



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con cenizas de hoja de chala  
y alfalfa en Av. Las Lomas, Lima – 2023

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

**Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Cabrera Flores, Jazmin Laydi Isabel ([orcid.org/0000-0002-3092-4402](https://orcid.org/0000-0002-3092-4402))

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-4136-7189](https://orcid.org/0000-0002-4136-7189))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA — PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

El presente informe va dedicado a mi madre Isabel a quien adoro y amo con toda mi vida, que de no haber sido por ella no habría logrado llegar hasta el punto donde me encuentro actualmente que es altamente favorable para concluir mi carrera, también a mi hermana menor Jeraldine por sus palabras de aliento y compañía en los momentos felices como difíciles, cabe resaltar que parte importante de este proceso fueron mis abuelos Serafin y Neupina quienes me inculcaron desde pequeña los valores y principios al igual que me brindaron su amor incondicional que aunque ya no se encuentren presente físicamente sé que desde el cielo me cuidaran siempre y a mi Dr. Alberto Linares quien fue parte fundamental en mi crecimiento desde infante cuidando de mi desarrollo y salud .

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, quiero darle gracias a Dios porque en todo momento me guio por el buen camino llenándolo de bendiciones al mismo tiempo darle las Gracias a mi madre porque nunca me abandono en los momentos desagradables que la hice pasar por mi irresponsabilidad brindándome sus consejos, apoyo y amor inmenso para poder seguir mejorando día a día en cada aspecto, por ello también otorgarle las gracias a mi pequeña hermana quien en cada mal momento lo convertía en un momento de felicidad logrando sacar mi mejor versión protectora, leal e incondicional, darle mis gracias infinitas a mis abuelitos quienes añoro su presencia hasta el día de hoy quienes les agradezco por haber participado en mi educación y convertirme así en una mujer de bien dejándoles en claro que siempre los llevare presente en mis pensamientos y corazón. Además, por el apoyo incondicional que recibí desde mi corta edad por parte de mi tía Hilda y mis padrinos la familia Palomino Montoya quienes quiero y aprecio. Por otra parte, agradecer mi asesor el Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana por su constante orientación y paciencia al desarrollo de esta presente investigación.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con cenizas de hoja de chala y alfalfa en Av. Las Lomas , Lima – 2023", cuyo autor es CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI ISABEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 01 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 09389936 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 01- 12-2023 16:34:23

Código documento Trilce: TRI - 0676650



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI ISABEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con cenizas de hoja de chala y alfalfa en Av. Las Lomas , Lima – 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
JAZMIN LAYDI ISABEL CABRERA FLORES <b>DNI:</b> 73575158 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3092-4402	Firmado electrónicamente por: LCABRERAFL23 el 01- 12-2023 17:43:51

Código documento Trilce: TRI - 0676648

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2 Variables y operacionalización.....	26
3.3. Población, muestra y muestreo.....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5. Procedimientos.....	30
3.6. Método de análisis de datos.....	33
3.7. Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	73
VII. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de tipos de suelo correlacionados por ASSHTO y SUCS.....	16
Tabla 2.	Clasificación de índice de plasticidad por suelo.....	18
Tabla 3.	Categorías en Sub-rasante.....	20
Tabla 4.	Parámetros empleados por el método ASSHTO 93 para el diseño..	22
Tabla 5.	Variabilidad del tiempo para el diseño.....	22
Tabla 6.	Configuración de ejes.....	23
Tabla 7.	Relación de cargas por eje para (EE) en Pavimento flexible.....	23
Tabla 8.	Detalle de productos.....	35
Tabla 9.	Detalle de dosificación.....	35
Tabla 10.	Datos resumen granulométrico - C1, C2 y C3.....	37
Tabla 11.	Datos resumen de granulometría - C1, C2 y C3.....	37
Tabla 12.	Datos resumen de contenido de humedad patrón - C1, C2 y C3. ....	39
Tabla 13.	Datos resumen de contenido de humedad con adición - C1 y C2... ..	40
Tabla 14.	Datos resumen en límites de consistencia patrón – C1, C2 y C3.....	42
Tabla 15.	Datos resumen de (LL), (LP) e (IP) - C1 y C2.....	43
Tabla 16.	Clasificación del suelo por AASHTO y S.U.C.S.....	45
Tabla 17.	Datos resumen de (OCH) y (MDS) - C1 y C2.....	47
Tabla 18.	Datos resumen del ensayo CBR C1 y C2.....	50
Tabla 19.	Datos de conteo vehicular.....	53
Tabla 20.	Análisis de tráfico vehicular.....	55
Tabla 21.	Calculo del MR y CBR por metodología ASSHTO 1993.....	55
Tabla 22.	Diseño de pavimento flexible con muestra inicial de C.N°1.....	56
Tabla 23.	Tabla de espesores del Diseño de Pavimento flexible con la muestra Inicial.....	56
Tabla 24.	Tabla de espesores del Diseño de Pavimento flexible incorporando en las distintas proporciones CHC + CHA.....	57
Tabla 25.	Diseño de pavimento flexible con muestra inicial de C. N°2.....	58
Tabla 26.	Tabla de espesores del Diseño de Pavimento flexible con la muestra Inicial C.N°2.....	58
Tabla 27.	Tabla de espesores del Diseño de pavimento Flexible C.N°2 incorporando en proporción CHC + CHA.....	59
Tabla 28.	Tabla de resumen espesores del Diseño de Pavimento flexible en C.N°1 – C.N°2.....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1.	Hojas de Chala .....	12
Figura 2.	Hojas de Alfalfa.....	13
Figura 3.	Ensayo de Proctor Modificado.....	18
Figura 4.	Determinación OCH y MDS - material virgen .....	19
Figura 5.	Estructura del diseño de pavimento flexible. ....	21
Figura 6.	Ecuación fundamental para el diseño de pavimento flexible .....	22
Figura 7.	Procedimiento.....	31
Figura 8.	Ubicación del proyecto.....	34
Figura 9.	Ensayo de granulometría en laboratorio.....	36
Figura 10.	Diagrama resumen de granulometría-C1, C2 y C3.....	38
Figura 11.	Ensayo de contenido de humedad en laboratorio.....	39
Figura 12.	Diagrama resumen de contenido de humedad patrón-C1, C2 y C3.....	40
Figura 13.	Diagrama resumen de Contenido de Humedad-C1 y C2 .....	41
Figura 14.	Ensayo de Límites de consistencia en laboratorio .....	42
Figura 15.	Diagrama resumen de Límites de consistencia patrón-C1, C2 y C3..	43
Figura 16.	Diagrama resumen de (LL), (LP) e (IP) - C1.....	44
Figura 17.	Diagrama resumen de (LL), (LP) e (IP) - C2.....	44
Figura 18.	Ensayo de Proctor modificado en laboratorio.....	46
Figura 19.	Diagrama resumen de (OCH)-C1 y C2.....	47
Figura 20.	Diagrama resumen de (MDS)-C1 y C2.....	48
Figura 21.	Ensayo de CBR en laboratorio. ....	49
Figura 22.	Diagrama de resumen del ensayo CBR-C1 y C2. ....	50
Figura 23.	Estructura del pavimento flexible.....	52
Figura 24.	Diagrama de resumen de espesores de C.N°1 – C.N°2 con dosificaciones.....	60
Figura 25.	Diagrama resumen de (LL), (LP) e (IP) - antecedente.....	63
Figura 26.	Diagrama resumen de (LL), (LP) e (IP) - C2-Propio. ....	64
Figura 27.	Diagrama resumen de (OCH) - antecedente .....	65
Figura 28.	Diagrama resumen de (OCH)-propio - C1 y C2.....	66
Figura 29.	Diagrama resumen de (MDS) - antecedente.....	67
Figura 30.	Diagrama resumen de (MDS) - C1 y C2 propio.....	68
Figura 31.	Diagrama de resumen del ensayo CBR - antecedente.....	69
Figura 32.	Diagrama de resumen del ensayo CBR - propio-C1 y C2. ....	70



Figura 33. Diagrama de resumen de espesores con dosificación – antecedente.....	71
Figura 34. Diagrama de resumen de espesores de C.Nº2 con dosificaciones. .	72

## RESUMEN

En la presente investigación se adquiere como objetivo, dimensionar como influye la integración de cenizas de hoja de chala y alfalfa para el diseño y mejoramiento de la sub-rasante en las propiedades del pavimento en la Av. Las Lomas, Lima-2023. La metodología tiene como tipo aplicada, de nivel explicativo, contando con un diseño de investigación cuasi-experimetal y su enfoque es cuantitativo. La población abarca el 0.5Km de la Av. Las Lomas implicando la muestra de tres calicatas. Logrando señalar los resultados la influencia de la muestra inicial y el incremento que se genera al incorporar la proporción de cenizas de chala y alfalfa, generando un incremento en la resistencia de las propiedades mecánicas de la sub-rasante, para los ensayos de M.D.S, O.C.H y CBR al 95% y 100% extraídos a través de la muestra inicial (1.834 gr/cm<sup>3</sup>; 12.37%; 5.5,9.7%), (1.817 gr/cm<sup>3</sup>; 12.48%; 6.7,12.0%) 3% CHC + 2% CHA (1.834 gr/cm<sup>3</sup>; 12.77%; 5.5,9.7%), (1.820 gr/cm<sup>3</sup>; 12.38%; 6.7,12.0%) 5% CHC + 3% CHA (1.835gr/cm<sup>3</sup>; 12.79%; 5.5,9.7%), (1.815 gr/cm<sup>3</sup>; 12.35%; 6.7,12.0%) y 7% CHC + 5% CHA (1.837 gr/cm<sup>3</sup>; 12.77%; 5.5,9.7%), (1.818 gr/cm<sup>3</sup>; 12.37%; 6.7,12.0%) en el orden mencionado, por otro parte con relación a las propiedades físicas para las C.N°1, C.N°2 y C.N°3 es del 7% para las tres calicatas. Posterior a los resultados obtenidos se concluye en la presente investigación demostrar que al producir la incorporación de las cenizas de hoja de chala y alfalfa en proporción de (5%CHC + 3%CHA) al suelo natural contribuye de forma positiva en las propiedades de la sub-rasante

**PALABRAS CLAVE:** Sub-rasante, cenizas, hojas de chala y alfalfa, pavimento y espesores.

## ABSTRACT

The objective of this research is to determine how the integration of chala leaf ash and alfalfa for the design and improvement of the subgrade influences the properties of the pavement on Av. Las Lomas, Lima-2023. The methodology is applied, explanatory level, with a quasi-experimental research design and its approach is quantitative. The population covers 0.5 km of Av. Las Lomas, involving the sample of three pits. The results were able to highlight the influence of the initial sample and the increase generated by incorporating the proportion of chala and alfalfa ash, generating an increase in the resistance of the mechanical properties of the subgrade, for the M.D.S, O.C.H tests. and CBR at 95% and 100% extracted through the initial sample (1,834 gr/cm<sup>3</sup>; 12.37%; 5.5,9.7%), (1,817 gr/cm<sup>3</sup>; 12.48%; 6.7,12.0%) 3% CHC + 2% CHA (1,834 gr/cm<sup>3</sup>; 12.77%; 5.5,9.7%), (1,820 gr/cm<sup>3</sup>; 12.38%; 6.7,12.0%) 5% CHC + 3% CHA (1,835gr/cm<sup>3</sup>; 12.79%; 5.5,9.7% ), (1.815 gr/cm<sup>3</sup>; 12.35%; 6.7,12.0%) and 7% CHC + 5% CHA (1.837 gr/cm<sup>3</sup>; 12.77%; 5.5,9.7%), (1.818 gr/cm<sup>3</sup>; 12.37%; 6.7, 12.0%) in the aforementioned order, on the other hand in relation to the physical properties for C.N°1, C.N°2 and C.N°3 it is 7% for the three pits. After the results obtained, the present investigation concludes that by producing the incorporation of chala and alfalfa leaf ashes in proportion of (5% CHC + 3% CHA) to the natural soil, it contributes positively to the properties of the sub-grade.

Keywords: Subgrade, ashes, chala and alfalfa leaves, pavement and thicknesses.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, se tiene de conocimiento que distintos países producen grandes proyectos en la industria de la construcción ya sea desde un proyecto inicial o mejoras que van entorno al concreto, por lo cual en los proyectos mayormente efectuados son de pavimentación siendo el de mayor uso el pavimento flexible puesto que los suelos deben mantener el cumplimiento de distintas características como normativas y criterios básicos de calidad con el fin de brindar un proyecto con garantía y durabilidad donde sus propiedades físicas y químicas influyan de manera favorable en su consistencia, buscando hallar la congruencia de los estándares nacionales e internacionales, ante la realidad económica y ambiental que solicitan como requisito el empleo de nuevos métodos y materiales con finalidad de mejoramiento de los suelos, brindando así la adición de productos con un desarrollo mejorado en las propiedades físicas, comportamiento y durabilidad que se busca alcanzar en el presente.

En Colombia según (CAMELO, y otros, 2021 pág. 16) El deterioro de las estructuras de pavimento en la longitud de su ciclo de vida es el efecto del impacto continuo de las cargas aplicadas, el mantenimiento inadecuado, la baja condición de los materiales utilizados, la mala ejecución del proceso constructivo, los defectos de diseño estructural, las fijaciones y los cambios climáticos que afectan el nivel de operación. carretera, como comodidad, seguridad y soporte de carga. La evaluación de la fuente del deterioro y daño en el pavimento siendo una contribución importante al diseño de mantenimiento y renovación de estructuras, lo que mejora el nivel de función a un nivel aceptable de confort, seguridad inclusive extiende su vida útil. El uso de un modelo de predicción de la degradación del pavimento se justifica porque permite diagnosticar indirectamente el deterioro gradual del pavimento año a año, estimar los costos de mantenimiento y restauración del pavimento e identificar las posibilidades de restauración.

Por ello, en Colombia se promueve el uso de aditivos de cenizas volantes dando un aporte óptimo impulsando el uso de desechos tóxicos, con el propósito de disminuir el impacto ambiental, al igual que la emisión de gases que genera la construcción de pavimentos, de la mano se pudo observar un mayor rendimiento

del pavimento flexible, implementando materiales residuales y aportando mayor resistencia a la subrasante.

A nivel nacional, el Perú en el presente, ha tenido un incremento económico de consideración en distintas áreas, pero este no se evidencia en la construcción de infraestructuras viales, por lo tanto, es que en la actualidad diversas comunidades se vean afectadas. Ya que, no se genera un aumento del desarrollo libre de diferentes provincias, no solo a nivel de comunicación entre zonas, sino también se ve perjudicado el área de comercio, impidiendo de esta manera el intercambio sociocultural. Distintos distritos y provincias presentan diferentes fallas en la infraestructura vial, esto se debe a que el país es rico en diversidades de suelos, por lo que, si no se realiza el respectivo estudio de suelos y el debido procedimiento constructivo, se repetirán constantemente las fallas. (MAMANI, y otros, 2023, pág. 12) no informa que en su estudio en una localidad particular que es sometida a altas temperaturas volubles encontradas en San Román – Puno y cuenta con una superficie inestable ya que contiene deformaciones y hundimiento, por otra parte dicha localidad cuenta con recursos vegetales que se dan uso en las estructuras como el ichu que mayormente lo emplean en la elaboración de adobes siendo este vegetal abundante en su localidad y la coca que contiene calcio además de ser propia de la región por lo que se propone como solución a su déficit de infraestructura vial por lo que se establece como hipótesis en la investigación el análisis de medida influyente en las propiedades de subrasante generada por la incorporación en cenizas de ichu y cenizas de hoja de coca realizado al generarse la comparación de estos dos productos se determina que a medida se ocasiona el acrecentamiento en la dosificación se visualiza el aumento a la resistencia de capacidad de soporte y fuerza de resistencia a la que se somete por la compresión simple además de verificarse la disminución en máxima densidad seca conforme a los parámetros de un suelo óptimo es por ello que se llegó a la conclusión que entre estos dos elementos es mejor la adición de cenizas de hoja de coca al 9% de porcentaje de dosificación ya que no solo proporciona mejoría en las propiedades mecánicas también mejoraría las propiedades físicas.

A nivel regional, contemplando que en el rubro de construcción no se frecuenta usar aditivos naturales, como se propone en esta investigación el implementar la

usabilidad de hojas de Chala y alfalfa incorporándolo en la mejora del diseño del pavimento flexible en Av. Las Lomas, Lima – 2023, por falta de investigación de este aditivo natural en conjunto, que lograría atribuir considerablemente el planteamiento de la estabilización en la sub-rasante para un pavimento flexible y también ayudaría con el empleo de residuos orgánicos puesto que en este distrito abunda el comercio constante en todas las distintas temporadas del año siendo un producto abundante a nivel nacional y regional considerando que es un producto adquisitivo hasta para las regiones andinas puesto que sobrevive a bajas y altas temperaturas de clima en zonas tropicales, andinas y costeras por lo que se tiene de conocimiento que Carabayllo siendo un distrito colindante con la provincia distrital altoandina de Canta abarca un alto alcance ambos productos ya que es producido por la mayoría de agricultores por su comercialidad y utilidad diaria en la alimentación de animales herbívoros en los cuales también se considera al ganado vacuno.

(PASACHE, y otros, 2022, pág. 10) nos informa que en su estudio en el distrito de Carabayllo hay un deterioro en la pavimentación en Av. Rosales que a medida del tiempo incrementan los daños por distintos factores como el déficit en la compactación de campo, incrementó de cargas, fallas en el diseño, falta de mantenimiento, entre otros. Es por ello que en la actualidad se emerge técnicas innovadoras para la elaboración de un diseño de pavimentación que contenga la durabilidad y calidad necesaria es por ello que se propone como solución generar la prioridad de estabilización de la subrasante adicionando de forma dosificada la fibra de vidrio y ceniza de chala donde sus propiedades tienen las cualidades óptimas por un aguante máximo conteniendo resina y sílice logrando así aportar la mejoría a la subrasante, puesto que en la localidad se encuentra un suelo mixto la cual es expuesta a soportar cargas vehiculares contando con una subrasante con desnivelación y mal estado además que sus superficies de calles no se adhieren a suministros o servicios que ameriten que deban ser entregados al público, por lo cual se concluyendo que al alcanzar la mejoría de la subrasante con estos aditivos, con su debida proporción se conseguirá reducir su índice de plasticidad y porcentaje de humedad incrementando su capacidad portante.

De modo que, surge el problema general: ¿En qué manera repercute la incorporación de cenizas de hojas de chala y alfalfa en el diseño y mejoramiento en la subrasante del pavimento flexible en Av. Las Lomas, Lima – 2023? Por otro lado, se exponen los problemas específicos: ¿De qué modo influye la incorporación de cenizas de hojas de alfalfa en las propiedades físicas para el diseño y mejoramiento en subrasante del pavimento flexible en Av. Las lomas, Lima – 2023?; ¿En qué manera repercute la incorporación de cenizas de hojas de chala en las propiedades mecánicas para el diseño en subrasante del pavimento flexible en Av. Las lomas, Lima – 2023?; ¿En qué manera repercute la adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa en el diseño del pavimento flexible en Av. Las lomas, Lima – 2023?; ¿Que dosificación de cenizas de hojas de Chala y alfalfa será apropiado para el diseño y mejoramiento en subrasante del pavimento flexible en Av. Las lomas, Lima – 2023?

Por ello, tenemos La justificación teórica, indica el requerimiento realizar de pruebas de laboratorio para establecer la cantidad óptima de aditivos que serán usados para la obtención en el mejoramiento de los resultados en cuanto a la estabilidad del suelo y de esta manera identificar nuevas reacciones del suelo. La justificación técnica nos permite reconocer la influencia que tendrían las hojas de chala y las hojas de alfalfa en la estabilización del suelo, realizando las pruebas pertinentes podremos obtener resultados donde denotará si alcanzo un CBR optimo comprobando que el aditivo natural busca la mejora de las características del pavimento flexible. También tomamos en cuenta la justificación social que propone tener mejoras en las propiedades mecánicas del pavimento flexible, buscando darle una solución a las fallas constantes que suelen presentar en la vida del pavimento flexible, afectando a la población, Este análisis se realiza de acuerdo a cada norma técnica establecida. Por otro lado, la justificación metodológica de la presente investigación demanda presentar la importancia dando uso al aditivo natural hoja de chala, para la estabilización del suelo y generar la mejora de la infraestructura vial. Los problemas persisten en el deterioro que existe en la zona urbana, como grietas, hundimientos, etc., se deben a la mala práctica de procedimientos, por ello es fundamental la investigación con respecto al uso del aditivo natural hoja de chala y alfalfa para observar que mejora presenta el pavimento flexible. La presente investigación cuenta con justificación ambiental, en la actualidad se busca reducir

## II. MARCO TEÓRICO

Para la formulación de la siguiente investigación, se revisó la diversidad de formación que realizaron tiempo atrás, por ello tenemos como antecedentes internacionales: (CAÑAR, 2018) realizó una investigación con el objetivo hallar el efecto de estudio comparativo en la resistencia del corte y estabilización de sub-rasante en combinación con cenizas de carbón, aplicando el método experimental, de enfoque cuantitativo. Donde tuvieron como resultado fue demostrar que la adición de cenizas de carbón regenerado con una dosificación de 20%, 23% y 25% se produjo un mejoramiento en la sub-rasante generando la estabilización en suelos areno finos con un porcentaje de OCH. 13.40% en MDS. con un porcentaje de  $1.550 \text{ gr/cm}^3$  y un CBR 15.30% en comparación a un suelo arcilloso que cuenta con porcentaje de OCH 26.60%, en MDS con un porcentaje de  $1.300 \text{ gr/cm}^3$  y un CBR 9.3% que permite la adecuada resistencia al corte por lo cual se menciona en los resultados que deben ser de valor superior a los datos iniciales. Por ello se concluyó que, en su ensayo de laboratorio tras los datos obtenidos se aprecia que al incorporar las cenizas de carbón se genera un CBR óptimo superando al porcentaje normal teniendo contenidos de humedad vasto conservando su MDS, con la adición del porcentaje de 25% en cenizas de carbón se logra un valor mayor de CBR logrando considerarse como una sub-rasante de buen rango adquiriendo la optimización de estabilización de suelos superando una categoría mala a regular.

(GALINDO, y otros, 2019) realizó una investigación que tuvo como objetivo dimensionar la propiedad física, mecánico en la estabilización de la sub-rasante integrando cenizas de bagazo de caña de azúcar en la cantera la Caima. Utilizando el método descriptivo con énfasis comparativo. Donde tuvieron como resultado porcentaje óptimo de mejora ante la conducta a la resistencia de diseño con la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar al 25%, 50% y 75% se produjo un mejoramiento en la sub-rasante generando la estabilización del suelo con un porcentaje de OCH 8.6% en MDS con un porcentaje de  $2.028 \text{ gr/cm}^3$  y un CBR 86% ya que es cercano a los límites en rango al 90% - 100%. Por ello se concluye que esto genera una mejoría en la resistencia al hundimiento e desgaste de la pavimentación al incrementar cenizas de (BCA) siendo un producto factible para adquirir la mejoría de la sub-rasante contando con costo cómodo de adquisición, en la nueva cadena de producción no es necesario utilizar materiales prestados,



por el contrario, el empleo de diseño de pavimento tradicional es adecuado para ejecutar ampliamente para mejoría del suelo en ingeniería, debido a su proceso de adquisición complejidad de producción y costo.

(BONILLA, y otros, 2019) realizaron una investigación con el objetivo general de estimar la naturaleza mecánica de las mezclas de materiales granulares definidos con cemento Portland y ceniza de bagazo (CBCA) para la estabilización de la subrasante. Aplicaron el método Exploratorio. Tuvieron como resultado la determinación del tamaño de partícula del suelo. Con esta disposición, las granulometrías identificadas pueden clasificarse según el porcentaje en peso retenido en cada apertura de la criba, con valores de 40,6 grava, 47,7 arena y 11,7 finos, pasando por el (Cu) coeficiente de uniformidad de 0,16 y a través del (Cc) coeficiente de curvatura de 12.09 da aspecto de la repartición de la dimensión de partícula. Con estos datos calculados, es posible la distribución conforme a lo que manifiesta el (S.U.C.S). Llegaron a la conclusión que Los mejores porcentajes positivos son 97, 95, 93, cemento es 2.25, 3.75 y 5.25 Agregar ceniza de bagazo 0.75, 1.25 y 1.75, Cualquiera de estas mezclas mejora la estabilidad del cemento. En este material granular, mediante compactación.

Como antecedentes nacionales tenemos a: (PASACHE, y otros, 2022) mantuvo como objetivo general evaluar a nivel de subrasante mediante la agregación de ceniza de fibra de vidrio y ceniza de chala, el método aplicado fue experimental, experimento cuasi-nivel, el nivel de interpretación Los resultados son: el CBR del suelo natural es el siguiente: Calicata 1 = 95%, calicata 2 = 18.20% y calicata 3 = 7,5%, mientras que la mezcla resultante de suelo y ceniza aumenta al 18% calicata 1, 20,5 % calicata 2 y 22.2% calicata 3, por lo que su porcentaje de expansión disminuyó de 3.82% a 2.24% calicata n°1, de 3.74% a 2.29% calicata n°2, y calicata n°3 de 4.09% a 1.58%, al comparar la tabla en la sección del manual vial de Suelos y Pavimento en conclusión, manifiesta que los resultados son aceptables.

(ESPINOZA, y otros, 2023,) nos indica en su estudio de adición con cenizas de caimito y humarí que el objetivo general es analizar el impacto al añadir ceniza de hojas de caimito y humarí en la subrasante para su estabilización. La metodología aplicada es el diseño experimental, contando con un enfoque cuantitativo y de nivel explicativo. Como resultado indicó que al agregar CHC y CHH en cantidad

dosificada entre 1%, 2%,3% y 4% el índice de plasticidad en C-1, C-2 y C-3, no fueron alteradas; el OCH en la Calicata 1, 2 y 3, disminuyeron en cantidad de: (4.76%,8.16%), (13.93% ,16.96%) y (7.64%, 12.10%), respectivamente. La MDS en Calicata 1, Calicata 2 y Calicata 3, ascendiendo en: (1,915 gr/cm<sup>3</sup>,1,922gr/cm<sup>3</sup>,1.936 gr/cm<sup>3</sup>) (1.887 gr/cm<sup>3</sup>,1.891 gr/cm<sup>3</sup>,1.899 gr/cm<sup>3</sup>), (1.816 gr/cm<sup>3</sup>,1.819 gr/cm<sup>3</sup>,1.826 gr/cm<sup>3</sup>) respectivamente. El CBR en la calicata 1, calicata 2 y calicata 3, al 100% y 95% de MDS, se incrementó en: (8.33%, 9.72%, 80.56%), (20%,53.75%,53.75%), (96%, 124%, 144.0%). Por lo cual en conclusión se define que al implementar cenizas de caimito y humarí impacta de manera positiva siendo la dosificación optima el 4% tanto para la mejora de las propiedades física-mecánica de la subrasante.

(MAMANI, y otros, 2023) indica en su investigación como objetivo general Analizar los beneficios mecánicos que aporta la incorporación de ceniza de hoja de coca y ichu en la subrasante para el pavimento. El método aplicado fue con enfoque experimental – cuantitativo de nivel explicativo obteniendo como resultado tras las evaluaciones elaboradas en laboratorio se determina los valores de dosificación en la incorporación de (CHC) y (CHI) serán 0%, 3%, 6% y 9% por lo que se determinó realizar el estudio de calicatas C-1,C-2, C-3 y C-4 correspondiendo a los resultados de clasificación ASSTHO y SUCS pobre, muy bueno, muy pobre, bueno contando el OCH en la Calicata 1,2, 3 y 4 (24.1%, 16.5%,21.7%,19.3%) respectivamente. La MDS en Calicata 1, Calicata 2 ,Calicata 3 y Calicata 4, ascendiendo en: ( 1.655 gr/cm<sup>3</sup>,1.729 gr/cm<sup>3</sup>,1.573 gr/cm<sup>3</sup>,1.482 gr/cm<sup>3</sup>) correspondiendo un CBR en la calicata 2, y 4, a un CBR optimo ya que superan el 6% para cada una de las muestras evaluadas, Por lo que se concluye acorde a la clasificación y porcentaje de CBR tras la toma de 4 calicatas se identificó que la mejor dosificación se obtuvo al adicionar 9,0% de (CHI)y(CHC) se obtiene la mejoría para la estabilización de la subrasante, por otra parte, se denota la máxima cantidad de soporte de resistencia resaltando como una buena opción económica la integración de las cenizas de cenizas de coca y ichu aplicada en la pavimentación arcillosa ya que proviene de un desecho agroindustrial común en nuestro país.

(DEZA, y otros, 2022) realizaron una investigación con el objetivo general de delimitar el efecto de la incorporación ceniza de hoja de maíz generando la

evaluación e identificación de las propiedades geotécnicas en la subrasante en la calle cinco perteneciente al asentamiento humano San Valentín – distrito Coisho en la región Ancash en un área de 4 800 m<sup>2</sup>. La metodología empleada fue de tipo aplicada, se proporcionaron diseños cuasi - experimentales, niveles de análisis y métodos cuantitativos. Como resultado, tras la toma de 3 calicatas se identificó que la mejor dosificación se obtuvo al adicionar 3,0% de (CHM), donde la IP se redujo de 9,4% a 5,5% y la OCH redujo de 13,3% a 10,1%. MDS aumentó de 1,75 gr/cm<sup>3</sup> a 1,851 gr/cm<sup>3</sup> y finalmente concluyó que CBR aumentó entre 4,51% - 14,01% a 95% MDS y de 6,5% a 21,24% a 100% MDS.

(LOCK, y otros, 2021) nos indica en su estudio de adición con cenizas de hojas de palta y mango que el objetivo general es analizar el impacto al añadir ceniza de hojas de palta y mango en la subrasante para su estabilización en pavimentación del valle San Rafael en Ancash. La metodología aplicada es el diseño experimental y enfoque cuantitativo. Como resultado indicó que al agregar CHP y CHM en cantidad dosificada entre 5%, 10% y 15% el índice de plasticidad en C-1, C-2, C-3 y C-4, no fueron alteradas; el OCH en la Calicata 1, 2 y 3, disminuyeron en cantidad de: (89.56%,88.02%,85.16%), respectivamente. La MDS en Calicata 1, 2, 3 y 4, ascendiendo en: (1.885gr/cm<sup>3</sup>) respectivamente. El CBR en la calicata 1, 2, 3 y 4, al 100% y 95% de MDS, se incrementó en: (7.5%, 12.2%, 14.5%,16%), (9.8%,15.2%,18.7%,20.8%), (11%, 19.6%, 25.5%,28%), (14.7%, 26.7%, 34%, 36.7%). Por lo cual en conclusión se define que al implementar cenizas de palta y mango impacta de manera positiva siendo la dosificación óptima el 15% tanto para la mejora de las propiedades de soporte resistencia en la subrasante.

En otros idiomas tenemos (MOREIRA, y otros, 2019) O objetivo deste estudo é substituir o peso do cimento por cinza de casca de arroz (CCR). A metodologia utilizada foi do tipo experimental. Os resultados apresentados foram obtidos por meio do teste DRX, granulometria a laser e B.E.T. realizado. e perda por ignição indicam que a sílica existe em estado cristalino com pouca amorfização (pouca estrutura amorfa), indicando que a cinza de casca de arroz analisada tem propriedades pozolânicas moderadas. em conclusão deste estudo foi estabelecer a cinza de casca de arroz como um resíduo útil que, se devidamente tratado, poderia ser usado para substituir parte do cimento em misturas de concreto e

fornecer uma razão sustentável para seu uso no setor de construção civil. era produzir.

(BANDARA, y otros, 2020) the objective of the article in order to determine the suitability of the aforementioned industrial byproducts and/or their mixtures for usage as soil subgrade stabilizers in three specific weak soil types frequently found in Michigan, a laboratory analysis was undertaken on them. The methodology used was experimental. The findings show that for the three soil types examined, CKD or a combination of FA/LKD can be advised for long-term soil subgrade stabilization, while FA and LKD can be utilized in specific soil types as a short-term soil stabilizer.

(MANSILLA, y otros, 2020) the objective of the article the purpose of this study is to assess how Eucalyptus globulus bark fiber affects traditional concrete's compressive and flexural strengths. the methodology used was experimental. The findings show that, in contrast to other natural fibers, the traditional mechanical qualities have slightly decreased but are still workable. In samples containing 0.50% fiber relative to the weight of cement, this phenomenon is more obvious. Therefore, using Eucalyptus globulus bark fibers to reinforce mortar and concrete appears as an environmentally beneficial building alternative to recycle this industrial waste. The concrete compressive and flexural strength results were the most noteworthy findings of this investigation since the addition of natural fibers can significantly reduce concrete strength. When 0.5% of E. globulus bark fiber is added (relative to the weight of the cement), there is actually just a small drop in strength. As the reduction is less than the standard error, one of the outcomes also suggests that the strength difference cannot be regarded as significant.

Se tomaron en cuenta los siguientes artículos científicos (CASTRO, y otros, 2021) llevó a cabo la investigación con el objetivo de conocer los diferentes métodos de evaluación de pavimentos, puede comprender el daño típico y la vida útil de estos pavimentos y garantizar el mantenimiento adecuado cuando sea necesario. Se aplicó la metodología explicativa con un enfoque cualitativa. No se determina la población. Como resultado, como como paso inicial al desarrollarse el sistema de gestión de pavimentos, se demuestra la utilidad de las fórmulas de cálculo inverso en el análisis del estado de estructuras de pavimentos duros. Se define en conclusión que la atribución de la tecnología a los métodos tradicionales utilizados

para evaluar el pavimento permite reconocer de forma veloz y eficiente de las fallas inclusive el cálculo de severidad, y reduce el costo asociado con el uso de diferentes materiales. La evaluación IRI presenta diversas propuestas como que, además de ser gratuita, es muy útil el uso de una aplicación para el teléfono, que permite la evaluación de firmes de una manera fácil y económica. Los métodos predictivos a través de redes neuronales y SPSS permiten tener un modelo que incluye las principales superficies de las carreteras, la vida útil actual, los daños comunes, de modo que se puedan detectar o prevenir las fallas. Así como recomendar mejoras y acciones preventivas, especialmente en vías principales.

(CONDORI, y otros, 2021) desarrolla una investigación con el objetivo de efectividad en la determinación de las propiedades de resistencia de las fibras de sisal a dos tipos de arcilla. Se aplicó una metodología pre-experimental con un enfoque cuantitativo. Como resultado obtenemos que las muestras con 12 compactaciones por capa tuvieron una resistencia de 0.44 a 0.77 kg f/cm<sup>2</sup> y un contenido de humedad de 10.83% a 17.36%, y a diferencia de las muestras con 56 compactaciones, el incremento en las muestras con 25 compactaciones fue muy pequeño, donde se observaron incrementos de hasta 1.1 kg-f/cm<sup>2</sup>. Por ello se llegó a la conclusión que debido a que la humedad afecta la cohesión de los suelos finos, no existe un ángulo de fricción interna en el suelo. Por cada 100 g de hojas secas de eucalipto añadidas, la resistividad del suelo aumentó a 1,99 kg/cm<sup>2</sup> con un contenido de humedad en 14,24 % que disminuyó a medida que disminuye el número de hojas de eucalipto y aumentaba la humedad.

(FONSECA, y otros, 2020) realizaron su investigación con el objetivo donde se basan en los resultados asociados con las dosis de estabilizadores convencionales. La metodología empleada fue investigación documental examinando bibliografías publicadas Anteriormente. Se trabajó con un enfoque holístico. Teniendo como resultado que el uso de diferentes cantidades demuestra que existe un límite en la proporción de la parte estabilizadora del suelo, ya que al agregar más o menos para obtener una proporción óptima, se tiende a reducir la resistencia, entre otras cosas, es necesario determinar la cantidad de estabilizador a aplicar. Por ello se llegó a la conclusión donde se muestran los beneficios de las propiedades mejoradas de la arcilla después de la estabilización mediante la comparación de dos estudios de

casos que se han realizado y publican los ahorros en el uso de estabilizadores de suelos.

Como bases teóricas se tiene a la variable independiente como la ceniza de hoja de chala (CHC) buscando de alguna manera que esta propiedad genere una estabilización del suelo y mejor durabilidad, para evitar daños y fallas más adelante. Por lo tanto para dar viabilidad en esta variable se sujeta la investigación de apoyo que está basada en Cenizas de hoja de chala (PASACHE, y otros, 2022, pág. 39) nos indica que tras los estudios realizados de las cenizas de hoja de chala abarcan sustancias químicas de fibra y potasio que, al generar la mezcla con cenizas de otra planta y agua, forma una masa sedimentaria que ayuda al mejoramiento de la resistencia que se genera en el corte a la subrasante, sobre todo en suelos cohesivos.



**Figura 1.** Hojas de Chala

**Fuente:** (PASACHE, y otros, 2022, pág. 117)

(AMAT, 2022, pág. 43) aportan definiendo que la ceniza de chala se puede utilizar para la estabilización mecánica y química de los suelos. La estabilidad mecánica permite el llenado por su granulometría fina, rellenan los espacios entre los agregados gruesos que forman la arena y el sedimento, ayuda al perfeccionamiento de la resistencia a la compresión; al mismo tiempo, en la estabilización química,

puesto que el alto contenido en mineral lo transforma en un material adecuado para la adición en la subrasante.

