ENSAYO	OCTUBRE - 2023
		MATERIAL:	SUELO NATURAL + 4% DE CAL

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	P-9	25	5	16	28
Masa de Recipiente	17.63	27.59	27.63	7.56	7.94
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	41.26	51.28	52.16	15.23	15.74
Masa Recipiente + Suelo Seco	34.98	45.34	46.31	13.77	14.26
N° De Golpes	13	24	33	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	36.20	33.47	31.29	23.46	23.51

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 33.10

Límite Plástico : 23.50

Índice de Plasticidad : 9.60

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

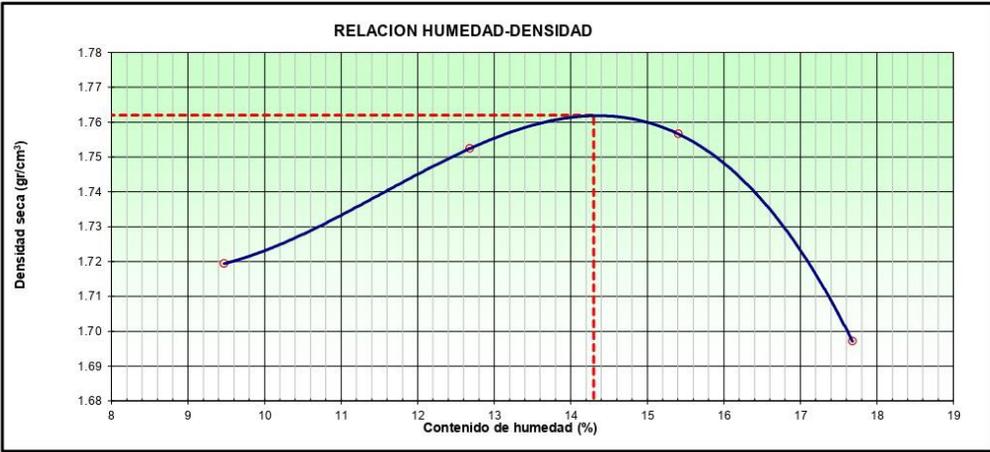
\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577841 - 975421001 - 912493020

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan B. H.*  
Jhonatan B. H. Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan B. H.*  
Jhonatan B. H. Barahona  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	2060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1	
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO".					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 4% DE CAL		<b>FECHA:</b>	Oct-22		
<b>CALICATA</b>	C - 1					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545		
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4183					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5935	6021	6070	6042	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1752	1838	1887	1859	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.882	1.975	2.027	1.997	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	128.30	129.30	131.00	131.80	
Peso del suelo seco + tara	gr	117.20	114.75	113.51	112.00	
Peso de agua	gr	11.1	14.6	17.5	19.8	
Peso del suelo seco	gr	117.2	114.8	113.5	112.0	
Contenido de Humedad	%	9.47	12.68	15.41	17.68	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.72	1.75	1.76	1.70	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.762</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>14.3</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN						
CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920						

  
**Jeniffer Kumbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

  
**Jeniffer Kumbel Ramos Diaz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b>	RUC	Z060454231
		REG. INDECOPI	00116277
		FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
		PAGINA	1 de 1
PROYECTO:	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"		
UBICACIÓN:	DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
SOLICITANTE:	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	N° CODIGO:	LSP22 - MS - 696
MATERIAL:	SUELO NATURAL + 4% CAL	FECHA:	OCT-22
PROGRESIVA:	-	CAUCATA:	C - 1, M - 1
CLASF. (SUCS):	CL	PROF.(m):	-
		CLASF. (AASHTO):	A - 7 - 6 (22)

COMPACTACION							
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYOS					
Número Molde	Nº	2		4		8	
Nº Capas	Nº	5		5		5	
Nº Golpes x Capa	Nº	12		25		56	
Condición de Muestra		NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
P. Húmedo + Mólde	(gr)	7685.3	7684.0	7680.9	7680.9	7679.2	7679.2
Peso Húmedo	(gr)	3876.7	4226.0	4174.1	4517.1	4446.8	4680.8
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	2210.50	2210.50	2208.70	2208.70	2236.80	2236.80
Densidad Húmeda	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.754	1.912	1.880	2.045	1.988	2.093
CONTENIDO DE HUMEDAD							
P. Húmedo + Tara	(gr)	138.50	140.80	136.90	142.10	138.90	142.50
Peso Seco + Tara	(gr)	125.60	127.50	118.30	127.90	120.60	130.10
Peso Agua	(gr)	12.90	13.10	18.60	12.60	18.30	12.40
Peso Tara	(gr)	35.60	36.40	38.20	40.60	36.70	40.80
P. Muestra Seca	(gr)	90.00	91.10	80.10	87.30	83.90	87.20
Contenido de Humedad	%	14.33%	14.38%	23.22%	14.43%	21.81%	14.40%
C. Humedad Promedio		14.36%	23.22%	14.34%	21.81%	14.21%	18.69%
DESIHIDRACION SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.534	1.582	1.653	1.678	1.739	1.783

EXPANSION										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE Nº 2			NÚMERO DE MOLDE Nº 4			NÚMERO DE MOLDE Nº 5		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24	1	0.062	1.575	1.25	0.058	1.473	1.17	0.050	1.220	1.01
48	2	0.066	1.676	1.33	0.061	1.549	1.23	0.052	1.321	1.05
72	3	0.071	1.803	1.43	0.065	1.651	1.31	0.054	1.372	1.09
96	4	0.074	1.880	1.48	0.068	1.727	1.37	0.056	1.422	1.13

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 04			MOLDE Nº 05		
(mm)	(su/g)	CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO	
			(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/Pulg <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/Pulg <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/Pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	25.10	1.30	18.53	37.30	1.93	27.54	73.30	3.89	55.59
1.27	0.050	50.20	1.57	22.20	50.20	3.01	42.97	99.30	5.13	73.31
1.91	0.075	75.30	2.65	37.60	75.40	4.05	57.80	112.60	5.82	83.13
2.54	0.100	100.60	3.13	44.74	93.60	4.84	69.10	125.70	6.50	92.80
3.18	0.125	125.70	3.45	49.24	110.60	5.72	81.85	134.70	6.96	99.45
3.81	0.150	150.80	3.76	53.75	122.70	6.34	90.59	142.60	7.27	103.58
4.45	0.175	175.90	4.08	57.95	136.60	7.06	100.85	148.70	7.68	109.78
5.08	0.200	200.90	4.33	61.79	144.80	7.48	106.90	153.30	8.03	114.65
5.72	0.230	230.90	5.08	72.57	165.70	8.56	122.33	168.70	8.72	124.35
6.35	0.260	260.90	5.70	81.49	181.60	9.39	133.07	178.50	9.21	131.64
7.00	0.300	300.90	6.20	88.52	195.30	10.09	144.19	188.80	9.76	139.46

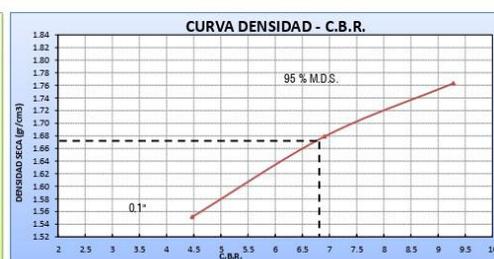
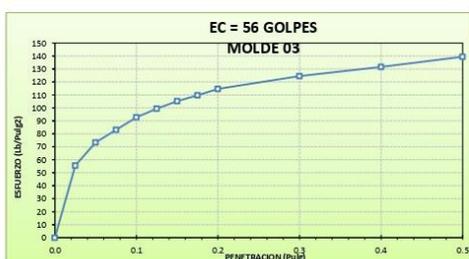
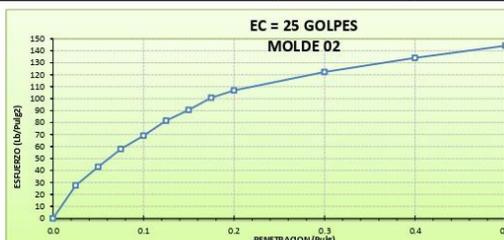
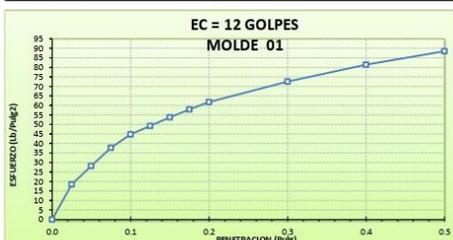
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 561 (MONTEORANDE - A 1 CDRA MCDD BOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
 CEL: 940577641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonatan Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jennifer Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)</b>		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1
	PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO" UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA MATERIAL: SUELO NATURAL + 4% CAL PROGRESIVA: - CLASF. (SUCS): CL			
			N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: Oct-22 CAUCATA: C - 1, M - 1 PROF.(m): - CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)	



MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada CORREGIDA (lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. %	Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	44.74	1000	4.47	1.55
2	0.1	66.10	1000	6.61	1.68
3	0.1	92.86	1000	9.28	1.78

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm <sup>3</sup> ) :	1.762	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0.1%)=	6.70%
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	14.30		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Vega Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Vega Barahona  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

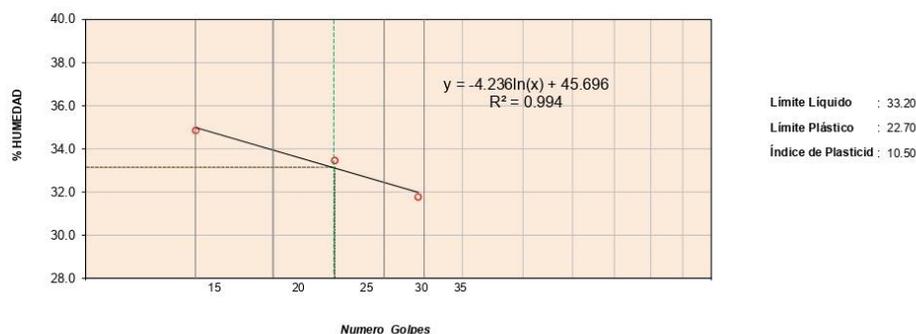
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECODPI	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 2	TEC. LAB:	JHONATAN B. H.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST. LAB:	ARODY C.R
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50	FECHA DE ENSAYO	OCTUBRE - 2023
		MATERIAL:	SUELO NATURAL + 4% DE CAL

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	5	19	22	55	43
Masa de Recipiente	17.52	27.63	17.53	8.56	8.74
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	40.63	50.58	41.00	15.68	15.38
Masa Recipiente + Suelo Seco	34.66	44.83	35.34	14.35	14.17
N° De Golpes	15	25	34	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	34.86	33.46	31.77	22.95	22.36

GRÁFICO DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577841 - 975421001 - 912493020

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

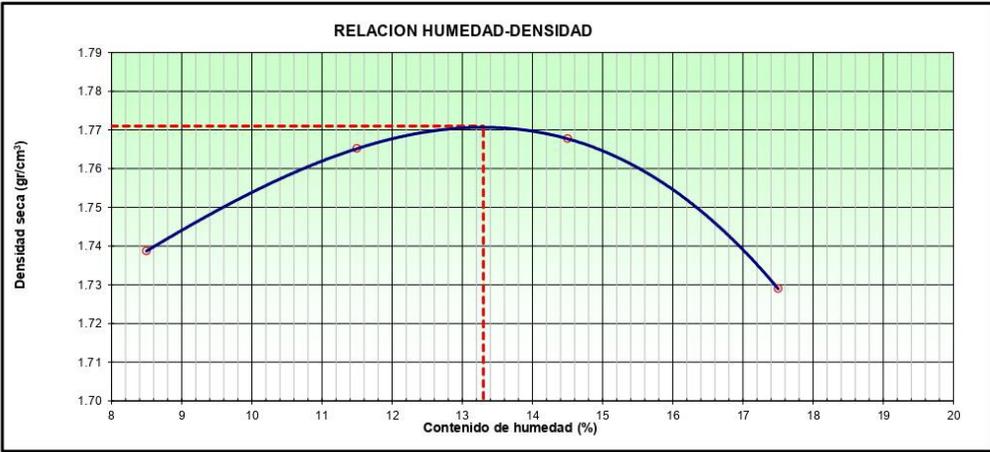
*Jhonatan B. H.*

Jhonatan B. H. Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Jhonatan B. H.*

Jhonatan B. H. Barahona  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC	2060454231	
		REG. INDECOPI	00116277			
		FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA			
		PAGINA	1 de 1			
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 4% DE CAL					
<b>CALICATA</b>	C - 2					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545		
<b>Alt. Mold. (cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm<sup>3</sup>):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4183					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5939	6015	6067	6074	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1756	1832	1884	1891	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.887	1.968	2.024	2.032	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	131.50	132.60	128.90	130.50	
Peso del suelo seco + tara	gr	121.20	118.92	112.58	111.06	
Peso de agua	gr	10.3	13.7	16.3	19.4	
Peso del suelo seco	gr	121.2	118.9	112.6	111.1	
Contenido de Humedad	%	8.50	11.50	14.50	17.50	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.74	1.77	1.77	1.73	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.771</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>13.3</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN				CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920		

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan José Herrera Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Javier Kumbel Ramos Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b>	RUC	2060454231
		REG. INDECOPI	00116277
		FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
		PAGINA	1 de 1
PROYECTO:	"PROPORCION ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTervo"		
UBICACION:	DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
SOLICITANTE:	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	N° CODIGO:	LSP22 - MS - 696
MATERIAL:	SUELO NATURAL + 4% CAL	FECHA:	OCT-22
PROGRESIVA:	-	CAUCATA:	C - 2, M - 1
CLASF. (SUCS):	CL	PROF.(m):	-
		CLASF. (AASHTO):	A - 7 - 6 (22)

COMPACTACION							
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYOS					
Número Molde	Nº	4		5		8	
Nº Capas	Nº	5		5		5	
Nº Golpes x Capa	Nº	12		25		56	
Condición de Muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
P. Humedo + Molde	(gr)	11515.0	11842.0	11741.0	12015.0	11983.1	12172.0
Peso Molde (gr)	(gr)	7684.0	7684.0	7675.0	7675.0	7596.0	7596.0
Peso Humedo	(gr)	3831.0	4158.0	4066.0	4400.0	4368.0	4576.0
Volumen del Molde	(cm³)	2207.30	2207.30	2214.50	2214.50	2197.23	2197.23
Densidad Humeda	(gr/cm³)	1.736	1.864	1.836	1.987	1.988	2.083
CONTENIDO DE HUMEDAD							
P. Humedo + Tara	(gr)	130.40	131.60	128.70	133.50	140.50	136.40
Peso Seco + Tara	(gr)	119.10	120.50	111.90	121.40	123.40	124.40
Peso Agua	(gr)	11.30	11.10	16.80	12.10	17.10	12.00
Peso Tara	(gr)	35.00	36.70	33.40	32.00	35.80	36.40
P. Muestra Seca	(gr)	83.90	83.80	78.50	89.40	87.00	90.20
Contenido de Humedad	(%)	13.47%	13.25%	21.40%	13.53%	19.66%	13.30%
C. Humedad Promedio		13.36%	21.46%	13.24%	19.86%	13.16%	17.65%
DESIHIDRACION SECA (gr/cm³)		1.531	1.582	1.621	1.661	1.757	1.770

EXPANSION										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE Nº 1			NÚMERO DE MOLDE Nº 2			NÚMERO DE MOLDE Nº 3		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.038	0.905	0.77	0.032	0.813	0.85	0.028	0.711	0.56
48	2	0.040	1.016	0.81	0.039	0.991	0.79	0.030	0.782	0.60
72	3	0.045	1.143	0.91	0.042	1.067	0.85	0.033	0.838	0.67
96	4	0.048	1.219	0.87	0.047	1.194	0.85	0.036	0.914	0.73

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(su/g)	CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO	
			(kg/cm²)	(lb/Pulg²)		(kg/cm²)	(lb/Pulg²)		(kg/cm²)	(lb/Pulg²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	18.50	0.96	13.66	12.60	0.65	9.30	15.20	0.79	11.22
1.27	0.050	43.70	2.36	33.34	33.90	1.66	23.50	36.10	1.87	26.65
1.91	0.075	77.30	3.99	57.07	65.30	3.37	48.21	64.90	3.35	47.91
2.54	0.100	102.70	5.31	75.62	106.10	5.48	76.33	102.50	5.30	75.67
3.18	0.125	119.20	6.16	88.00	141.00	7.29	104.10	135.50	7.00	100.04
3.81	0.150	123.60	6.90	96.63	171.00	8.84	123.25	162.00	8.46	120.66
4.45	0.175	142.70	7.68	109.78	182.80	9.96	142.34	197.60	10.21	143.86
5.08	0.200	161.20	8.33	119.01	206.60	10.68	152.53	219.70	11.35	162.20
7.62	0.300	204.70	10.35	151.13	250.70	12.96	183.09	282.10	14.58	206.27
10.16	0.400	225.60	12.16	173.94	283.40	14.85	209.23	338.20	17.55	250.42
12.70	0.500	263.40	13.61	194.46	313.80	16.22	231.67	375.90	19.43	277.92

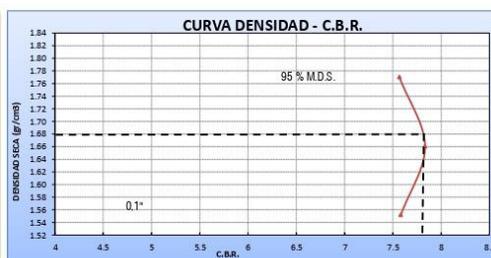
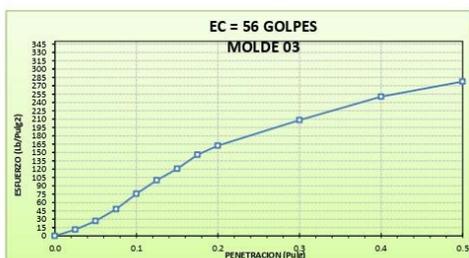
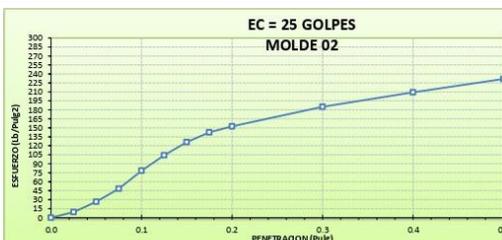
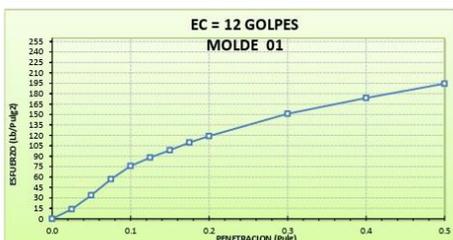
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 561 (MONTEORIANDE - A 1 CDRA MCDD BOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
 CEL: 940577641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Mejía Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jhonatan Mejía Barahona  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<p><b>CBR DE LOS SUELOS</b> (MTC E132)</p>		<p>RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA</p>	<p>Z060454231 00116277 ODLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"</p>			
<p>UBICACIÓN: SOLICITANTE:</p>	<p>DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</p>		<p>N° CODIGO: FECHA:</p>	<p>LSP22 - MS - 696 Oct-22</p>
<p>MATERIAL: PROGRESIVA:</p>	<p>SUELO NATURAL + 4% CAL -</p>		<p>CAUCATA: PROF.(m):</p>	<p>C - 2, M - 1 -</p>
<p>CLASF. (SUCS):</p>	<p>CL</p>		<p>CLASF. (AASHTO):</p>	<p>A - 7 - 6 (22)</p>



MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg²)	PRESION PATRON (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	75.82	1000	7.58	1.55
2	0.1	78.35	1000	7.83	1.68
3	0.1	75.67	1000	7.57	1.77

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³) :	1.771	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0.1%)=	7.80%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	13.30		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan José Herrera Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Javier Kumbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA
	SEPARADORES	LSP22 - MS - 672	FECHA	

# ADICION DEL 6% CAL

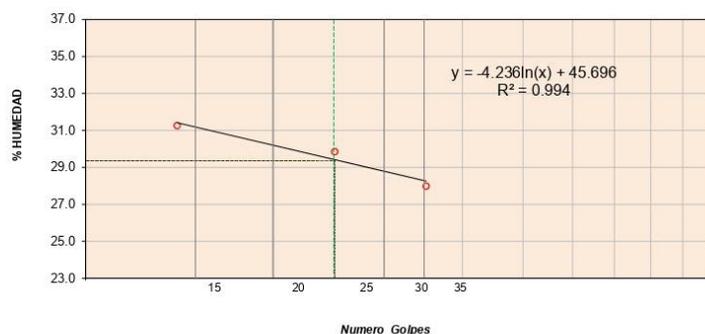
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECDPI	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 1	TEC. LAB:	JHONATAN B. H.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST. LAB:	ARODY C.R
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50	FECHA DE ENSAYO	OCTUBRE - 2023
		MATERIAL:	SUELO NATURAL + 6% DE CAL

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	26	12	20	C-1	44
Masa de Recipiente	27.62	27.53	7.63	37.26	37.15
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	50.68	50.98	30.24	45.02	44.89
Masa Recipiente + Suelo Seco	45.19	45.59	25.30	43.59	43.46
N° De Golpes	14	25	35	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	31.26	29.85	27.99	22.58	22.63