En ese sentido en la segunda variable independiente se tiene la ceniza de hoja de alfalfa (CHA) indaga de alguna manera que esta propiedad genere una estabilización del suelo y mejor durabilidad, para evitar desgaste y deficiencia en un futuro. Por lo tanto para dar viabilidad en esta variable se sujeta la investigación de apoyo que está basada en Hojas de Alfalfa: (ROSALES, 2022 pág. 11) La alfalfa es un cultivo leguminoso con excelente potencial, puesto que sus hojas contienen una gran fuente de calcio, además de contener propiedades químicas de fósforo, hierro y sus cenizas oxido de silicio por lo que se busca con este producto reducir los gastos económicos brindando los mismos beneficios de un adiccionario artificial puesto que este producto es un cultivo permanente y abundante en distintas partes de nuestro país siendo mayormente conocido como alimento para animales bovinos. El área ecológica de la alfalfa suma en suelos costeros y laderas andinas ser uno de los cultivos mayormente predominante en la superficie peruana siendo producida hasta por 136 296 ha/productores.



**Figura 2.** Hojas de Alfalfa

**Fuente:** (ROSALES, 2022, pág. 149)

También (OSORIO, 2022, págs. 14-15) indica que Las cenizas son los restos de la cremación de materiales orgánicos, normalmente de color gris, este material contiene una gran cantidad de elementos inorgánicos y orgánicos que ayudan el mejoramiento las propiedades del hormigón.

Dosificación: (SANCHEZ, 2018, pág. 11) La dosificación de cenizas de plantas del pavimento se refiere al proceso de determinar la cantidad adecuada de cenizas para agregar a una mezcla de pavimento para lograr el rendimiento deseado y cumplir con los requisitos de diseño y rendimiento. El objetivo de la dosificación es obtener una mezcla homogénea y equilibrada que aporte las propiedades mejoradas que se buscan en las cenizas vegetales, como resistencia, durabilidad, estabilidad y capacidad portante.

Por consiguiente, en relación a las bases teóricas se sostiene como primera variable dependiente a el mejoramiento de suelo en la sub-rasante buscando hallar la calidad y durabilidad, para un diseño óptimo en la pavimentación. Por lo tanto, en esta variable se sujeta a la investigación como apoyo (GALINDO, y otros, 2019) realizó una investigación dimensionando la estabilización de la sub- rasante al incorporar cenizas de bagazo de caña de azúcar en la cantera la Caima. Donde tuvieron como resultado porcentaje óptimo de mejora el comportamiento de resistencia de diseño con la incorporación de (CBA) en porcentaje de 25%, 50% y 75% logrando adquirir el mejoramiento en la sub- rasante generando la estabilización del suelo contando con un CBR 86% ya que es cercano a los límites en rango al 90% - 100% esto genera una mejoría en la resistencia al hundimiento e desgaste de la pavimentación según lo requerido por el MTC en el capítulo IX teniendo en cuenta que la estabilización apta requiere de un porcentaje mayor al 6% en CBR, tras evaluar los ensayo que se requieren por normativa siendo un producto factible para adquirir la mejoría de la sub-rasante contando con costo cómodo de adquisición, en la nueva cadena de producción no es necesario utilizar materiales prestados, por el contrario, el empleo de diseño de pavimento tradicional es adecuado para ejecutar ampliamente la mejoría del suelo en ingeniería, debido a su proceso de adquisición complejidad de producción y costo; a continuación mencionaremos parte de los ensayos realizados para alcanzar una



estabilización óptima según los componentes que se lleguen adicionar en futuras investigaciones:

Análisis granulométrico con normativa NTP 339. 128 la cual nos menciona como obtener los datos tras el ensayo de tamizado, este ensayo es utilizado en diversos estudios como (FLORES, y otros, 2021, pág. 16) según dicha normativa se basa en la división de partículas a través de un juego de tamices deteniendo cierta cantidad de material en cada ranura de las mallas por la que atraviesa la muestra, logrando así obtener su tipo en clasificación de suelo. La distribución de material en este instrumento de mallas va de forma descendente para ejecutarse esta prueba se genera el zarandeo de la muestra suelo extraída del lugar de estudio que se desea realizar.

Clasificación de suelos con normativa NTP 339. 134 la cual nos indica como determinar el tipo de suelo tras el ensayo granulométrico respaldado por (FLORES, y otros, 2021, pág. 16) Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S) es un sistema de clasificación de tipo suelos manejado en geología y distintas obras de ingeniería sirviendo para detallar texturas como tamaños de la fracción de partículas que se hayan en el suelo. Por lo tanto, es aplicado a la mayor parte de materiales que no están aglomerados. Para clasificar el suelo, primero debe medirse por tamizado o de otra manera. El sistema SUCS clasifica el suelo según tres componentes principales: textura, grado de plasticidad y clasificación orgánica del suelo. Cada uno de estos componentes se identifica con un símbolo y una letra especiales. Este proporciona un enfoque sistemático para la clasificación del suelo y se usa ampliamente en la práctica geotécnica para evaluar las propiedades y la conducta que presenta el suelo en el diseño de obras y la ejecución de proyectos en infraestructura; (MAMANI, y otros, 2023, pág. 12) Se conoce que el nivel de suelo deber tener la resistencia suficiente para generar el apoyo en la estructura de pavimento soportando las cargas que se genera por el tránsito por lo que se produce una clasificación garantizando que la subrasante cumpla con los parámetros de diseño establecidos por el MTC. Conforme al Manual de Carreteras, en la sección de Geología, Pavimentos, Geotecnia y Suelos clasificando la subrasante en la metodología AASHTO 93. Las propiedades mecánicas de las cenizas volantes en pavimentos se refieren a propiedades relacionadas con su

comportamiento bajo carga y fuerza aplicada. Estas propiedades afectan la resistencia, la capacidad portante y la durabilidad del recubrimiento. Algunas propiedades mecánicas de la ceniza vegetal son: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, módulo de elasticidad, resistencia al desgaste. Estas propiedades mecánicas se evalúan mediante pruebas de laboratorio específicas, como pruebas de compresión, flexión y fatiga, para determinar la idoneidad de las cenizas vegetales para aplicaciones de pavimento duro. Es importante señalar que estas propiedades pueden variar dependiendo de las propiedades de la ceniza y su tratamiento, así como de las condiciones específicas del pavimento y del tráfico al que estará expuesto.

**Tabla 1.** Clasificación de tipos de suelo correlacionados por ASSHTO y SUCS

Clasificación de Suelos - ASSHTO	Clasificación de Suelos SUCS
A -1 - a	Gp, Gw, Gm, Sw, Sp, Sm
A - 1 -b	Gp, Gm, Sp, Sm
A-2	Gc, Gm, Sc, Sm
A-3	Sp
A-4	MI, CI
A-5	Mh, MI, Ch
A-6	Ch, CI
A-7	Mh, Oh, Ch

Fuente: (MTC, 2014 pág. 36)

Contenido de humedad con normativa NTP 339. 127 es un ensayo empleado para la determinación de humedad que contiene un suelo, la cual es aplicada en distintas investigaciones como (LORENZO, 2022, pág. 7), un solo sistema de clasificación de suelo (USC o Su) la cual nos menciona que es Sistema de clasificación diseñado basado en Casagrande Segunda Guerra Mundial. Con algunos cambios esto se confirma, más agencias gubernamentales en los Estados Unidos Se realizaron mejoras adicionales en 1952 y actual estandarizado según ASTM D 2487-93. Se usufructúa para trabajar en Estados Unidos y en la mayor cantidad del mundo. Activos geotécnicos distintos de carreteras y autopistas. Los suelos en el sistema

unificado se indican con dos símbolos alfabéticos: el primero tiene en cuenta los componentes principales del suelo y el segundo describe el testimonio sobre la curva de tamaño de grano o las características de plasticidad. Se refiere a la cantidad de agua relativa al peso o volumen del suelo. Es una propiedad importante que afecta el comportamiento de las propiedades del suelo y es elemental para el diseño de obras y la ejecución de proyectos en la rama de ingeniería teniendo como ejemplo la elaboración de cimientos, terraplenes y estructuras de contención. Por lo cual el contenido de humedad del suelo generalmente es representado por una cantidad de porcentaje, que se mide dividiendo la masa de agua que se encuentra en el suelo por el peso del suelo estado seco y multiplicando por 100.

Índice de Plasticidad con normativa NTP 339. 129 la cual nos indica como obtener los datos tras el ensayo de límites de consistencia respaldado por (FLORES, y otros, 2021, pág. 17) este ensayo también se le denomina técnicamente como límites de atterberg, donde se distingue la cantidad de limite líquido y cantidad de limite plástico, se obtiene dicho resultado a través de un ensayo en lo cual se emplea un porcentaje de material del lugar de estudio que atraviesa el tamiz N°40 aplicando una cantidad de humedad para convertir el material de forma trabajable logrando generar la prueba de rollo en la copa de Casagrande puesto a ello adquiriendo los datos de índice de plasticidad. En relación a lo mencionado (SHUAN, y otros, 2019, pág. 25) nos orienta, que es una medida utilizada en la caracterización de los suelos para evaluar su comportamiento frente a cambios en la humedad y su plasticidad. La calidad de contenido de agua por el qué, un suelo exhibe plasticidad es matemáticamente la divergencia de relación del (LL) y (LP). En cuanto su índice de plasticidad se calcula restando el (LL) del (LP) del valor que se obtiene en el suelo. Por lo anterior mencionado se define que el volumen de la plasticidad del suelo se encuentra relacionado con propiedades como la compresibilidad, la contracción y la cohesión del suelo. Por otro lado, un valor bajo de índice de plasticidad indica que el suelo es menos plástico y más estable frente a cambios de humedad.

Fórmula:

$$IP = LL - LP$$

**Tabla 2.** Clasificación de índice de plasticidad por suelo

Índice Plástico	Plasticidad	Característica
$I.P > 20$	Alta	Suelo muy arcilloso
$I.P > 7 \leq 20$	Media	Suelo arcilloso
$I.P < 7$	Baja	Suelo poco arcilloso plástico
$I.P = 0$	No contiene plasticidad (N.P)	Suelo libre de arcilla

Fuente: (MTC, 2014 pág. 35)

Una prueba Proctor modificado con normativa NTP 339.141 admite la estimación de la capacidad de compactación del suelo y ayuda a determinar su densidad máxima y contenido de humedad óptimo. Estos valores son importantes en el planteamiento y levantamiento de proyectos de ingeniería porque afectan la resistencia, la estabilidad y la capacidad portante del suelo compactado.

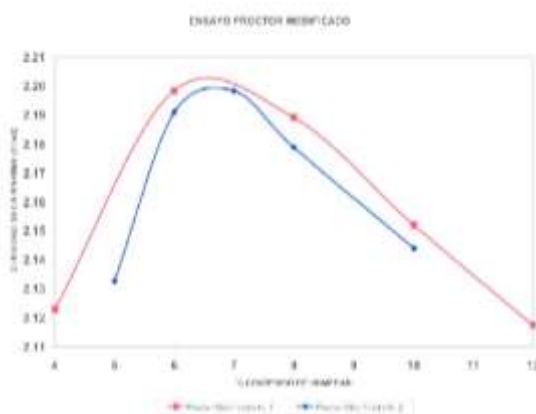


**Figura 3.** Ensayo de Proctor Modificado

Fuente: Propia

Máxima densidad Seca con normativa NTP 339. 141 la cual nos indica como obtener los datos tras el ensayo de Proctor modificado respaldado por (QUIJANO, y otros, 2020, pág. 11) nos indica para determinar MDS presente en el suelo y graficar los diferentes valores de humedad para encontrar el valor de humedad óptimo es fundamental para el trabajo para el que se utilizará dicho material, para determinar la máxima densidad seca es a través del ensayo de Proctor. En la

siguiente figura muestra la curva que describe esta prueba, dando un cóncavo Muestra dónde la densidad es mayor y comienza a caer, lo que permite lecturas de humedad óptimas. (PASACHE, y otros, 2022, pág. 31) nos detalla que este método implica un troquel de 4" con un diámetro de 101,6 mm, el material empleado que pasa por el tamiz N° 4 y 5 capas con 25 golpes por capa. Siendo utilizado apenas quede un 20% o contenga un peso menor al del material al que se encuentra en pantalla N°4 (4,75 mm), igualmente se emplea otros métodos a lo que no es especificado.



**Figura 4.** Determinación OCH y MDS - material virgen

**Fuente:** Ensayo de Proctor modificado (PASACHE, y otros, 2022, pág. 42)

Ensayo de OCH (Óptimo Contenido de humedad) (RIZALASO, 2019, pág. 17) manifiesta en su investigación examinar el contenido de humedad optima como también calcular densidad máxima seca a través de regresiones ocupadas por la subbase en provincias humedad teniendo como ejemplo a Puno a raíz de las propiedades granulométricas y el límite líquido en un suelo granular con compactación para subbase basándonos en la obtención del valor de MDS y OCH analizando los resultados plasmados en laboratorio que cumpla con los parámetros que se establece en la MTC E 115, como también se indica en el ASTM D4318 del ensayo para límite líquido, el análisis para Proctor modificado mediante ensayos en ASTM D1557 y el estudio de granulometría por tamizado en el ASTM D422 contando con la comprobación de grado de correlación en las variables utilizando como metodología los principios estadísticos como ciencia exacta arrojando como propuesta ecuaciones en relación de la dependencia lineal que se origina entre

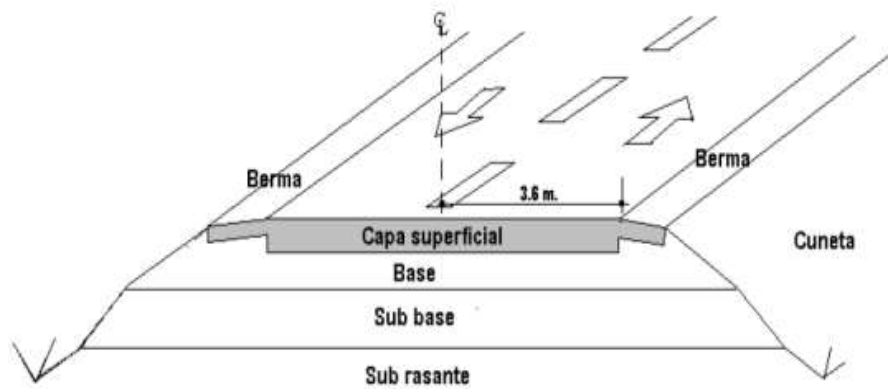
variables logrando la certificación técnica en su investigación. La prueba de capacidad óptimo de humedad, también conocido como ensayo de compactación óptima, es un método de laboratorio utilizado para establecer la capacidad en humedad que contiene el suelo produciendo una máxima densidad o compactación. Este ensayo es fundamental en la ingeniería geotécnica para establecer las condiciones de compactación óptimas de un suelo utilizado en la construcción de proyectos de infraestructura. Determina el CH que llega alcanzar el suelo debido la densidad máxima y, por lo tanto, soporte y resistencia óptimos. Estos valores son esenciales en el diseño de obras, desarrollo de proyectos en el área de ingeniería como caminos, cimentaciones y terraplenes, ya que la adecuada compactación del suelo asegura la estabilidad y durabilidad de las estructuras.

CBR es un ensayo elaborado a través normativa NTP 339. 145 la cual nos indica establecer el porcentaje adecuado de compactación de suelo, como nos detalla (PANTOJA, 2019, págs. 12-13) (California Bearing Ratio) Se define como el enlace a través de la carga unitaria del pistón requerida para penetrar 0.1" y 0.2" del suelo de prueba y la carga unitaria solicitada para integrar la misma proporción de material estándar (generalmente piedra triturada bien graduada); por lo cual su conexión se refleja como un porcentaje teniendo de conocimiento según el MTC que para una estabilización óptima el CBR en relación a la tabla de categorización que se impone a la subrasante debe ser mayor al 6% de lo contrario sería una subrasante inadecuada. Comúnmente se adquiere en condiciones críticas de saturación, puesto que se penetra en el estanque de curado. Aun cuando, la mayoría de ocasiones, el cambio climático, el drenaje y otros agentes no posibilitan que el suelo alcance posición de saturación, en razón de lo cual las pruebas de CBR se pueden realizar en las condiciones de construcción más similares.

**Tabla 3. Categorías en Sub-rasante**

<b>Categorías de Sub- rasante</b>	<b>CBR</b>
So: Sub- rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub- rasante insuficiente	De CBR ≥3% a CBR < 6%
S2: Sub- rasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Sub- rasante Buena	De CBR ≥10% a CBR < 20%
S4: Sub- rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Sub- rasante Excelente	CBR ≥ 30%

**Fuente:** (MTC, 2014, pág. 37)



**Figura 5.** Estructura del diseño de pavimento flexible

**Fuente:** (INOCENTE, 2021 pág. 16)

Para la segunda variable dependiente tenemos como base teórica que: El diseño del pavimento flexible busca de alguna manera que tenga mejor durabilidad, para evitar daños y fallas más adelante. Por lo tanto, en esta variable se sujeta a la investigación como apoyo (INOCENTE, 2021 pág. 16) define a el pavimento flexible que es denominado como tal debido a que su estructura presenta una flexión sobre las cargas que son transitadas repetidamente por el tráfico, repartiendo todas las cargas impuestas de manera uniforme, proyectando tensiones en las capas subyacentes y, en última instancia, esta estructura está compuesta por distintas capas ubicadas en la superficie de la subrasante, siendo nominadas subbase, base y carpeta asfáltica.

ASSHTO 93 (FLORES, y otros, 2021, págs. 24-25) El sistema de clasificación de la Asociación Estadounidense de Oficiales de Autopistas y Transporte Estatales (AASHTO) (Designación ASTM D-3282; Método AASHTO M145) fue uno de los primigenio. La clasificación de suelos fue desarrollada por Hogentogler y Terzaghi en el año 1928. El método ha sido revisado varias veces y actualmente se emplea con finalidad en la ingeniería con un mayor enfoque en construcción de carreteras como terraplenes, suelos, zapatas y cimientos de carreteras. Sin embargo, vale la pena tener en cuenta que la tierra apta para uso vial puede no ser apta para otros fines. El sistema de clasificación es fundamentado en ensayos desarrollados en laboratorio de dispersión de tamaño de partículas, límite líquido y límite plástico.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**Figura 6.** Ecuación fundamental para el diseño flexible

**Fuente:** (ASSHTO 93)

**Tabla 4.** Parámetros empleados por el método ASSHTO 93 para el diseño

PARÁMETROS EMPLEADOS EN LA FORMULA	
<b>W18</b>	Numero de Cargas de 18 kips
<b>Zr</b>	Desviación de estándar
<b>So</b>	Error estándar combinado de todas las variables
<b>Sn</b>	Valor de coeficiente estructural
<b>ΔPSI</b>	Variación de servicialidad
<b>Mr</b>	Módulo resiliente
<b>Pi</b>	Servicialidad inicial
<b>%R</b>	Confiabilidad
<b>Pt</b>	Serviciabilidad final

**Fuente:** (ASSHTO 93)

Para parte del diseño es fundamental tener en claro la variabilidad puesto que es una categoría de importancia ya que se relaciona al criterio de periodo de vida en uso que es considerado para el procedimiento de diseño.

**Tabla 5.** Variabilidad del tiempo para el diseño



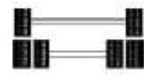
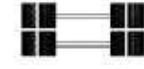
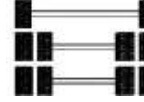
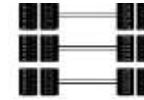
CLASIFICACIÓN DE LA VIA	PERIODO DE ANÁLISIS DE AÑOS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 -50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 – 20

**Fuente:** (ASSHTO 93)



Ejes Equivalentes (ABAD, y otros, 2020, pág. 70) Actualmente para elaborar el diseño de un pavimento flexible se debe apropiarse como criterio los ejes equivalentes ya que se sugiere emplear los parámetros del manual puesto a quien ellos nos indican la proyección de tiempo de duración según la ejecución de su diseño dado que estos ejes representan el valor de devastación generada por las diversas cargas según el tipo de vehículo pesado que transcurra dicha pavimentación.

**Tabla 6. Configuración de ejes**

Conjunto de Eje (a)	Nomenclatura	N.º de neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Fuente: (MTC, 2014, pág. 65)

**Tabla 7. Relación de cargas por eje para (EE) en Pavimento Flexible**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 ton</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = (P/6.6) <sup>4.1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = (P/8.2) <sup>4.1</sup>
Eje Tandem (1 eje de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = (P/13.0) <sup>4.1</sup>
Eje Tandem (2 eje de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = (P/13.3) <sup>4.1</sup>
Eje Trídem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = (P/16.6) <sup>4.0</sup>
Eje Trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = (P/17.5) <sup>4.0</sup>
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: (MTC, 2014, pág. 65)

Espesores Es la variable que estamos tratando de determinar cuando estamos haciendo el diseño, los resultados de espesor se ven afectados por todos los anteriores datos mencionados que participan en los cálculos. Es importante detallar lo que se está diseñando, porque un pequeño cambio en el grosor de un grosor típico puede significar un gran cambio en la vida útil (BRICEÑO, y otros, 2021, pág. 41).

Es necesario conocer las fuerzas resultantes de la subrasante, puesto que se genera una mejoría en la estructura de clase de pavimentación flexible. El éxito del diseño de pavimentos flexibles se basa en un buen estudio del suelo, ya que estos conducen a la capacidad de absorber los esfuerzos de deformación y los valores de soporte de la subbase y la capa base, lo que permite diseñar una capa de pavimento flexible de espesor suficiente. para esa ubicación. El espesor del pavimento dependerá en gran parte la garantía ofrecida por la calidad de la subrasante, por lo que debe cumplir con los requisitos de resistencia y soporte, ya que con ello puede se puede generar una distribución adecuada para las cargas que recibirá cada una de las capas en la cual se encuentra la subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica en el diseño de pavimento flexible logrando una alta capacidad (LUNA, 2018, pág. 23).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada, Dado que la teoría es la encargada de reconocer las dificultades prácticas, se basa en los descubrimientos y resolución que plantea la finalidad del estudio. Esta investigación normalmente es usada en ingeniería y los alcances que se propongan son explicativos o de predicción. (COVINOS, y otros, 2021, pág. 68). Es por ello, la siguiente investigación será de tipo aplicada ya que se busca resolver los problemas que presentan en la av. en apoyo a la población y aporte a la ingeniería

Diseño de investigación: Experimental, el boceto de experimentos es un desarrollo en la que su característica principal es la verificación cuantitativa de una relación causal entre una variable y otra, implicando el manejo de la variable independiente sobre la variable dependiente, para lo cual se requiere de un hecho que puede establecerse por etapas. Intervención planifique o cree parámetros de rango horizontalmente (ARIAS, 2020, pág. 46). Esta investigación será experimental ya que la relación que puede tener la variable independiente y la variable dependiente, se basa en la influencia de la subrasante adicionando como aditivo natural las cenizas de hoja de chala y alfalfa

Nivel de investigación: Explicativo, ya que se encargará no solo explica conceptos o establece relaciones entre conceptos, sino que también trata de procesos de hechos y rarezas físicas o sociales. Como sugiere el nombre, está interesado en explicar por qué ocurren los fenómenos, bajo qué condiciones se presentan y el por qué están incluidas dos o más variables (HERNANDEZ, y otros, 2018, pág. 74). Asimismo, esta investigación es de nivel explicativo, puesto que se observará la dependencia que tienen las variables para obtener un resultado y la influencia que tiene la variable independiente de la dependiente.

Enfoque de investigación: El enfoque de este estudio es cuantitativo, dado que es una manera de recopilar y analizar diferentes datos de diversas fuentes, lo que significa utilizar de repente herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas para lograr de manera eficiente, de la misma manera, resultados al intentar lograr su objetivo. meta. es crucial para identificar el problema de encontrar resultados predecibles para varias personas (CORTEZ, y otros, 2018, pág. 74). La finalidad

de esta investigación es cuantitativa ya que podemos obtener resultados a través de la recolección y análisis de los datos presentados. Esto indica que se utilizarán herramientas informáticas para conseguir los resultados

### 3.2. Variables y operacionalización

Variabes de estudio:

Variable 01 independiente: Cenizas de hoja de chala

Definición conceptual: Las cenizas de hoja de chala contienen sustancias químicas como el Potasio K y fibra, mezclando con cenizas de otra planta y agua, forma una masa sedimentaria que ayuda al mejoramiento de la resistencia al corte de la subrasante (VILCA, y otros, 2022, pág. 84).

Definición operacional: Se obtendrá las cenizas de chala tras un procedimiento de cremación de las hojas por métodos mecánicos ajuste de la temperatura especificada a través del termómetro, los datos luego se compilan en una memoria aprobada por el laboratorio.

Dimensión: Dosificación

Indicadores: 0.00% de hoja de chala (CHC) + 0.00% de hoja de Alfalfa (CHA); 3.00% de hoja de chala (CHC) + 2.00% de hoja de Alfalfa (CHA); 5.00% de hoja de chala (CHC) + 3.00% de hoja de Alfalfa (CHA); 7.00% de hoja de chala (CHC) + 5.00% de hoja de Alfalfa (CHA).

Escala de medición: De razón

Variable 02 independiente: Cenizas de hoja de alfalfa

Definición conceptual: Es una planta leguminosa de tamaño entre 60 cm a 1 m de altura, de color verdoso y alargado que contiene una gran cantidad de hojas en tan solo un tallo, tiene un tallo verdoso, con pequeñas flores de color lavanda, fuertemente perfumadas. Es uno de los productos más comerciales por los agricultores debido a su permanente empleabilidad como comida para animales conocida por ser resistente a las sequias. Además de contener propiedades químicas como el calcio y fosforo, hierro. En él se presentan insectos, abejas, moscas. Se utiliza porque proporciona fertilidad al suelo, cuencas hidrográficas y

es un hábitat importante para la conservación de la biodiversidad (ESPINOZA, y otros, 2023, pág. 23).

Definición operacional: Se obtendrá las cenizas de alfalfa tras un procedimiento de cremación por medios mecánicos ajuste de la temperatura especificada a través del termómetro, los datos luego se compilan en un informe aprobado por el laboratorio.

Dimensión: Dosificación

Indicadores: 0.00% de hoja de chala (CHC) + 0.00% de hoja de Alfalfa (CHA); 3.00% de hoja de chala (CHC) + 2.00% de hoja de Alfalfa (CHA); 5.00% de hoja de chala (CHC) + 3.00% de hoja de Alfalfa (CHA); 7.00% de hoja de chala (CHC) + 5.00% de hoja de Alfalfa (CHA).

Escala de medición: De razón

Variable Dependiente: Diseño y mejoramiento en subrasante del pavimento flexible

Definición conceptual: El diseño y mejoramiento de pavimentos es el resultado final de un proceso que tiene como objetivo encontrar la solución perfecta a un problema dado, pero intentar tantos como sea posible. Un buen diseño requiere el uso de varios métodos y técnicas, que pueden reflejarse en bocetos, dibujos, croquis o diagramas, para crear la apariencia más adecuada y simbólica de lo que se está logrando. Mientras que el mejoramiento de la misma busca conseguir pasar de lo inestable a un mejor estado (LOZA, 2021)

Definición operacional: El diseño y mejora de pavimentos se define como el proceso de exploración de múltiples enfoques para encontrar la mejor solución a un problema determinado. Por buen diseño se entiende la aplicación de métodos y técnicas, expresadas en croquis, dibujos, croquis o diagramas, para crear la apariencia más adecuada y simbólica del resultado deseado. Por otro lado, mejorar significa convertir una condición vial inestable en una mejorada.

Dimensiones: Propiedades físicas, propiedades mecánicas y diseño.

Indicadores: Porcentaje de Índice de plasticidad, Porcentaje del contenido de humedad, clasificación de suelos, porcentaje de resistencia, Máxima Densidad Seca (kg/m<sup>3</sup>), OCH (%), Porcentaje de CBR, ASSHTO

Escala de medición: De razón

### 3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población: También se determina como tamaños de componentes finitos o infinitos con una conclusión común general. Se divide en las preguntas y objetivos de este estudio (COVINOS, y otros, 2021, pág. 113).

Se tomará como población a estudiar 0.5 km de la av. Las Lomas de Carabayllo distrito de Carabayllo, Lima.

Muestra: Una muestra es la subpoblación que se considera parte representativa de la población o universo el cual se obtendrán los datos recogidos y la población se delinea a partir de la situación de la pregunta de la encuesta (HERNANDEZ, y otros, 2018, pág. 118).

La muestra de este estudio se tomará de la av. Las Lomas de Carabayllo, Lima, ya que la que la muestra está ubicada en Carabayllo, perteneciendo a la clasificación de pavimento urbano, por lo que se realizarán 3 calicatas por 0.5 kilómetro, basándonos en la normativa CE 0.10.

Muestreo: El método de muestreo es un conjunto intermedio entre una población y una muestra, ya que, si la población es alta o muy extensa, se debe ejercer técnicas de muestreo con el objetivo de encontrar una muestra relevante en sustento a criterios y estadísticas (COVINOS, y otros, 2021, pág. 114).

Esta investigación será no probabilística, ya que se usó métodos estadísticos, por ello se analizó los puntos más débiles para la toma de estas, asimismo, se aplicará analizar la muestra de la av. Las lomas de Carabayllo, Lima.

Unidad de Análisis: Es el elemento de aplicación en función del cual se generan información o datos a fin de la investigación y el análisis (COVINOS, y otros, 2021, pág. 118).

En el presente estudio de investigación tiene como unidad de análisis la subrasante de la Av. Las Lomas de Carabayllo, Lima.

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

Técnicas: El investigador tiene contacto directo con los objetos y fenómenos objeto de estudio, así como el observador tiene la obligación de comprobar con sus

propios ojos el comportamiento del fenómeno realizando experimentos sin decirselo a los demás (CORTEZ, y otros, 2018, pág. 27).

En base a lo mencionado, esta investigación utiliza la técnica de observación directa, ya que de esta manera podremos dar distintas alternativas siguiendo la problemática fundada.

Instrumento de recolección de datos: Una herramienta de recopilación de datos siendo cualquier dispositivo, formato o recurso (papel o digital) utilizado a fin de almacenar, registrar u obtener información (ARIAS, 2006, pág. 68).

Se tomará como instrumento las fichas técnicas donde se hará la recopilación de datos en los ensayos predispuestos y así obtener resultados más precisos

Validez: En lo que respecta, se hace referencia al grado en que un instrumento es medido en realidad la variable que procura medir. Por ejemplo, un instrumento válido debe generar la medición en base a la inteligencia, no la memoria (HERNANDEZ, y otros, 2018, pág. 200).

Esta investigación se obtendrá la validez de un estudio auténtico está definida por estándares, manuales de prueba aplicables y, por lo tanto, los ingenieros universitarios usan la validez de la hoja de datos.

Confiabilidad de Instrumentos: La medida en que el instrumento produce resultados consistentes y consistentes. La confiabilidad del instrumento de recopilación de datos se alude al rango de la confiabilidad siendo un dispositivo de medida se determina como rango de exactitud en medición para objetos que producen el mismo resultado en las direcciones en las que se aplica el dispositivo a un objeto u objeto, respectivamente (HERNANDEZ, y otros, 2018, pág. 200).

En esta Investigación se aplicará los instrumentos respaldados por normas y manuales ya establecidos, a cargo de un profesional especializado en el área de laboratorio, mencionado ellos podemos asegurar la pureza de los resultados, además de ellos contaremos con certificación que aseguren la calidad de los mismos.

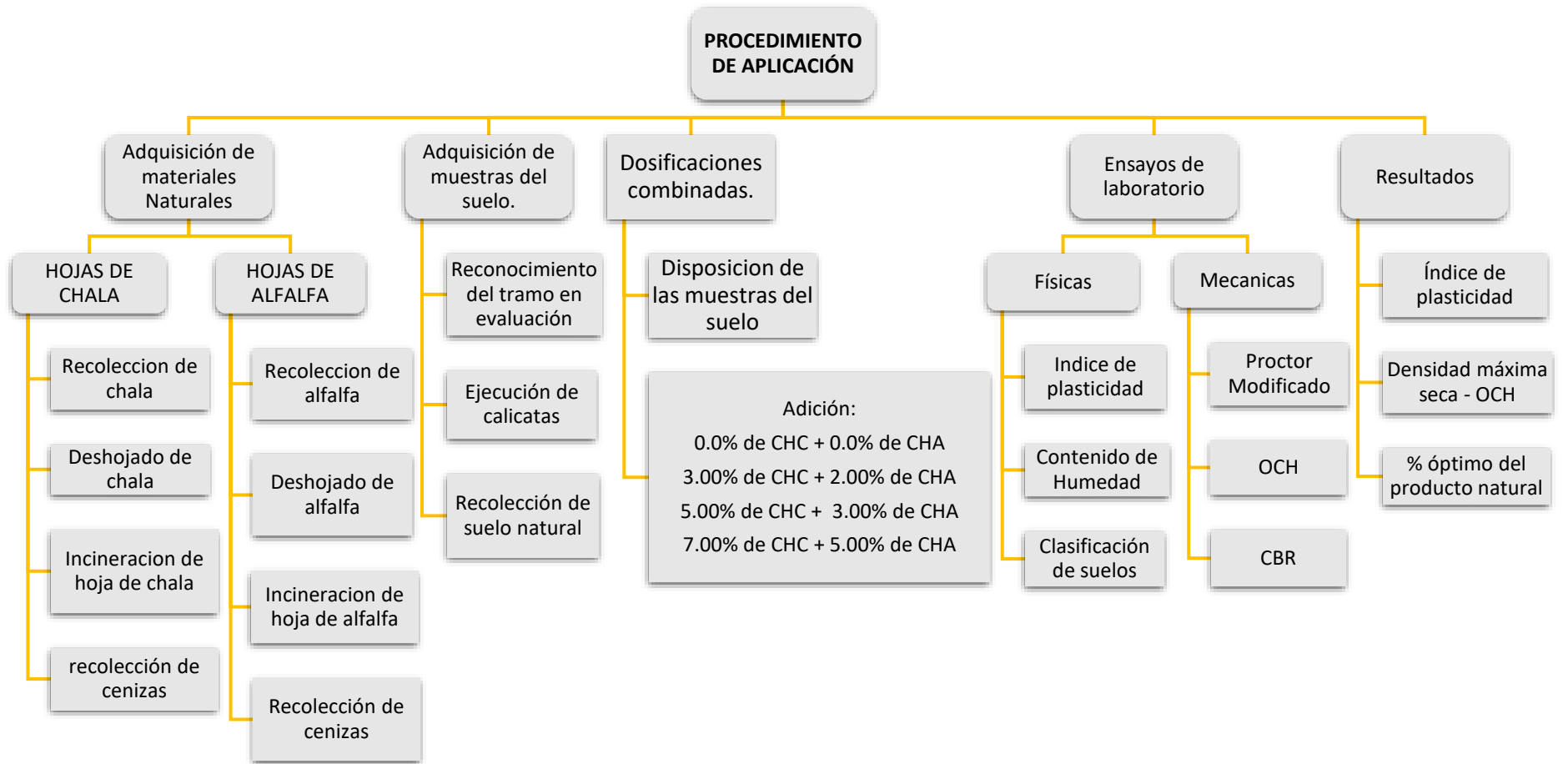
### 3.5. Procedimiento

En esta investigación para poder desarrollarla trabajaremos en base a nuestra matriz de consistencia, El método para lograr el resultado utilizando las variables propuestas adecuadas que también se implementará para lograr el propósito de esta propuesta, por ellos se harán 3 calicatas en un tramo de 0.5Km, con medidas de 1m x 1.50 m de profundidad para la recolección de datos.

Las muestras serán seleccionadas de los puntos que presentan puntos críticos en la av. Las lomas de Carabaylo, Lima, luego de ellos será llevado al laboratorio para realizar los ensayos pertinentes para alcanzar los resultados deseados.

Por último, se evaluará el efecto de los datos del laboratorio para probar y definir las propiedades mecánicas y físicas de las muestras fabricadas, también se determinará con precisión el efecto de las cenizas naturales en la estabilización de la subrasante. De igual manera, se tomará el porcentaje de ceniza más óptimo y recomendable para su uso.





**Figura 7.** Procedimiento  
**Fuente:** Producción propia

Recaudo de la ceniza de hoja de chala y alfalfa.

Para la recaudación de hoja de chala se recolectarán de la zona de Caballero y Chocas ubicado en Carabayllo, ya que cuenta con abundante presencia de chala. Para la recaudación de hoja de alfalfa se recolectarán de la zona de Canta ubicado en la provincia de Canta, ya que cuenta con abundante presencia de producción de alfalfa

Luego de recaudar las hojas de chala y alfalfa se procederá a realizar el secado al aire libre.

Procedimiento para la obtención de cenizas.