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 29.40

Límite Plástico : 22.60

Índice de Plasticidad : 6.80

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

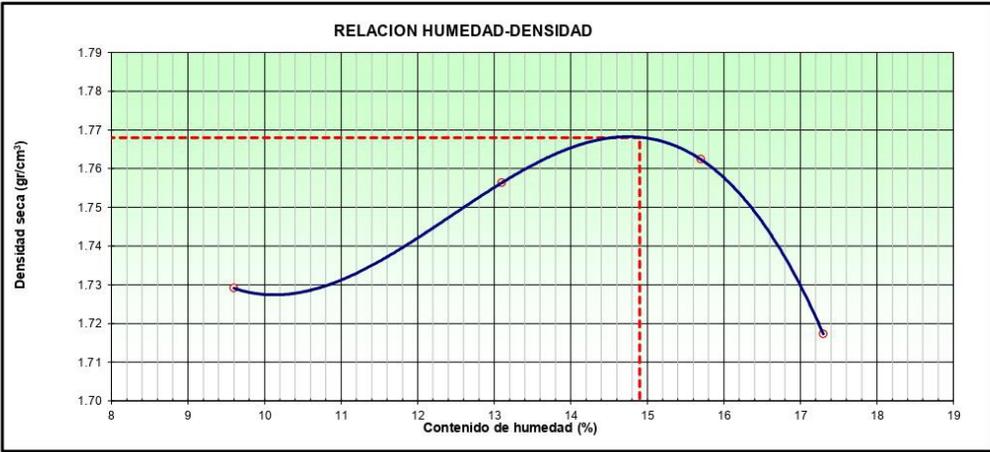
\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577641 - 975421001 - 912493020

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Jhonatan B. H.*  
Jhonatan B. H. Barahona  
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Javier Kimbel Ramos Diaz*  
Javier Kimbel Ramos Diaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 216809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC	2060454231	
				REG. INDECOPI	00116277	
				FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA	
				PAGINA	1 de 1	
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO".					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 6% DE CAL		<b>FECHA:</b>	Oct-22		
<b>CALICATA</b>	C - 1					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545		
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4183					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5947	6032	6081	6058	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1764	1849	1898	1875	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.895	1.986	2.039	2.014	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.66	125.20	127.71	125.30	
Peso del suelo seco + tara	gr	114.65	110.70	110.38	106.82	
Peso de agua	gr	11.0	14.5	17.3	18.5	
Peso del suelo seco	gr	114.7	110.7	110.4	106.8	
Contenido de Humedad	%	9.60	13.10	15.70	17.30	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.73	1.76	1.76	1.72	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.768</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>14.9</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN				CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920		

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhennifer Arroyave Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jhonny Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b>		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1
	PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			
	UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA			N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: OCT-22
SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA			N° CODIGO: LSP22 - MS - 696 FECHA: OCT-22	
MATERIAL: SUELO NATURAL + 6% CAL			CALICATA: C - 1, M - 1	
PROGRESIVA: -			PROF.(m): -	
CLASF. (SUCS): CL			CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)	

COMPACTACION									
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYOS							
		1		2		3			
Número Molde	Nº	5		5		5			
Nº Capas	Nº	12		5		56			
Nº Golpes x Capa	Nº	12		5		56			
Condición de Muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
P. Húmedo + Móide	(gr)	7684.0	7684.0	7681.0	7681.0	7582.0	7582.0	72154.0	72154.0
Peso Húmedo	(gr)	3914.0	4231.0	4144.0	4417.0	4300.0	4572.0	4572.0	4572.0
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	2207.00	2207.00	2210.20	2210.20	2198.60	2198.60	2198.60	2198.60
Densidad Húmeda	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.773	1.917	1.875	1.998	1.997	2.080		
CONTENIDO DE HUMEDAD									
P. Húmedo + Tara	(gr)	135.60	137.60	140.50	138.50	140.70	141.20	138.60	140.20
Peso Seco + Tara	(gr)	121.40	123.40	119.50	124.10	125.80	121.80	124.50	123.30
Peso Agua	(gr)	14.20	14.20	21.00	14.40	14.90	19.40	14.10	13.40
Peso Tara	(gr)	26.40	27.60	27.50	26.35	26.70	25.80	30.14	32.50
P. Muestra Seca	(gr)	95.00	95.60	91.60	97.75	99.10	96.00	94.36	90.30
Contenido de Humedad	(%)	14.95%	14.85%	22.93%	14.73%	15.04%	20.21%	14.94%	17.85%
C. Humedad Promedio		14.90%		22.93%		14.80%		14.89%	
DESIHIDRACION SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.543		1.560		1.632		1.788	

EXPANSION										
TIEMPO ACUMULADO (Hs)	Dias	NÚMERO DE MOLDE Nº 1			NÚMERO DE MOLDE Nº 2			NÚMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	
24	1	0.000	2.032	1.61	0.068	1.727	1.07	0.062	1.974	
48	2	0.001	2.057	1.63	0.070	1.778	1.41	0.066	1.676	
72	3	0.090	2.296	1.81	0.072	1.829	1.45	0.062	2.083	
96	4	0.082	2.837	1.85	0.080	2.032	1.81	0.065	2.159	

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION (mm)		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
	(su/g)	CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO	
			(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/pulg <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/pulg <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	37.90	1.98	27.96	41.60	2.15	30.71	51.70	2.67	38.17
1.27	0.050	61.50	2.78	40.40	65.90	3.40	49.59	85.30	4.40	62.90
1.91	0.075	77.40	4.00	57.14	85.90	4.59	65.63	110.70	5.72	81.73
2.54	0.100	89.50	4.63	66.06	105.80	5.47	78.11	133.30	6.89	98.41
3.18	0.125	97.70	5.05	72.13	119.60	6.18	88.30	143.50	7.51	107.27
3.81	0.150	104.70	5.41	77.30	131.60	6.80	97.16	159.70	8.25	117.90
4.45	0.175	112.30	5.80	82.91	139.90	7.23	103.29	166.20	8.59	122.70
5.08	0.200	116.20	6.01	85.79	148.70	7.68	109.79	172.90	8.94	127.65
5.72	0.225	122.90	6.35	91.30	170.20	8.80	125.66	189.70	10.32	147.45
6.35	0.250	129.70	7.74	110.32	185.70	10.11	144.48	228.10	11.79	169.40
7.00	0.300	151.70	8.38	119.38	216.30	11.18	159.69	247.90	12.81	183.02

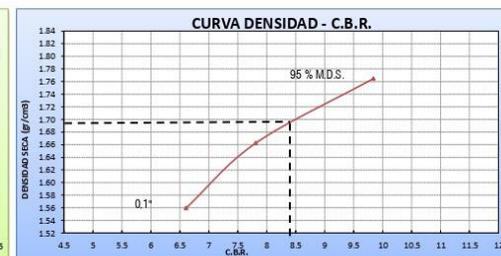
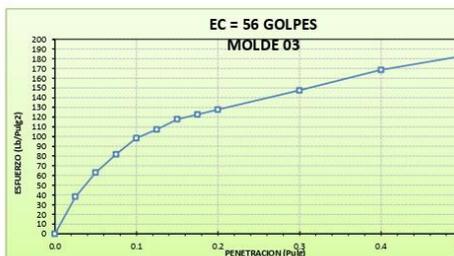
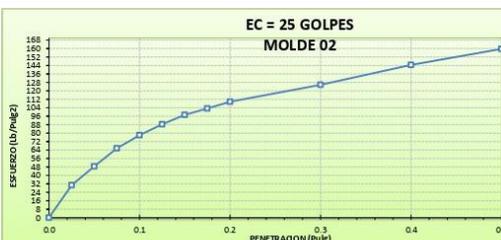
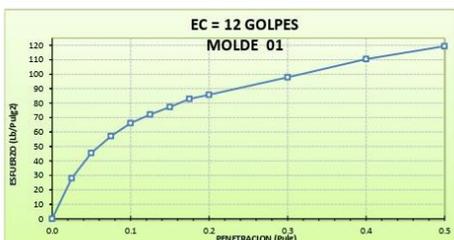
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 361 (MONTEPERAÑE - A 1 CDRA MCDD BOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
 CEL: 940577641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Daniel Herrera Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenifer Kumbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>CBR DE LOS SUELOS</b> (MTC E132)	RUC	Z060454231
		REG. INDECOPI	00116277
		FECHA	03/11/2022
		PAGINA	1 de 1
PROYECTO:	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"		
UBICACIÓN:	DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
SOLICITANTE:	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	N° CODIGO:	LSP22 - MS - 696
MATERIAL:	SUELO NATURAL + 6% CAL	FECHA:	Oct-22
PROGRESIVA:	-	CAUCATA:	C - 1, M - 1
CLASF. (SUCS):	CL	PROF.(m):	-
		CLASF. (AASHTO):	A - 7 - 6 (22)



MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg²)	PRESION PATRON (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.1	66.06	1000	6.61	1.56
2	0.1	78.11	1000	7.81	1.65
3	0.1	98.41	1000	9.84	1.76

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³) :	1.768	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0.1%)=	8.40%
	14.90		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
Jhonatan Veyllá Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
Javier Ramos Diaz  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P: 218809

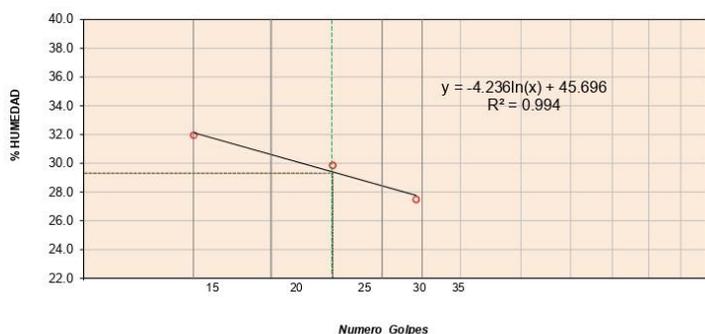
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	<b>RUC</b>	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	<b>REG. INDECOP</b>	00116277
<b>PROYECTO</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	<b>DIRECCIÓN</b>	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
<b>UBICACIÓN SOLICITANTE</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>PAGINA</b>	1 de 1
<b>MATERIAL</b>	SUB RASANTE	<b>REGISTRO N°:</b>	LSP22 - MS - 006
<b>SONDAJE/CALICATA</b>	C - 2	<b>TEC. LAB:</b>	JHONATAN B. H.
<b>N° DE MUESTRA</b>	M - 1	<b>ASIST. LAB:</b>	ARODY C.R
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.30 - 1.50	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	OCTUBRE - 2023
		<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 6% DE CAL

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	58	P-7	T-4	AB	15
Masa de Recipiente	27.52	26.38	27.54	27.63	26.99
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	51.26	50.38	50.34	34.75	34.29
Masa Recipiente + Suelo Seco	45.51	44.86	45.42	33.44	32.94
N° De Golpes	15	25	34	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	31.95	29.86	27.48	22.59	22.74

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 29.30

Límite Plástico : 22.70

Índice de Plasticidad : 6.60

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

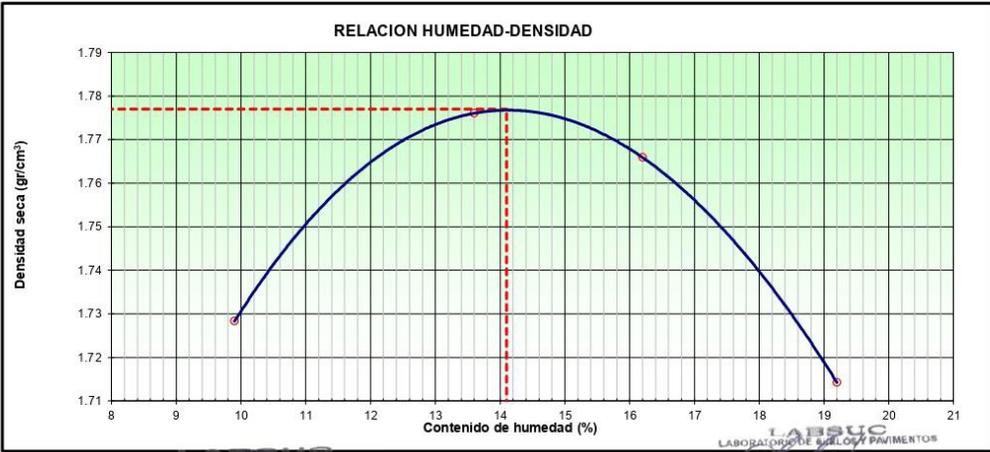
\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577841 - 975421001 - 912493020

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Jhonatan B. H. Barahona  
INGENIERO CIVIL  
TECNICO LABORATORISTA

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Jhonatan B. H. Barahona  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC	2060454231
				REG. INDECOPI	00116277
				FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
				PAGINA	1 de 1
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"				
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA				
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696		
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 6% DE CAL		<b>FECHA:</b>	Oct-22	
<b>CALICATA</b>	C - 2				
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545	
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4184				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso suelo + molde	gr	5952	6062	6094	6086
Peso neto del suelo húmedo	gr	1768	1878	1910	1902
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.899	2.018	2.052	2.043
Peso del suelo húmedo+tara	gr	128.40	126.70	125.40	127.90
Peso del suelo seco + tara	gr	116.83	111.53	107.92	107.30
Peso de agua	gr	11.6	15.2	17.5	20.6
Peso del suelo seco	gr	116.8	111.5	107.9	107.3
Contenido de Humedad	%	9.90	13.60	16.20	19.20
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.73	1.78	1.77	1.71
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.777</b>
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>14.1</b>
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>					
					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS TECNICO LABORATORISTA JOSEPH KUPPERMANNES DILLI INGENIERO CIVIL C.I.P. 218809					
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN				CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920	

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<p><b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b></p>		<p>RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA</p>	<p>Z06045231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"</p>			
	<p>UBICACIÓN: DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA</p>		<p>SOLICITANTE: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</p>	
<p>MATERIAL: SUELO NATURAL + 6% CAL</p>		<p>N° CODIGO: LSP22 - MS - 696</p>		
<p>PROGRESIVA: -</p>		<p>FECHA: OCT-22</p>		
<p>CLASF. (SUCS): CL</p>		<p>CAUCATA: C - 2, M - 1</p>		
		<p>PROF.(m): -</p>		
		<p>CLASF. (AASHTO): A - 7 - 6 (22)</p>		

COMPACTACION							
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYOS					
Número Molde	Nº	6		3		8	
Nº Capas	Nº	5		5		5	
Nº Golpes x Capa	Nº	12		25		56	
Condición de Muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
P. Húmedo + Mólde	(gr)	11574.2	11595.5	11765.3	12305.8	11924.5	12115.9
Peso Mólde (gr)	(gr)	7678.2	7678.2	7670.9	7670.9	7672.1	7672.1
Peso Húmedo	(gr)	3896.0	4217.4	4094.4	4434.9	4252.4	4443.8
Volumen del Mólde	(cm3)	2210.50	2210.50	2215.60	2215.60	2122.30	2122.30
Densidad Húmeda	(gr/cm3)	1.762	1.908	1.848	2.002	2.004	2.094
CONTENIDO DE HUMEDAD							
P. Húmedo + Tara	(gr)	140.30	142.50	138.50	142.30	143.50	144.20
Peso Seco + Tara	(gr)	127.40	129.20	119.50	124.80	124.80	126.30
Peso Agua	(gr)	12.90	13.30	20.10	13.70	13.90	14.10
Peso Tara	(gr)	36.20	35.10	38.50	27.60	31.20	30.80
P. Muestra Seca	(gr)	91.20	94.10	91.00	97.20	93.60	99.50
Contenido de Humedad	(%)	14.14%	14.13%	22.09%	14.09%	14.05%	19.98%
C. Humedad Promedio		14.14%	22.09%	14.07%	19.98%	14.11%	17.93%
DENSIDAD SECA (gr/cm3)		1.544	1.563	1.620	1.668	1.756	1.776

EXPANCIÓN											
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE - G				NÚMERO DE MOLDE - S				NÚMERO DE MOLDE - 6	
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	
24	1	0.040	1.016	0.81	0.037	0.940	0.75	0.032	0.813	0.65	
48	2	0.043	1.092	0.87	0.039	0.991	0.79	0.035	0.889	0.71	
72	3	0.047	1.194	0.95	0.041	1.041	0.83	0.037	0.940	0.75	
96	4	0.048	1.219	0.97	0.043	1.032	0.87	0.039	0.991	0.79	

ENSAYO CARGA - PENETRACION											
PENETRACION		MOLDE - G				MOLDE - S				MOLDE - 6	
(mm)	(su/g)	CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		
			(kg/cm2)	(lb/Pulg2)		(kg/cm2)	(lb/Pulg2)		(kg/cm2)	(lb/Pulg2)	
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	36.30	1.88	26.90	65.30	3.37	48.21	78.30	4.05	57.81	
1.27	0.050	51.90	2.04	43.48	88.80	4.59	65.63	102.70	5.48	78.04	
1.91	0.075	75.50	3.90	55.74	108.30	5.60	79.96	128.50	6.63	94.72	
2.54	0.100	85.70	4.43	63.27	119.60	6.18	88.30	142.80	7.38	105.43	
3.18	0.125	96.40	4.98	71.17	131.90	6.82	97.38	158.50	8.19	117.02	
3.81	0.150	108.30	5.49	78.48	158.50	7.21	102.99	185.50	8.54	122.94	
4.45	0.175	115.70	5.98	85.42	148.40	7.87	109.58	173.80	6.98	108.31	
5.08	0.200	124.30	6.42	91.77	155.30	8.03	114.65	182.50	9.43	134.74	
7.62	0.300	141.70	7.32	104.61	168.90	8.73	124.70	199.70	10.32	147.49	
10.16	0.400	157.10	8.12	115.98	182.80	9.45	133.96	212.40	11.03	157.55	
12.70	0.500	170.50	8.81	125.88	199.30	10.30	147.14	226.30	11.73	167.92	

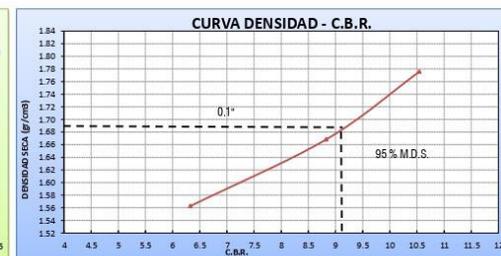
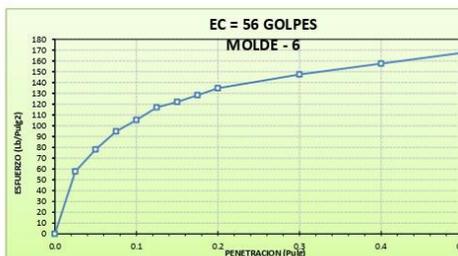
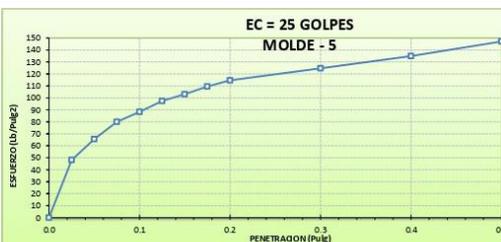
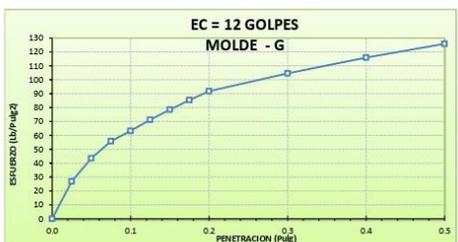
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 561 (MONTEORANDE - A 1 CDRA MCDD BOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
 CEL: 946377641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Scott Torres  
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jennifer Kumbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<p><b>CBR DE LOS SUELOS</b> (MTC E132)</p>		<p>RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA</p>	<p>Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"</p>			
<p>UBICACIÓN: SOLICITANTE:</p>	<p>DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</p>		<p>N° CODIGO: FECHA:</p>	<p>LSP22 - MS - 696 Oct-22</p>
<p>MATERIAL: PROGRESIVA:</p>	<p>SUELO NATURAL + 6% CAL -</p>		<p>CAUCATA: PROF.(m):</p>	<p>C - 2, M - 1 -</p>
<p>CLASF. (SUCS):</p>	<p>CL</p>		<p>CLASF. (AASHTO):</p>	<p>A - 7 - 6 (22)</p>



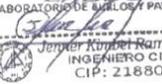
MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg²)	PRESION PATRON (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
G	0.1	63.27	1000	6.33	1.56
5	0.1	88.36	1000	8.83	1.67
6	0.1	105.43	1000	10.54	1.78

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³) :	1.777	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	9.20%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	14.10		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Valtierrez Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jennifer Kimberly Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA
	SEPARADORES	LSP22 - MS - 672	FECHA	