Para el proceso de obtención de cenizas, se usará un horno rustico a una temperatura de 400°C durante 2 horas, se colocarán las hojas sobre una base metálica para evitar que la combinación de otros materiales.

Muestras de suelo y dosificaciones.

Se obtendrá de manera rigurosa las muestras del suelo de las calicatas que se realizarán, se cuarteara el material para poder hacer la granulometría. La dosificación se llevará a cabo al porcentaje que se eligió bajo distintas influencias de otras investigaciones.

Ensayos de laboratorio.

Granulometría. - se realizará la granulometría a las 3 muestras de suelo que obtendremos de las 3 calicatas respectivamente.

Contenido de humedad. – Este ensayo se realiza para evaluar las propiedades de materiales utilizados en los componentes del suelo, a través de un análisis volumétrico o gravimétrico representado por medio del valor en porcentaje, se calcula restando el peso seco del suelo por el peso de suelo húmedo siendo el resultado dividido por el peso del suelo en estado seco, siendo importante determinar el valor de la carretera de la av. Las lomas de Carabayllo ya que nos indica el comportamiento y la resistencia que puede llegar a tener el suelo donde realizare mi investigación.

Índice de plasticidad. – Es el ensayo que se realiza para determinar el campo plástico del suelo que es representado a través de un porcentaje de humedad

para mantenerse en estado plástico, por lo que al obtener este valor podemos definir los parámetros de expansividad potencial y asentamiento del suelo a través de la diferencia en límite líquido y límite plástico del suelo siendo  $P. I = LL - PL$  su fórmula a emplear en nuestras muestras de suelo.

Máxima densidad seca. – Se realizará para evaluar la mayor densidad que alcanza un suelo al ser compactado con una óptima humedad, actualmente existen 2 métodos uno seco y otro húmedo por lo que se calcula el peso del molde seco compactado ( $w_s$ ) menos el peso del molde con la base ajustada ( $m_m$ ) entre el volumen del molde ( $v_m$ ) siendo  $d_{max} = (W_s - M_m) / V_m$  (grs/cc) su fórmula a emplear en nuestra muestra del suelo.

OCH. – Se realizará para hallar el porcentaje de humedad, después de obtener la densidad máxima ya que es sometida a la compactación siendo los porcentajes óptimos entre el 10% y 20% contando con un intervalo máximo del 5% al 30%.

CBR. – En mi investigación se realiza con la muestra del suelo de la av. Las lomas de Carabayllo compactándolos en moldes de Proctor modificado al cual se le dan 25 golpes en cada una de sus 3 capas hallando así la cuantificación de la capacidad resistente de la subrasante, subbase y base en el diseño de pavimentación en el suelo.

### 3.6. Método de análisis de datos

En esta investigación se empleará la estadística inferencial e descriptiva, esto se debe a que toda la información será organizada y clasificada en tablas y figuras, esto nos permitirá tener facilidad en el manejo de datos y tendremos los resultados que ayudaran a formar una conclusión.

### 3.7. Aspectos éticos:

Para la presente investigación se optó por trabajar con total veracidad de la información, para la mejora del pavimento flexible, de esta manera también considerar el impacto social y ambiental, ya que se buscó minimizar los impactos negativos que conlleva la construcción del mismo. La investigación se realizó bajo los parámetros impuestos por la Universidad César Vallejo, buscando que el alumno actué con integridad y ética en favor a la sociedad.

#### IV. RESULTADOS

##### UBICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre Del Proyecto:

“Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con cenizas de hoja de chala y alfalfa en Av. Las Lomas, Lima – 2023”

##### UBICACIÓN POLÍTICA:

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Carabayllo

##### LIMITES

Norte : Colinda el Distrito Santa Rosa de Quives Provincia de Canta

Sur : Colinda el Distrito de Comas y San Juan de Lurigancho

Este : Colinda la Comunidad campesina de Jicamarca Distrito San Antonio de Chacalla, Provincia de Huarochirí

Oeste : Colinda el distrito de Puente Piedra y Ancón

##### UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Distrito de Carabayllo designa las subsecuentes coordenadas geográficas:

Teniéndose de conocimiento que es uno de los primeros distritos de Lima Norte que abarcaba la mayoría del territorio Norte contando con 974.50 Km<sup>2</sup> que al desintegrarse dio origen a varios distritos en los cuales se encontraban siendo parte: el distrito de los olivos, independencia, comas por lo que actualmente tras la reducción suscitada en el siglo pasado en el presente cuenta con un territorio de 346.88 Km<sup>2</sup> poseyendo una Latitud: 11°,10', 09" y 11°, 54', 22" (Sur) y 76°,48', 11" y 77°05'29" (Oeste). Además, cuenta con una altitud entre 238 y 530 m.s.n.m conformando uno de los ocho distritos en Lima Norte.



**Figura 8.** Ubicación del proyecto

**Fuente:** (MUNICIPALIDAD DE CARABAYLLO, 2019)

## CLIMA

Por lo general el clima es variado dependiendo al cambio de estación como en verano el clima es caluroso y árido por otra parte en invierno el clima es húmedo, con amplios vientos por lo cual se mantiene en el transcurso del año una variación entre 12°C a 28°C grados.

## RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Son generados con el objetivo de definir los resultados de forma valida y certera los cuales son obtenidos tras la toma de datos, estos datos son enviados a laboratorio a ser evaluados por distintas pruebas tanto mecánicas como físicas determinando que los porcentajes propuestos en el proyecto sean los adecuados para la estabilización de la subrasante mediante la incorporación de las cenizas de hoja de chala (CHC) y cenizas de hoja de alfalfa (CHA), alineándose a los parámetros de la norma CE 0.10 y referencias obtenidas en los antecedentes.

**Tabla 8.** *Detalle de productos*

DESCRIPCION	ABREVIATURA
Ceniza de hoja de Chala	CHC
Cenizas de hoja de Alfalfa	CHA

**Fuente:** Producción propia

**Tabla 9.** *Detalle de dosificación*

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	ABREVIATURA
<b>M0</b>	Muestra Patrón	MP + 0.00% de (CHC) + 0.00% de (CHA)
<b>M1</b>	MP + 3.00% de ceniza de hoja de chala + 2.00% de ceniza de hoja de alfalfa	MP + 3.00% de (CHC) + 2.00% de (CHA)
<b>M2</b>	MP + 5.00% de ceniza de hoja de chala + 3.00% de ceniza de hoja de alfalfa	MP + 5.00% de (CHC) + 3.00% de (CHA)
<b>M3</b>	MP + 7.00% de ceniza de hoja de chala + 5.00% de ceniza de hoja de alfalfa	MP + 7.00% de (CHC) + 5.00% de (CHA)

**Fuente:** Producción propia

OE1: Determinar cómo influye la adición de cenizas de hojas de chala y cenizas de hoja de alfalfa en el mejoramiento de las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante en la av. Las Lomas de Carabayllo, 2023

#### ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107/ASTM D6913

Este ensayo se ejecuta para definir la granulometría según su valor, es empleado por la muestra del suelo obtenida de la zona de evaluación luego de tamizar a través de un juego de tamices en las mallas a partir de 4" hasta el N°200, es examinado a fin de determinar la finura de las partículas retenidas en cada tamiz evaluando que sea optima o no para la elaboración de obras en pavimentación.



**Figura 9.** Ensayo de granulometría en laboratorio

**Fuente:** Producción propia

**Tabla 10. Datos resumen granulométrico - C1, C2 y C3**

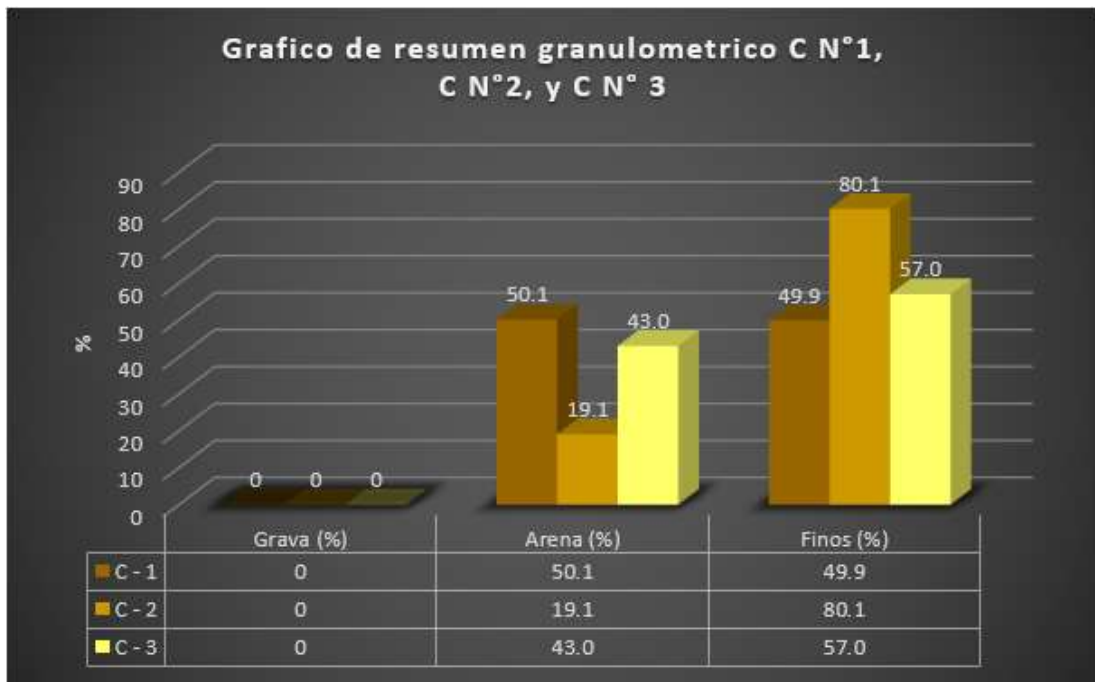
TAMIZ N°	ABERTURA DE MATIZ (mm)	% QUE PASA		
		C – N°1	C – N°2	C – N°3
3"	76.200			
2"	50.800			
1 ½"	38.100			
1"	25.400			
¾"	19.100			
1/ 2"	12.700			
3/8"	9.520			
¼"	6.350			
N°4	4.760	100	100	100
N°8	2.360	94.0	99.8	94.3
N°10	2.00	91.9	99.7	92.4
N°16	1.190	84.6	99.4	84.8
N°20	0.840	79.9	99.2	80.0
N°30	0.590	74.6	98.8	74.6
N°40	0.420	69.0	97.9	69.3
N°50	0.300	63.0	96.4	64.8
N°80	0.177	54.1	92.0	59.7
N°100	0.149	50.8	90.0	57.7
N°200	2.360	50.0	80.1	57.0

**Fuente:** Producción propia

**Tabla 11. Datos resumen de granulometría - C1, C2 y C3**

MATERIAL	CALICATAS		
	C1	C2	C3
GRAVA (%)	0	0	0
ARENA (%)	50.1	19.1	43.0
FINOS (%)	49.9	80.1	57.0

**Fuente:** Producción propia



**Figura 10.** Diagrama resumen de granulometría-C1, C2 y C3

**Fuente:** Producción propia

Interpretación: Para la calicata N° 1 se observa un porcentaje de (grava, arena y finos) de 0; 50.1 y 49.9 %, donde se cumplió los estándares según la normativa NTP 339.128, por ende, califica a la tierra como apto para la elaboración de la estabilización de la sub-rasante.

Para la calicata N° 2 se observa un porcentaje de (grava, arena y finos) de 0; 19.1 y 80.1 %, donde se cumplió los estándares según la normativa NTP 339.128, por ende, califica a la tierra como apto para la elaboración de la estabilización de la sub-rasante.

Para la calicata N° 3 se observa un porcentaje de (grava, arena y finos) de 0; 43.0 y 57.0 %, donde se cumplió los estándares según la normativa NTP 339.128, por ende, califica a la tierra como apto para la elaboración de la estabilización de la sub-rasante



## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127/MTC E 108

Este ensayo es desarrollado en laboratorio para determinar la proporción del contenido de humedad por la muestra de masa del suelo y materiales que abarcan su propiedad del suelo donde la disminución en masa por el secado es debido a la pérdida de agua, por lo que esta prueba es sometida a varias horas para la obtención de su valor.



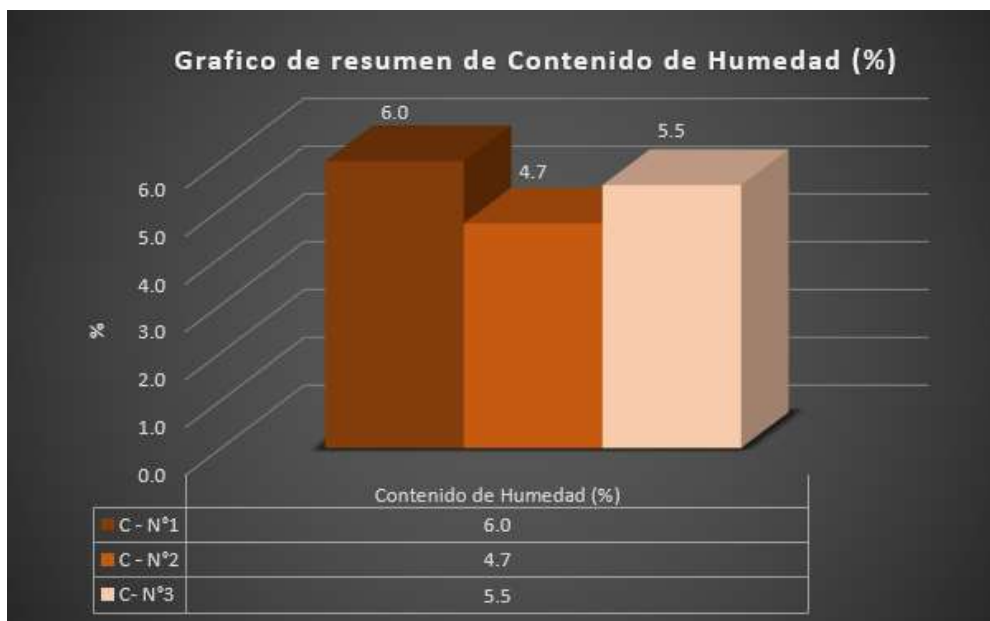
**Figura 11.** Ensayo de contenido de humedad en laboratorio

**Fuente:** Producción propia

**Tabla 12.** Datos resumen de contenido de humedad patrón - C1, C2 y C3

CALICATA	Contenido de Humedad (%)
C1	6.0
C2	4.7
C3	5.5

**Fuente:** Producción propia



**Figura 12.** Diagrama resumen de contenido de humedad patrón-C1, C2 y C3

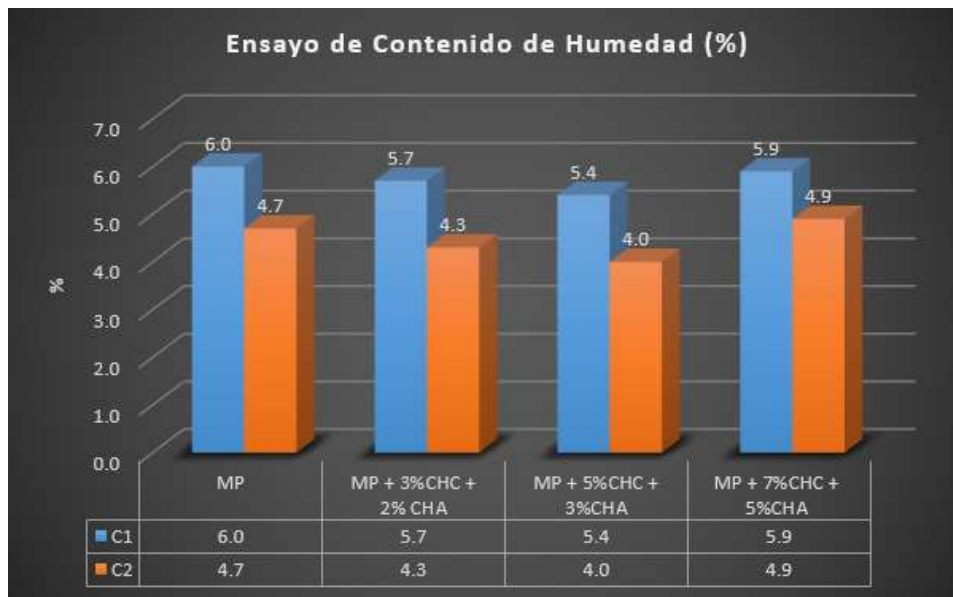
**Fuente:** Producción propia

Interpretación: En la figura 13 se percibe un contenido de humedad para la calicata N° 1, 2 y 3 de: 6.0; 4.7 y 5.5%, donde se cumplió los estándares según la normativa NTP 339.127, por ende, califica a la tierra como apto para la elaboración de la estabilización en la sub-rasante.

**Tabla 13.** Datos resumen de contenido de humedad con adición - C1 y C2

CALICATA	MUESTRA	Contenido de Humedad	Incremento en relación al suelo patrón (%)
		CH	CH (%)
C1	Muestra patrón	6.0	
	Muestra Patrón + 3% de (CHC)+ 2% de (CHA)	5.7	-5
	Muestra patrón + 5% de (CHC)+ 3% de (CHA)	5.4	-10
	Muestra patrón + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	5.9	-1.67
C2	Muestra patrón	4.7	
	Muestra Patrón + 3% de (CHC)+ 2% de (CHA)	4.3	-8.51
	Muestra patrón + 5% de (CHC)+ 3% de (CHA)	4.0	-14.89
	Muestra patrón + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	4.9	4.26

**Fuente:** Producción propia



**Figura 13.** Diagrama resumen de Contenido de Humedad-C1 y C2

**Fuente:** Producción propia

Interpretación: En la figura 14 se proyecta un contenido de humedad de 6% para la muestra originaria en base a los 25 números de golpes perteneciendo a la C-1, según la incorporación de las dosificaciones de: 5% (3%CHC + 2%CHA), 8% (5%CHC + 3%CHA) y 12% (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de cenizas de hojas de chala y alfalfa, obtenemos: 5.7; 5.4 y 5.9% tal cual el orden que se menciona, para lo cual se examinó que decreció en: -5; -10 y -1.67%. Por ende, con la NTP 339.127 se cumplió con el desarrollo de sus especificaciones, con una dosificación óptima al 8% (5%CHC + 3%CHA).

Del mismo modo, en la figura 14 se proyecta un contenido de humedad de 4.7% para la muestra originaria en base a los 25 números de golpes en la C-2 según la incorporación de las dosificaciones de: 5%(3%CHC + 2%CHA), 8%(5%CHC + 3%CHA) y 12%(7%CHC + 5%CHA), de la combinación de cenizas de hojas de chala y alfalfa, obtenemos: 4.3; 4 y 3.6% tal cual el orden que se menciona, , para lo cual se examinó que decreció en: -8.51 y -14.69%, a diferencia que al incorporar 12%(7%CHC + 5%CHA) se generó un acrecentamiento en 4.9%. Por ende, con la NTP 339.127 se cumplió con el desarrollo de sus especificaciones, con una dosificación óptima al 8% (5%CHC + 3%CHA).

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA - NTP 339.129/ MTC E 110-111

Este ensayo se establece los límites de Atterberg también denominados límites de consistencia, donde se establece los valores de agua que contiene el suelo según la modificación que presenta su comportamiento estableciendo el límite líquido y límite plástico para adquirir el valor del índice de plasticidad, este ensayo es realizado por medio de la medida de humedad que contiene el suelo a través del instrumento denominado surco que abarca una distancia de 13 mm al cerrarse luego de dejar caer la cuchara de casa grande a la altura de 1m en 25 ocasiones.



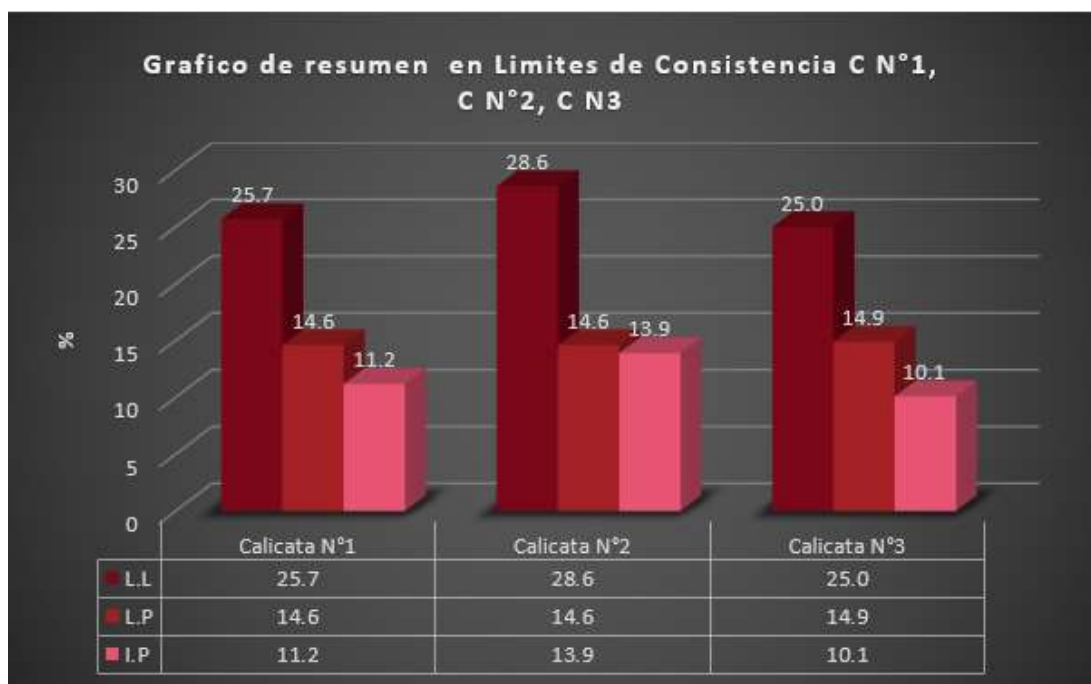
**Figura 14.** Ensayo de Límites de consistencia en laboratorio

**Fuente:** Producción propia

**Tabla 14.** Datos resumen en límites de consistencia patrón – C N°1, C N°2 y C N°3

CALICATA	LÍMITES DE ATTERBERG		
	LL	LP	IP
C1	25.7	14.6	11.2
C2	28.6	14.6	13.9
C3	25.0	14.9	10.1

**Fuente:** Producción propia



**Figura 15.** Diagrama resumen de límites de consistencia patrón-C1, C2 y C3

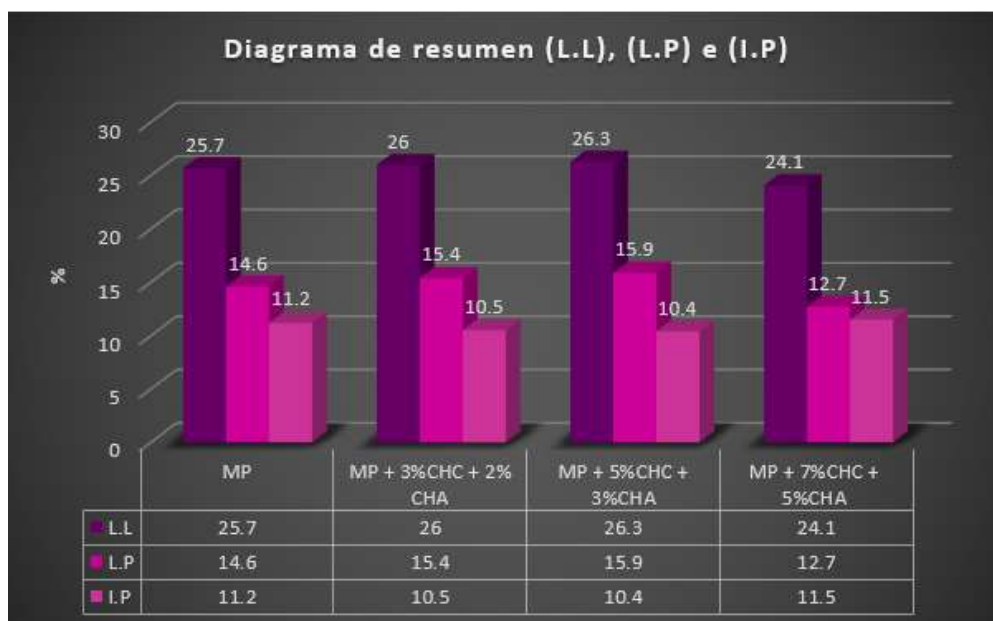
**Fuente:** Producción propia

Interpretación: En la figura 16 se observa los datos adquiridos en límites de consistencia para la calicata N° 1, 2 y 3 de (LL, LP e IP) fueron: (25.7; 14.6 y 11.2%), (28.6; 14.6 y 13.9%) y (25.0; 14.9 y 10.1%) en el orden mencionado, tras el ensayo elaborado según la normativa NTP 339.129.

**Tabla 15.** Datos resumen de (LL), (LP) e (IP) - C1 y C2

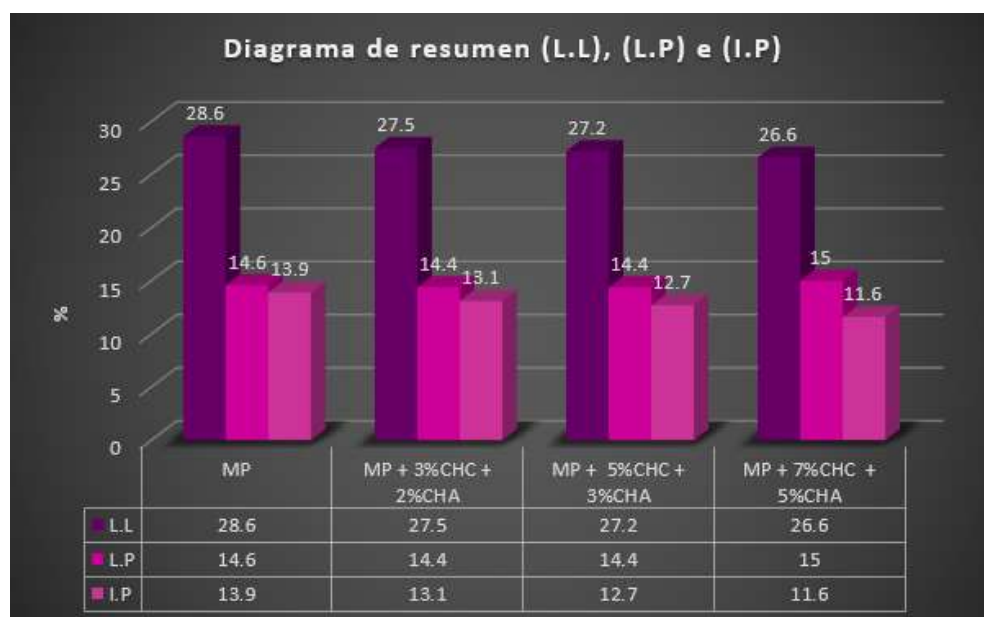
N°	MUESTRA	Límites de Atterberg (%)			Incremento en relación al suelo patrón (%)		
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C - 1	Muestra patrón	25.7	14.6	11.2			
	Muestra Patrón + 3% de (CHC)+ 2% de (CHA)	26.0	15.4	10.5	1.17	5.48	-6.25
	Muestra patrón + 5% de (CHC)+ 3% de (CHA)	26.3	15.9	10.4	2.33	8.90	-7.14
	Muestra patrón + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	24.1	12.7	11.5	-6.23	-13.01	2.68
C - 2	Muestra patrón	28.6	14.6	13.9			
	Muestra Patrón + 3% de (CHC)+ 2% de (CHA)	27.5	14.4	13.1	-3.85	-1.37	-5.76
	Muestra patrón + 5% de (CHC)+ 3% de (CHA)	27.2	14.4	12.7	-4.90	-1.37	-8.63
	Muestra patrón + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	26.6	15.0	11.6	-6.99	2.74	-16.55

**Fuente:** Producción propia



**Figura 16.** Diagrama resumen de (LL), (LP) e (IP) - C1

**Fuente:** Producción propia



**Figura 17.** Diagrama resumen de (LL), (LP) e (IP) - C2

**Fuente:** Producción propia

Interpretación: Para la calicata N° 1 se visualiza en la figura 17 según los datos adquiridos a través del ensayo de límites de consistencia, en el que se examina resultados (LL, LP e IP) de la muestra original son: (25.7; 14.6 y 11.2%) en el orden dado, asimismo con adición de 5% (3%CHC + 2%CHA), 8% (5%CHC +

3%CHA) y 12% (7%CHC + 5%CHA), fueron: (26.0; 15.4 y 10.5%), (26.3; 15.9 y 10.4%) y (24.1; 12.7 y 11.5%), se examinó que al integrar CHC y CHA en sus distintas proporciones decreció el IP en -6.25 y -7.14%, a diferencia que al integrar 12% (7%CHC + 5%CHA) se generó un acrecentamiento de 2.68%. Por ende, según la NTP 339.129 obedece a las especificaciones dadas, con una dosificación óptima al 8% (5%CHC+ 3%CHA).

Para la calicata N° 2 se visualiza en la figura 18 según los datos adquiridos a través del ensayo de límites de consistencia, en el que se examina resultados (LL, LP e IP) de la muestra original son: (28.6; 14.6 y 13.9%) en el orden dado, asimismo con adición de 5%(3%CHC + 2%CHA), 8%(5%CHC + 3%CHA) y 12%(7%CHC + 5%CHA), fueron: (27.5; 14.4 y 13.1%), (27.2; 14.4 y 12.7%) y (26.6; 15.0 y 11.6%), se examinó que al integrar (CHC) y (CHA) en sus distintas proporciones ya mencionadas, decreció el IP en -5.76; -8.63 y -16.55%. Por ende, según la NTP 339.129 obedece a las especificaciones dadas, con una dosificación óptima al 12% (7%CHC + 5%CHA).

#### CLASIFICACIÓN AASHTO Y SUCS

Para poder determinar la clasificación de ambos se cuenta con la ayuda del análisis granulométrico y los límites de consistencia, se obtuvo tras la recolección de datos generados por nuestros ensayos, los resultados de la clasificación por AAHSTO y S.U.C.S lo cual se visualizará a continuación:

**Tabla 16.** Clasificación del suelo por AASHTO y S.U.C.S

<b>CLASIFICACION ASSHTO – S.U.C. S</b>			
<b>CALICATA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
<b>C. N°1</b>	Arcilla Arenosa de baja plasticidad	CL	A-6
<b>C.N°2</b>	Arcilla Arenosa de baja plasticidad	CL	A-6
<b>C. N°3</b>	Arcilla Arenosa de baja plasticidad	CL	A-4

**Fuente:** Producción propia



interpretación: Se da a conocer por medio de los resultados mostrados a través de la tabla 14 que las tres calicatas según su tipología en clasificación S.U.C.S corresponde a CL considerándose arcillosa de baja plasticidad conforme nos indica el MTC, también visualizamos que la clasificación de las tres calicatas por medio de AASHTO pertenecen al grupo A-6 y A-4 en el orden que se referencia considerándose como un suelo limoso con poco o nada de plasticidad el cual traspasa por el tamizado N°200. Por lo tanto, se determina que al tener 2 clasificaciones del mismo tipo de suelo se generara el diseño tomando los resultados de la calicata 1 y 2.

OE2: Determinar cómo influye la adición de cenizas de hojas de chala y cenizas de hoja de alfalfa en el mejoramiento de las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante en la av. Las Lomas de Carabayllo, 2023.

#### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.141/MTC E 115

Este ensayo es realizado en laboratorio para obtener valores de referencia en el control de calidad que se ejerce en la compactación de obra, puesto que se genera la determinación en la unidad de compactación de los materiales que se han de utilizar en relación a la densidad seca que intervienen en explanadas y las capas firmes.



**Figura 18.** Ensayo de Proctor modificado en laboratorio

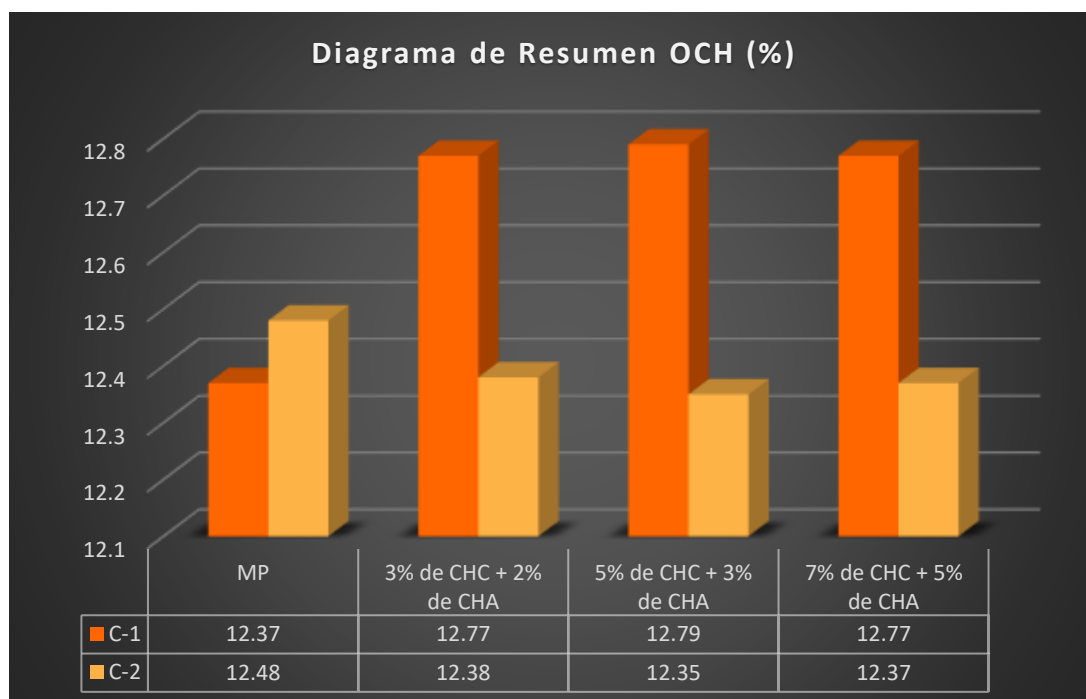
**Fuente:** Producción propia



**Tabla 17.** Datos resumen de (OCH) y (MDS) - C1 y C2

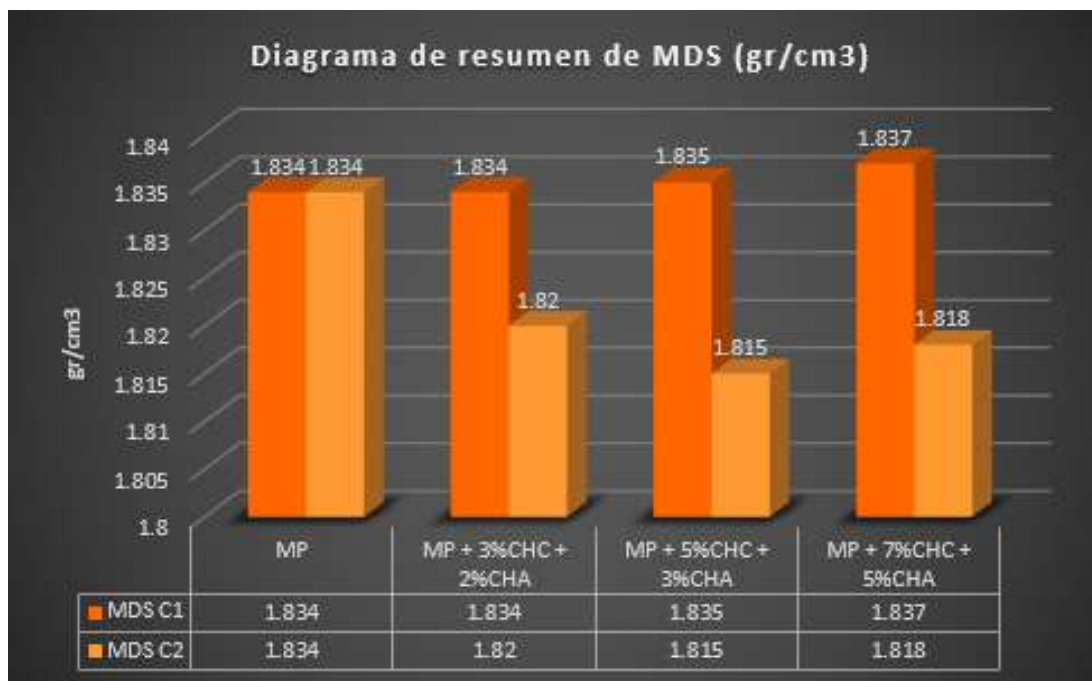
CALICATA	MUESTRA	PROCTOR MODIFICADO		Incremento en relación al suelo patrón (%)	
		OCH (%)	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )
C - 1	Muestra patrón	12.37	1.834		
	Muestra Patrón + 3% de (CHC) + 2% de (CHA)	12.77	1.834	3.23	0.00
	Muestra patrón + 5% de (CHC) + 3% de (CHA)	12.79	1.835	3.40	0.05
	Muestra patrón + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	12.77	1.837	3.23	0.16
C- 2	Muestra patrón	12.48	1.817		
	Muestra Patrón + 3% de (CHC) + 2% de (CHA)	12.38	1.820	-0.80	0.17
	Muestra patrón + 5% de (CHC) + 3% de (CHA)	12.35	1.815	-1.04	-0.11
	Muestra patrón + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	12.37	1.818	-0.88	-0.06

Fuente: Producción propia



**Figura 19.** Diagrama resumen de (OCH)-C1 y C2

Fuente: Producción propia



**Figura 20.** Diagrama resumen de (MDS)-C1 y C2

**Fuente:** Producción propia

Interpretación: Se visualiza en la figura 21 según los datos adquiridos a través del ensayo Proctor modificado, en el que se determina que el resultado de OCH (para la calicata N° 1 y N° 2) de la muestra patrón es: (12.37 y 12.48 %) en el ordenado, de esta manera al integrar la adición de 5%(3%CHC + 2%CHA), 8%(5%CHC + 3%CHA) y 12%(7%CHC + 5%CHA), de la combinación de cenizas de hojas de chala y alfalfa, se encontró las posteriores estimaciones: (12.77; 12.79 y 12.77%) y (12.38; 12.35 y 12.37%), se examinó en la C1 que aumentó en: 3.23; 3.40 y 3.23%, a diferencia que en la C2 que decreció en: -0.80; -1.04 y -0.88%. Por ende, obedece a las especificaciones de OCH en base a la NTP 339.141, con una dosificación óptima en la C1 al 12% (7%CHC + 5%CHA) y en la C2 al 8% (5%CHC + 3%CHA).