# ADICION DEL 8% CAL

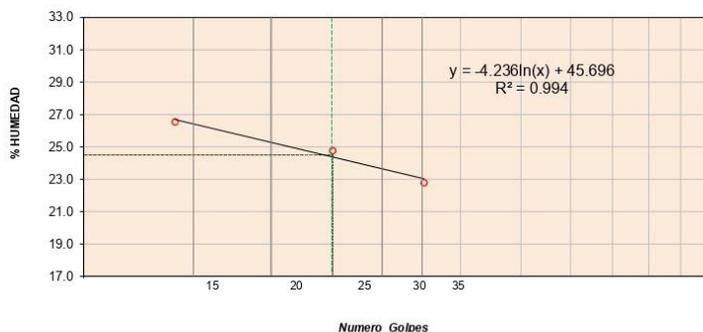
	FORMATO DE LABORATORIO	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECDPI	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 1	TEC. LAB:	JHONATAN B. H.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST. LAB:	ARODY C.R
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50	FECHA DE ENSAYO	OCTUBRE - 2023
		MATERIAL:	SUELO NATURAL + 8% DE CAL

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T-9	25	44	12	550
Masa de Recipiente	17.52	8.63	8.29	27.26	27.19
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	40.26	31.25	30.98	34.29	34.57
Masa Recipiente + Suelo Seco	35.49	26.76	26.77	33.14	33.35
N° De Golpes	14	25	35	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	26.55	24.76	22.79	19.63	19.75

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 24.50

Límite Plástico : 19.70

Índice de Plasticidad : 4.80

OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

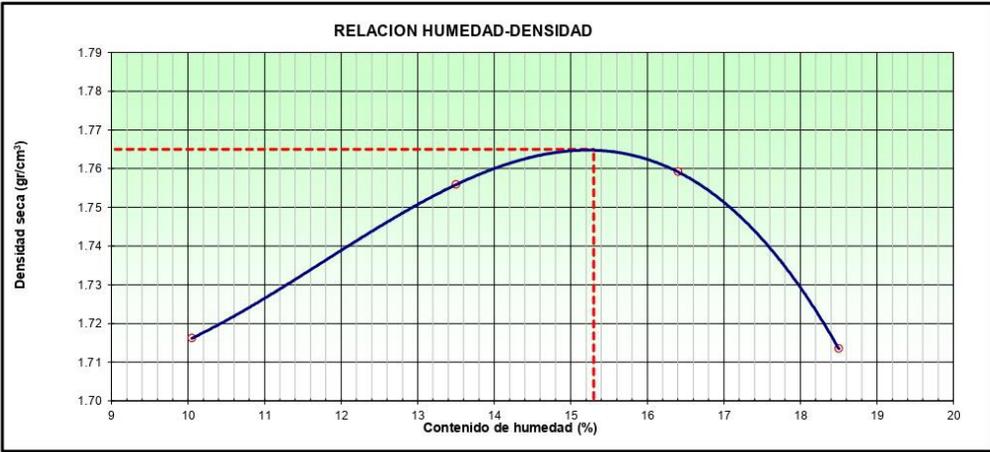
\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 96577641 - 975421001 - 912493920

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Firma]*  
Jhonatan B. H. Barahona  
INGENIERO CIVIL  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Firma]*  
Jenifer Kimberly Ramos Diaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

 <b>LABSUC</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA	2060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1	
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO".					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 8% DE CAL				<b>FECHA:</b>	
<b>CALICATA</b>	C - 1					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545		
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4184					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5942	6039	6090	6074	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1758	1855	1906	1890	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.889	1.993	2.048	2.030	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	135.20	133.40	132.80	136.70	
Peso del suelo seco + tara	gr	122.85	117.53	114.09	115.36	
Peso de agua	gr	12.3	15.9	18.7	21.3	
Peso del suelo seco	gr	122.9	117.5	114.1	115.4	
Contenido de Humedad	%	10.05	13.50	16.40	18.50	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.72	1.76	1.76	1.71	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.765</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>15.3</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN			CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920			
 <small>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small> Jonathan Barahona TECNICO LABORATORISTA			 <small>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small> Jonathan Ramos Diaz INGENIERO CIVIL C.I.P.: 218809			

	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b>	RUC	Z060454231
		REG. INDECOPI	00116277
		FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
		PAGINA	1 de 1
PROYECTO:	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVÓ"		
UBICACIÓN:	DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
SOLICITANTE:	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	N° CODIGO:	LSP22 - MS - 696
MATERIAL:	SUELO NATURAL + 8% CAL	FECHA:	OCT-22
PROGRESIVA:	-	CAUCATA:	C - 1, M - 1
CLASF. (SUCS):	CL	PROF.(m):	-
		CLASF. (AASHTO):	A - 7 - 6 (22)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COMPACTACIÓN					
		4		5		6	
Número Molde	Nº	4		5		6	
Nº Capas	Nº	5		5		5	
Nº Golpes x Capa	Nº	12		25		56	
Condición de Muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
P. Húmedo + Mólde	(gr)	7683.4	7684.0	7677.8	7677.8	7596.9	7596.9
Peso Húmedo	(gr)	3880.6	4163.0	4177.2	4423.2	4391.1	4601.1
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	2207.30	2207.30	2214.50	2214.50	2197.23	2197.23
Densidad Húmeda	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.763	1.866	1.886	1.997	1.998	2.094
CONTENIDO DE HUMEDAD							
P. Húmedo + Tara	(gr)	130.50	133.60	137.50	141.20	143.50	138.60
Peso Seco + Tara	(gr)	116.58	119.38	117.48	126.18	128.62	126.82
Peso Agua	(gr)	13.92	14.22	20.02	15.02	14.88	16.53
Peso Tara	(gr)	25.34	26.57	26.71	28.01	30.56	28.44
P. Muestra Seca	(gr)	91.24	92.81	90.77	96.17	98.06	91.63
Contenido de Humedad	(%)	15.26%	15.32%	22.06%	15.30%	15.17%	20.22%
C. Humedad Promedio		15.29%	15.32%	22.06%	15.24%	20.22%	15.21%
DESIHIDRACIÓN SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.528	1.545	1.637	1.661	1.661	1.784

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	DÍAS	NÚMERO DE MOLDE Nº 4			NÚMERO DE MOLDE Nº 3			NÚMERO DE MOLDE Nº 5		
		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24	1	0.066	1.727	1.37	0.055	1.397	1.11	0.042	1.067	0.85
48	2	0.066	1.676	1.33	0.057	1.448	1.15	0.045	1.143	0.91
72	3	0.069	1.733	1.39	0.063	1.600	1.27	0.050	1.270	1.01
96	4	0.070	1.778	1.41	0.067	1.702	1.35	0.052	1.321	1.05

PENETRACIÓN (mm)	CARGA (kg)	MOLDE Nº 04			MOLDE Nº 03			MOLDE Nº 05		
		CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (lb/pulg <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (lb/pulg <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (lb/pulg <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.25	65.70	3.40	48.50	69.70	3.60	51.46	62.30	3.22	48.99
1.27	0.50	93.60	4.79	68.36	105.80	5.47	78.11	97.60	5.04	72.06
1.91	0.75	108.10	5.59	79.81	125.30	6.48	92.51	119.70	6.19	88.37
2.54	1.00	119.40	6.17	88.15	137.40	7.10	101.44	136.60	7.06	100.85
3.18	1.25	125.60	6.49	92.73	146.80	7.59	108.38	146.30	7.56	109.01
3.81	1.50	131.40	6.79	97.61	152.90	7.99	112.68	155.10	8.02	114.51
4.45	1.75	138.90	7.18	102.55	157.90	8.16	116.57	162.70	8.41	120.12
5.08	2.00	142.60	7.37	105.28	163.50	8.45	120.71	172.60	8.83	127.57
7.62	0.30	153.70	7.94	113.47	177.60	9.18	131.12	205.30	10.81	151.37
10.16	0.40	161.50	8.35	119.23	182.40	9.94	142.05	238.70	11.82	169.84
12.70	0.50	172.40	8.91	127.28	205.50	10.62	151.72	251.70	13.01	185.83

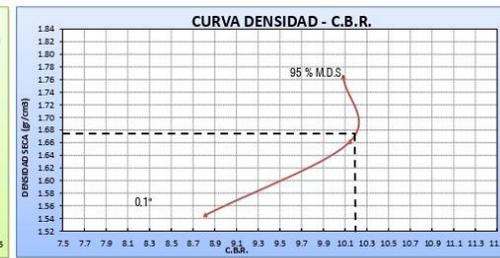
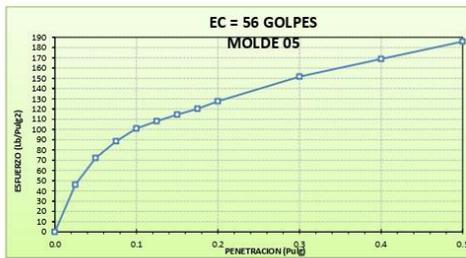
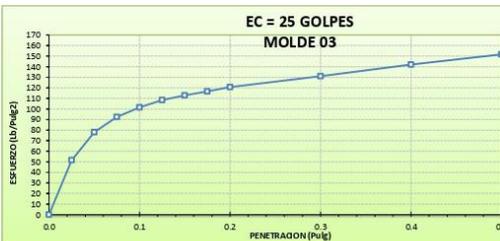
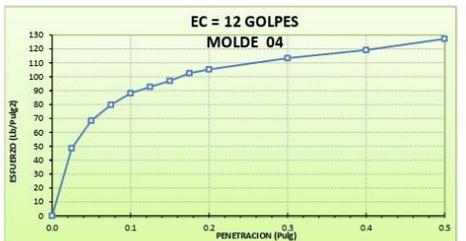
OBSERVACIONES :

DIRECCIÓN: CALLE LA COLINA NRO. 561 (MONTEORANDE - A 1 CDRA MCDD BOL. DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
 CEL: 946377641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Scott Torres Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenner Kumbel Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<p><b>CBR DE LOS SUELOS</b> (MTC E132)</p>		<p>RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA</p>	<p>Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"</p>			
<p>UBICACIÓN: SOLICITANTE:</p>	<p>DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</p>		<p>N° CODIGO: FECHA:</p>	<p>LSP22 - MS - 696 Oct-22</p>
<p>MATERIAL: PROGRESIVA:</p>	<p>SUELO NATURAL + 8% CAL -</p>		<p>CAUCATA: PROF.(m):</p>	<p>C - 1, M - 1 -</p>
<p>CLASF. (SUCS):</p>	<p>CL</p>		<p>CLASF. (AASHTO):</p>	<p>A - 7 - 6 (22)</p>



MOLDE N°	PENETRACION (pu/g)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg²)	PRESION PATRON (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
4	0.1	88.15	1000	8.82	1.55
3	0.1	101.44	1000	10.14	1.66
5	0.1	100.65	1000	10.06	1.76

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm³) :	1.765	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0.1)=	10.20%
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	15.30		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan V. Barahona  
 TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jennifer Kibret Narros Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

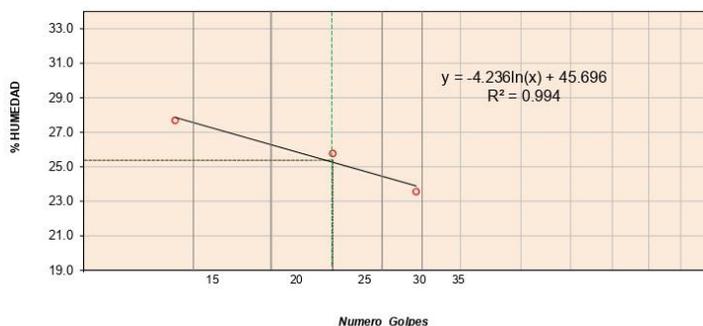
<b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>FORMATO DE LABORATORIO</b>	RUC	2060454231.00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (MTC E110, MTC E111) - A.A.S.H.T.O. T 89	REG. INDECDPI	00116277
PROYECTO	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"	DIRECCIÓN	COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
UBICACIÓN SOLICITANTE	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	PAGINA	1 de 1
MATERIAL	SUB RASANTE	REGISTRO N°:	LSP22 - MS - 006
SONDAJE/CALICATA	C - 2	TEC. LAB:	JHONATAN B. H.
N° DE MUESTRA	M - 1	ASIST. LAB:	ARODY C.R
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50	FECHA DE ENSAYO	OCTUBRE - 2023
		MATERIAL:	SUELO NATURAL + 8% DE CAL

Tamiz de separación E11 : No. 40

Método de separación de : Tamizado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	22	18	5	3	74
Masa de Recipiente	17.53	27.63	17.52	8.59	8.74
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	41.26	52.36	50.84	16.25	16.11
Masa Recipiente + Suelo Seco	36.11	47.29	44.49	14.91	14.81
N° De Golpes	14	25	34	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	27.69	25.77	23.56	21.13	21.35

GRÁFICO DE FLUIDEZ



Límite Líquido : 25.40

Límite Plástico : 21.20

Índice de Plasticidad : 4.20

## OBSERVACIONES:

\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

\* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

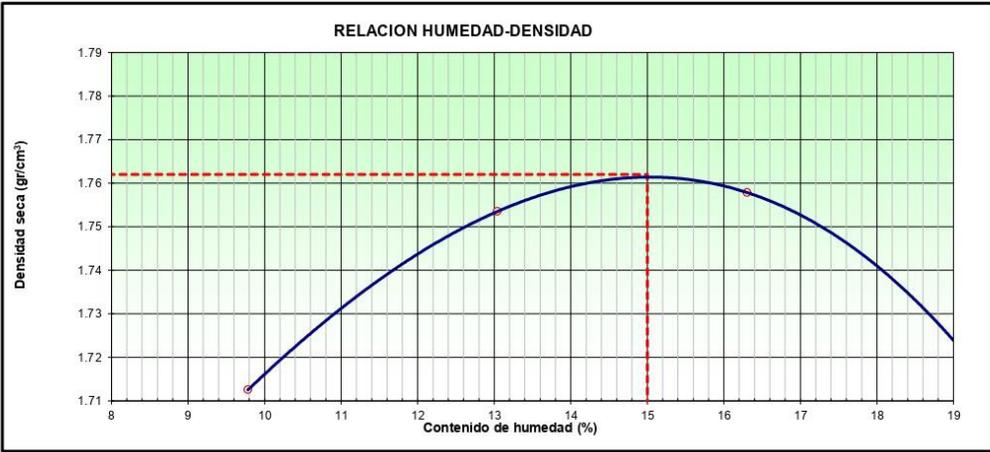
CEL: 96577841 - 975421001 - 912493020

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Jhonatan B. H.*  
Jhonatan B. H. Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Jhonatan B. H.*  
Jhonatan B. H. Barahona  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218509

 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (MTC E115)		RUC	2060454231	
				REG. INDECOPI	00116277	
				FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA	
				PAGINA	1 de 1	
<b>PROYECTO:</b>	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"					
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA					
<b>SOLICITANTE:</b>	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	<b>N° CODIGO:</b>	LSP22 - MS - 696			
<b>MATERIAL:</b>	SUELO NATURAL + 8% DE CAL					
<b>CALICATA</b>	C - 2					
<b>METODO DE COMPACTACION:</b>	A		<b>Peso de Martillo (gr):</b>	4545		
<b>Alt. Mold.(cm):</b>	11.60	<b>Diam. Mold. (cm):</b>	10.11	<b>Vol. Mold. (cm3):</b>	930.82	
<b>Peso del Molde (gr):</b>	4183					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACION</b>
Peso suelo + molde	gr	5933	6028	6086	6088	
Peso neto del suelo húmedo	gr	1750	1845	1903	1905	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm3	1.880	1.982	2.044	2.047	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.66	125.20	127.71	125.30	
Peso del suelo seco + tara	gr	114.46	110.76	109.81	104.80	
Peso de agua	gr	11.2	14.4	17.9	20.5	
Peso del suelo seco	gr	114.5	110.8	109.8	104.8	
Contenido de Humedad	%	9.78	13.04	16.30	19.56	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.71	1.75	1.76	1.71	
<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) :</b>					<b>1.762</b>	
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%):</b>					<b>15.0</b>	
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>						
						
<b>OBSERVACIONES :</b>						
DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN						
CEL: 98577841 - 975421091 - 912493920						

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Director: Merli Luzdeli Carrasco Davila  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Ing. Juan Carlos Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

	<b>CBR DE LOS SUELOS (MTC E1.32)</b>	RUC	Z060454231
		REG. INDECOPI	00116277
		FECHA	COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA
		PAGINA	1 de 1
PROYECTO:	"PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"		
UBICACIÓN:	DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
SOLICITANTE:	MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA	N° CODIGO:	LSP22 - MS - 696
MATERIAL:	SUELO NATURAL + 8% CAL	FECHA:	OCT-22
PROGRESIVA:	-	CAUCATA:	C - 2, M - 1
CLASF. (SUCS):	CL	PROF.(m):	-
		CLASF. (AASHTO):	A - 7 - 6 (22)

COMPACTACION							
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYOS					
		M		U		N	
Número Molde	Nº	5		5		5	
Nº Capas	Nº	12		5		56	
Nº Golpes x Capa	Nº	12		5		56	
Condición de Muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
P. Húmedo + Móide	(gr)	7685.0	7685.0	7680.0	7680.0	7591.0	7591.0
Peso Húmedo	(gr)	3877.0	4160.0	4215.0	4400.0	4365.0	4541.0
Volumen del Molde	(cm³)	2207.00	2207.00	2214.40	2214.40	2197.20	2197.20
Densidad Húmeda	(gr/cm³)	1.737	1.865	1.903	1.987	1.996	2.067
CONTENIDO DE HUMEDAD							
P.Húmedo + Tara	(gr)	142.50	140.80	138.60	140.90	141.20	138.90
Peso Seco + Tara	(gr)	127.80	126.70	119.90	122.50	123.80	123.00
Peso Agua	(gr)	14.70	14.10	18.70	14.00	17.40	14.10
Peso Tara	(gr)	30.10	32.60	28.80	29.40	33.60	31.50
P. Muestra Seca	(gr)	97.70	94.10	91.00	93.30	91.20	91.50
Contenido de Humedad	(%)	15.05%	14.98%	20.55%	15.04%	19.08%	15.03%
C.Humedad Promedio		15.02%	20.55%	15.00%	19.08%	14.98%	17.38%
DESIHIDRACION SECA (gr/cm³)		1.527	1.564	1.654	1.669	1.736	1.761

EXPANCIÓN										
TIEMPO ACUMULADO		NÚMERO DE MOLDE - M			NÚMERO DE MOLDE - U			NÚMERO DE MOLDE - N		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORMA	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.000	0.762	0.60	0.035	0.889	0.71	0.025	0.655	0.50
48	2	0.045	1.143	0.91	0.037	0.940	0.75	0.028	0.711	0.56
72	3	0.048	1.219	0.97	0.040	1.016	0.81	0.030	0.762	0.60
96	4	0.052	1.321	1.02	0.043	1.032	0.87	0.032	0.889	0.71

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE - M			MOLDE - U			MOLDE - N		
(mm)	(su/g)	CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO		CARGA KG.	ESFUERZO	
0.00	0.000	0.00	(kg/cm²)	(lb/Pulg²)	0.00	(kg/cm²)	(lb/Pulg²)	0.00	(kg/cm²)	(lb/Pulg²)
0.64	0.025	62.90	3.25	46.36	72.30	3.74	53.39	62.90	4.26	60.91
1.27	0.050	83.30	4.61	65.63	102.30	5.29	75.53	119.60	6.18	86.30
1.91	0.075	109.90	5.67	81.06	131.20	6.78	96.86	140.60	7.27	103.80
2.54	0.100	123.30	6.39	91.16	148.70	7.74	110.52	159.70	8.25	117.90
3.18	0.125	135.70	7.01	100.16	161.60	8.35	119.31	172.50	8.91	127.35
3.81	0.150	142.90	7.59	107.50	168.40	8.75	125.06	182.60	9.39	130.77
4.45	0.175	150.20	7.78	110.89	175.30	9.06	129.42	195.60	10.12	144.56
5.08	0.200	157.30	8.13	116.13	182.60	9.44	134.61	208.60	10.78	154.01
7.62	0.300	175.30	9.06	129.42	210.80	10.89	155.63	239.50	12.35	176.39
10.16	0.400	192.30	9.94	141.97	249.30	12.88	185.05	265.20	13.71	195.67
12.70	0.500	206.30	10.66	152.31	269.90	14.83	211.61	291.70	15.07	215.36

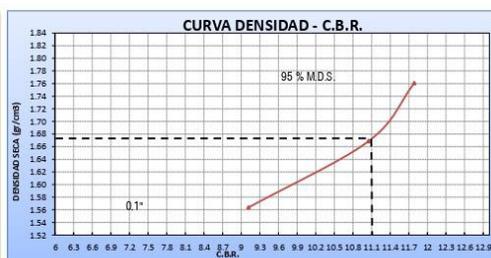
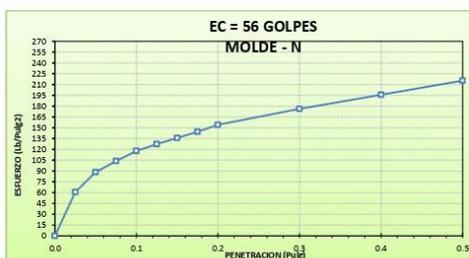
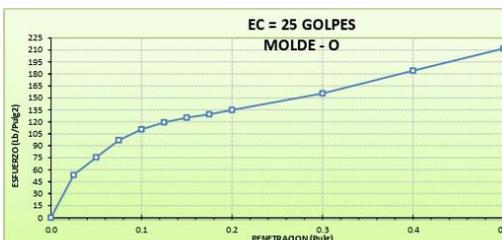
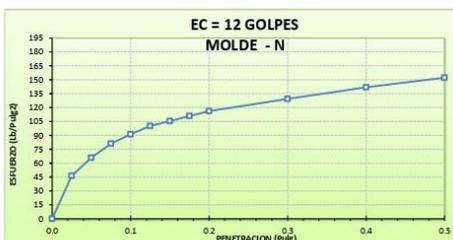
OBSERVACIONES :