Asimismo, se visualiza en la figura 22 según los datos adquiridos a través del ensayo Proctor modificado, en el que se determina que el resultado de MDS (para la calicata N° 1 y N° 2) de la muestra patrón es: (1.834 y 1.817gr/cm<sup>3</sup>) en el ordenado, de esta manera al integrar la adición de 5%(3%CHC + 2%CHA), 8%(5%CHC + 3%CHA) y 12%(7%CHC + 5%CHA), de la combinación, se encontró las posteriores estimaciones: (1.834; 1.835 y 1.837 gr/cm<sup>3</sup>) y (1.820; 1.815 y 1.818gr/cm<sup>3</sup>), se examinó en la C1 que aumentó en: 3.40 y 3.23%, de

igual forma en la C2 aumentó a excepción de integrar (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA) que genero un decrecimiento en: -0.11 y -0.06%. Por ende, obedece a las especificaciones de MDS en base a la NTP 339.141, con una dosificación óptima en la C1 al (7%CHC + 5%CHA) y en la C2 al (3%CHC + 2%CHA).

#### ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - NTP 339.145/ MTC E 132

Este ensayo es realizado en laboratorio para adquirir los valores de medida en capacidad del soporte ejercida en explanadas, bases y sub-bases en capas firmes, normalmente se elabora tomando datos de control de densidades y condiciones de humedad por medio de un pistón que penetra la muestra midiendo la carga óptima para obtener la cantidad determinada de profundidad en la penetración.



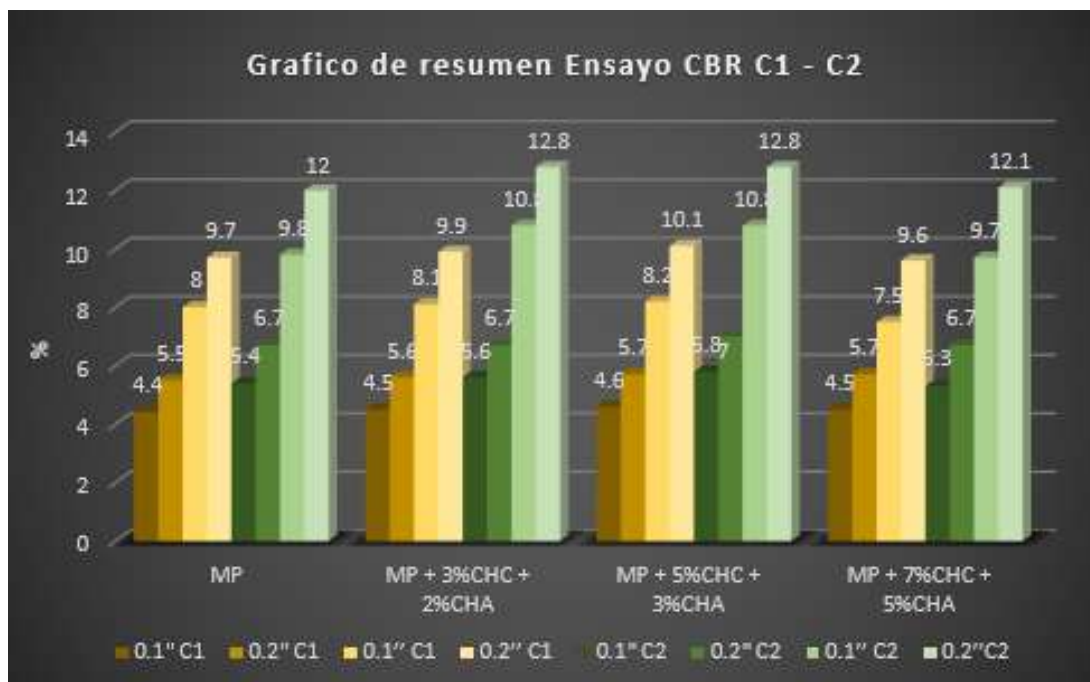
**Figura 21.** Ensayo de CBR en laboratorio

**Fuente:** Producción propia

**Tabla 18.** Datos resumen del ensayo CBR C1 y C2

	MUESTRA	CBR 95%		CBR 100%	
		0.1''	0.2''	0.1''	0.2''
C - 1	Muestra patrón	4.4	5.5	8.0	9.7
	Muestra Patrón + 3% de (CHC) + 2% de (CHA)	4.5	5.6	8.1	9.9
	Muestra patrón + 5% de (CHC) + 3% de (CHA)	4.6	5.7	8.2	10.1
	Muestra patrón + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	4.5	5.7	7.5	9.6
C - 2	Muestra patrón	5.4	6.7	9.8	12.0
	Muestra Patrón + 3% de (CHC) + 2% de (CHA)	5.6	6.7	10.8	12.8
	Muestra patrón + 5% de (CHC) + 3% de (CHA)	5.8	7.0	10.8	12.8
	Muestra patrón + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	5.3	6.7	9.7	12.1

Fuente: Producción propia



**Figura 22.** Diagrama de resumen del ensayo CBR-C1 y C2

Fuente: Producción propia

Interpretación: Para la calicata N° 1 se visualiza en la figura 25 según los datos adquiridos a través del ensayo de CBR, en el que se examina resultados al 95% para (1" y 2") de la muestra patrón es: (4.4 y 5.5") en el orden dado, asimismo con adición de 5% (3%CHC + 2%CHA), 8% (5%CHC + 3%CHA) y 12% (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de cenizas de hojas de chala y alfalfa, fueron: (4.5 y 5.6"), (4.6 y 5.7") y (4.5 y 5.7"). Por ende, se examinó que al integrar las distintas proporciones de (CHC) y (CHA) en el orden mencionado, se alcanza a clasificar como una sub- rasante insuficiente según la NTP 339.145 puesto que nos indica que en el rango de (3 < 6%) adopta tal parámetro, contando con una dosificación óptima al 8% (5%CHC+ 3%CHA).

Del mismo modo, para la calicata N° 2 se visualiza en la figura 25 según los datos adquiridos a través del ensayo de CBR, en el que se examina resultados al 95% para (1" y 2") de la muestra patrón es: (5.4 y 6.7") en el orden dado, asimismo con adición de 5% (3%CHC + 2%CHA), 8% (5%CHC + 3%CHA) y 12% (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de cenizas de hojas de chala y alfalfa, fueron: (5.6 y 6.7"), (5.8 y 7.0") y (5.3 y 6.7"). Por ende, se examinó que al integrar (CHC) y (CHA) en las distintas proporciones ya mencionadas, se alcanza a clasificar como una sub- rasante insuficiente según la NTP 339.145 puesto que nos indica que en el rango de (3 < 6%) adopta tal parámetro, contando con una dosificación óptima al 8% (5%CHC+ 3%CHA).

OE3: Determinar de qué manera influye la adición de cenizas de hoja de chala y alfalfa en la estructura del pavimento en av. Las Lomas de Carabayllo, Lima – 2023

#### ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Está conformada por capas superficiales como la sub-base, base y carpeta asfáltica las cuales se encuentran ubicadas sobre la sub rasante, mayormente es empleada en lugares de abundante tráfico vehicular, presentando una flexibilidad contando con una distribución adecuada de carga para el soporte que genera la carga de tráfico, brindando un soporte liso y seguro, aminorando el desgaste generado por la usabilidad.



**Figura 23.** Estructura del pavimento flexible














**Fuente:** (GARZON, y otros, 2018 pág. 5)

## ANÁLISIS DE TRÁFICO VEHICULAR

Es el estudio de tráfico que es obtenido a través de una tabla de datos con el tránsito vehicular en una vía determinada. Para generar un análisis del flujo vehicular en una ruta determinada, básicamente se desarrolla en el conteo y cálculo numérico por clasificación vehicular se ejerce por 7 días durante 24h, puesto que es primordial para el diseño de un pavimentado ya que seguido de este análisis nos permite el cálculo de numero de ejes equivalentes

**Tabla 19. Datos de conteo vehicular**

<b>Carretera</b>	Av. Las Lomas	<b>Año de estudio</b>	2023
<b>Tramo</b>	Av. Las Lomas	<b>Tiempo de estudio a la ejecución de proyecto</b>	4
<b>Cod Estación</b>	E-1	<b>Tipo de pavimento</b>	Pavimento Flexible
<b>Estación</b>	CARABAYLLO	<b>Ubicación</b>	Av. Las Lomas - Lima
		<b>Sentido</b>	Ambos

Día		Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Ómnibus			Camión			Semitraylers
				Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	
														
Domingo 05/01/2020	LAS LOMAS - CARABAYLLO	196	45	135	22	35	53	0	0	0	32	17	4	4
	CARABAYLLO - LAS LOMAS	98	39	37	12	28	47	0	0	0	29	10	2	0
	Total	294	84	172	34	63	100	0	0	0	61	27	6	4
Lunes 06/01/2020	LAS LOMAS - CARABAYLLO	136	34	84	24	36	60	0	0	0	38	20	4	3
	CARABAYLLO - LAS LOMAS	98	20	69	54	24	53	0	0	0	23	13	0	1
	Total	234	54	153	78	60	113	0	0	0	61	33	4	4
Martes 07/02/2020	LAS LOMAS - CARABAYLLO	89	38	113	39	45	58	0	0	0	27	18	2	0
	CARABAYLLO - LAS LOMAS	72	25	101	31	56	49	0	0	0	19	12	0	0
	Total	161	63	214	70	101	107	0	0	0	46	30	2	0
Miércoles 08/02/2020	LAS LOMAS - CARABAYLLO	80	30	98	30	72	45	0	0	0	25	20	1	0
	CARABAYLLO - LAS LOMAS	69	18	109	44	65	39	0	0	0	18	13	1	0
	Total	149	48	207	74	137	84	0	0	0	43	33	2	0
	LAS LOMAS - CARABAYLLO	82	39	142	33	88	55	0	0	0	22	15	0	0

Jueves 09/02/2020	CARABAYLLO - LAS LOMAS	65	27	144	43	96	46	0	0	0	16	9	0	0
	Total	147	66	286	76	184	101	0	0	0	38	24	0	0
Viernes 10/02/2020	LAS LOMAS - CARABAYLLO	187	40	124	65	45	60	0	0	0	37	20	2	0
	CARABAYLLO - LAS LOMAS	105	20	195	44	40	55	0	0	0	40	14	0	0
	Total	292	60	319	109	85	115	0	0	0	77	34	2	0
Sábado 11/02/2020	LAS LOMAS - CARABAYLLO	93	26	74	39	74	62	0	0	0	40	22	3	0
	CARABAYLLO - LAS LOMAS	54	19	99	38	65	48	0	0	0	38	15	1	0
	Total	147	45	173	77	139	110	0	0	0	78	37	4	0
IMDs	LAS LOMAS - CARABAYLLO	123.3	36.0	110.0	36.0	56.4	56.1	0.0	0.0	0.0	31.6	18.9	2.3	1.0
	CARABAYLLO - LAS LOMAS	80.1	24.0	107.7	38.0	53.4	48.1	0.0	0.0	0.0	26.1	12.3	0.6	0.1
	Total	203.4	60.0	217.7	74.0	109.9	104.3	0.0	0.0	0.0	57.7	31.1	2.9	1.1
IMDa	LAS LOMAS - CARABAYLLO	135.79	39.65	121.15	39.65	62.15	61.84	0.00	0.00	0.00	29.96	17.90	2.17	0.95
	CARABAYLLO - LAS LOMAS	88.27	26.43	118.64	41.85	58.85	53.02	0.00	0.00	0.00	24.81	11.66	0.54	0.14
	Total	224.06	66.08	239.79	81.50	121.00	114.86	0.00	0.00	0.00	54.77	29.55	2.71	1.08
<b>IMDA 2023</b>	<b>Total, vehículos</b>	<b>224</b>	<b>66</b>	<b>240</b>	<b>82</b>	<b>121</b>	<b>115</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r:	1.45 %
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.69 %
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n:	4

<b>IMDA 2027</b>	<b>Total</b>	<b>233.885971</b>	<b>68.9128307</b>	<b>250.592112</b>	<b>85.6189715</b>	<b>126.34019</b>	<b>120.075387</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>61.315929</b>	<b>33.4450522</b>	<b>3.34450522</b>	<b>1.114835073</b>
------------------	--------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	----------	----------	----------	------------------	-------------------	-------------------	--------------------

Fuente: Producción propia



## EJES EQUIVALENTES (ESAL)

Es el factor de repetición de carga generada por el tráfico por lo que es referida simbólicamente por W18 equivalente a 8.2T siendo su resultado la sumatoria de los distintos tipos de vehículos pesados, útil para el lapso de diseño por el transcurso que se genera en la estructura del pavimento.

**Tabla 20. Análisis de tráfico vehicular**

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.69 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados $\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	28.84
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\Sigma f.IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	2 130 662

Fuente: Producción propia

**Tabla 21. Cálculo del MR y CBR por metodología ASSHTO 1993**

MUESTRA	DATOS DEL CBR PROMEDIO	MR
Calicata	4.63	6816.52
Calicata + (3%CHC + 2%CHA)	5.05	7202.73
Calicata + (5%CHC + 3%CHA)	5.2	7338.93
Calicata + (7%CHC + 5%CHA)	4.9	7065.06

Fuente: Producción propia

## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para generar este diseño es fundamental aplicar el Método AASHTO 93 después de determinar la influencia de análisis de tráfico vehicular logrando así definir los espesores de la capa estructural del pavimento en los cuales encontramos la sub-base, base y carpeta asfáltica.

**Tabla 22.** Diseño de pavimento flexible con muestra inicial de C. N°1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 130 662
Suelo de la subrasante	CBR =	4.6 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 6813.38
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP6
Número de etapas		Etapas: 1
Nivel de confiabilidad		conf. 85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.036
Desviación estándar combinado	So	0.45
Índice de Serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Índice de Serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de Serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta PSI$	1.5

**SNR= 4.026**

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**Fuente:** Producción propia

**Tabla 23.** Tabla de espesores del Diseño de Pavimento flexible con la muestra Inicial 1

		M. Inicial
Capa Superficial	a1	0.170
Base	a2	0.115
Subbase	a3	0.047
Coeficiente de drenaje	m1	1
	m2	1
Espesores de las capas	d1	9
	d2	23
	d3	38
<b>APTO</b>		

**Fuente:** Producción propia

Interpretación: Según se visualiza en la tabla 23 se generará el espesor de las capas en el diseño de pavimento flexible, en base al CBR con la muestra inicial 1, luego de la obtención de datos del estudio generado en la presente investigación se determina como valor en los espesores de la capa de sub – base 40cm, base 25cm y en la superficial 9cm, generando el cumplimiento de SNR resultado siendo mayor al SNR requerido.

A continuación, se empleará el mismo método para ejercer el diseño variando el valor del CBR perteneciente a la calicata N°1 según corresponda para el diseño, al incorporar en las distintas proporciones de: (3% de CHC + 2% de CHA), (5% de CHC + 3% de CHA), (7% de CHC + 5% de CHA).

**Tabla 24.** Tabla de espesores del Diseño de Pavimento flexible incorporando en las distintas proporciones CHC + CHA

		M.I + 3% (CHC) + 2% (CHA)	M.I + 5 % (CHC) + 3% (CHA)	M.I + 7% (CHC) + 5% (CHA)
SNR		3.941	3.913	3.970
Capa Superficial	a1	0.170	0.170	0.170
Base	a2	0.115	0.115	0.115
Subbase	a3	0.047	0.047	0.047
Coeficiente de drenaje	m1	1	1	1
	m2	1	1	1
Espesores de las capas	d1	9	9	9
	d2	23	23	23
	d3	31	24	27
<b>APTO</b>				

Fuente: Producción propia

Interpretación: Según se visualiza en la tabla 24 se generará el espesor de las capas en el diseño de pavimento flexible, en base al CBR de la muestra inicial uno, con la incorporación de las distintas proporciones ya mencionadas, luego de la obtención de datos del estudio generado se determina que el valor para la capa superficial, base y sub-base son: (9,9,9 cm), (25,25,25 cm) y (30,23,25 cm) en el orden mencionado, según se aprecia la disminución de capa superficial es de forma global, manifestando el cumplimiento de SNR resultado mayor al SNR requerido en de los distintos diseños efectuados.

## CALICATA 2

A continuación, se empleará el mismo método para el diseño teniendo en cuenta que en esta aplicación se utilizará el CBR de la muestra inicial de la calicata 2 variando con el CBR tras la incorporación de cenizas de chala y alfalfa.

**Tabla 25.** Diseño de pavimento flexible con muestra inicial de C. N°2

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 130 662
Suelo de la subrasante	CBR =	4.63 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 6813.38
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP6
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.036
Desviación estándar combinado	So	0.45
Índice de Serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Índice de Serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de Serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta PSI$	1.5

SNR= 4.026

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Fuente: Producción propia

**Tabla 26.** Tabla de espesor del Diseño de Pavimento flexible con la muestra Inicial C. N°2

		M. Inicial
Capa Superficial	a1	0.170
Base	a2	0.115
Subbase	a3	0.047
Coeficiente de drenaje	m1	1
	m2	1
Espesores de las capas	d1	9
	d2	20
	d3	35

**APTO**

Fuente: Producción propia

Interpretación: Según se visualiza en la tabla 26 se generará el espesor de las capas en el diseño de pavimento flexible, en base al CBR con la muestra inicial dos, luego de la obtención de datos del estudio generado en la presente investigación se determina como valor en los espesores de la capa de sub – base 35cm, base 25cm y en la superficial 15cm, generando el cumplimiento de SNR resultado siendo mayor al SNR requerido.

A continuación, se empleará el mismo método para ejercer el diseño variando el valor del CBR perteneciente a la calicata N°2 según corresponda para el diseño al incorporar en las distintas proporciones de: (3% de CHC + 2% de CHA), (5% de CHC + 3% de CHA), (7% de CHC + 5% de CHA).

**Tabla 27.** Tabla de espesores del Diseño de Pavimento flexible C. N°2 incorporando en proporción CHC + CHA

		M.I + 3% (CHC) + 2% (CHA)	M.I + 5% (CHC) + 3% (CHA)	M.I + 7% (CHC) + 5% (CHA)
SNR		3.941	3.913	3.970
Capa Superficial	a1	0.170	0.170	0.170
Base	a2	0.115	0.115	0.115
Subbase	a3	0.047	0.047	0.047
Coeficiente de drenaje	m1	1	1	1
	m2	1	1	1
Espesores de las capas	d1	9	9	9
	d2	20	20	20
	d3	30	23	25
<b>APTO</b>				

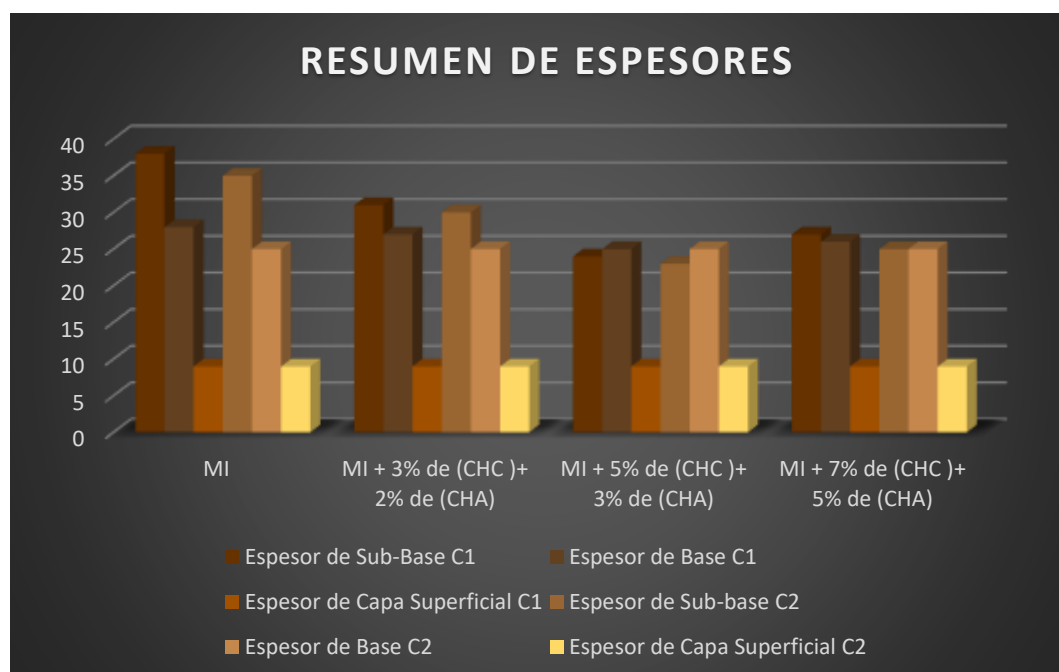
Fuente: Producción propia

Interpretación: Según se visualiza en la tabla 27 se generará el espesor de las capas en el diseño de pavimento flexible, en base al CBR de la muestra inicial uno, con la incorporación de las distintas proporciones ya mencionadas, luego de la obtención de datos del estudio generado se determina que el valor para la capa superficial, base y sub-base son: (13,9,11 cm), (25,25,25 cm) y (35,35,35 cm) en el orden mencionado, según se aprecia la disminución de capa superficial es de forma global, manifestando el cumplimiento de SNR resultado mayor al SNR requerido en de los distintos diseños efectuados.

**Tabla 28.** Tabla de resumen espesores del Diseño de Pavimento flexible en C. N°1 – C. N°2

	MUESTRA	ESPESOR			ESPEORES REDUCIDOS
		Sub-base	Base	Capa Superficial	
C - 1	Muestra inicial	38	23	9	
	Muestra inicial + 3% de (CHC) + 2% de (CHA)	31	23	9	Ahorro de 7 cm de Subbase granular
	Muestra inicial + 5% de (CHC) + 3% de (CHA)	24	23	9	Ahorro de 14 cm de Subbase granular
	Muestra inicial + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	27	23	9	Ahorro de 11 cm de Subbase granular
C - 2	Muestra inicial	35	20	9	
	Muestra inicial + 3% de (CHC) + 2% de (CHA)	30	20	9	Ahorro de 5 cm de Subbase granular
	Muestra inicial + 5% de (CHC) + 3% de (CHA)	23	20	9	Ahorro de 12 cm de Subbase granular
	Muestra inicial + 7% de (CHC) + 5% de (CHA)	25	20	9	Ahorro de 10 cm de Subbase granular

**Fuente:** Producción propia



**Figura 24.** Diagrama de resumen de espesores de C. N°1 – C. N°2 con dosificaciones

**Fuente:** Producción propia

Interpretación: Según se visualiza en la Figura 28 se generará el espesor de las capas en el diseño de pavimento flexible en base al CBR con las dos muestras iniciales más la incorporación de (3% de CHC + 2% de CHA), (5% de CHC + 3% de CHA) y (7% de CHC + 5% de CHA), luego de la obtención de datos del estudio generado se determina que el valor de capa superficial y base se mantienen para ambas calicatas, sin embargo se observa que la sub base disminuye de forma global resaltando beneficioso para las dos calicatas la incorporación en proporción de: (5%CHC + 3%CHA) generando un ahorro de 14cm en comparación a la muestra inicial de la C. N°1 y un ahorro de 12cm en comparación a la muestra inicial de la C. N°2, puesto a lo indicado consta con el cumplimiento del MTC quien nos sugiere que para un adecuado diseño de pavimento flexible TP6 la capa superficial no debe ser menor a 9cm y la base a 20 cm.

## Análisis estadístico SPSS

La sucesión estadística para precisar el grado de asociación se detalla en el Anexo 3. Análisis estadístico de resultados.

A. Para la máxima densidad seca:

Se presenta una correlación negativa muy baja, entre la variable: Máxima densidad seca y la variable: Cenizas de hoja de chala y alfalfa, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.088.

B. Para el óptimo contenido de humedad:

Se visualiza una correlación negativa muy alta, entre la variable: Óptimo contenido de humedad y la variable: Cenizas de hoja de chala y alfalfa, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.847.

C. Para el CBR:

Se muestra una correlación positiva muy baja, entre la variable: CBR y la variable: Cenizas de hoja de chala y alfalfa, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.015.

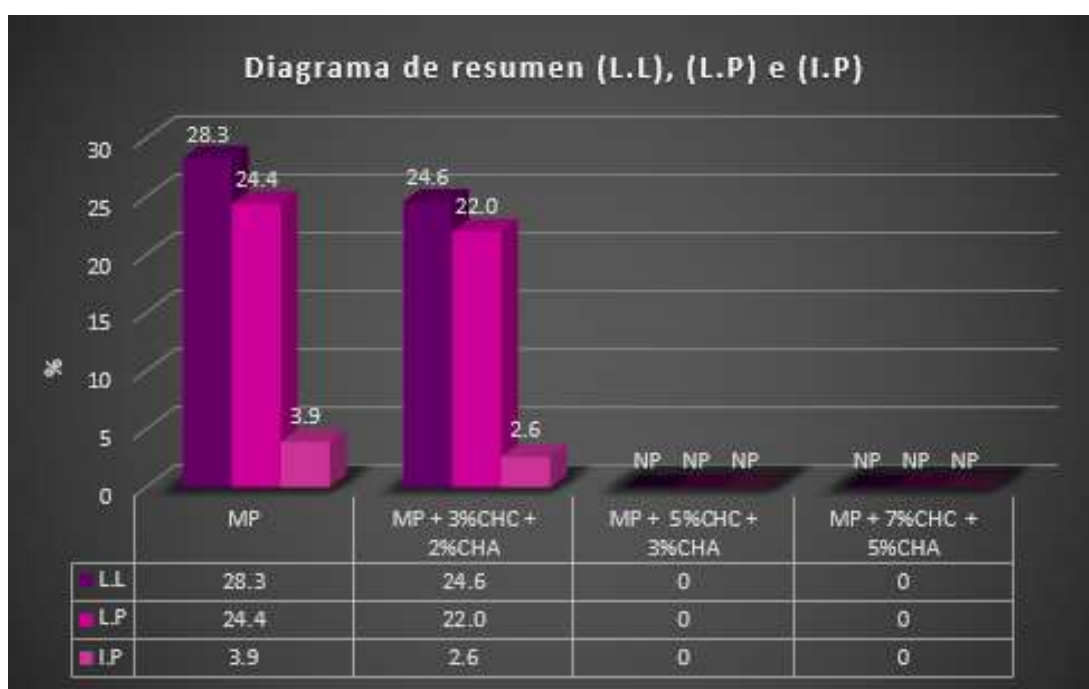


## V. DISCUSIÓN

OE1: Determinar cómo influye la adición de cenizas de hojas de chala y cenizas de hoja de alfalfa en el mejoramiento de las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante en la av. Las Lomas de Carabayllo, 2023

Ensayo de Límites de Consistencia

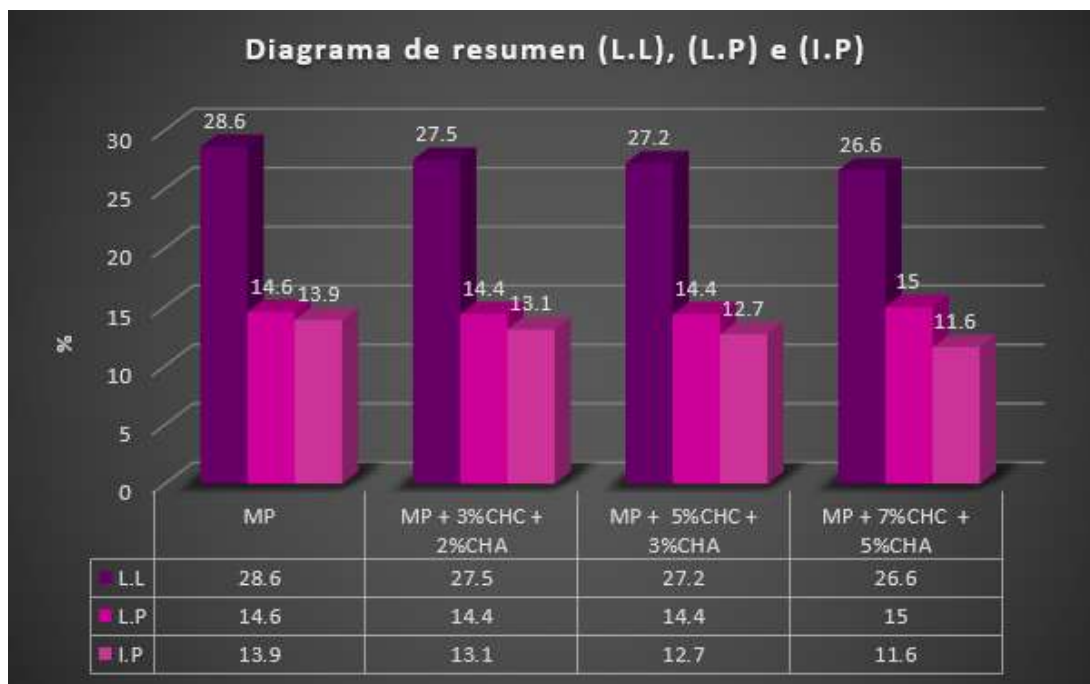
De acuerdo a (PASACHE, y otros, 2022) para la calicata N° 1 según los datos adquiridos a través del ensayo de límites de consistencia, en el que se examina resultados (LL, LP e IP) de la muestra original son: (28.3; 24.4 y 3.9%) en el ordenado, asimismo con adición de 3, 5 y 7% de cenizas de hoja de chala fueron: (24.6; 22 y 2.6%), (NP; NP y NP%) y (NP; NP y NP%).



**Figura 25.** Diagrama resumen de (LL), (LP) e (IP) - antecedente

**Fuente:** (PASACHE, y otros, 2022)

Para la calicata N° 2 según los datos adquiridos a través del ensayo de límites de consistencia, en el que se examina resultados (LL, LP e IP) de la muestra original son: (28.6; 14.6 y 13.9%) en el ordenado, asimismo con adición de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), fueron: (27.5; 14.4 y 13.1%), (27.2; 14.4 y 12.7%) y (26.6; 15.0 y 11.6%)



**Figura 26.** Diagrama resumen de (LL), (LP) e (IP) - C2-Propio

**Fuente:** Producción propia

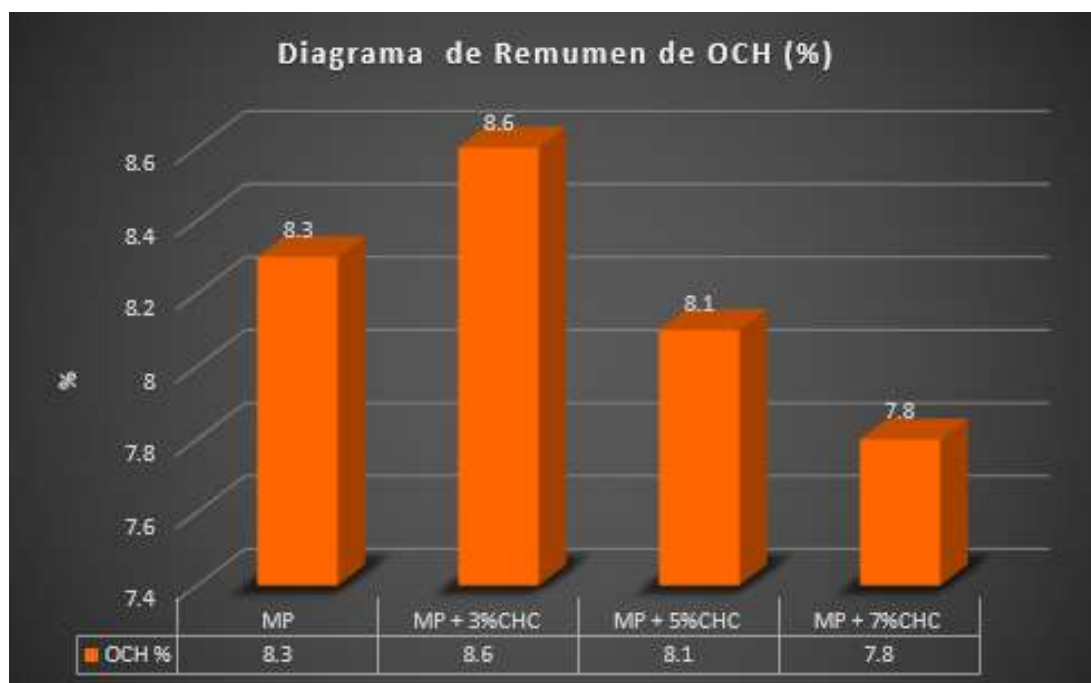
De manera que (PASACHE, y otros, 2022), manifiesta que al integrar 3% de cenizas de hoja de chala el IP decreció en: -33.3; asimismo en la presente investigación al integrar (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), en su combinación, se observa que decreció en -5.76; -8.63 y -16.55%, por lo que se determina una similitud.

Del mismo modo (PASACHE, y otros, 2022), según los ensayos realizados con incorporación de 3, 5 y 7% de (CHC), cumple con la normativa NTP 339.129 la cual manifiesta que a menor plasticidad se obtiene un mejor resultado, de igual manera en la presente tesis con incorporación de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA) da cumplimiento a lo mencionado influenciando positivamente.

OE2: Determinar cómo influye la adición de cenizas de hojas de chala y cenizas de hoja de alfalfa en el mejoramiento de las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante en la av. Las Lomas de Carabayllo, 2023

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

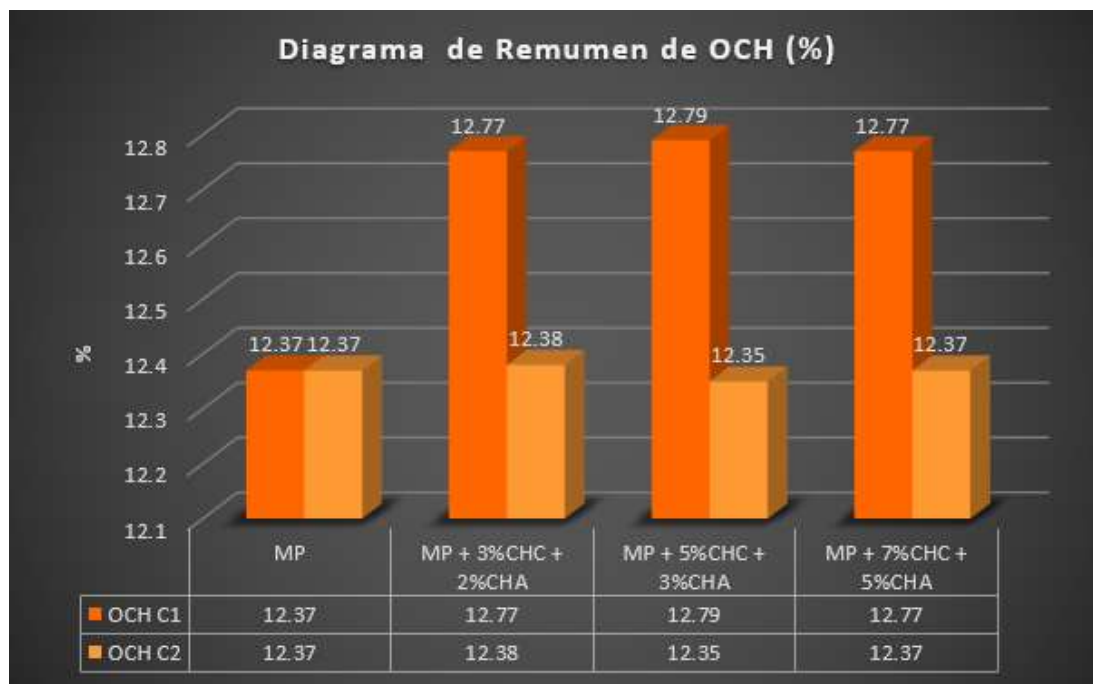
De acuerdo a (PASACHE, y otros, 2022) para la calicata N° 1 según los datos adquiridos a través del ensayo de límites de Proctor modificado, en el que se examina resultados (OCH% y MDS) de la muestra original son: (8.3% y 2.030 gr/cm<sup>3</sup>) en el orden dado, asimismo con adición de 3,5 y 7% de cenizas de hoja de chala fueron: (8.0;7.8;7.5%) y (2.01; 1.895 y 1.899 gr/cm<sup>3</sup>).