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 361 (MONTEORIANE - A 1 CDRA MCDD BOL DIVINO) CAJAMARCA -JAEN - JAEN  
 CEL: 940377641 - 975421091 - 912405020

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jonathan Barahona  
 TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jennifer Riquelme Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

 <p><b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>	<p><b>CBR DE LOS SUELOS</b> (MTC E132)</p>		<p>RUC REG. INDECOPI FECHA PAGINA</p>	<p>Z060454231 00116277 COLINA 381-JAEN-CAJAMARCA 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"</p>			
<p>UBICACIÓN: SOLICITANTE:</p>	<p>DISTRITO: SANTA CRUZ - PROVINCIA CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA</p>		<p>N° CODIGO: FECHA:</p>	<p>LSP22 - MS - 696 Oct-22</p>
<p>MATERIAL: PROGRESIVA:</p>	<p>SUELO NATURAL + 8% CAL -</p>		<p>CAUCATA: PROF.(m):</p>	<p>C - 2, M - 1 -</p>
<p>CLASF. (SUCS):</p>	<p>CL</p>		<p>CLASF. (AASHTO):</p>	<p>A - 7 - 6 (22)</p>



MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (lb/pulg²)	PRESION PATRON (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
M	0.1	91.16	1000	9.12	1.56
O	0.1	110.30	1000	11.05	1.67
N	0.1	117.90	1000	11.79	1.76

VALORES DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		VALOR C.B.R.	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³) :	1.762	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0.1%)=	11.10%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	15.00		

PERIODO DE SUMERGIDO:	04 DIAS
-----------------------	---------

OBSERVACIONES :

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
Jonathan José Herrera Barahona  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
Javier Rumbel Ramos Diaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 216609

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "PROPORCIÓN ADECUADA DE CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL CAMINO VECINAL "AMBATO-SANTA CLARA", DISTRITO SANTA CRUZ DE CUTERVO"			BACHILLER: MERLI LUZDELI CARRASCO DAVILA
	ANEXOS	LSP22 - MS - 672	FECHA	

# ANEXO III

## CERTIFICADOS DE INDECOPI Y CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

## Registro de la Propiedad Industrial

### Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0124 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	04564-2022
<b>2. Solicitante</b>	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</b>
<b>3. Dirección</b>	CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE ENSAYO CBR</b>
<b>Capacidad</b>	5000 kgf
<b>Marca</b>	PERUTEST
<b>Modelo</b>	NO INDICA
<b>Número de Serie</b>	M00002
<b>Procedencia</b>	PERU
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>Indicación</b>	DIGITAL
<b>Marca</b>	HIGH WEIGHT
<b>Modelo</b>	315-X2
<b>Número de Serie</b>	01822337
<b>Resolución</b>	0.1 kgf
<b>Ubicación</b>	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2022-05-16

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0124 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	75 % HR	75 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE N° 042-22 (A)

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0124 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	500	500.8	499.9	500.3	500.5
20	1000	1001.7	1000.6	1000.6	1001.1
30	1500	1502.3	1500.4	1500.7	1501.4
40	2000	2002.4	2002.3	2000.8	2002.0
50	2500	2501.1	2501.1	2502.1	2501.4
60	3000	3002.4	3001.9	3001.4	3002.1
70	3500	3503.1	3505.7	3502.7	3503.7
80	4000	4002.5	4006.0	4004.0	4003.7
90	4500	4504.2	4507.2	4505.2	4505.2
100	5000	5003.4	5008.4	5006.4	5005.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	-0.09	0.18	-0.18	0.02	0.35
1000	-0.11	0.11	-0.11	0.01	0.35
1500	-0.10	0.13	-0.13	0.01	0.35
2000	-0.10	0.08	0.00	0.01	0.34
2500	-0.06	0.04	0.00	0.00	0.34
3000	-0.07	0.03	-0.02	0.00	0.34
3500	-0.10	0.09	0.07	0.00	0.34
4000	-0.09	0.09	0.09	0.00	0.34
4500	-0.12	0.07	0.07	0.00	0.34
5000	-0.11	0.10	0.10	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
-----------------------------------------	--------

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0288 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	04564-2022	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</b>	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)</b>	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Marca</b>	PERUTEST	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>Modelo</b>	028	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Número de Serie</b>	PT-CC	
<b>Código de Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Tipo de contador</b>	ANALÓGICO	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2022-05-16	

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALMAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
📘 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0288 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

#### 6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

#### 7. Lugar de Verificación

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

#### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	RETICULA DE MEDICION	LLA-022-2022
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

#### 10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.

(\*) Serie grabado en el instrumento



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

**INFORME DE VERIFICACIÓN**  
**CA - IV - 0288 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

**11. Resultados**

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
52.20	150.42	125.44

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.10	2.04	13.54

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.85	2.03	47.01

Fin del Documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LM - 0193 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>04564-2022</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</b>
<b>3. Dirección</b>	<b>CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA</b>
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	264972011
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2022-05-16</b>

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

**CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CA - LM - 0193 - 2022**

*Área de Metrología  
Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

**7. Lugar de calibración**

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C
Humedad Relativa	65%	65%

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

**10. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS  
RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LM - 0193 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

**11. Resultados de Medición**

**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura	26.8 °C	26.8 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g		
	l (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	l (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)
1	300.00	5	0	600.00	7	-2
2	300.01	9	6	600.00	6	-1
3	300.00	6	-1	600.00	5	0
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1
5	299.99	2	-7	599.99	3	-8
6	300.00	5	0	600.00	5	0
7	300.00	7	-2	600.00	4	1
8	300.00	5	0	600.00	6	-1
9	300.00	5	0	600.00	4	1
10	300.00	6	-1	599.99	2	-7
	Diferencia Máxima		13	Diferencia Máxima		9
	Error Máximo Permissible		30	Error Máximo Permissible		30

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.8 °C	26.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero $E_o$				Determinación del Error Corregido $E_c$				
	Carga Mínima*	l (g)	$\Delta L$ (mg)	$E_o$ (mg)	Carga L (g)	l (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	$E_c$ (mg)
1		0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0
2		0.10	6	-1	200.01	200.01	9	6	7
3	0.10	0.10	6	-1	200.00	200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0
5		0.11	7	8	200.00	200.00	4	1	-7
	Error máximo permissible								30

\* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LM - 0193 - 2022**

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.8 °C	26.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	10
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	20
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	20
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	20
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	30
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	5	0	1	30
300.00	300.00	6	-1	0	300.00	5	0	1	30
400.00	400.00	5	0	1	400.00	6	-1	0	30
500.00	500.00	6	-1	0	499.99	2	-7	-6	30
600.00	600.00	5	0	1	600.00	6	-1	0	30

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>o</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000030 \text{ g}^2 + 0.0000000011 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000012 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC





**CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CA - LM - 0191 - 2022**

*Área de Metrología  
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>04564-2022</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</b>
<b>3. Dirección</b>	<b>CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA</b>
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>6200 g</b>
<b>División de escala (d)</b>	<b>0.1 g</b>
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>0.1 g</b>
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>
<b>Modelo</b>	<b>NVT6201ZH</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>264972091</b>
<b>Capacidad mínima</b>	<b>2.0 g</b>
<b>Procedencia</b>	<b>CHINA</b>
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2022-05-16</b>

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0191 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

#### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C
Humedad Relativa	65%	65%

#### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

#### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0191 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

#### 11. Resultados de Medición

##### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

##### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.8 °C	26.8 °C

Medición N°	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3000.0	50	0	6000.0	50	0	
2	3000.0	60	-10	5999.9	20	-70	
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
4	3000.0	50	0	6000.1	80	70	
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10	
6	2999.9	30	-80	6000.0	50	0	
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
9	3000.0	50	0	6000.0	60	-10	
10	3000.0	60	-10	5999.9	20	-70	
Diferencia Máxima			80	Diferencia Máxima			140
Error Máximo Permisible			300.0	Error Máximo Permisible			300.0

##### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.8 °C	26.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0.9	30	-80		1999.9	20	-70	10
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3	1.0	1.0	60	-10	2000.0	2000.0	40	10	20
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		2000.1	80	70	70
Error máximo permisible									300.0

\* Valor entre 0 y 10g

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0191 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.8 °C	26.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	20	-70	-70	5999.9	30	-80	-80	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

E: Error encontrado

E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.003788 \text{ g}^2 + 0.0000000009 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000113 \text{ R}$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0192 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	04564-2022
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	III
Marca	ByM
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	CHINA
Identificación	LM-0192
5. Fecha de Calibración	2022-05-16

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0192 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 ° C	26.1 ° C
Humedad Relativa	65%	65%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PESAS DE 1-2-2-5 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0726-2021
METROIL	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.





# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGIA

### CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0192 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.2	0.3
2	15,000	0.6	-0.1	30,001	0.8	0.7
3	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
4	15,001	0.9	0.6	30,000	0.6	-0.1
5	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1
6	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.6	-0.1
7	15,000	0.5	0.0	30,000	0.2	0.3
8	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
9	15,000	0.4	0.1	30,001	0.9	0.6
10	15,001	0.8	0.7	30,000	0.7	-0.2
	Diferencia Máxima		0.8	Diferencia Máxima		0.9
	Error Máximo Permissible		± 3.0	Error Máximo Permissible		± 3.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0.4	0.1		10,000	0.4	0.1	0.0
2		10	0.9	-0.4		10,000	0.4	0.1	0.5
3	10 g	9	0.1	-0.6	10,000	10,000	0.6	-0.1	0.5
4		10	0.3	0.2		9,999	0.2	-0.7	-0.9
5		10	0.5	0.0		10,001	0.7	0.8	0.8
						Error máximo permisible			± 3.0

\* Valor entre 0 y 10g

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0192 - 2022

Página 4 de 4

#### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (±g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.4	0.1						
20	20	0.4	0.1	0.0	20	0.5	0.0	-0.1	1.0
100	100	0.6	-0.1	-0.2	100	0.6	-0.1	-0.2	1.0
500	500	0.2	0.3	0.2	500	0.5	0.0	-0.1	2.0
1,000	1,000	0.8	-0.3	-0.4	1,000	0.6	-0.1	-0.2	2.0
5,000	5,000	0.5	0.0	-0.1	5,000	0.9	-0.4	-0.5	3.0
10,000	10,000	0.6	-0.1	-0.2	10,000	0.5	0.0	-0.1	3.0
15,000	15,000	0.9	-0.4	-0.5	15,000	0.2	0.3	0.2	3.0
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.2	20,000	0.6	-0.1	-0.2	3.0
25,000	25,000	0.7	-0.2	-0.3	25,000	0.5	0.0	-0.1	3.0
30,000	30,001	0.8	0.7	0.6	30,001	0.8	0.7	0.6	3.0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(0.3101667 \text{ g}^2 + 0.0000000087 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000085 \text{ R}$