**Figura 27.** Diagrama resumen de (OCH) - antecedente

**Fuente:** (PASACHE, y otros, 2022)

Para la calicata N° 1 y 2 los datos adquiridos a través del ensayo Proctor modificado, en el que se determina que el resultado de OCH de la muestra patrón es: (12.37 y 12.48 %) en el orden dado, de esta manera al integrar la adición de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), fueron: (12.77; 12.79 y 12.77%) y (12.38; 12.35 y 12.37%).



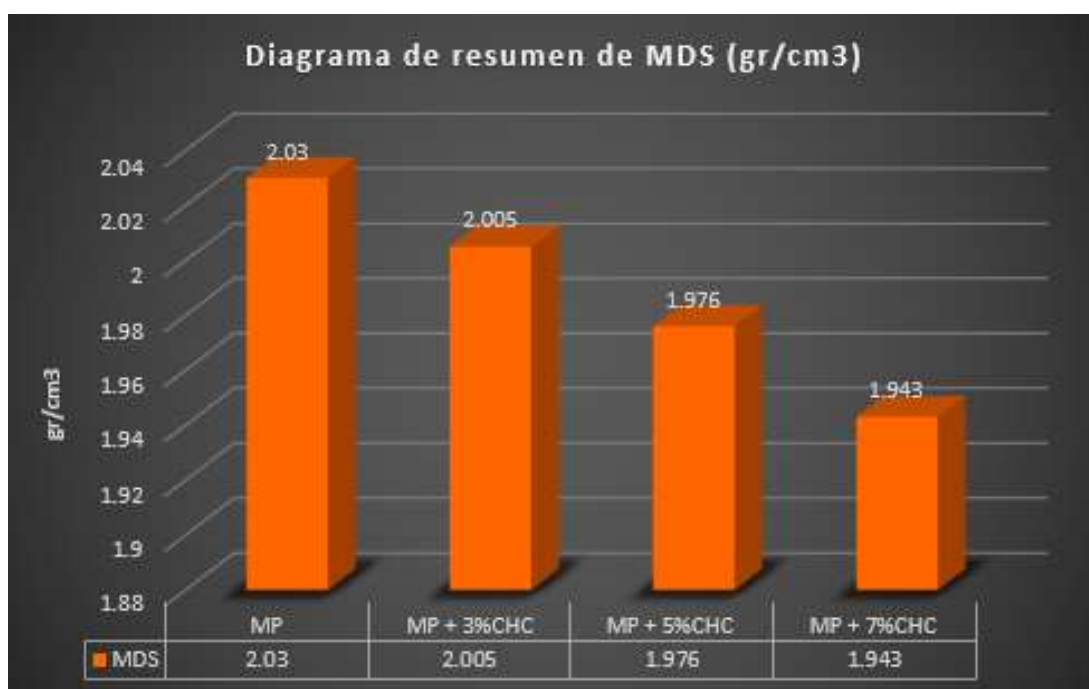
**Figura 28.** Diagrama resumen de (OCH)-propio - C1 y C2

**Fuente:** Producción propia

De manera que (PASACHE, y otros, 2022), manifiesta que al integrar 3% de cenizas de hoja de chala el OCH aumento en: 3.61 a diferencia de 5 y 7%, donde se visualiza que decreció en: -2.41, -6.02; asimismo en la presente investigación al integrar 5% (3%CHC + 2%CHA), 8% (5%CHC + 3%CHA) y 12% (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), para la C -N°1 aumenta en: 3.23; 3.40 y 3.23%, a diferencia de la C -N°2 que se genera un decrecimiento en: -0.80; -1.04 y -0.88%, por lo que se determina una similitud.

Del mismo modo (PASACHE, y otros, 2022), según los ensayos realizados con incorporación de 3, 5 y 7% de (CHC), cumple con la normativa NTP 339.141 la cual manifiesta que a menor OCH se obtiene un mejor resultado, de igual manera en la presente tesis con incorporación de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA) dan cumplimiento a lo mencionado influenciando positivamente.

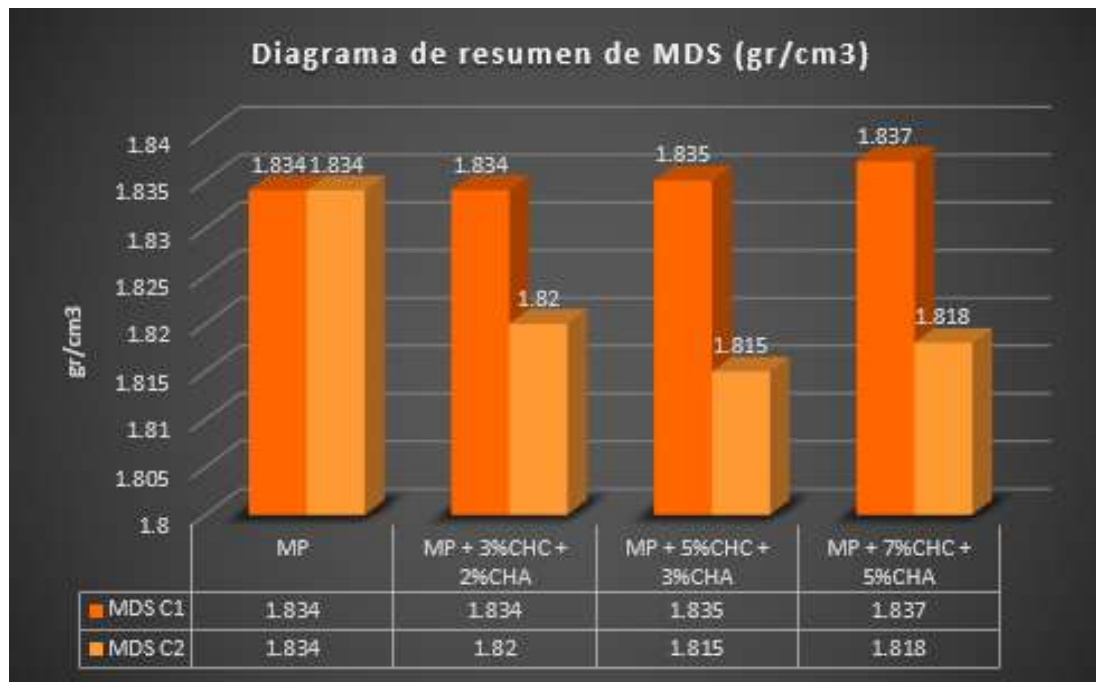
De acuerdo a (PASACHE, y otros, 2022) para la calicata N° 1 según los datos adquiridos a través del ensayo de límites de Proctor modificado, en el que se examina resultados (OCH% y MDS) de la muestra original son: (8.3% y 2.030 gr/cm<sup>3</sup>) en el orden dado, asimismo con adición de 3,5 y 7% de (CHC) fueron: (8.0;7.8;7.5%) y (2.01; 1.895 y 1.899 gr/cm<sup>3</sup>).



**Figura 29.** Diagrama resumen de (MDS) - antecedente

**Fuente:** (PASACHE, y otros, 2022)

Asimismo, para la calicata N°1 y 2 los datos adquiridos a través del ensayo Proctor modificado, en el que se determina que el resultado de MDS de la muestra patrón es: (1.834 y 1.817gr/cm<sup>3</sup>) en el orden dado, de esta manera al integrar la adición de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), se halló los posteriores resultados: (1.834; 1.835 y 1.837 gr/cm<sup>3</sup>) y (1.820; 1.815 y 1.818gr/cm<sup>3</sup>).



**Figura 30.** Diagrama resumen de (MDS) - C1 y C2

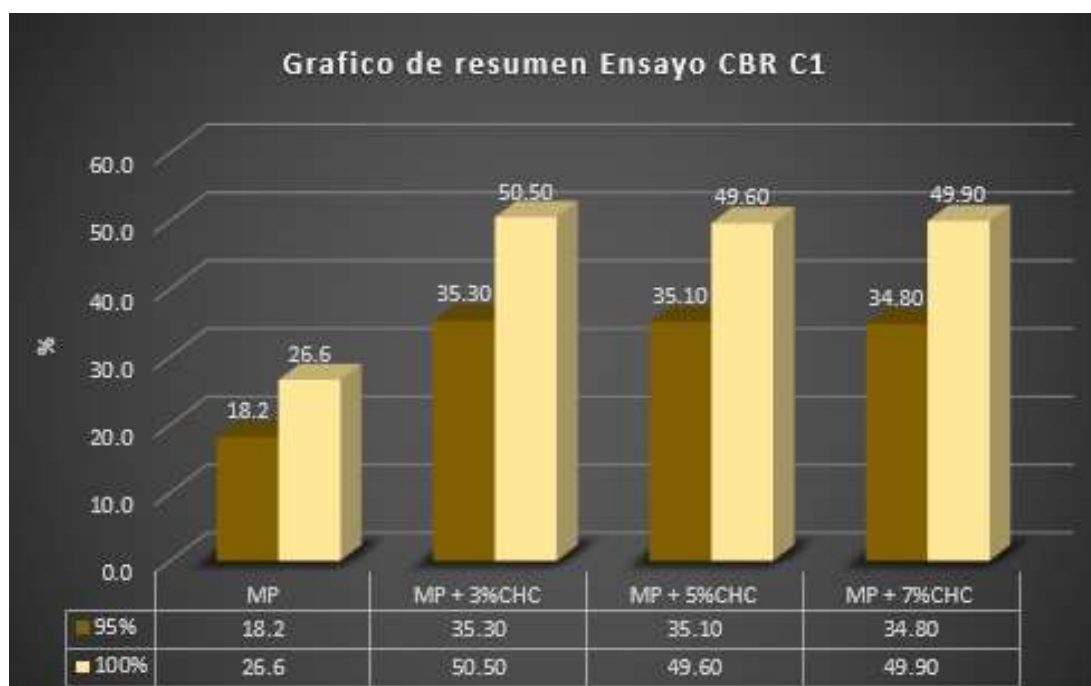
**Fuente:** Producción propia

De manera que (PASACHE, y otros, 2022), manifiesta que al integrar 3,5 y 7% de cenizas de hoja de chala el MDS decreció en: -1.23;-2.66 y -4.29, asimismo en la presente investigación al integrar (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), para la C -N°1 aumenta en: 0; 0.05 y 0.16%, a diferencia de la C -N°2 que se genera un decrecimiento en: -0.76; -1.04 y -0.87%, por lo que se determina una similitud.

Del mismo modo (PASACHE, y otros, 2022), según los ensayos realizados con incorporación de 3, 5 y 7% de (CHC), cumple con la normativa NTP 339.141 la cual manifiesta que a mayor MDS se obtiene un mejor resultado, de igual manera en la presente tesis con incorporación de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA) da cumplimiento a lo mencionado influenciando positivamente.

## ENSAYO DE CBR

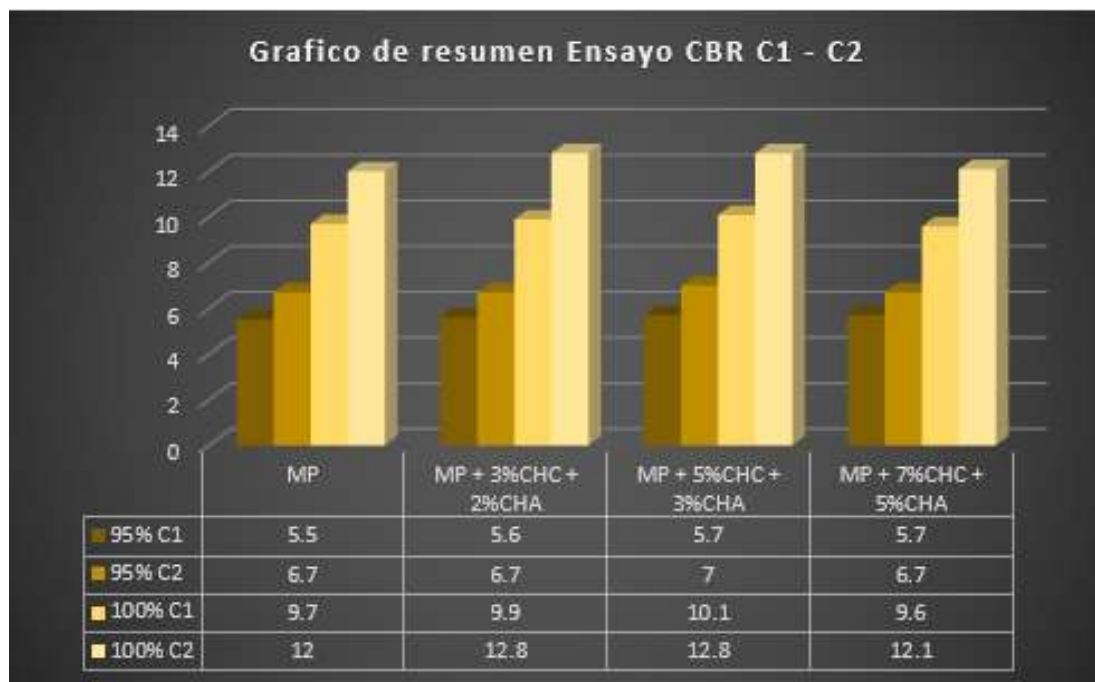
De acuerdo a (PASACHE, y otros, 2022) para la calicata N° 1 según los datos adquiridos a través del ensayo de CBR, en el que se examina resultados (95 y 100%) de la muestra original son: (18,2 y 26.6%) en el orden dado, asimismo con adición de 3,5 y 7% de (CHC) fueron: (35.30 y 50.50%), (35.10 y 49.60%) y (34.80 y 49.90%).



**Figura 31.** Diagrama de resumen del ensayo CBR - antecedente

**Fuente:** (PASACHE, y otros, 2022)

Para la calicata N° 1 y 2 los datos adquiridos a través del ensayo CBR, en el que se determina que el resultado al 95 y 100% de la muestra patrón es: (5.5 y 9.7) (6.7 y 12) en el orden dado, de esta manera al integrar la adición de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), fueron: (35.30; 35.10 y 34.80%) y (50.50; 49.60 y 49.90%).



**Figura 32.** Diagrama de resumen del ensayo CBR - propio-C1 y C2

**Fuente:** Producción propia

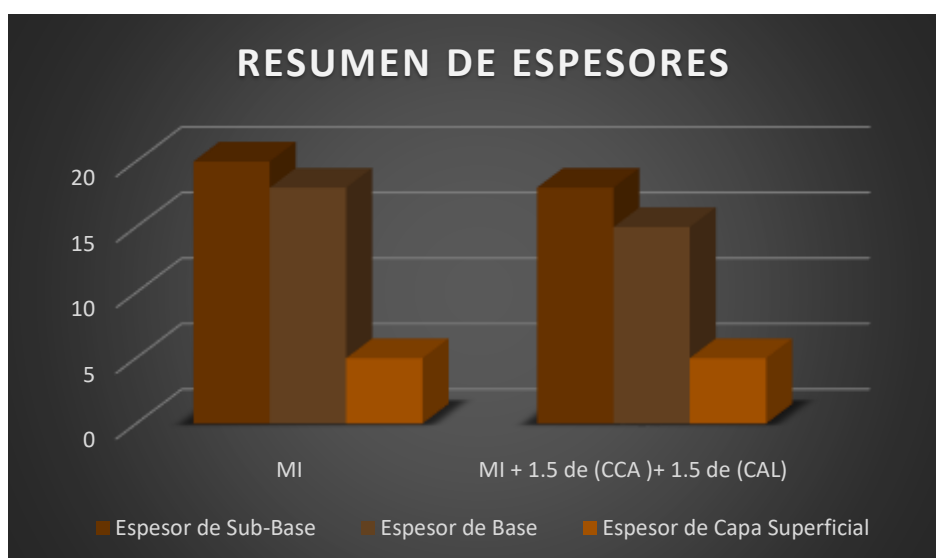
De manera que (PASACHE, y otros, 2022), manifiesta que al integrar 3,5 y 7% de cenizas de hoja de chala el CBR al 95 y 100% incremento en: (93.6;92.86 y 91.21) e (89.85;86.47 y 87.59), asimismo en la presente investigación al integrar (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), para la C.N°1 al 95,100% aumenta incremento global a excepción de la incorporación de 7%CHC + 5%CHA disminuyendo en: (-1.3),al igual en la C.N°2 que se genera un incremento global al 95 y 100%, por lo que se determina una similitud.

Del mismo modo (PASACHE, y otros, 2022), según los ensayos realizados con incorporación de 3, 5 y 7% de (CHC) normativa NTP 339.145 la cual manifiesta que a mayor CBR se obtiene un mejor resultado, de igual manera en la presente tesis con incorporación de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), da cumplimiento a lo mencionado influenciando positivamente.



OE3: Determinar de qué manera influye la adición de cenizas de hoja de chala y alfalfa en la estructura del pavimento en av. Las Lomas de Carabayllo, Lima – 2023

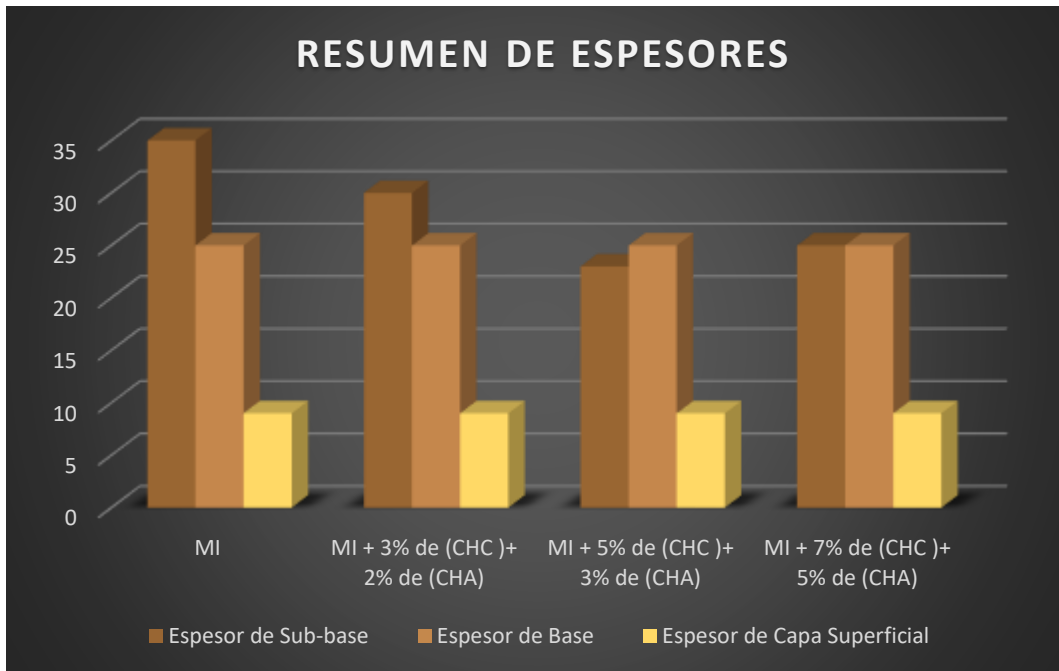
De acuerdo a (LOZA, 2021) para la calicata N° 1 determina en su tesis los resultados del diseño de pavimento flexible, definiendo sus espesores de las capas en centímetros (capa superficial, base y subbase) de la muestra patrón de (5cm, 18cm y 20 cm) en el orden dado y al integrar CCA y CAL en proporción de 1.5%, nos dan como resultado: (5cm, 15m y 18cm). Se aprecia que, al incorporar los diferentes tipos de productos, una disminución en las capas del pavimento con respecto a la muestra patrón la cual fue de (capa superficial, base y subbase) de (0cm,3cm y 2cm) en el orden mencionado.



**Figura 33.** Diagrama de resumen de espesores con dosificación - antecedente

**Fuente:** (LOZA, 2021)

Para la calicata N° 2 los datos adquiridos a través del diseño de pavimento flexible, en el que se determina que el resultado de los espesores en la capa superficial, base y sub base en relación a la muestra patrón es: (9,20 y 35cm) en el orden dado, de esta manera al integrar la adición de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), fueron: (9; 20 y 30cm), (9; 20 y 23cm) y (9; 20 y 25cm).



**Figura 34.** Diagrama de resumen de espesores de C.N°2 con dosificaciones

**Fuente:** Producción propia

De manera que (LOZA, 2021), manifiesta que al integrar 1.5% de cenizas de cascara de arroz al ejecutar su diseño de pavimento flexible se ocasiona una disminución en el espesor en relación a la muestra patrón de la capa superficial, base y sub base siendo: (0;3 y 2cm), asimismo en la presente investigación al integrar (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), para la C.N°2 se ocasiona la disminución global en el espesor de sub-base siendo la reducción en: (5, 12 y 10cm), por lo que se determina una similitud.

Del mismo modo (LOZA, 2021), según los ensayos realizados con incorporación de 1.5% de (CCA) la MTC capítulo doce manifiesta que mientras se encuentre el espesor dentro de los parámetros según el tp que corresponda se obtiene un resultado optimo, de igual manera en la presente tesis con incorporación de (3%CHC + 2%CHA), (5%CHC + 3%CHA) y (7%CHC + 5%CHA), de la combinación de (CHC) y (CHA), da cumplimiento a lo mencionado influenciando positivamente en el diseño de pavimento flexible

## VI. CONCLUSIONES

- En relación con la influencia física del pavimento flexible con la estabilización en la sub-rasante, se glosa lo siguiente:

Cuando se incorpora las cenizas de hoja de chala y alfalfa en proporción del (3,5 y 7%CHC + 2,3 y 5%CHA) se registra un incremento de IP en 10.5;10.4;11.5 y 13.9;12.7;11.6 en comparación con la muestra inicial. No obstante, este valor decrece a nivel global a excepción de la C. N°1 incorporando el 7%CHC + 5%CHA produce un aumento en 2.68 respectivamente para las dosificaciones ya mencionadas, estos resultados obtenidos causan el cumplimiento de clasificación establecido por la MTC en la sección de suelos que imponen que dicho estándar corresponde a un IP medio ya que se encuentra en el rango  $7 < 20$ .

- En relación con la influencia a las propiedades mecánicas del pavimento flexible con estabilización en la sub-rasante, se glosa lo siguiente:

Cuando se agrega la ceniza de hoja de chala y alfalfa en proporción del (3,5 y 7%CHC + 2,3 y 5%CHA) para el ensayo de OCH en la C. N°1 y C. N°2 en relación con la muestra inicial sin incorporación de las cenizas siendo 12.37 experimenta un incremento en 3.23;3.40;3.23 y 0.08 en comparación a la muestra inicial. No obstante, este valor incrementa a nivel global a excepción de la C. N°2 incorporando el 5%CHC + 3%CHA produce un decrecimiento en -0.16 respectivamente para las dosificaciones ya mencionadas, estos resultados obtenidos causan el cumplimiento de ensayo establecido por la MTC E115 y NTP 339.141 que imponen el desarrollo estándar a efectuar.

Cuando se agrega la ceniza de hoja de chala y alfalfa en proporción del (3,5 y 7%CHC + 2,3 y 5%CHA) para el ensayo de MDS en la C. N°1 y C. N°2 en relación con la muestra inicial sin incorporación de las cenizas siendo  $1.834 \text{ gr/cm}^3$ , experimenta un incremento a nivel global y un decrecimiento a nivel global en el orden mencionado en comparación a la muestra inicial. No obstante, estos resultados obtenidos causan el cumplimiento de ensayo establecido por la MTC E115 y NTP 339.141 que imponen el desarrollo estándar a efectuar.

Cuando se agrega la ceniza de hoja de chala y alfalfa en proporción del (3,5 y 7%CHC + 2,3 y 5%CHA) para el ensayo de CBR en la C. N°1 y C. N°2 en relación al 95 y 100% con la muestra inicial sin incorporación de las cenizas siendo 5.5 y 9.7 – 6.7 y 12.0 experimenta un incremento a nivel global en comparación a la muestra inicial. No obstante, este valor incrementa a nivel global a excepción de la C.N°1 incorporando el 7%CHC + 5%CHA produce un decrecimiento en -1.03 respectivamente para las dosificaciones ya mencionadas, estos resultados obtenidos causan el cumplimiento de mejora en la clasificación establecido por la MTC en la sección de suelos que imponen que dicho estándar corresponde a una categoría de sub-rasante insuficiente que al incorporar las cenizas se transforma en una sub-rasante regular ya que se encuentra en el rango  $6 < 10\%$ .

- La influencia de la dosificación incorporando la ceniza de hoja de chala y alfalfa en la estructuración para el diseño del pavimento flexible, se glosa lo siguiente:

Cuando se agrega la ceniza de hoja de chala y alfalfa en proporción del (3,5 y 7%CHC + 2,3 y 5%CHA) para el desarrollo de diseño en pavimentación flexible en relación con la calicata uno se experimenta una disminución de 7,14 y 11 centímetros en el espesor de la sub base en comparación a la muestra inicial, sin embargo, en la calicata dos se experimenta una disminución de 5,12 y 10 centímetros en el espesor de la sub base, en comparación a la muestra inicial. No obstante, se define como valor recomendable a nivel global al (5% de CHC y 3% de CHA) para la disminución de espesor, estos resultados obtenidos causan el cumplimiento establecido por la MTC que impone el valor no menor de carpeta superficial en 9cm y base en 20cm para un TP6.

## VII. RECOMENDACIONES

- Según los resultados adquiridos en la presente investigación, al incorporar la ceniza de hoja de chala y alfalfa dosificadamente en las proporciones que se da mención, a la estabilización de la sub-rasante incrementa su soporte y disminuye su capacidad de deterioro habitual. Por ello se sugiere explorar la implementación de estos productos en diversos tipos de diseños en pavimentación puesto que se resalta que además de ser un producto favorable tiene un costo adquisitivo económico.
- De otro modo es recomendable llevar a cabo un estudio previo de los productos a utilizar, primeramente, la evaluación del suelo para poder suscitar la incorporación de los productos mencionados en la presente investigación. Puesto que es primordial generar minuciosamente el análisis granulométrico y dosificación para dar garantía y confiabilidad al implementarlo en otro tipo de investigación.
- A cerca de la estabilización se sugiere regirse a la instrucción especificada que nos brinda el Manual en la sección de suelos (2014), para los ensayos aplicar el Manual en la sección de ensayo de materiales (2016) y NTP 339.128 -127 -129 -141 – 145.
- Por otra parte, para generar el diseño se recomienda darse apoyo con el Manual en la sección de Suelos y pavimentos por el (MTC) en capítulo doce se visualiza todo lo necesario para emplear el diseño de pavimento flexible que es lo que se emplea en esta investigación.

## Referencias

- ABAD, Walter Iván y Torres Brandan, Martha Mercedes. 2020,. *Evaluación del costo y tiempo de ejecución entre los pavimentos: rígido, flexibles y semirígidos en el distrito de Shapaja, Provincia y departamento de San Martín*. Universidad Científica del Perú, Tarapoto - Perú : 2020,.
- Aldana, Raul. 2021. Aula Carreteras . [En línea] ENSAYOS DE COMPACTACIÓN – PROCTOR NORMAL Y PROCTOR MODIFICADO, 29 de Abril de 2021. [Citado el: 25 de Mayo de 2023.] <https://www.aulacarreteras.com/ensayo-proctor/>.
- AMAT, Elias Fortunato. 2022. *“Propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionandocenzizas de chala de maiz y cal para pavimentos rigidos, Cuzco, 2022”*. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú : 2022.
- ARANIBAR, Christian Aristo y BRICEÑO, Henry. 2021,. *Propuesta de diseño de un pavimento rigido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado - Picota - San Martín*. Universidad Científica del Perú - UCP, Tarapoto - Perú : 2021,.
- Arias Gonzáles, José Luis y Covinos Gallardo, Mitsuo. 2021. *Diseño y metodología de la investigacion*. Arequipa - Perú : ENFOQUES CONSULTING EIRL, 2021. 1.
- ARIAS, Fidias G. 2006,. *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica*. s.l. : Episteme, 2006,. 6ta edición.
- ARIAS, José Luis. 2020,. *Proyecto de tesis Guía de elaboracion*. Arequipa - Perú : s.n., 2020,. 1.
- ARIAS, José Luis y COVINOS, Mitsuo. 2021,. *Diseño y metodología de la investigación*. Arequipa - Perú : ENFOQUES CONSULTING EIRL, 2021,. 1.
- Barragán Garzón, Camilo Andrés y Cuervo Camacho, Harold Alexander. 2019 . *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ DE LA VARIEDAD BLANCO A UN SUELO ARENO-ARCILLOSO*. Universidad Piloto de Colombia sección alto Magdalena , Girardot - Cundinamarca : 2019 .
- BONILLA, Juan Felipe, JIMENEZ, Andrés Felipe y PARAMO, Floridary. 2019. *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CONDICIONES MECÁNICAS DEL MATERIAL GRANULAR TIPO AFIRMADO CON ADICCIÓN DE CEMENTO PORTLAND Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA (CBCA)*. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué-Colombia : 2019.
- Briceño Flores, Henry y Aranibar Muñoa, Christian Aristo. 2021,. *Propuesta de diseño de un pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado - Picota - San Martín*. Univesidad Científica del Perú, Tarapoto - Perú : 2021,.

BRICEÑO, Henry y ARANIBAR, Christian Aristo. 2021,. *Propuesta de diseño de un pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado - Picota - San Martín*. Univesidad Científica del Perú, Tarapoto - Perú : 2021,.

CAÑAR, Edwin Santiago. 2019. *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AL CORTE Y ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS FINOS Y ARCILLOSOS COMBINADAS CON CENIZAS DE CARBON*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato – Ecuador : 2019.

Carabayllo, Municipalidad de. 2019. Municipalidad Distrital de carabayllo. [En línea] Municipalidad Distrital de carabayllo, 2019. [Citado el: 22 de Septiembre de 2023.] [https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis-lima-2019/CD\\_MINSA/DOCUMENTOS\\_ASIS/ASIS\\_DISTRITO%20CARABAYLLO%202019.pdf](https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis-lima-2019/CD_MINSA/DOCUMENTOS_ASIS/ASIS_DISTRITO%20CARABAYLLO%202019.pdf).

*Caracterização da cinza de casca de arroz como adição mineral ao concreto*. Moreira , Luana de Almeida, y otros. 2019. 3, Brasil : Society and Development,, 2019, Vol. 8. pp. 01-12.

CEMEX. 2019. CEMEX. [En línea] CEMEX, 05 de Abril de 2019. [Citado el: 25 de Mayo de 2023.] <https://www.cemex.com.pe/-/-por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->.

CONDORI, Betty María y PEREZ, Edwin. 2021. Estabilización de suelos finos con hojas de eucalipto para alcanzar la resistencia a la compresion inconfineda. *Prospectiva Universitaria*. 2021, Vol. 18, 1.

CONSORCIO GLOBAL VILDAR INGENIEROS & F.PALACIOS L. 2015. *Estudio de tráfico de la carretera: EMP 3S (Mollepuquio) - Chinchaypujio - Cotabambas - Tambobamba - Chalhuachuacho*. Chinchaypujio - Cotabambas - Tambobamba - Chalhuachuacho : Ministerio de transportes y comunicaciones, 2015.

CORTEZ, Liliana y ALAN, David. 2018,. *Procesos y fundamentos de la investigacion científica*. Universidad Tecnica de Machala, Machala - Ecuador : 2018,.

Cruz Vera, Katherine Emily. 2021. *Diseño de la Subrasante Blanda Modificada con Cenizas de Huarango, Tramo Collance-Providencia KM-11 Luya, Amazonas 2021* . Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú : 2021.

Deza Angeles, Christopher Anggelo y Ramirez Villanueva, Abel Jahel. 2022. *Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maiz-hoja de pino, en calle 5 A.H San Valentín, Ancash - 2022*. Universidad Cesar Vallejo, Chimbote - Perú : 2022.

DEZA, Christopher Anggelo y RAMIREZ, Abel Jahel. 2022. *Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maiz-hoja de pino, en calle 5 A.H San Valentín, Ancash - 2022*. Universidad Cesar Vallejo, Chimbote - Perú : 2022.

ESPINOZA, Clayre Cecilia y FALCON, Carlos Manuel. 2023,. *Estudio comparativo de estabilización de subrasantes adicionando cenizas de hoja de humarí y caimito en suelos del Jr. los Rosales, Ucayali 2022*. Universidad Cesar Vallejo, Callao - Perú : 2023,.

*Evaluation of Mechanical Properties of Concrete Reinforced with Eucalyptus globulus Bark Fibres*. Mansilla, Claudia, y otros. 2020. 23, Chile : Sustainability, 2020, Vol. 12.

Farfán Ayma , Rafael Alonso. 2022. *Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de huarango en la carretera Molleray - Willkarpay, Cusco - .* Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú : 2022.

FLORES, Victor Fernando y LOCK, Klisman Victor Hieral. 2021,. *Estabilización de la subrasante con cenizas de hojas de Mango y palta al 5% 10% 15% para pavimentación de la trocha carrozable del valle San Rafael, Mojeke, Casma, Ancash 2021*. Universidad Cesar Vallejo, Chimbote - Perú : 2021,.

GALINDO, Hugo Fernando, CHINCHILLA, Juan Camilo y SIERRA, Andres Felipe. 2019. *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LA CANTERA LA CAIMA, ESTABILIZADA CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y CEMENTO HIDRAULICO*. UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA, Ibagué- Colombia : 2019.

HERNANDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian Paulina. 2018,. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, Ciudad de Mexico - Mexico : 2018,.

Infinitia, Consulting Industrial. 2021. Infinitia industrial consulting. [En línea] 20 de Diciembre de 2021. [Citado el: 24 de 05 de 2023.] <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/clasificacion-propiedades-materiales/>.

Instro. Instro. [En línea] Instro. [Citado el: 25 de 05 de 2023.] [https://www.instron.com/es-ar/resources/test-types/compression-test#:~:text=Los%20ensayos%20de%20compresi%C3%B3n%20se,accesorios%20especializados%20en%20una%20m%C3%A1quina](https://www.instron.com/es-ar/resources/test-types/compression-test#:~:text=Los%20ensayos%20de%20compresi%C3%B3n%20se,accesorios%20especializados%20en%20una%20m%C3%A1quina.).

LOCK, Klisman Victor Hieral y FLORES, Victor Fernando. 2021. *Estabilización de la subrasante con cenizas de hojas de Mango y palta 5%10% y 15% para pavimentación de la trocha carrozable del valle San Rafael, Mojeke, Casma, Ancash 2021*. Universidad Cesar Vallejo, Chimbote-Perú : 2021.

LORENZO. 2022,. Universidad Autonoma San Luis Potosí. [En línea] 14 de 10 de 2022,. [Citado el: 24 de 05 de 2023.] [https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia\\_1\\_parte\\_II.pdf](https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia_1_parte_II.pdf).

LUNA, David Javier. 2018,. *Diseño Estructural del Pavimento Rígido para el mejoramiento de las Obras Viales Yauli - Oroya, 2016*. Universidad César Vallejo- Escuela de Posgrado, Perú : 2018,.



MAMANI, Max Abelardo y MAMANI, Wilson. 2023. *Influencia de la adición de ceniza de ichu y ceniza de hoja de coca en las propiedades mecánicas de la subrasante, Puno 2022*. Universidad César Vallejo, Lima - Perú : 2023.

—. 2023. *Influencia de la adición de ceniza de ichu y ceniza de hoja de coca en las propiedades mecánicas de la subrasante, Puno 2022*. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú : 2023.

MARTINEZ, Javier Enrique. 2018. *Predicción de fallas por escalonamiento en las estructuras pavimento rígido propuestas dentro del manual de diseño de pavimentos de concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS, empleando el modelos de deterioro de pavimentos rígido*. UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, Bogotá - Colombia : 2018.

Ministerio de Transporte y comunicaciones. 2014. MTC. Lima : MTC, Abril de 2014.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2014,. *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos Sección suelos y pavimentos R.D.N°10-2014-MTC/14*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima - Perú : 2014,.

Moale Quispe, Alexandra Brigitte y Rivera Justo, Ebdy Josias . 2019. *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú : 2019.

Morey Lancha, Perlita América y Vásquez Vásquez, Perviz Jhens. 2019,. *Estudio de tráfico vehicular en av. La Marina, tramo av. 28 de Julio - psje. Antonio Macedo Torres, Iquitos 2019*. Universidad Científica del Perú, San Juan Bautista - Loreto - Maynas - Perú : 2019,.

Municipalidad de Carabaylo, 2019. 2019. Municipalidad Distrital de Carabaylo. [En línea] Municipalidad Distrital de Carabaylo, 2019. [Citado el: 22 de Septiembre de 2023.] [https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis-lima-2019/CD\\_MINSA/DOCUMENTOS\\_ASIS/ASIS\\_DISTRITO%20CARABAYLLO%202019.pdf](https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis-lima-2019/CD_MINSA/DOCUMENTOS_ASIS/ASIS_DISTRITO%20CARABAYLLO%202019.pdf).

Nacap. 2019. *Control de calidad, en la compactación de suelos y hormigones frescos*. Universidad Tecnológica de Chile , Chile : 2019.

OSORIO, Milton Abel. 2022,. *Influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco-2021*. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, Cerro de Pasco - Perú : 2022,.

Pantoja Galvan, Jose Luis. 2019,. *Influencia de la corrección del CBR del terreno de fundación vial en el diseño de pavimentos para el proyecto de conservación vial Santa Rosa tramo dv Humajalzo - Huaytire*. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima - Perú : 2019,.

Pasache Paredes Edgar Aldair, Vilca Bustinza, Silverio. 2022. Evaluación de fibra de vidrio y ceniza de chala en las propiedades de la subrasante, avenida

rosales,carabayllo,lima,2022.

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/98565/Pasache\\_PEA-Vilca\\_BS-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/98565/Pasache_PEA-Vilca_BS-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y). [En línea] 2022. [Citado el: 22 de Septiembre de 2023.]  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/98565/Pasache\\_PEA-Vilca\\_BS-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/98565/Pasache_PEA-Vilca_BS-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y).

Pasache Paredes, Edgar Aldair y Vilca Bustinza, Silverio. 2022. Repositorio Ucv. *Repositorio Ucv*. [En línea] 2022. [Citado el: 20 de 06 de 2023.]  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/98565/Pasache\\_PEA-Vilca\\_BS-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/98565/Pasache_PEA-Vilca_BS-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y).

PASACHE, Edgar Aldair y VILCA, Silverio. 2022. Evaluación de fibra de vidrio y ceniza de chala en las propiedades de la subrasante, Av. Rosales,Carabayllo,Lima 2022. [En línea] 2022. [Citado el: 28 de Septiembre de 2023.]  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/98565/Pasache\\_PEA-Vilca\\_BS-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/98565/Pasache_PEA-Vilca_BS-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y).

—. 2022. *Evaluación de fibra de vidrio y ceniza de chala en las propiedades de la subrasante, Av. Rosales,Carabayllo,Lima 2022*. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú : 2022.

PASACHES, Edgar Aldair y VILCA, Silverio. 2022. *Evaluación de fibra de vidrio y ceniza de chala en las propiedades de la subrasante, Av. rosales,Carabayllo, Lima,2022*. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú : 2022.

Ponte Jesús, Wilmer Arquímedes . 2018. *Sustitución de 3% Y 5% de cemento por ceniza de Huarango en un concreto F'c=210 Kg /cm<sup>2</sup> Huaraz - 2017*. Universidad San Pedro, Huaraz - Perú : 2018.

Quijano Otalora, Yubber Alonso y Melo Herrera, Juan Sebastián. 2020,. *Análisis de la variación de la densidad seca máxima y humedad óptima de afirmados provenientes de diferentes canteras de la sabana de Bogotá*. Universidad De La Salle, Bogotá - Colombia : 2020,.

REDACCIÓN PQS. 2023. REDACCIÓN PQS. [En línea] REDACCIÓN PQS, 08 de Febrero de 2023. [Citado el: 30 de Mayo de 2023.]  
<https://pqs.pe/actualidad/economia/calculan-que-pavimentar-toda-la-red-vial-nacional-tomaria-200-anos/>.

Reyes Carranza, José Manuel. 2018. *Resistencia de concreto con materiales de la zona y sustitucion de cemento 3% por cenizas de hoja de pino (Pinus Radiata) - Huaraz*. Universidad San Pedro, Chimbote - Perú : 2018.

Reyez Carranza, José Manuel. 2018. *Resistencia de concreto con materiales de la zona y sa*.

Rizalaso Huaicani, Henry Wilber. 2019,. *Determinación del contenido de humedad óptima y densidad máxima seca mediante regresiones para subbases con altitudes mayores a 3000 m.s.n.m en la provincia de Puno*. Universidad Andina Nestor Cáceres Veslasquez, Juliaca - Perú : 2019,.

Sánchez Santacruz, Mirtha Eliana. 2020. *Diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes al concreto en la calle Huamanchuco distrito Lambayeque 2020*. Universidad Cesar Vallejo , Lima - Perú : 2020.

SANCHEZ, Hernando Rafael. 2018,. *Resistencia de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitucion de cemento en 4% y 7% por cenizas de hoja de pino "pinus"*. Universidad San Pedro, Chimbote - Perú : 2018,.

SHUAN, Luisa Esther y BASURTO, Daniel Jesús. 2019,. *Guía de laboratorio Límite Líquido, Límite Plástico Norma ASTM D4318*. Lima - Perú : s.n., 2019,.

*Tecnologías empleadas en la evaluación de pavimentos e impacto que han generado*. Castro Chuyo, Leydy Diana Karolin, y otros. 2021. 01, Tayacaja : Revista de investigacion científica y tecnologica Llamkasun , 2021, Vol. 02.

*Upcycling Potential of Industrial Waste in Soil Stabilization: Use of Kiln Dust and Fly Ash to Improve Weak Pavement Subgrades Encountered in Michigan, USA*. Bandara, Nishantha , y otros. 2020. 17, Michigan USA : Sustainability, 2020, Vol. 12. 7226.

*Uso de estabilizadores parasuelos arcillosos una revision literaria*. Fonseca Sanchez , Kattia, Becerra Eneque, Yafanor y Muñoz Perez, Socrates. 2020. 1 y 2, Ecuador : Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2020, Vol. 50. 54 - 69.

VILCA, Silverio y PASACHE, Edgar Aldair. 2022,. *Evaluación de fibra de vidrio y ceniza de chala en las propiedades de la subrasante, av. rosales, carabayllo, Lima, 2022*. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú : 2022,.

VILORIA, Lucy Mercedes. 2020. *DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA UBICADA EN LA CARRETERA 8 ENTRE LAS CALLES 4 y 10 DEL MUNICIPIO DE MALAMBO, ATLANTICO*. UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA , Bogota- Colombia : 2020.

—. 2020. Universidad Militar Nueva Granada. [En línea] Universidad Militar Nueva Granada, 2020. [Citado el: 16 de Septiembre de 2023.] <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38498/ViloriaOquendoLucyMercedes2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

## **Anexos**

- Anexo 1. Matriz de Consistencia
- Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables
- Anexo 3. Análisis estadístico de resultados
- Anexo 4: Ensayos
- Anexo 5. Confiabilidad
- Anexo 6. Boleta Electrónica
- Anexo 7. Validez de Instrumento de recolección de datos
- Anexo 8. Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes
- Anexo 9. Procedimientos
- Anexo 10. Normativa
- Anexo 11. Diseño
- Anexo 12. Mapas y planos
- Anexo 13. Panel fotográfico

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

**TÍTULO:** “Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con cenizas de hoja de chala y alfalfa en Av. Las Lomas, Lima – 2023”

**AUTOR:** Cabrera Flores, Jazmin Laydi Isabel

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>					
¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa en el diseño de pavimento y mejoramiento de la subrasante en av. ¿Las Lomas de Carabaylo, Lima – 2023?	Evaluar de qué manera influye la adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa para el diseño y mejoramiento en subrasante del pavimento rígido en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima – 2023	La adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa influye de manera positiva en el diseño y mejoramiento en subrasante del pavimento rígido en av. Las Lomas de Carabaylo Lima – 2023	<b>I N D E P E N D I E N T E</b>	Cenizas de hojas de chala (CHC)	Dosificación	0% = 0% CHC y 0% CHA	Ficha de recolección de datos (propia) de balanza digital.
						7% = 5% CHC y 2% CHA	
						12% = 9% CHC y 3% CHA	
						17% = 12% CHC y 5% CHA	
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>					
¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa en el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima-2023?	Determinar de qué manera influye la adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa en el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima – 2023	La adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa influye de manera positiva en el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima – 2023	<b>D E P E N D I E N T E</b>	Mejoramiento en subrasante del pavimento flexible	Propiedades físicas	Clasificación de suelos	Ficha de recolección de datos del ensayo de granulometría
						Contenido de humedad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Limite Liquido y Limite Plástico
						Índice de plasticidad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Limite Liquido y Limite Plástico
¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima-2023?	Determinar de qué manera influye la adición de cenizas de hojas de chala en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima – 2023	La adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa influye de manera positiva en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima – 2023	<b>D E P E N D I E N T E</b>	Mejoramiento en subrasante del pavimento flexible	Propiedades mecánicas	MDS (kg/cm <sup>3</sup> )	Ficha de recolección de datos del ensayo de PROCTOR MODIFICADO
						OCH (%)	Ficha de recolección de datos
						CBR (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de CBR de suelos.
¿De qué manera influye la adición de cenizas de hojas de chala y alfalfa en la estructura del pavimento en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima-2023?	Determinar de qué manera influye la adición de cenizas de hoja de chala y alfalfa en la estructura del pavimento en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima – 2023	La adición de cenizas de hojas de Chala y alfalfa influye de manera positiva en la estructura del pavimento en av. Las Lomas de Carabaylo, Lima – 2023	<b>D E P E N D I E N T E</b>	Diseño del pavimento Flexible	Estructura	Carpeta Asfáltica	Ficha de recolección de datos ASSHTO 93
						Base	
						Sub-base	
						subrasante	

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

**TÍTULO:** “Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con cenizas de hoja de chala y alfalfa en Av. Las Lomas, Lima – 2023”

**AUTOR:** Cabrera Flores, Jazmin Laydi Isabel

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Cenizas de hojas de chala (CHC)	Según, Apaza y Salcedo (2019), La ceniza de chala se define qué para la incineración de la chala, se dita alimentar a una temperatura entre los 400° y 700°C, para que pueda favor la quema de todo el material, eliminando al máximo número de carbono; como indicio de ello la ceniza dita vivir lo más blanca posible, a su vez burlar la cristalización de la sílice rememoración en la chapa de maíz	Se obtendrá las cenizas de chala tras un procedimiento de incineración de las hojas por medios mecánicos ajuste de la temperatura especificada a través del termómetro, los datos luego se compilan en un informe aprobado por el laboratorio.	Dosificación	0% = 0% CHC y 0% CHA	Razón	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.  <b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo.  <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental: Cuasi – Experimental.  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo.  <b>Población:</b> Subrasante de la Av. Las Lomas de Carabayllo, Lima.  <b>Muestra:</b> Subrasante de la Av. Las Lomas de Carabayllo, Lima.  <b>Muestreo:</b> No Probabilístico – muestra delimitada por el investigador  <b>Técnica:</b> Observación directa.  <b>Instrumento de recolección de datos:</b> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, IBM SPSS Statistics)
				7% = 5% CHC y 2% CHA		
				12% = 9% CHC y 3% CHA		
				17% = 12% CHC y 5% CHA		
Cenizas de hojas de alfalfa (CHA)	CENAGRO indica que la alfalfa es el tercer cultivo permanente y ocupa la mayor superficie cultivada con 152 300 hectáreas (MINAM, 2019). El Perú cuenta con 202 840 productores que siembran alfalfa. De este número, 136 296 son hombres y 66 544 son mujeres y se encuentra alrededor con una media de 0,8 ha/productor. Por consiguiente siendo este cultivo como uno de los más predominantes en el Perú se hace necesario investigar el comportamiento del concreto convencional extrayendo la ceniza de este cultivo y utilizarlo como aditivo natural en la dosificación del mismo.	Se obtendrá las cenizas de alfalfa tras un procedimiento de incineración de las hojas por medios mecánicos ajuste de la temperatura especificada a través del termómetro, los datos luego se compilan en un informe aprobado por el laboratorio.	Propiedades físicas	Clasificación de suelos	Razón	
				Contenido de humedad (%)		
				Índice de plasticidad (%)		
Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante	El diseño y mejoramiento de pavimentos es el resultado final de un proceso que tiene como objetivo encontrar la solución perfecta a un problema dado, pero intentar tantos como sea posible.	El diseño y mejora de pavimentos se define como el proceso de exploración de múltiples enfoques para encontrar la mejor solución a un problema determinado. Por buen diseño se entiende la aplicación de métodos y técnicas, expresadas en croquis, dibujos, croquis o diagramas, para crear la apariencia más adecuada y simbólica del resultado deseado. Por otro lado, mejorar significa convertir una condición vial inestable en una mejorada.	Propiedades mecánicas	MDS (kg/cm3)	Razón	
				OCH (%)		
				CBR (%)		
				Carpeta Asfáltica		
				Base		
				Sub-base		
				Subrasante		

## Anexo 3. Análisis estadístico de resultados

ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (MDS)</b>						
<b>A. PRUEBA DE NORMALIDAD</b>						
<b>PASO 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD</b>						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable MDS. Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de variable MDS. No tienen normalidad.						
<b>PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA</b>						
$\alpha = 5\%$ (0.05)						
<b>PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA</b>						
Para muestras mayores a 50 datos se emplea Kolmogórov-Smirnov ( $n > 50$ , K - S).						
Para muestras menores a 50 datos se emplea Shapiro-Wilk ( $n \leq 50$ , S - W).						
<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CHC_y_CHA	,160	4	.	,991	4	,964
MDS_C1	,260	4	.	,827	4	,161
MDS_C2	,155	4	.	,998	4	,995
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 8 muestras, por ende, se empleará Shapiro-Wilk, con p-valor = 0.995						
<b>PASO 4. REGLA DE DECISIÓN</b>						
Si $p\text{-valor} \leq \alpha$ ..... Se rechaza la hipótesis nula, si $p\text{-valor} > \alpha$ ..... Se acepta la hipótesis nula.						
p-valor = 0.995						
Comparación: $0.995 > 0.05$ , por ende, se acepta la hipótesis nula.						
<b>PASO 5. CONCLUSIÓN</b>						
Los datos de la variable MDS tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.						
<b>B. CORRELACIÓN DE PEARSON</b>						
<b>PASO1. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS</b>						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable MDS. Si tienen homogeneidad						
H1: Hipótesis alterna: Datos de variable MDS. No tienen homogeneidad.						
<b>PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA</b>						
$\alpha = 5\%$ (0.05)						
<b>PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON</b>						
<b>Correlaciones</b>						
		CHC_y_CHA	MDS_C1	MDS_C2		
CHC_y_CHA	Correlación de Pearson	1	,877	-,088		
	Sig. (bilateral)		,123	,912		
	N	4	4	4		
MDS_C1	Correlación de Pearson	,877	1	-,113		
	Sig. (bilateral)	,123		,887		
	N	4	4	4		
MDS_C2	Correlación de Pearson	-,088	-,113	1		
	Sig. (bilateral)	,912	,887			
	N	4	4	4		
Se tiene un p-valor = 0.123 y coeficiente de r de Pearson de -0.088 (-8.80%)						
<b>PASO 4. REGLA DE DECISIÓN</b>						
Si $p\text{-valor} \leq \alpha$ ..... Se rechaza la hipótesis nula, si $p\text{-valor} > \alpha$ ..... Se acepta la hipótesis nula.						
p-valor = 0.123						
Comparación: $0.912 > 0.05$ , por ende, se acepta la hipótesis nula.						
<b>PASO 5. CONCLUSIÓN</b>						
Existe una correlación <b>negativa muy baja</b> entre la variable <b>MDS</b> y la variable <b>Cenizas de hojas de chala y alfalfa</b> , con un <b>coeficiente de correlación de r de Pearson de -0.088</b>						

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH)

#### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

##### PASO 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable OCH. Si tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Datos de variable OCH. No tienen normalidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\%$  (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA

Para muestras mayores a 50 datos se emplea Kolmogórov-Smirnov ( $n > 50$ , K - S).

Para muestras menores a 50 datos se emplea Shapiro-Wilk ( $n \leq 50$ , S - W).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CHC_y_CHA	,160	4	.	,991	4	,964
OCH_C1	,430	4	.	,670	4	,005
OCH_C2	,352	4	.	,820	4	,143

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se tienen 8 muestras, por ende, se empleará Shapiro-Wilk, con p-valor = 0.143

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $p\text{-valor} \leq \alpha$  ..... Se rechaza la hipótesis nula, si  $p\text{-valor} > \alpha$  ..... Se acepta la hipótesis nula.

p-valor = 0.143

Comparación:  $0.143 > 0.05$ , por ende, se acepta la hipótesis nula.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Los datos de la variable OCH tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

#### B. CORRELACIÓN DE PEARSON

##### PASO1. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable OCH. Si tienen homogeneidad

H1: Hipótesis alterna: Datos de variable OCH. No tienen homogeneidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\%$  (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

Correlaciones				
		CHC_y_CHA	OCH_C1	OCH_C2
CHC_y_CHA	Correlación de Pearson	1	,826	-,847
	Sig. (bilateral)		,174	,153
	N	4	4	4
OCH_C1	Correlación de Pearson	,826	1	-,985*
	Sig. (bilateral)	,174		,015
	N	4	4	4
OCH_C2	Correlación de Pearson	-,847	-,985*	1
	Sig. (bilateral)	,153	,015	
	N	4	4	4

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

Se tiene un p-valor = 0.153 y coeficiente de r de Pearson de -0.847 (-84.7%)

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $p\text{-valor} \leq \alpha$  ..... Se rechaza la hipótesis nula, si  $p\text{-valor} > \alpha$  ..... Se acepta la hipótesis nula.

p-valor = 0.153

Comparación:  $0.153 > 0.05$ , por ende, se acepta la hipótesis nula.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Existe una correlación **negativa muy alta**, entre la variable **OCH** y la variable **Cenizas de hojas de chala y alfalfa**, con un **coeficiente de correlación de r de Pearson de -0.847**



## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

#### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

##### PASO 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable CBR. Si tienen normalidad.

H1: Hipótesis alterna: Datos de variable CBR. No tienen normalidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\%$  (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA

Para muestras mayores a 50 datos se emplea Kolmogórov-Smirnov ( $n > 50$ , K - S).

Para muestras menores a 50 datos se emplea Shapiro-Wilk ( $n \leq 50$ , S - W).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CHC_y_CHA	,160	4	,	,991	4	,964
CBR_95_C1	,250	4	,	,945	4	,683
CBR_100_C1	,314	4	,	,854	4	,240
CBR_95_C2	,214	4	,	,963	4	,798
CBR_100_C2	,306	4	,	,768	4	,056

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se tienen 8 muestras, por ende, se empleará Shapiro-Wilk, con p-valor = 0.798

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $p\text{-valor} \leq \alpha$  ..... Se rechaza la hipótesis nula, si  $p\text{-valor} > \alpha$  ..... Se acepta la hipótesis nula.

p-valor = 0.798

Comparación:  $0.798 > 0.05$ , por ende, se acepta la hipótesis nula.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Los datos de la variable CBR tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

#### B. CORRELACIÓN DE PEARSON

##### PASO1. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable CBR. Si tienen homogeneidad

H1: Hipótesis alterna: Datos de variable CBR. No tienen homogeneidad.

##### PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\%$  (0.05)

##### PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

		Correlaciones				
		CHC_y_CHA	CBR_95_C1	CBR_100_C1	CBR_95_C2	CBR_100_C2
CHC_y_CHA	Correlación de Pearson	1	,675	-,532	,000	,015
	Sig. (bilateral)		,325	,468	1,000	,985
	N	4	4	4	4	4
CBR_95_C1	Correlación de Pearson	,675	1	,263	,736	,672
	Sig. (bilateral)	,325		,737	,264	,328
	N	4	4	4	4	4
CBR_100_C1	Correlación de Pearson	-,532	,263	1	,846	,785
	Sig. (bilateral)	,468	,737		,154	,215
	N	4	4	4	4	4
CBR_95_C2	Correlación de Pearson	,000	,736	,846	1	,922
	Sig. (bilateral)	1,000	,264	,154		,078
	N	4	4	4	4	4
CBR_100_C2	Correlación de Pearson	,015	,672	,785	,922	1
	Sig. (bilateral)	,985	,328	,215	,078	
	N	4	4	4	4	4

Se tiene un p-valor = 0.985 y coeficiente de r de Pearson de 0.015 (1.5%)

##### PASO 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $p\text{-valor} \leq \alpha$  ..... Se rechaza la hipótesis nula, si  $p\text{-valor} > \alpha$  ..... Se acepta la hipótesis nula.

p-valor = 0.985

Comparación:  $0.985 > 0.05$ , por ende, se acepta la hipótesis nula.

##### PASO 5. CONCLUSIÓN

Existe una correlación **positiva muy baja**, entre la variable **CBR** y la variable **Cenizas de hojas de chala y alfalfa**, con un **coeficiente de correlación de r de Pearson de 0.015**

# Anexo 4. Ensayos



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

**ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAPADO**  
(NORMA NTP 300.120)

PROYECTO	ORDEN DE PAVIMENTU Y RECONSTRUCCION DE SUBGRAVANTE CON CURVAS DE HORA DE CHALA Y ELFAJALAN AV. LAS LOMAS
UBICACION	IMA - 5022
MATERIAL	TERRENO CONSISTE
UBICACION	11°52'12"S - 77°55'31"W
SOLICITANTE	CARRERA FLORES ADRIAN LAYDI
RESP. LAB.:	F.J.P.
REC. LAB.:	F.J.P.
FECHA:	25/03/2022

DATOS DEL ENSAYO	
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. [m]	: 0.25 - 1.80

DATOS DEL ENSAYO						
TIPO	W <sub>max</sub> (%)	W <sub>plastic</sub>	W <sub>max</sub> (g)	W <sub>plastic</sub> (g)	W <sub>plastic</sub> (%)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
0.15"	98.000					PEQU. TOTAL = 98.00 g
0.25"	98.000					
0.425"	98.000					FRACCION FINA = 98.00 g
0.75"	98.000					GRAN. 0.75" = 98.00 %
1.18"	98.000					GRAN. 1.18" = 98.00 %
2.0"	98.000					GRAN. 2.0" = 98.00 %
4.75"	98.000					GRAN. 4.75" = 98.00 %
7.5"	98.000					GRAN. 7.5" = 98.00 %
15.0"	98.000					GRAN. 15.0" = 98.00 %
30.0"	98.000					GRAN. 30.0" = 98.00 %
60.0"	98.000					GRAN. 60.0" = 98.00 %
120.0"	98.000					GRAN. 120.0" = 98.00 %
240.0"	98.000					GRAN. 240.0" = 98.00 %
480.0"	98.000					GRAN. 480.0" = 98.00 %
960.0"	98.000					GRAN. 960.0" = 98.00 %
1920.0"	98.000					GRAN. 1920.0" = 98.00 %
3840.0"	98.000					GRAN. 3840.0" = 98.00 %
7680.0"	98.000					GRAN. 7680.0" = 98.00 %
15360.0"	98.000					GRAN. 15360.0" = 98.00 %
30720.0"	98.000					GRAN. 30720.0" = 98.00 %
61440.0"	98.000					GRAN. 61440.0" = 98.00 %
122880.0"	98.000					GRAN. 122880.0" = 98.00 %
245760.0"	98.000					GRAN. 245760.0" = 98.00 %
491520.0"	98.000					GRAN. 491520.0" = 98.00 %
983040.0"	98.000					GRAN. 983040.0" = 98.00 %
1966080.0"	98.000					GRAN. 1966080.0" = 98.00 %
3932160.0"	98.000					GRAN. 3932160.0" = 98.00 %
7864320.0"	98.000					GRAN. 7864320.0" = 98.00 %
15728640.0"	98.000					GRAN. 15728640.0" = 98.00 %
31457280.0"	98.000					GRAN. 31457280.0" = 98.00 %
62914560.0"	98.000					GRAN. 62914560.0" = 98.00 %
125829120.0"	98.000					GRAN. 125829120.0" = 98.00 %
251658240.0"	98.000					GRAN. 251658240.0" = 98.00 %
503316480.0"	98.000					GRAN. 503316480.0" = 98.00 %
1006632960.0"	98.000					GRAN. 1006632960.0" = 98.00 %
2013265920.0"	98.000					GRAN. 2013265920.0" = 98.00 %
4026531840.0"	98.000					GRAN. 4026531840.0" = 98.00 %
8053063680.0"	98.000					GRAN. 8053063680.0" = 98.00 %
16106127360.0"	98.000					GRAN. 16106127360.0" = 98.00 %
32212254720.0"	98.000					GRAN. 32212254720.0" = 98.00 %
64424509440.0"	98.000					GRAN. 64424509440.0" = 98.00 %
128849018880.0"	98.000					GRAN. 128849018880.0" = 98.00 %
257698037760.0"	98.000					GRAN. 257698037760.0" = 98.00 %
515396075520.0"	98.000					GRAN. 515396075520.0" = 98.00 %
1030792151040.0"	98.000					GRAN. 1030792151040.0" = 98.00 %
2061584302080.0"	98.000					GRAN. 2061584302080.0" = 98.00 %
4123168604160.0"	98.000					GRAN. 4123168604160.0" = 98.00 %
8246337208320.0"	98.000					GRAN. 8246337208320.0" = 98.00 %
16492674416640.0"	98.000					GRAN. 16492674416640.0" = 98.00 %
32985348833280.0"	98.000					GRAN. 32985348833280.0" = 98.00 %
65970697666560.0"	98.000					GRAN. 65970697666560.0" = 98.00 %
131941395333120.0"	98.000					GRAN. 131941395333120.0" = 98.00 %
263882790666240.0"	98.000					GRAN. 263882790666240.0" = 98.00 %
527765581332480.0"	98.000					GRAN. 527765581332480.0" = 98.00 %
1055531162664960.0"	98.000					GRAN. 1055531162664960.0" = 98.00 %
2111062325329920.0"	98.000					GRAN. 2111062325329920.0" = 98.00 %
4222124650659840.0"	98.000					GRAN. 4222124650659840.0" = 98.00 %
8444249301319680.0"	98.000					GRAN. 8444249301319680.0" = 98.00 %
16888498606639360.0"	98.000					GRAN. 16888498606639360.0" = 98.00 %
33776997213278720.0"	98.000					GRAN. 33776997213278720.0" = 98.00 %
67553994426557440.0"	98.000					GRAN. 67553994426557440.0" = 98.00 %
135107988853114880.0"	98.000					GRAN. 135107988853114880.0" = 98.00 %
270215977706229760.0"	98.000					GRAN. 270215977706229760.0" = 98.00 %
540431955412459520.0"	98.000					GRAN. 540431955412459520.0" = 98.00 %
1080863910824919040.0"	98.000					GRAN. 1080863910824919040.0" = 98.00 %
2161727821649838080.0"	98.000					GRAN. 2161727821649838080.0" = 98.00 %
4323455643299676160.0"	98.000					GRAN. 4323455643299676160.0" = 98.00 %
8646911286599352320.0"	98.000					GRAN. 8646911286599352320.0" = 98.00 %
17293822573198704640.0"	98.000					GRAN. 17293822573198704640.0" = 98.00 %
34587645146397409280.0"	98.000					GRAN. 34587645146397409280.0" = 98.00 %
69175290292794818560.0"	98.000					GRAN. 69175290292794818560.0" = 98.00 %
138350580585589637120.0"	98.000					GRAN. 138350580585589637120.0" = 98.00 %
276701161171179274240.0"	98.000					GRAN. 276701161171179274240.0" = 98.00 %
553402322342358548480.0"	98.000					GRAN. 553402322342358548480.0" = 98.00 %
1106804644844717096960.0"	98.000					GRAN. 1106804644844717096960.0" = 98.00 %
2213609289689434193920.0"	98.000					GRAN. 2213609289689434193920.0" = 98.00 %
4427218579378868387840.0"	98.000					GRAN. 4427218579378868387840.0" = 98.00 %
8854437158757736775680.0"	98.000					GRAN. 8854437158757736775680.0" = 98.00 %
17708874317515473551360.0"	98.000					GRAN. 17708874317515473551360.0" = 98.00 %
35417748635030947102720.0"	98.000					GRAN. 35417748635030947102720.0" = 98.00 %
70835497270061894205440.0"	98.000					GRAN. 70835497270061894205440.0" = 98.00 %
141670994540123788410880.0"	98.000					GRAN. 141670994540123788410880.0" = 98.00 %
283341989080247576821760.0"	98.000					GRAN. 283341989080247576821760.0" = 98.00 %
566683978160495153643520.0"	98.000					GRAN. 566683978160495153643520.0" = 98.00 %
1133367956320990307287040.0"	98.000					GRAN. 1133367956320990307287040.0" = 98.00 %
2266735912641980614574080.0"	98.000					GRAN. 2266735912641980614574080.0" = 98.00 %
4533471825283961229148160.0"	98.000					GRAN. 4533471825283961229148160.0" = 98.00 %
9066943650567922458296320.0"	98.000					GRAN. 9066943650567922458296320.0" = 98.00 %
18133887301135844916592640.0"	98.000					GRAN. 18133887301135844916592640.0" = 98.00 %
36267774602271689833185280.0"	98.000					GRAN. 36267774602271689833185280.0" = 98.00 %
72535549204543379666370560.0"	98.000					GRAN. 72535549204543379666370560.0" = 98.00 %
145071094409086759332741120.0"	98.000					GRAN. 145071094409086759332741120.0" = 98.00 %
290142188818173518665482240.0"	98.000					GRAN. 290142188818173518665482240.0" = 98.00 %
580284377636347037330964480.0"	98.000					GRAN. 580284377636347037330964480.0" = 98.00 %
1160568755272694074661928960.0"	98.000					GRAN. 1160568755272694074661928960.0" = 98.00 %
2321137510545388149323857920.0"	98.000					GRAN. 2321137510545388149323857920.0" = 98.00 %
4642275021090776298647715840.0"	98.000					GRAN. 4642275021090776298647715840.0" = 98.00 %
9284550042181552597295431680.0"	98.000					GRAN. 9284550042181552597295431680.0" = 98.00 %
18569100084363105194590863360.0"	98.000					GRAN. 18569100084363105194590863360.0" = 98.00 %
37138200168726210389181727040.0"	98.000					GRAN. 37138200168726210389181727040.0" = 98.00 %
74276400337452420778363454080.0"	98.000					GRAN. 74276400337452420778363454080.0" = 98.00 %
148552800674904841556726908160.0"	98.000					GRAN. 148552800674904841556726908160.0" = 98.00 %
297105601349809683113453816320.0"	98.000					GRAN. 297105601349809683113453816320.0" = 98.00 %
594211202699619366226907632640.0"	98.000					GRAN. 594211202699619366226907632640.0" = 98.00 %
1188422405399238732453815253120.0"	98.000					GRAN. 1188422405399238732453815253120.0" = 98.00 %
2376844810798477464907630506240.0"	98.000					GRAN. 2376844810798477464907630506240.0" = 98.00 %
4753689621596954929815261012480.0"	98.000					GRAN. 4753689621596954929815261012480.0" = 98.00 %
9507379243193909859630522024960.0"	98.000					GRAN. 9507379243193909859630522024960.0" = 98.00 %
19014758486387819719261044049920.0"	98.000					GRAN. 19014758486387819719261044049920.0" = 98.00 %
38029516972775639438522088099840.0"	98.000					GRAN. 38029516972775639438522088099840.0" = 98.00 %
76059033945551278877044176199680.0"	98.000					GRAN. 76059033945551278877044176199680.0" = 98.00 %
152118067891102557754088353999360.0"	98.000					GRAN. 152118067891102557754088353999360.0" = 98.00 %
304236135782205115508176707998720.0"	98.000					GRAN. 304236135782205115508176707998720.0" = 98.00 %
608472271564410231016353415997440.0"	98.000					GRAN. 608472271564410231016353415



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

## CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA NTP 339.127)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE	RESP. LAB. :	P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'10"S - 77°05'51"W	TEC. LAB. :	F.J.Q.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	25/09/2023

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.60

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA		1	2		
N° DE TARA	:	3	11		
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1300	1100		
TARA + SUELO SECO	:	1232	1033		
PESO DEL AGUA	:	68	67		
PESO DEL SUELO SECO	:	1232	1033		
% DE HUMEDAD	:	5.5	6.5		6.0

OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
*[Firma]*  
CALLE ALBERTO TUCUPE HUANGALLAN  
LABORATORIO EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
*[Firma]*  
CALLE ALBERTO TUCUPE HUANGALLAN  
LABORATORIO EN CAMPO

SE "E" LT. D. BUENOS AIRES - SECTOR 1 - IV STARA - URB. PICHINAC - VILLA ELIMAZO  
TEL: 5214001 | www.tecnilab.com



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSOLIDACIÓN (NORMA NTP 339.129)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBGRANITO CON CENIZAS DE PÓLVORA DE CEMENTO Y ALFAPIR EN AV. LAS LOBRAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOBRAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE	RESP. LAB. :	F. J. R.
UBICACIÓN	11°36'12"S - 77°02'51"W	TEC. LAB. :	F. J. G.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	20/09/2023

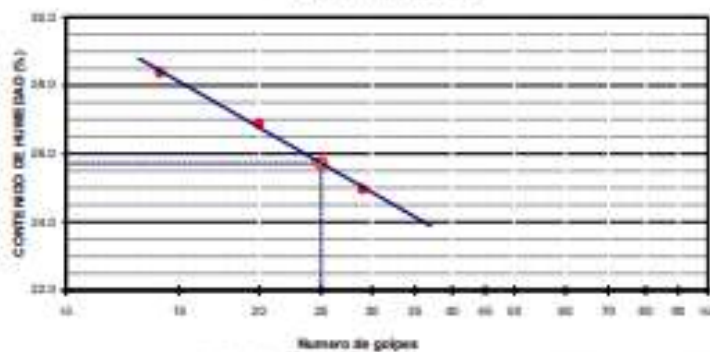
### DATOS DE LA MUESTRA

CALCAYA	: 01
MUESTRA	: 01-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO					
Nº TUBOS	25	20	15		
TUBO + SUELO HÚMEDO	27.91	26.64	27.09		
TUBO + SUELO SECO	24.42	21.89	23.87		
AGUA	1.59	1.68	2.71		
POSICIÓN TUBO	20.25	18.09	19.22		
POSICIÓN SUELO SECO	11.22	13.20	9.38		
% DE HUMEDAD	23.96	25.96	28.58		
Nº DE GOLPES	25	20	15		
LÍMITE PLÁSTICO					
Nº TUBOS	25	15			
TUBO + SUELO HÚMEDO	22.81	23.20			
TUBO + SUELO SECO	22.81	23.11			
AGUA	1.59	1.23			
POSICIÓN TUBO	20.25	16.31			
POSICIÓN SUELO SECO	1.29	1.61			
% DE HUMEDAD	11.32	11.75			
LL :	25.7 %	LP :	16.6 %	IP :	11.2 %

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



USUARIO/ASESOR:

LIM. TECNILAB S.A.C  
Auténtica - Ing. Jazmin Laydi Cabrera Flores  
LIMA - AV. LAS LOBRAS 1000 - LIMA

LIM. TECNILAB S.A.C  
Auténtica - Ing. Jazmin Laydi Cabrera Flores  
LIMA - AV. LAS LOBRAS 1000 - LIMA



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NORMA NTP 120.141)

PROYECTO	ISENO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023	
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA	
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE	RESP. LAB. : P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'32" S - 77°08'51" W	TEC. LAB. : P.J.Q.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA : 26/09/2023

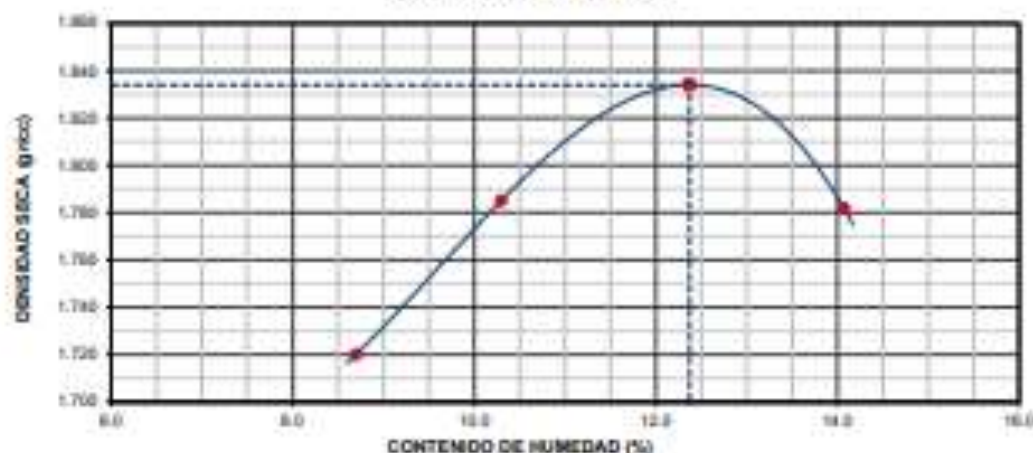
### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. [m]	: 0.25 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMÉTRICA						
VOLUMEN DEL MOLDO [cm <sup>3</sup> ]	2758	PROBETA MOLEDA [gr]		4.708	MÉTODO	°C
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	10711	10825	11116	11008		
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	360	410	430	432		
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO	1.264	1.468	1.592	1.532		
CONTENIDO DE AGUA (%)						
RECIPIENTE No.	1	2	3	4		
PESO SUELO HÚMEDO + TARA	300.0	300.0	300.0	300.0		
PESO SUELO SECO + TARA	276.0	272.0	267.0	263.0		
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA	24.0	28.0	33.0	37.0		
PESO DE SUELO SECO	276.0	272.0	267.0	263.0		
CONTENIDO DE AGUA	8.70	10.30	12.36	14.07		
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1.238	1.280	1.438	1.370		
<b>DENSIDAD MÁXIMA SECA:</b>	<b>1.838</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>HUMEDAD ÓPTIMA:</b>	<b>12.37</b>	<b>%</b>	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