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	04564-2022
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	200 °C
Marca	ARSOU GROUP
Modelo	HR701
Número de Serie	202042
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE MUESTRAS

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 200 °C	30 °C a 200 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-05-16

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES





CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LT - 084 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

**6. Método de Calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

**7. Lugar de calibración**

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0363
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

#### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.7 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se se teo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
T.PROM	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
T.MAX	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
DTT	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.4	19.1
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	11.3
Estabilidad Medida (±)	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	11.3

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
 T.MAX : Temperatura máxima.  
 T.MIN : Temperatura mínima.  
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623  
 ☎ 913 028 624

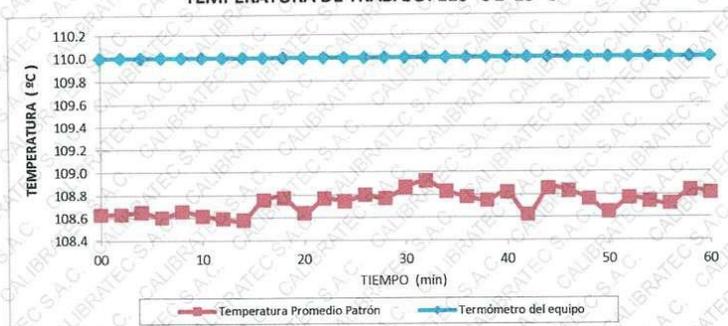
📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ comercial@calibratec.com.pe  
 🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

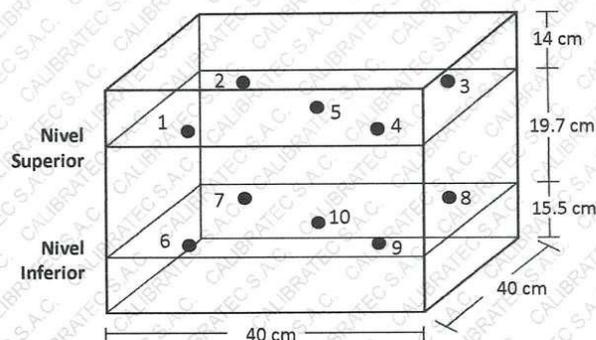
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



**Anexo 4.****Panel Fotográfico****Identificación de las zonas de muestreo.****Figura 23**

*Vista de tramo crítico en el camino vecinal Ambato Santa Clara*



*Nota.* Toma personal, la figura anterior podemos observar uno de los puntos más críticos del camino vecinal Ambato Santa Clara.

**Figura 24**

*Vista de un tramo del camino vecinal Ambato Santa Clara en mal estado*

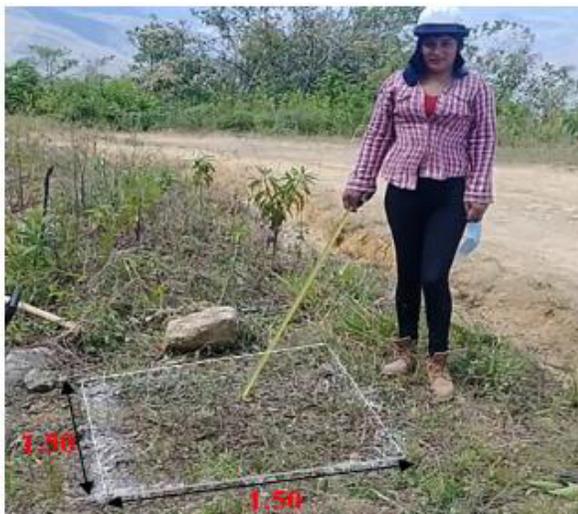


*Nota.* Toma personal

## Recolección de muestras de suelos en campo

### Figura 25

*Marcación del área que se excavo para la calicata 01*



*Nota.* Toma personal, en la figura 30 observamos que se ha marcado el área para excavar la calicata 01 donde tiene las dimensiones de 1.50 m por cada lado.

### Figura 26

*Medición de profundidad*



*Nota.* Toma personal, en la fotografía podemos observar que se está midiendo la profundidad de excavación que se tiene para extraer muestras de suelo.

**Figura 27**

*Muestras extraídas en la calicata 02*



*Nota.* Toma personal, observamos las muestras que se han extraído de la calicata 02.

**Figura 28**

*Toma de muestras en la calicata 04*



*Nota.* Toma personal, observamos las muestras extraídas de la calicata 04 colocadas en bolsas para los ensayos de caracterización.

**Figura 29**

*Obtención de las muestras calicata 03*



*Nota.* Toma personal, observamos que se está midiendo la profundidad de la calicata 03 para extraer las muestras de suelo para los ensayos de caracterización.

**Figura 30**

*Cal y suelo a emplear en el laboratorio*



*Nota.* Toma personal, en la figura se observa las muestras de suelo y la cal de obra para realizar los ensayos en el laboratorio.

## Ensayos del laboratorio

### Análisis Granulométrico

#### Figura 31

*Tamizado granulométrico*



*Nota.* Toma personal

#### Figura 32

*Muestra retenidas en los tamices*



*Nota.* Toma personal

## Límite Líquido

### Figura 33

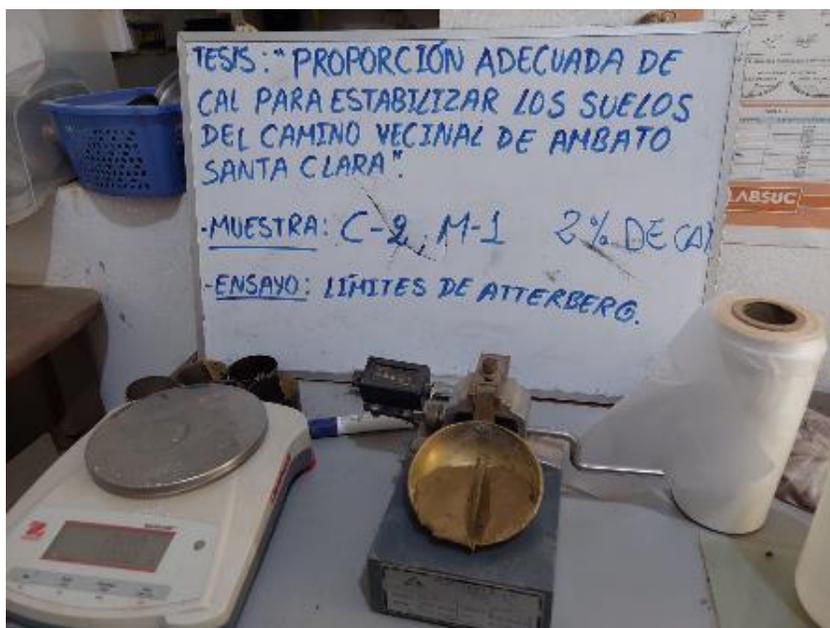
*Incorporación de cal*



*Nota.* Toma personal

### Figura 34

*Ranura realizada a la pasta de suelo*



*Nota.* Toma personal

**Figura 35**

*Colocación de una parte de suelo en un envase.*



*Nota.* Toma personal

### Límite plástico

**Figura 36**

*Realización de cilindros con muestra preparada*



*Nota.* Toma personal

**Figura 37**

*Colocación de los cilindros de suelo con cal en recipientes*



*Nota.* Toma personal

### Contenido de humedad

**Figura 38**

*Retirando las muestras del horno para luego registrar su peso*



*Nota.* Toma personal

## Proctor modificado

### Figura 39

*Cuarteo y toma de muestras*



*Nota. Toma personal*

## Ensayo de CBR

### Figura 40

*Lectura de penetración*



*Nota. Toma personal*

## Anexo 5

### Ficha técnica de la cal utilizada

#### Figura 41

*Ficha técnica de la cal utilizada para la realización de ensayos*




**Ficha Técnica: Cal de Obra**

Sku Promart: 16861  
 Sku Proveedor: KRL27  
 Departamento: Agregados  
 Descripción del Producto: Cal de Obra bolsa x 2 kg.

**1. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE COMPONENTES**

- . Composición: Hidróxido de calcio 10 – 12 %
- . Uso: Se utiliza principalmente para EL TRATADO DE LA TIERRA COMO BASE PARA LA CONSTRUCCION, y en el tratamiento de las materias orgánicas de silos, y similares como son los rellenos sanitarios.

**2. CLASIFICACIÓN DE RIESGO**

**Peligros para la salud humana**

- . Inhalación: Inhalar habitualmente grandes cantidades de polvo inerte, como el de la cal, durante largos periodos de tiempo, aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades pulmonares.
- . Piel: La cal de obra, en caso de un contacto prolongado sin la protección adecuada, puede tener un efecto irritante sobre la piel húmeda (debido a la transpiración o a la humedad del ambiente). El contacto prolongado, sin la protección adecuada, con la cal de obra seco, puede provocar otros efectos cutáneos como agrietamiento o quemaduras por alcalinidad sin síntomas previos. Un contacto excesivamente prolongado y repetitivo del cemento húmedo pastado con la piel podría causar dermatitis de contacto.
- . Ojos: El contacto directo de la cal de obra (húmedo o seco) con los ojos sin la protección adecuada, puede provocar lesiones graves y potencialmente irreversibles.

**3. EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS**

- . Inhalación: Trasladar a la persona a un sitio donde pueda respirar aire fresco. Beber agua para limpiar la garganta y sonarse la nariz para eliminar el polvo. Buscar asistencia médica si los síntomas persisten.
- . Piel: Si la cal de obra está seca, eliminar el máximo posible y después lavar abundantemente con agua. Si la cal de obra está húmeda, lavar abundantemente con agua. Quitar y lavar a fondo las prendas, calzado, relojes, etc., manchados antes de volver a utilizarlos. Solicitar asistencia médica siempre que se produzca irritación o quemadura cáustica.
- . Ojos: No frotarse los ojos para evitar daños de la córnea. Enjuagar inmediatamente con abundante agua (si es posible usar suero fisiológico 0,9% NaCl), para eliminar todas las partículas y consultar a un oftalmólogo.
- . Ingestión: No provocar el vómito. Si la persona está consciente, enjuagar la boca para eliminar el material o polvo, darle de beber abundante agua y consultar inmediatamente a un médico.

---

*Nota.* Descargado de la página web de Promart