OBSERVACIONES

LAB. TECNILAB S.A.C  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
LIMA ALBERTO GÓMEZ ESPINOSA  
LABORATORIO N° 04 CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
SOLISTA TORRES BARRERA  
CALLE DE LA INDUSTRIA  
Dpto. SULLO - SULLO PERU

📍 KM. "01" LT. 2 BARRIO 2 - SECTOR 1 - V. STAPA - Dpto. PACHACAMAC - ILLA DEL GADANO

☎ 00511 44220000 📧 laboratorio@tecnilab.com





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

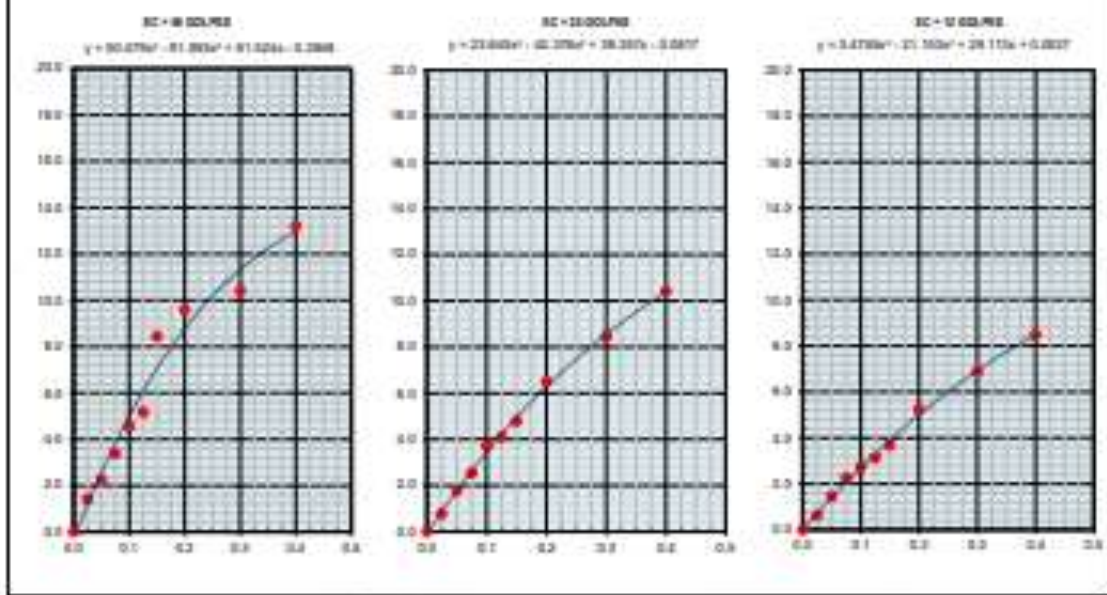
ZAFIORDIA BARRIO SAYSU PUMI  
INORMA NTP 228.102

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CORIZAS DE HOJA DE OMAHA Y ALFALFA EN LA LAS LOMAS, LIMA - 2023	RESP. LAB. : F. J. G.
UBICACIÓN	: LAS LOMAS - LIMA	TCC. LAB. : F. J. G.
MATERIAL	: TERRENO EXISTENTE	FECHA : 28/03/2023
UBICACIÓN	: 11°50'10"S - 77°02'51"W	
SOLICITANTE	: CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI	

### DATOS DEL ENSAYO

CARGATA	: 01
MUESTRA	: 0A-01
PROF. (cm)	: 0.25 - 1.00

### GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA SUJATO SUCURSAL TERCEROS

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA SUJATO SUCURSAL TERCEROS

■ W 70° 11' 32" SUR - SECTOR 1 - W 77° 04' 30" OESTE - PUEBLO NUEVO  
 ■ 100000 ■ [ventas@tecnilab.com](mailto:ventas@tecnilab.com)



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, adicciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR IMPULSIÓN

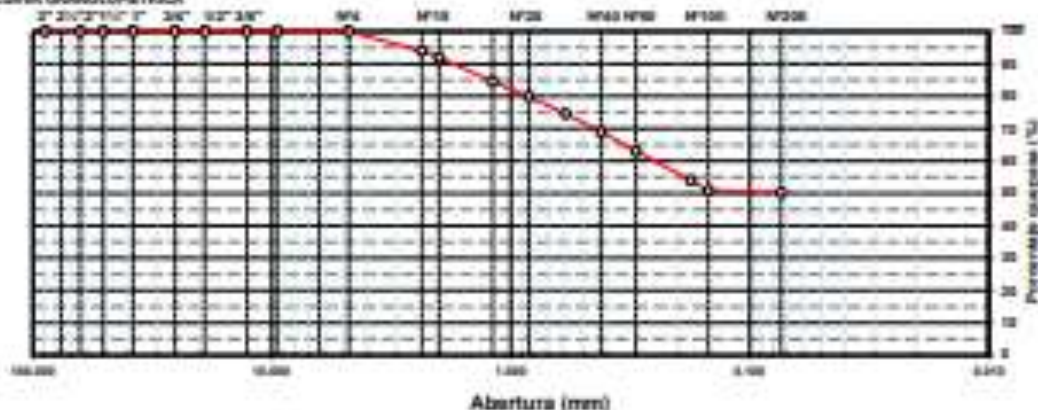
(NORMA NTP 200.120)

PROYECTO	ORDENO DE PAVIMENTO Y REFORMA DE SUBGRANJE CON CERILLAS DE HOJA DE CARLA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS,
UBICACIÓN	LIMA - 2002
MATERIAL	TIPO DE TERRENO EXISTENTE - 3% DE OMC Y 3% DE CM
UBICACIÓN	11°52'12"S - 77°05'51"W
SOLICITANTE	CARRERA FLORES ADMIN LINDY
	RESP. LAB.: F.L.B.
	TEC. LAB.: F.L.G.
	FECHA: 20/09/2022

DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN	: 01
PERFORACIÓN	: H-01
PROF. (m)	: 0.20 - 1.80

DATOS DE ENSAYO							
TIPO	ÁREA (cm²)	ESPESES (mm)	VALOR REAL	VALOR NOM.	COEFICIENTE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
2.50"	39.260					SECC. 2000 - 0	
2"	31.670						
2.50"	39.260					RESUMCIÓN PAS - 0	
2"	31.670					SECC. 10000 - 0	
1.50"	17.660					SECC. 10000 - 0	
1"	7.850					SECC. 10000 - 0	
3/4"	4.710					SECC. 10000 - 0	
1/2"	3.140					SECC. 10000 - 0	
3/8"	1.770					SECC. 10000 - 0	
1/4"	0.790					SECC. 10000 - 0	
3/16"	0.450					SECC. 10000 - 0	
1/8"	0.220					SECC. 10000 - 0	
4.75	2.000	20.7	9.8	9.8	99.8		
4.75	2.000	19.2	9.1	9.1	95.8		
4.75	1.100	20.7	7.2	7.2	88.8		
4.75	0.600	20.5	4.7	4.7	79.8		
4.75	0.400	20.8	3.2	3.2	70.8		
4.75	0.220	27.7	1.6	1.6	60.8	SECC. DE NUBESAL - 0	
4.75	0.100	20.8	0.8	0.8	52.8		
4.75	0.177	20.8	0.8	0.8	50.1		
4.75	0.100	19.0	0.7	0.7	47.8		
4.75	0.075	19.8	0.6	0.6	45.2		
-4.200	FONDOS	217.3	98.2	100.0			
Descripción de la muestra						Coef. Luchoniano	
						Coef. Casagrande	
Descripción de la muestra						Por. de agregados	
ÁREA LA MUESTRA DE SUELO PLASTICIDAD							

## CURVA GRANULOMÉTRICA



## OBSERVACIONES:

L.B.M. TECNILAB S.A.C.

INGENIERO EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS

L.B.M. TECNILAB S.A.C.

INGENIERO EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS

AV. 11° 11' 22' SUR - SECTOR 1 - VITARA - DISTR. PUNO - P.A. DE SUELOS



051 01 422 42 42



luciano.lopez@tecnilab.com



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

## CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA NTP 339.127)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023	
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA	
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE - 3% DE CHC Y 2% CHA	RESP. LAB. : P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'10"S - 77°05'51"W	TEC. LAB. : F.J.Q.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA : 25/09/2023

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.60

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA		1	2		
N° DE TARA	:	63	78		
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1200	1190		
TARA + SUELO SECO	:	1135	1089		
PESO DEL AGUA	:	65	61		
PESO DEL SUELO SECO	:	1135	1089		
% DE HUMEDAD	:	5.7	5.6		5.7

OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C  
MIRAFLORES - LIMA  
  
CARLOS ALBERTO QUIROZ HUAPAYA  
LABORADOR EN SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C  
MIRAFLORES - LIMA  
  
JUAN MANUEL QUIROZ HUAPAYA  
JEFE DE LABORATORIO  
TEL. 9181 0000





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificios, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

## ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA NTP 328.126)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEDICAMENTO DE SUBRASANTE CON CENizas DE HOJA DE CAFAY ALFALFA EN AV. LAS LOMAS LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE - 2% DE CHC Y 2% CHA	RESP. LAB :	P.J.R.
UBICACIÓN	11°52'13"S - 77°05'31"W	TEC. LAB :	F.J.D.
SOLICITANTE	CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	28/08/2023

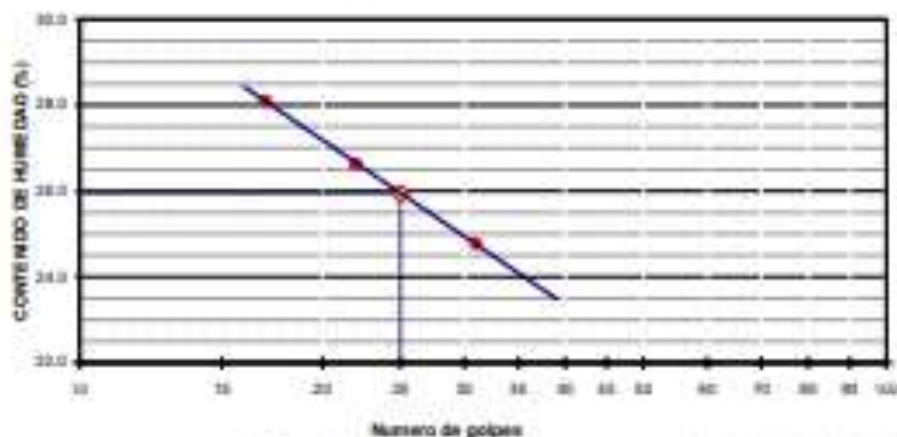
### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO					
Nº TÁMBO	91	91	91	91	
TÁMBO + SUELO HÚMEDO	36.77	35.33	37.29		
TÁMBO + SUELO SECO	33.49	30.97	33.09		
AGUA	3.28	3.37	3.99		
PROC. DEL TÁMBO	30.20	18.69	19.32		
PROC. DEL SUELO SECO	13.28	11.28	9.07		
% DE HUMEDAD	34.77	39.42	38.11		
Nº DE GOLPES	27	27	17		
LÍMITE PLÁSTICO					
Nº TÁMBO	9	7			
TÁMBO + SUELO HÚMEDO	33.47	34.96			
TÁMBO + SUELO SECO	32.63	32.13			
AGUA	0.84	1.83			
PROC. DEL TÁMBO	29.02	14.74			
PROC. DEL SUELO SECO	9.11	6.06			
% DE HUMEDAD	33.08	34.67			
LL :	26.8 %	LP :	15.4 %	IP :	19.5 %

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



UBIDIVULVUREZ:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
AV. LAS LOMAS 1000  
LIMA - PERU  
CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI  
LABORATORIO DE SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C.  
AV. LAS LOMAS 1000  
LIMA - PERU  
CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI  
LABORATORIO DE SUELOS



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELO S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYO DE SUELOS MODIFICADO (NORMA NTP 200.141)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE - 3% DE CHC Y 2% CHA	RESP. LAB. :	P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'33"S - 77°05'51"W	TEC. LAB. :	F.J.G.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	20/09/2023

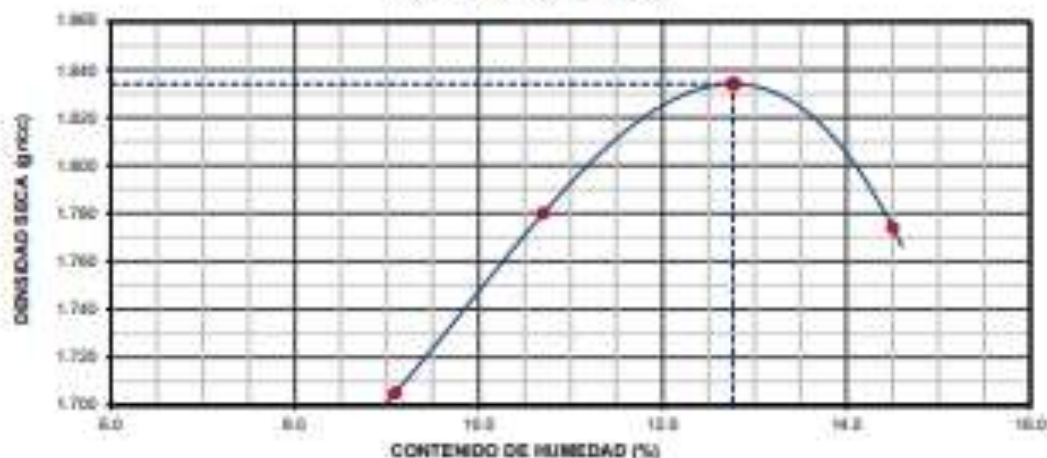
### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMÉTRICA						
VOLUMEN (M <sup>3</sup> O M <sup>3</sup> O M <sup>3</sup> )	2000	4000	6000	8000	10000	TEMPERATURA (°C)
NÚMERO DE COLAPSO	1	2	3	4	5	
POSO SUELO + BOLDE	1886	3500	5125	6750	8375	
POSO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	3032	4169	5306	6443	7580	
POSO VOLUMÉTRICO HÚMEDO	1.886	3.500	5.125	6.750	8.375	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPENTINOS	1	2	3	4	5	
POSO SUELO HÚMEDO + TARA	303.2	303.2	303.2	303.2	303.2	
POSO SUELO SECO + TARA	275.2	271.2	267.2	263.2	259.2	
POSO DE LA TARA						
POSO DE AGUA	28.0	32.0	36.0	40.0	44.0	
POSO DE SUELO SECO	275.2	271.2	267.2	263.2	259.2	
CONTENIDO DE AGUA	9.88	11.78	13.28	14.78	16.28	
POSO VOLUMÉTRICO SECO	1.786	1.786	1.786	1.786	1.786	
<b>DENSIDAD MÁXIMA SECA:</b>	<b>1.838</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>HUMEDAD ÓPTIMA:</b>	<b>12.77</b>	<b>%</b>

### GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
  
 JAZMIN LAYDI CABRERA FLORES  
 LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C.  
  
 P.J.R.  
 RESPONSABLE LABORATORIO



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

LABORATORIO DE SUELOS

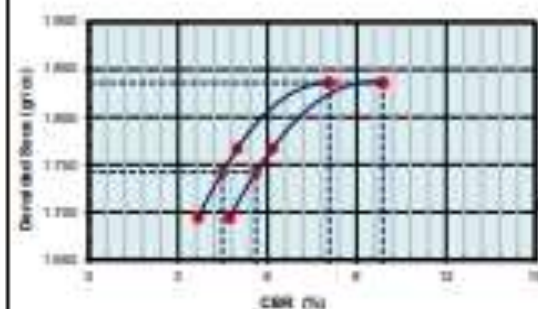
NORMA NTP 102.110

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN RV LAS LOMAS LIMA - 2023	RESP. LAB. :	F.J.R.
UBICACIÓN	: LAS LOMAS - LIMA	TEC. LAB. :	F.J.O.
MATERIAL	: TERRENO EXISTENTE - 2% DE CHC Y 2% CHA	FECHA :	28/09/2023
UBICACIÓN	: 11°50'10"S - 77°05'1"W		
SOLICITANTE	: CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI		

### DATOS DEL ENSAYO

CARGATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.20 - 1.00

### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.O.S.	0.1'	0.1	0.2'	0.3
--------------------------	------	-----	------	-----

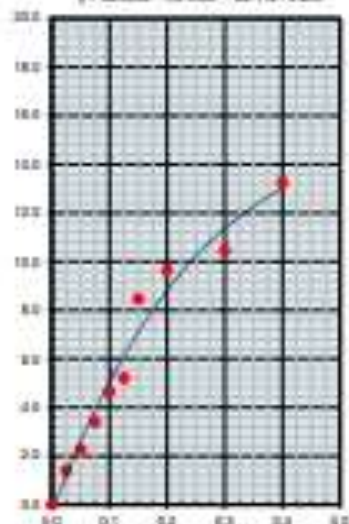
C.B.R. AL 80% DE M.O.S.	0.1'	0.2	0.2'	0.3
-------------------------	------	-----	------	-----

Datos del Proctor		
Gravidad Espec.	1.52	gr/cc
Contenido de Agua	9.71	%

OBSERVACIONES:

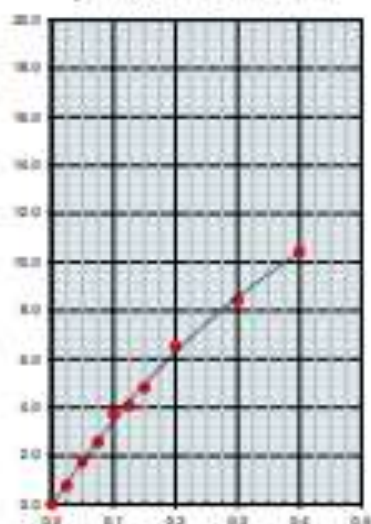
EC=0 SOLMES

$$y = 82.386x^2 - 92.333x + 42.71x + 0.288$$



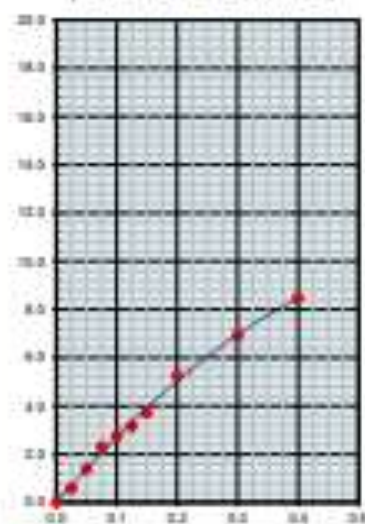
EC=20 SOLMES

$$y = 26.932x^2 - 30.375x + 38.826x + 0.098$$



EC=0 SOLMES

$$y = -0.2175x^2 - 20.219x + 29.375x + 0.028$$



OBSERVACIONES

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA ALBERTO GARCIA RODRIGUEZ  
Laboratorio de Suelos y Geotecnia

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA ALBERTO GARCIA RODRIGUEZ  
Laboratorio de Suelos y Geotecnia





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.

## ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAPADO

(NORMA NTP 330.130)

PROYECTO	DESARROLLO DE PAVIMENTO Y RECONOCIMIENTO DE SUBGRANITO CON CORRIAS DE HIERRO DE CHILTA Y EL FALDA EN AV. LAS LOMAS.	
UBICACIÓN	UMA - 3022	
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA	
MATERIAL	TIENNO EXISTENTE - 5% DE OMC 1.2% CH	RESP. LAB.: F.J.R.
UBICACIÓN	11°52'10"S - 77°05'51"W	TEC. LAB.: F.J.O.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA: 20/09/2023

### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

TIPO	SECTOR	DESCRIPCIÓN	VALOR REAL	VALOR NOM.	VALOR NOM.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
0.075	99.999					PEQU. TOTAL → 99.99 %
0.15	99.999					
0.3	99.999					FRACCIÓN FINA → 99.99 %
0.6	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1.18	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2.0	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4.75	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
7.5	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
15	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
30	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
60	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
106	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
200	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
425	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
850	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1060	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4250	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8500	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
8000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
16000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
31500000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
63000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
125000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
250000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
500000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
1000000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
2000000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99.9 %
4000000000000000000000000000000000000000	99.999					GRAN. MEDIO → 99



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA NTP 338.127)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE - 8% DE CHC Y 3% CHA	RESP. LAB. :	P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'10"S - 77°06'51"W	TEC. LAB. :	F.J.Q.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	25/09/2023

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.80

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA		1	2		
N° DE TARA	:	42	17		
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1300	1300		
TARA + SUELO SECO	:	1235	1232		
PESO DEL AGUA	:	65	68		
PESO DEL SUELO SECO	:	1235	1232		
% DE HUMEDAD	:	5.3	5.5		5.4

OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C  
AV. LAS LOMAS - LIMA

ING. ALBERTO GUERRA ESPINOZA  
LABORADOR EN SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C  
AV. LAS LOMAS - LIMA

ING. FREDY ESPINOZA  
JEFE DE LABORATORIO  
TEL. 0011 441 8888





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## IMPACTO DE PROYECTO MODIFICADO (NORMA NTP 120.141)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CRUZAS DE HOJA DE CHALA Y ALPALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE - 5% DE CHC Y 3% CHA	RESP. LAB. :	P. J. R.
UBICACIÓN	11°50'10"S - 77°05'51"W	TEC. LAB. :	P. J. Q.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	26/09/2023

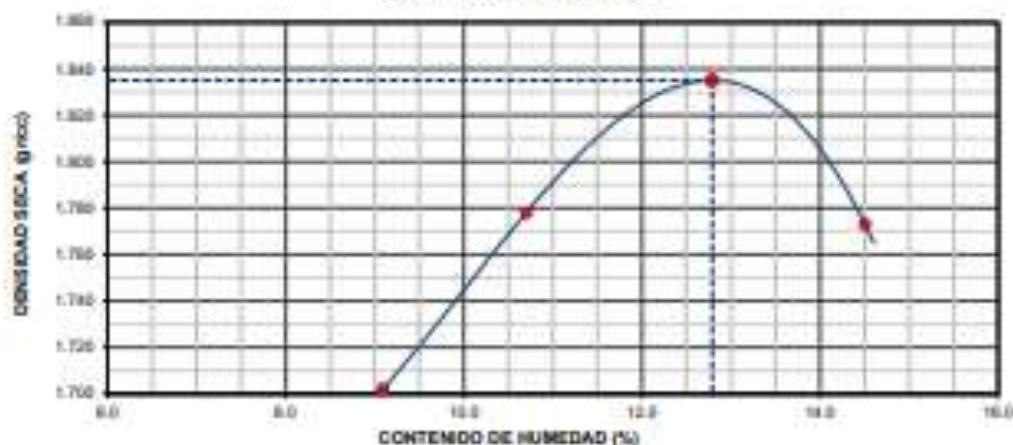
### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROP. (m)	: 0.25 - 1.80

### DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMÉTRICA						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	275	PESO DEL MOLDE (gr)			MÉTODO	°C
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO - MOLDE	1886	1818	1712	1688		
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	362	452	437	432		
PESO VOLUMEN FRECO HÚMEDO	1367	1366	1289	1256		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPETE No.	1	2	3	4		
PESO SUELO HÚMEDO + TARA	300.0	300.0	300.0	300.0		
PESO SUELO SECO + TARA	275.0	271.0	260.0	260.0		
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA	25.0	29.0	34.0	34.0		
PESO DE SUELO SECO	275.0	271.0	260.0	260.0		
CONTENIDO DE AGUA	8.88	10.70	12.70	13.08		
PESO VOLUMEN FRECO SECO	1362	1378	1300	1270		
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	1.833	w <sub>opt</sub>			HUMEDAD ÓPTIMA:	12.70 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



OBSERVACIONES

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA ALBERTO TORRES ESPINOZA  
LABORATORISTA EN SU GRUPO

LAB. TECNILAB S.A.C

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
INGENIERO EN LABORATORIOS  
INGENIERO EN CIVIL EN SU GRUPO





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

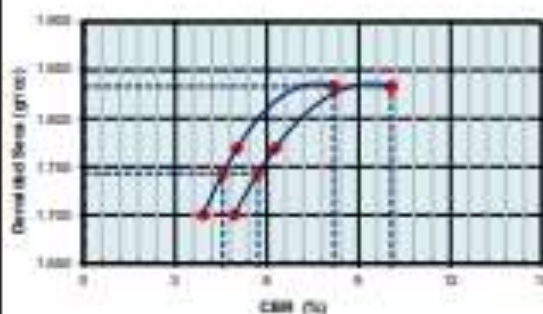
PALESTINA BLANCO BATI, CDR.  
NORMA NTP 338.142

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023	RESP. LAB. : P.J.R.
UBICACIÓN	: LAS LOMAS - LIMA	TEC. LAB. : F.J.G.
MATERIAL	: TERRENO EXISTENTE - 1% DE CINC Y 3% CMA	TECNA. : 28090020
UBICACIÓN	: 11°32'10" S - 77°32'51" W	
SOLICITANTE	: CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI	

### DATOS DEL ENSAYO

CALCATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.02

### GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE R.O.S.	0.1%: 9.3	0.2%: 10.1
--------------------------	-----------	------------

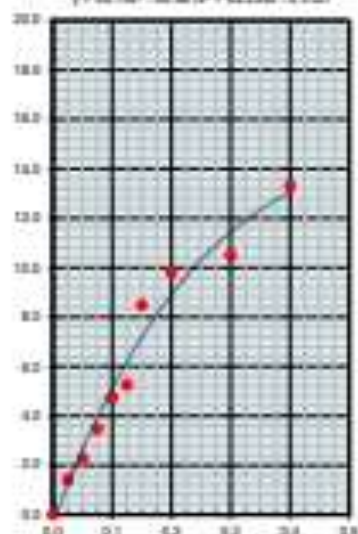
C.B.R. AL 85% DE R.O.S.	0.1%: 4.8	0.2%: 5.7
-------------------------	-----------	-----------

Datos del Suelo		
Densidad Seca	1.80	g/cm³
Edulcor/Liquididad	0.75	%

### OBSERVACIONES:

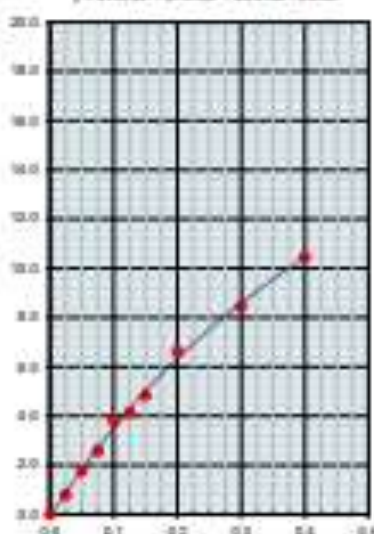
SC=1000/MS

$$y = 88.75x^2 - 88.861x^3 + 62.236x - 3.3227$$



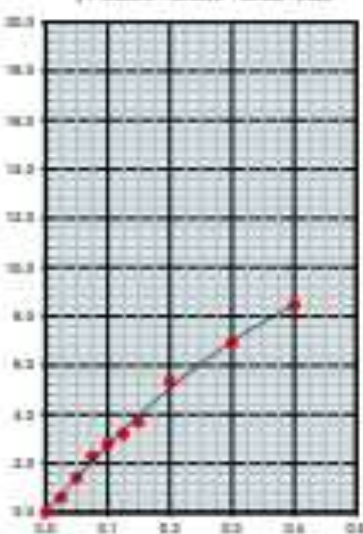
SC=2000/MS

$$y = 31.073x^2 - 27.816x^3 + 25.816x - 0.2087$$



SC=3000/MS

$$y = 0.8607x^2 - 20.862x^3 + 28.86x - 0.022$$



### OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C

ING. ALBERTO SANDER VENTURA  
LABORATORIO DE SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C

ING. FLORENTINO J. GARCIA  
LABORATORIO DE SUELOS







# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA NTP 339.127)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE - 7% DE CHC Y 5% CHA	RESP. LAB. :	P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'10"S - 77°05'51"W	TEC. LAB. :	F.J.Q.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	25/09/2023

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.00

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA		1	2		
N° DE TARA	:	63	33		
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1250	1300		
TARA + SUELO SECO	:	1181	1228		
PESO DEL AGUA	:	69	72		
PESO DEL SUELO SECO	:	1181	1228		
% DE HUMEDAD	:	5.8	5.9		5.9

### OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
  
LUIS ALBERTO SALCEDO ESPINOZA  
LABORADOR EN SU MUESTRO

LAB. TECNILAB S.A.C.  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
  
LUIS ALBERTO SALCEDO ESPINOZA  
LABORADOR EN SU MUESTRO



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, estuficiones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYO DE PROYECTO MODIFICADO (NORMA NTP 329.141)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS 18MA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE - 7% DE CHC Y 5% CHA	RESP. LAB. :	F.J.R.
UBICACIÓN	11°50'30"S - 77°05'51"W	TEC. LAB. :	F.J.G.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAVDI	FECHA :	2023/02/23

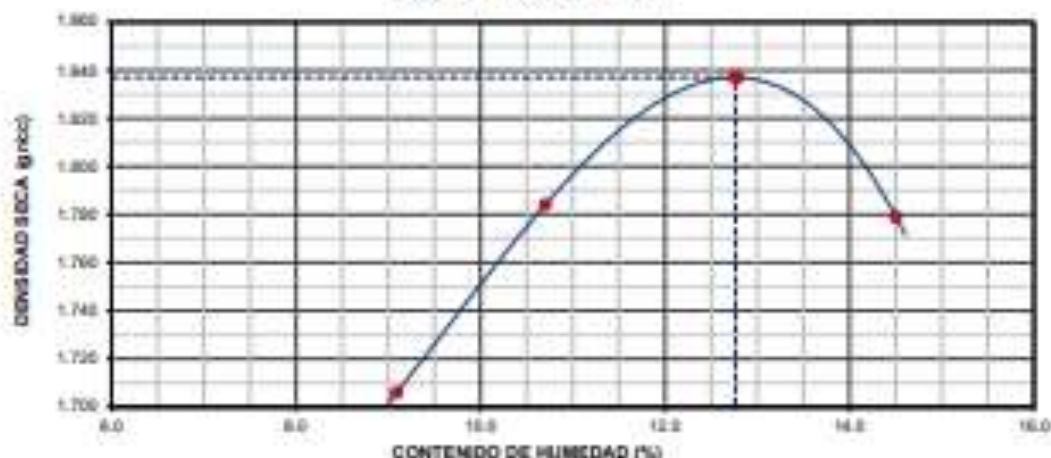
### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.25 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMÉTRICA					
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	POSICIÓN (cm <sup>3</sup> )				W <sub>o</sub>
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE	1064	1050	1108	1100	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	303	410	431	410	
PESO MOLDE VACÍO HUMEDO	1.80	1.85	2.07	2.02	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPENTE No.	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	303.3	303.3	303.3	303.3	
PESO SUELO SECO + TARA	275.2	271.2	266.3	262.3	
PESO DELA TARA					
PESO DE AGUA	33.3	32.1	37.0	41.0	
PESO DE SUELO SECO	275.2	271.2	266.3	262.3	
CONTENIDO DE AGUA	9.89	11.79	13.79	14.39	
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1.794	1.784	1.827	1.779	
<b>DENSIDAD MÁXIMA SECA:</b>	<b>1.827</b>	<b>W<sub>o</sub> OPT:</b>	<b>12.77</b>	<b>%</b>	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C  
 Calle Alameda 1000, Lima 18  
 CAROL AGUIRRE (Gerente Ejecutiva)  
 CAROLAGUIRRE@tecnilab.com

LAB. TECNILAB S.A.C  
 Calle Alameda 1000, Lima 18  
 JUAN MANUEL AGUIRRE  
 JUANMAGUIRRE@tecnilab.com





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

PALESTINA SEABO DATO 0000  
(NORMA APT 126.145)

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CIMALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2021	RESP. LAB. : F.J.R.
UBICACIÓN	: LAS LOMAS - LIMA	TEC. LAB. : F.J.O.
MATERIAL	: TORRONDO EXISTENTE - 7% DE CHC Y 9% CHA	FECHA : 29/09/2023
UBICACIÓN	: 11°30'10"S - 77°02'17"W	
SOLICITANTE	: CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	

### DATOS DEL ENSAYO

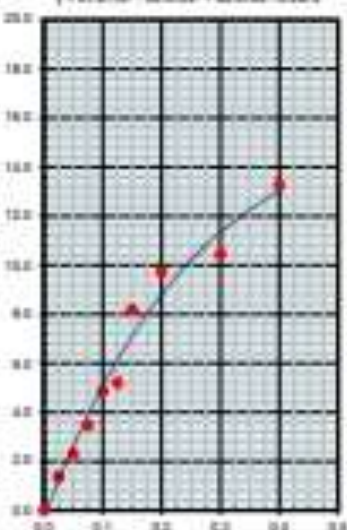
CALCATA	: 01
MUESTRA	: M-01
PROF. (cm)	: 0.25 - 1.00

### GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR



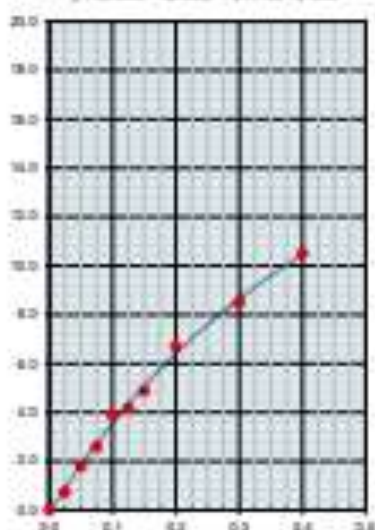
EC + 0.00L/0.0

$$y = 61.879x^2 - 86.023x^3 + 62.079x - 0.2802$$



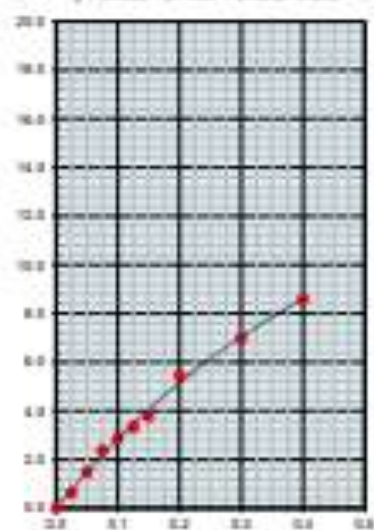
EC + 10.00L/0.0

$$y = 36.488x^2 - 62.436x^3 + 47.776x - 0.1338$$



EC + 20.00L/0.0

$$y = 16.338x^2 - 27.163x^3 + 21.629x - 0.0238$$



OBSERVACIONES

SAB. TECNILAB S.A.C

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

SAB. TECNILAB S.A.C

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfaltos y mezclas especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO (NORMA NTP 309.10)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASORTE CON CENIZAS DE HOJA DE DIALA Y ALFALTA EN AN LAS		
UBICACIÓN	LOMAS LMA - 2023		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE	RESP. LAB :	F.J.R.
UBICACIÓN	17° 50'00"S - 77° 05'40"W	TEC. LAB :	F.J.D.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	4/29/2023

### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M 01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

TAMÑO	475µm	75µm	425µm	250µm	150µm	75µm	RETENCIÓN DE LA MUESTRA
0.15"	80.00						PESO TOTAL = 4000 gr
2"	80.00						
1.18"	80.00						FRACCIÓN PASA 75µm = 3000 gr
2"	80.00						GRASA AGUADA = 200 gr
1.18"	80.00						GRASA PLASTICA = 100 gr
7"	20.00						ÍNDICE PLASTICO = 1.00 %
30"	10.00						CLASIF. AASHES = A-6 [ 10 ]
10"	10.00						CLASIF. SUCS = CL
30"	9.00						
10"	9.00						
0.4	9.00					100.0	
0.6	2.00	1.1	0.3	0.3	0.3	99.9	
0.75	2.00	2.0	0.7	0.7	0.7	99.7	
0.85	1.50	1.3	0.3	0.3	0.3	99.4	
0.90	0.80	0.9	0.2	0.2	0.2	99.3	
0.95	0.80	2.0	0.6	0.6	1.2	99.8	
0.99	0.20	2.7	0.8	0.8	2.7	97.9	CONT. DE HUMEDAD = 4.7 %
0.99	0.20	2.0	1.0	1.0	3.0	99.4	
0.99	0.177	27.0	4.2	4.2	6.0	92.3	
0.75	0.135	10.0	2.2	2.2	10.0	92.0	
0.25	0.073	40.7	0.0	0.0	10.0	89.1	
-0.25	10000	400.0	80.0	100.0			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAB. TECNILAB S.A.C  
AV. ALMAGRO 1000  
LIMA 1000

LAB. TECNILAB S.A.C  
AV. ALMAGRO 1000  
LIMA 1000



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA NTP 338.127)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE	RESP. LAB.:	P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'05"S - 77°05'47"W	TEC. LAB.:	F.J.O.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA:	4/09/2023

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (cm)	: 0.00 - 1.65

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA		1	2		
N° DE TARA	:	17	29		
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1300	1540		
TARA + SUELO SECO	:	1241	1472		
PESO DEL AGUA	:	59	68		
PESO DEL SUELO SECO	:	1241	1472		
% DE HUMEDAD	:	4.8	4.6		4.7

OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C  
AV. LAS LOMAS 1000  
LIMA SUR  
LABORATORIO DE SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C  
AV. LAS LOMAS 1000  
LIMA SUR  
LABORATORIO DE SUELOS





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYOS DEL LIMITE DE CONSISTENCIA (NORMA NTP 303.120)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE	RESP. LAB. :	P.J.R.
UBICACIÓN	11°32'07"S - 77°02'47"W	TEC. LAB. :	F.J.O.
SOLICITANTE	CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	5/09/2023

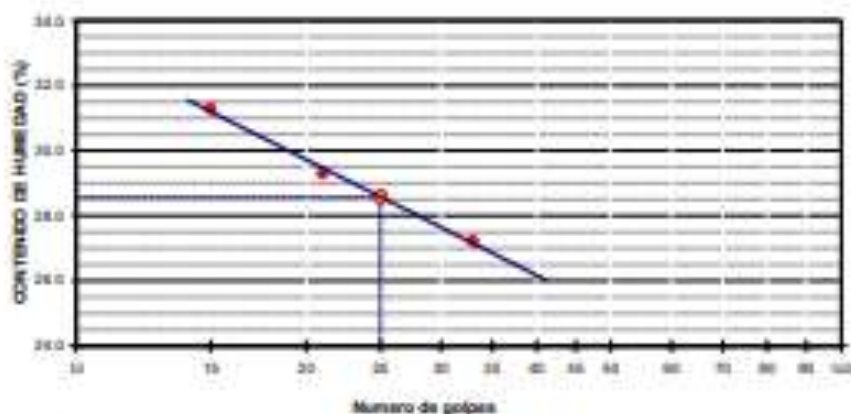
### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.85

### DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° ENSAYO	0	5	10		
ENPRO - SUELO HÚMEDO	30.97	31.79	32.21		
ENPRO - SUELO SECO	28.07	28.25	28.96		
AGUA	1.90	1.54	1.25		
PROBACEL 100RC	18.52	18.85	18.77		
PROBACEL SUELO SECO	9.36	9.89	10.29		
% DE HUMEDAD	27.25	29.17	31.29		
N° DE GOLPES	33	27	18		
LIMITE PLASTICO					
N° ENSAYO	0	10			
ENPRO - SUELO HÚMEDO	25.76	25.26			
ENPRO - SUELO SECO	25.21	24.72			
AGUA	1.80	1.11			
PROBACEL 100RC	18.80	16.71			
PROBACEL SUELO SECO	10.64	1.47			
% DE HUMEDAD	14.28	14.99			
LL :	28.8 %	LP :	16.6 %	IP :	12.8 %

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA - AV. LAS LOMAS 1000  
LABORATORIO DE SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA - AV. LAS LOMAS 1000  
LABORATORIO DE SUELOS



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYO DE DENSIDAD MODIFICADA (NORMA NTP 339.141)

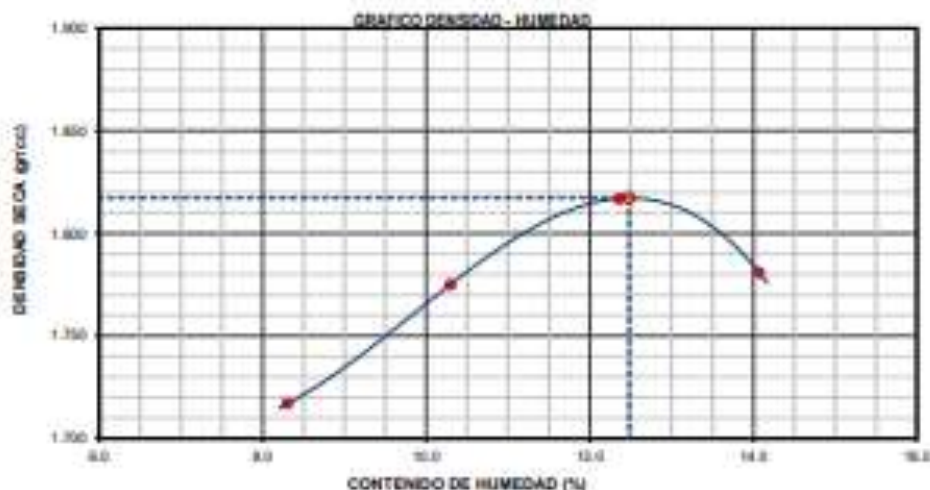
PROYECTO	DISÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023	RESP. LAB. : P.J.R.
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA	TEC. LAB. : F.J.Q.
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE	FECHA : 5/09/2023
UBICACIÓN	11°50'25"S - 77°05'47"W	
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	

### DATOS DEL ENSAYO

CALCATA	: 02
MUESTRA	: 94-01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMÉTRICA						
VOLUMENAL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	219	PESO DEL MOLDE (g)				°C
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	1991	1998	1975	1994		
PESO SUELO + MOLDE COMPACTADO	363	412	433	438		
PESO VOLUMEN MOLDEADO	138	137	136	137		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
MUESTRA (g)	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE + TARA	300	300	300	300		
PESO SUELO SECO + TARA	273	273	267	263		
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA	27	27	33	37		
PESO DE SUELO SECO	273	273	267	263		
CONTENIDO DE AGUA	9.9	9.9	12.36	14.07		
PESO VOLUMEN MOLDEADO	137	137	136	137		
DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.81	DENSIDAD MÁXIMA		12.42	%	



DESARROLLADO POR:  
**LAB. TECNILAB S.A.C**  
Ingeniería - Mecánica - Suelos  
 JAZMIN LAYDI CABRERA FLORES  
 LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

LAB. TECNILAB S.A.C  
Ingeniería - Mecánica - Suelos  
 JAZMIN LAYDI CABRERA FLORES  
 LABORATORIO DE SUELOS S.A.C





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

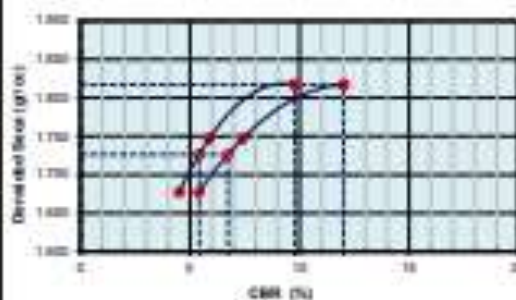
LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.  
INFORME N° 138-140

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SURRISANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN RY. LAS LOMAS, LIMA - 2023	RESP. LAB. : F.L.O.
SITIO	: LAS LOMAS - LIMA	TEC. LAB. : F.L.O.
MATERIAL	: TERRENO EXISTENTE	FECHA : 09/03/23
SITIO	: 11°52'07"S - 77°02'47"W	
SOLICITANTE	: CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI	

### DATOS DEL ENSAYO

CATEGORÍA	: E2
MUESTRA	: 36-21
PROF. (m)	: 0.00 - 0.25

### GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR

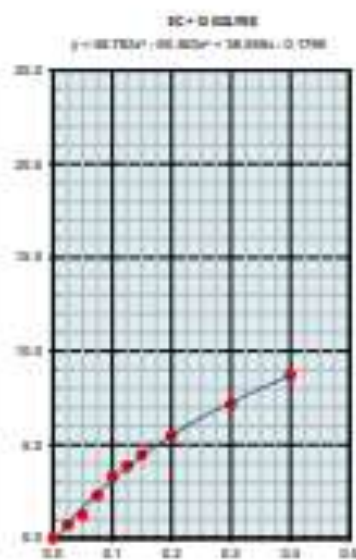
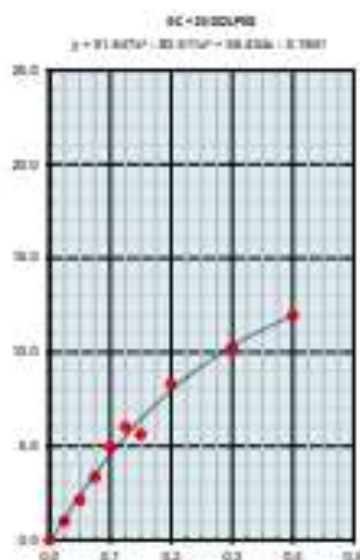
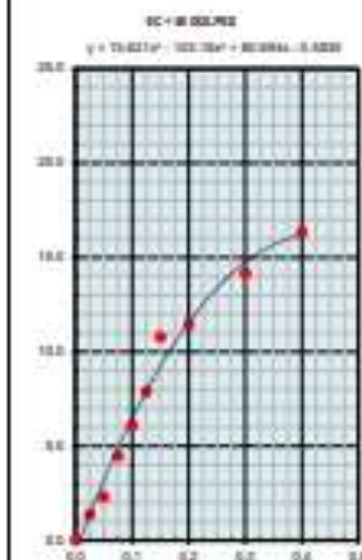


CBR AL 100% DE H <sub>2</sub> O	6.1%	6.8	6.2%	12.8
---------------------------------	------	-----	------	------

CBR AL 95% DE H <sub>2</sub> O	6.1%	5.4	6.2%	6.7
--------------------------------	------	-----	------	-----

Datos del Puesto	
Control de Suelo	1.071 g/100g
Control de Humedad	0.28 g/100g

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI

LAB. TECNILAB S.A.C.  
CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Entido de suelos para pavimentaciones, adicciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYO GRANULOMETRÍA DE TAMIARZO (NORMA NTP 118.118)

PROYECTO	DISÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023	RESP. LAB. : F.J.R.
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA	TEC. LAB. : F.J.O.
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE 2% DE CHC Y 2% CHA	FECHA : 25/09/2023
UBICACIÓN	11°50'S - 77°02'W	
SOLICITANTE	CARRERA FLORES, JAZMIN LAYDI	

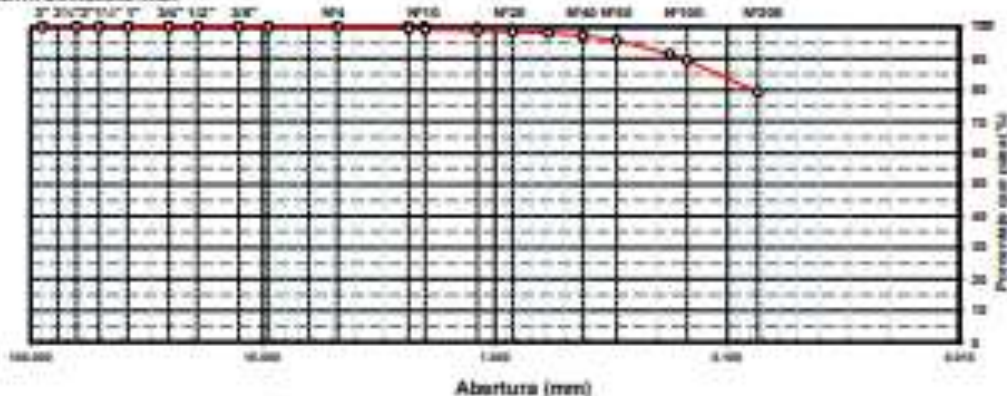
### DATOS DEL ENSAYO

CALENTA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	área (cm²)	masa (g)	masa (g)	masa (g)	masa (g)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1.17	36.800					RESID. TOTAL = 952 g
2"	36.800					
1.17	36.800					RESID. FINCOOR (FND) = 809 g
2"	36.800					GRAN. LIQUIDO = 27.9 %
1.17	36.100					GRAN. PLASTICO = 14.2 %
7"	36.800					INDICE PLASTICO = 13.1 %
20"	36.100					CLASIF. AGUAS = A-6 [S]
75"	12.100					CLASIF. SUCC. = CL
75"	9.200					
80	8.700					
80	2.800	2.7	0.0	0.0	99.0	
80	2.200	1.9	0.0	0.0	99.1	
80	1.700	0.0	0.0	0.0	100.0	
80	0.800	0.0	0.0	0.0	100.0	
80	0.800	0.0	0.0	0.0	100.0	
80	0.200	0.0	0.0	0.0	100.0	
80	0.200	0.0	0.0	0.0	100.0	
80	0.117	0.0	0.0	0.0	100.0	
80	0.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
80	0.051	0.0	0.0	0.0	100.0	
1.700	10.000	20.0	0.0	0.0	100.0	Coef. Uniformidad
						Índice de Gradación
Descripción suelo	ARCILLA SECA PLASTICO CON ARENA					Porcentaje de humedad

### CURVA GRANULOMETRICA



### OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
AV. ALMAGRO 1000 - LIMA  
TEL: 011 476 1000

LAB. TECNILAB S.A.C.  
AV. ALMAGRO 1000 - LIMA  
TEL: 011 476 1000





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA NTP 304.126)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALTA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE-2% DE CHC Y 2% CHA	RESP. LAB.:	P.J.B.
UBICACIÓN	11°32'00"S - 77°05'47"W	TEC. LAB.:	P.J.G.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA:	26/09/2023

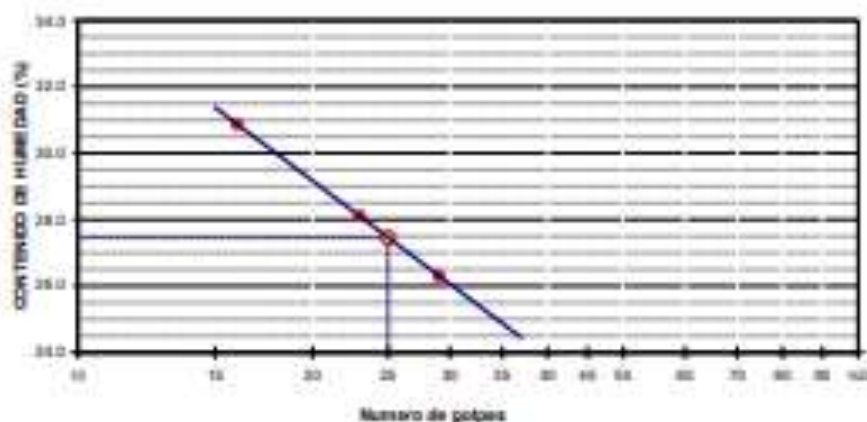
### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO					
N° TAPAS	W	15	25		
TAPAS + SUELO HÚMEDO	38.07	32.95	33.76		
TAPAS + SUELO SECO	21.29	26.25	25.29		
AGUA	3.12	3.20	3.29		
PROBETA TAPAS	10.62	11.97	10.61		
PROBETA SUELO SECO	11.96	11.38	10.95		
% DE HUMEDAD	36.31	28.12	30.87		
N° DE GOLPES	25	25	25		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TAPAS	W	25	25		
TAPAS + SUELO HÚMEDO	30.88	26.28			
TAPAS + SUELO SECO	38.34	24.44			
AGUA	1.64	2.02			
PROBETA TAPAS	10.96	13.13			
PROBETA SUELO SECO	10.96	3.70			
% DE HUMEDAD	14.42	14.35			
LL:	27.5 %	LP:	16.4 %	IP:	12.1 %

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C

*[Signature]*  
CAROL ROBERTO SUAREZ RODRIGUEZ  
LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

LAB. TECNILAB S.A.C

*[Signature]*  
ALVARO MORALES BUSTOS  
LABORATORIO DE SUELOS S.A.C







# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELO S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

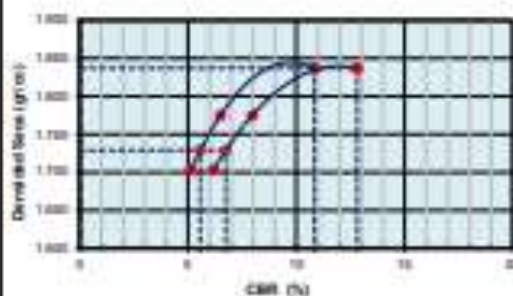
## CALEFONIA BEADING SATV, CBR (NORMA NTP 328.142)

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HULLA Y ALFALFA EN W. LAS LOMAS LIMA - 2023	RESP. LAB.:	P.J.R.
UBICACIÓN	: LAS LOMAS - LIMA	TEC. LAB.:	F.J.G.
MATERIAL	: TERRENO EXISTENTE 2% DE CIC Y 2% CIM	FECHA:	20/09/2023
UBICACIÓN	: 11°32'09"S - 77°32'47"W		
SOLICITANTE	: CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI		

### DATOS DEL ENSAYO

CALEFATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00

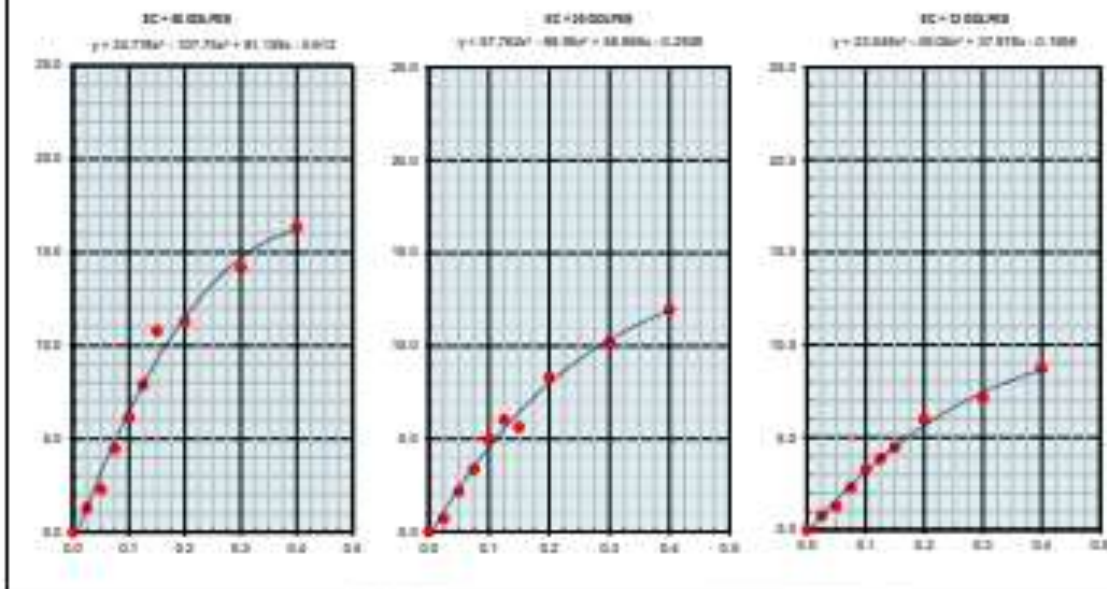
### GRÁFICO DE FONTRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.O.S.	0.1": 10.0	0.2": 12.8
C.B.R. AL 95% DE M.O.S.	0.1": 5.8	0.2": 6.7

Datos del Píedro		
Diámetro Base	1.00	gr/cm
Calibración	12.00	%

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
INSTITUCIÓN Acreditada por el INACAL  
 LIMA ALMAGUERO SUCURSAL MATUCO  
 CALLE ALMAGUERO 1000 (CALLE)

LAB. TECNILAB S.A.C.  
INSTITUCIÓN Acreditada por el INACAL  
 LIMA ALMAGUERO SUCURSAL MATUCO  
 CALLE ALMAGUERO 1000 (CALLE)





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA NTP 333.127)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	: LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	: TERRENO EXISTENTE-5% DE CHC Y 3% DE CHA	RESP. LAB. :	P.J.R.
UBICACIÓN	: 11°50'09"S - 77°09'47"W	TEC. LAB. :	F.J.Q.
SOLICITANTE	: CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	25/09/2023

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.65

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA		1	2		
N° DE TARA	:	14	19		
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1300	1300		
TARA + SUELO SECO	:	1249	1251		
PESO DEL AGUA	:	51	49		
PESO DEL SUELO SECO	:	1249	1251		
% DE HUMEDAD	:	4.1	3.9		4.0

OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
  
CARE ALBERTO TORRES MORALES  
LABORANTISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS  
CARE ALBERTO TORRES MORALES  
LABORANTISTA EN CAMPO





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA, (NORMA NTP 203.129)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENizas DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LÍNIAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LÍNIAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE 2% DE CHC Y 3% DE CHA	RESP. LAB. :	P.J.R.
UBICACIÓN	11°52'09"S - 77°02'47"W	TEC. LAB. :	F.J.G.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	28/08/2023

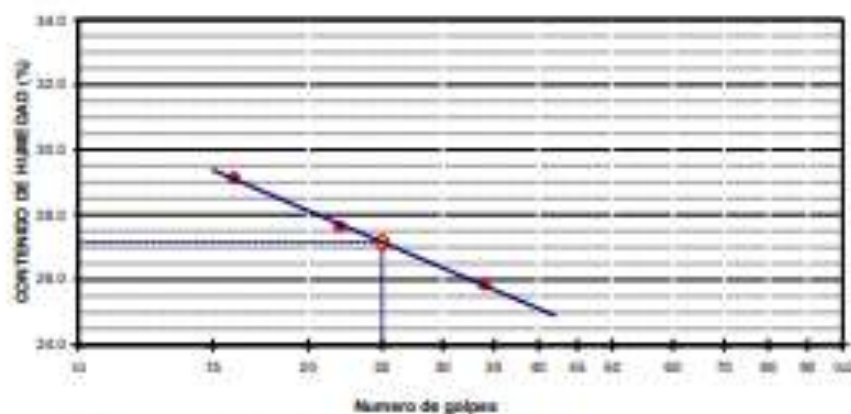
### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 00
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO					
# TAPRO	0	5	7		
TAPRO - SUELO HORRADO	21.45	21.47	21.55		
TAPRO - SUELO SECO	27.94	21.45	20.80		
AGUA	7.47	4.01	3.24		
PROG DEL TAPRO	14.98	16.89	17.60		
PROG DEL SUELO SECO	11.47	14.01	12.25		
% DE HUMEDAD	24.94	27.64	26.74		
# DE GOLPES	25	25	15		
LÍMITE PLÁSTICO					
# TAPRO	0	15			
TAPRO - SUELO HORRADO	26.89	27.26			
TAPRO - SUELO SECO	26.45	25.97			
AGUA	1.00	1.02			
PROG DEL TAPRO	10.40	10.71			
PROG DEL SUELO SECO	9.50	9.25			
% DE HUMEDAD	14.57	11.55			
LL :	27.2 %	LP :	14.4 %	IP :	12.7 %

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA, 28/08/2023

LAYDI JAZMIN CABRERA FLORES

LABORATORIO DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C

LIMA, 28/08/2023

F. J. G.

LABORATORIO DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS

AV. 11° 17' 12" SUR 77° 02' 47" OESTE - DISTRITO DE SAN JUAN DE LIMA - LIMA, PERÚ

TEL: 011 476 0000 | WWW.TECNILAB.COM



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELO S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYO DE DENSIDAD MODIFICADA (NORMA NTP 338.141)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA		
	EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE-5% DE CHC Y 3% DE CHA	RESP. LAB.:	P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'29"S - 77°05'41"W	TEC. LAB.:	F.J.O.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA:	20/08/2023

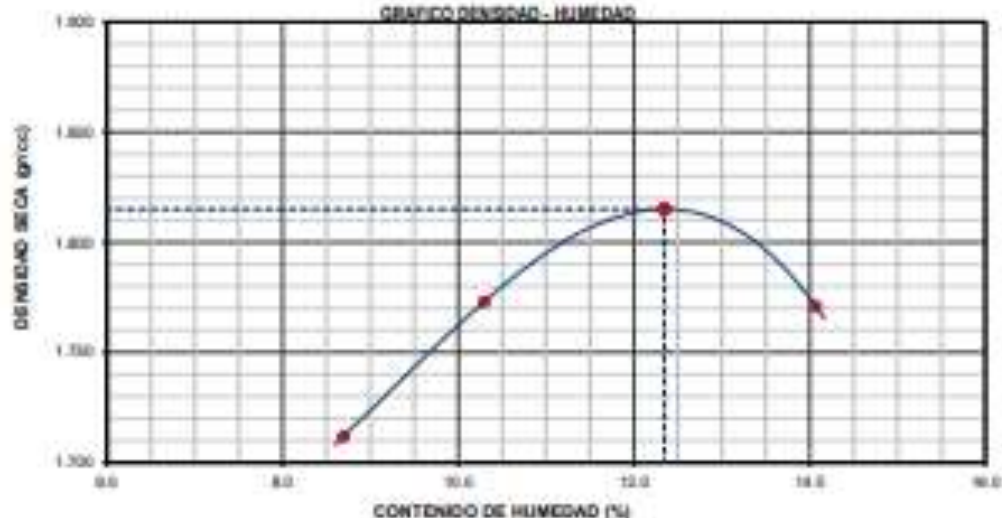
### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.05 - 1.65

### DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMÉTRICA						
VAL. DENSIDAD SECA (g/cc)	21%	RANGO DEL SUELO (%)			25%	28.50%
	1	2	3	4		5
TIPO SUELO - WELLES	1.669	1.669	1.622	1.528		
TIPO SUELO HUMEDO COMPACTADO	307	328	315	321		
TIPO VOLUMEN TIPO HUMEDO	1.80	1.86	1.80	1.83		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECUPERA DE NO.	1	2	3	4		
TIPO SUELO HUMEDO + TAMA	30.0	30.0	30.0	30.0		
TIPO SUELO SECO + TAMA	29.0	27.0	30.0	30.0		
TIPO DE LA TAMA						
TIPO DE AGUA	34.0	30.0	33.0	31.0		
TIPO DE AGUA SECO	29.0	27.0	30.0	30.0		
CONTENIDO DE AGUA	6.70	10.20	12.20	14.07		
TIPO VOLUMEN TIPO SECO	1.70	1.71	1.80	1.71		
<b>DENSIDAD MÁXIMA SECA:</b>	<b>1.815</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>		<b>HUMEDAD ÓPTIMA:</b>	<b>12.25</b>	<b>%</b>

### GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
AV. LAS LOMAS, LIMA

CLAUSULA DE RESPONSABILIDAD  
LABORATORIO DE SUELO S.A.C.

LAB. TECNILAB S.A.C.  
AV. LAS LOMAS, LIMA

LABORATORIO DE SUELO S.A.C.  
AV. LAS LOMAS, LIMA







# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAJO GRANULOMÉTRICO POR TAMBAOS (NORMA NTP 200.118)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENizas DE HOJA DE OMLA Y ALFALFA EN ARELLAS		
UBICACIÓN	LOMAS LIMA - 2023		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE 7% DE CHC Y 3% DE CHA		
UBICACIÓN	17°00'00"S - 77°05'00"W	RESP. LAB. :	F.J.R.
SOLICITANTE	CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI	DEC. LAB. :	F.J.O.
		FECHA :	20/09/2023

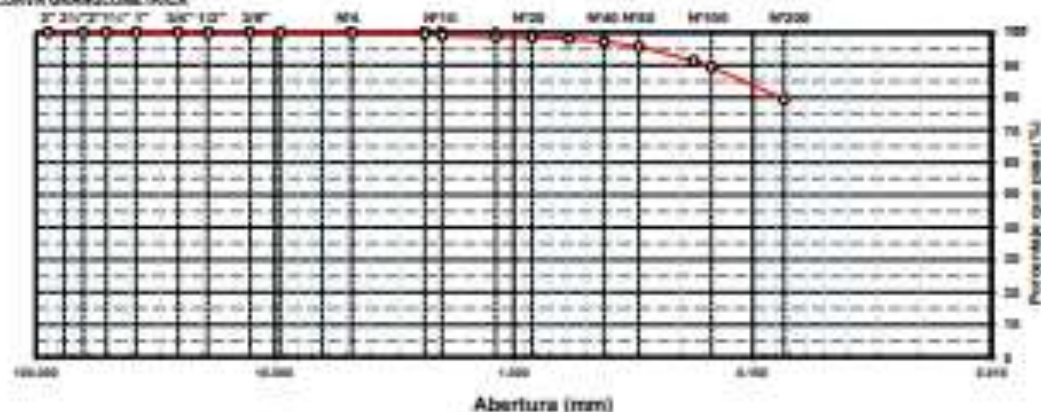
### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.20 - 1.00

### DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	RENTADA	RENTA (g)	RENTA (%)	RENTA (%)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
112"	20.000					PIEDRA TOTAL = 8000 g
7"	20.000					
212"	80.000					PIEDRA FRACTURADA = 8000 g
2"	20.000					SUSTR. LEGADO = 250 %
112"	20.000					SUSTR. PLASTICO = 100 %
7"	20.000					PIEDRA PLASTICO = 110 %
30"	20.000					CLASIF. ARENITA = 3.6 [ 3 ]
10"	20.000					CLASIF. ARENITA = 20
30"	8.000					
10"	2.000					
60"	2.000	1.8	2.0	0.9	99.9	
60"	2.000	2.0	2.0	0.9	99.9	
60"	2.000	1.8	2.0	1.2	99.9	
60"	2.000	2.0	2.0	1.4	99.9	
60"	2.000	2.2	2.0	1.6	99.7	
60"	2.000	2.2	2.0	2.1	97.2	COST. DESHERRILLADO = 20 %
60"	2.000	1.8	1.8	2.2	99.7	
60"	2.117	2.0	2.2	2.0	97.0	
612"	2.118	20.2	2.0	1.00	99.0	
620"	2.201	20.7	2.0	2.00	79.0	
10.000	10.000	20.2	20.4	100.0		Cant. Unificada
						Cant. Común
						Porcentaje

### CURVA GRANULOMÉTRICA



### OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
Módulo 10000000

LAB. ALBERTO ESCOBAR GARCERAN  
LABORATORIO DE SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C.  
Módulo 10000000

LAB. ALBERTO ESCOBAR GARCERAN  
LABORATORIO DE SUELOS







# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELO S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.

## ENSAYO DE PRODUCTO MODIFICADO (NORMA NTP 302.141)

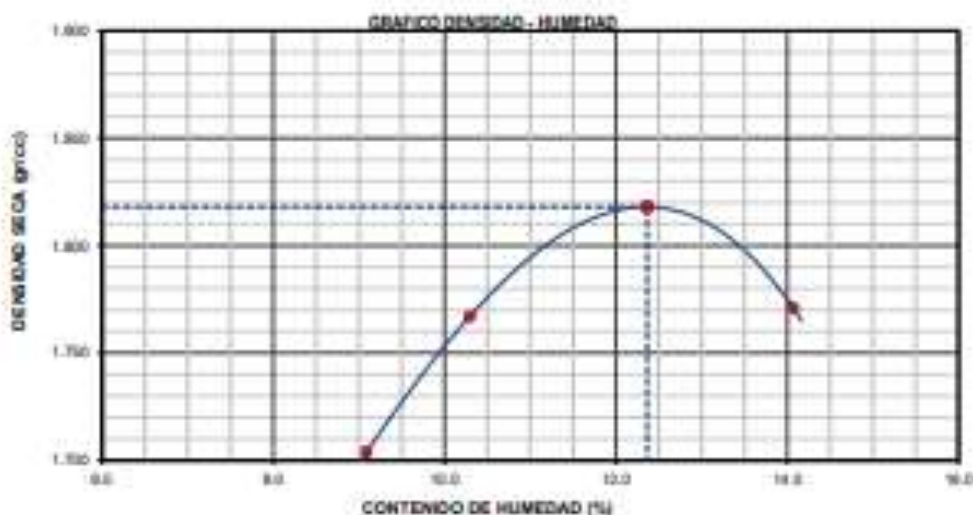
PROYECTO	DISÑO DE PAGIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023	
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA	
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE 7% DE CHC Y 5% DE CHA	RESP. LAB. : F.J.R.
UBICACIÓN	11°50'27"S - 77°05'41"W	TEC. LAB. : F.J.Q.
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA : 26/09/2023

### DATOS DEL ENSAYO

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (cm)	: 0.00 - 5.00

### DATOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMÉTRICA					
ALUBA DEL MOLDE (gms)	1	2	3	4	5
NÚMERO DE EMPUJOS	7	2	2	2	1
PESO SUELO + MOLDE	1880	2081	1879	1722	1722
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	304	425	421	420	
PESO VOLUMÉTRICO (TEORETICO)	1206	1746	2300	2300	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
MOEDAD (%)	1	2	3	4	
PESO SUELO HÚMEDO + TARA	300	300	300	300	
PESO SUELO SECO + TARA	270	270	267	263	
PESO DE LA TARA					
PESO DE AGUA	30	30	33	37	
PESO DE SUELO SECO	270	270	267	263	
CONTENIDO DE AGUA	10.9	10.9	12.36	14.07	
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1206	1746	1408	1711	
<b>DENSIDAD MÁXIMA SECA</b>	<b>1.718</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>		<b>12.37</b> %



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.  
AV. ALBERTO UGARRA ESPINOSA  
 LAMBAYEQUE PERU

LAB. TECNILAB S.A.C.  
AV. ALBERTO UGARRA ESPINOSA  
 LAMBAYEQUE PERU





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estafio de suelos para pavimentaciones, edificaciónes, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.

## ENSAYO DE PROCESO DE MEZCLAJE (NORMA NTP 323.141)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE-7% DE CHC Y 5% DE CHA	RESP. LAB. :	P.J.R.
UBICACIÓN	11°50'32"S - 77°05'41"W	TEC. LAB. :	F.J.O.
SOLIDANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA :	26/09/2023

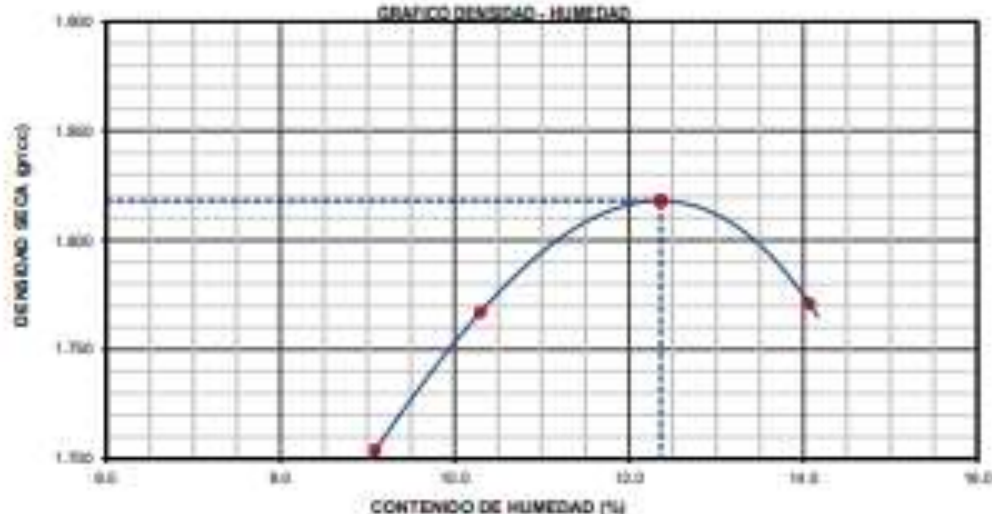
### DATOS DEL ENSAYO

CALCATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (cm)	: 0.05 - 1.65

### DATOS DE ENSAYO

UNIDAD VECTORIAL						
RELACION MOLIN (UNE)	27%	INDICE DE VULCA (p)		67%	81000	°C
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PSO SUELO + MOLIN	1980	2081	1975	1921		
PSO SUELO HUMEDO COMPACTADO	304	475	421	425		
PSO VOLUMETRO (HUMED)	135	195	230	233		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
MOEDAS No	1	2	3	4		
PSO SUELO HUMEDO + TARA	300	300	300	300		
PSO SUELO SECO + TARA	270	270	267	263		
PSO DE LA TARA						
PSO DE AGUA	30	30	33	37		
PSO DE BALANCEO	270	270	267	263		
CONTENIDO DE AGUA	9.9	10.9	12.3	14.0		
PSO VOLUMETRO (SECO)	1.34	1.97	1.89	1.71		
DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.81	g/cm <sup>3</sup>		HUMEDAD ÓPTIMA	12.37	%

### GRÁFICO DENSIDAD - HUMEDAD



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C.

CLAUDIA ALBERTO GÓMEZ ESPINOZA  
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C.

ALBERTO GÓMEZ ESPINOZA  
LABORATORISTA EN CAMPO





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, asfálticas, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

PLATAFORMA BEARING RATIO (CBR)

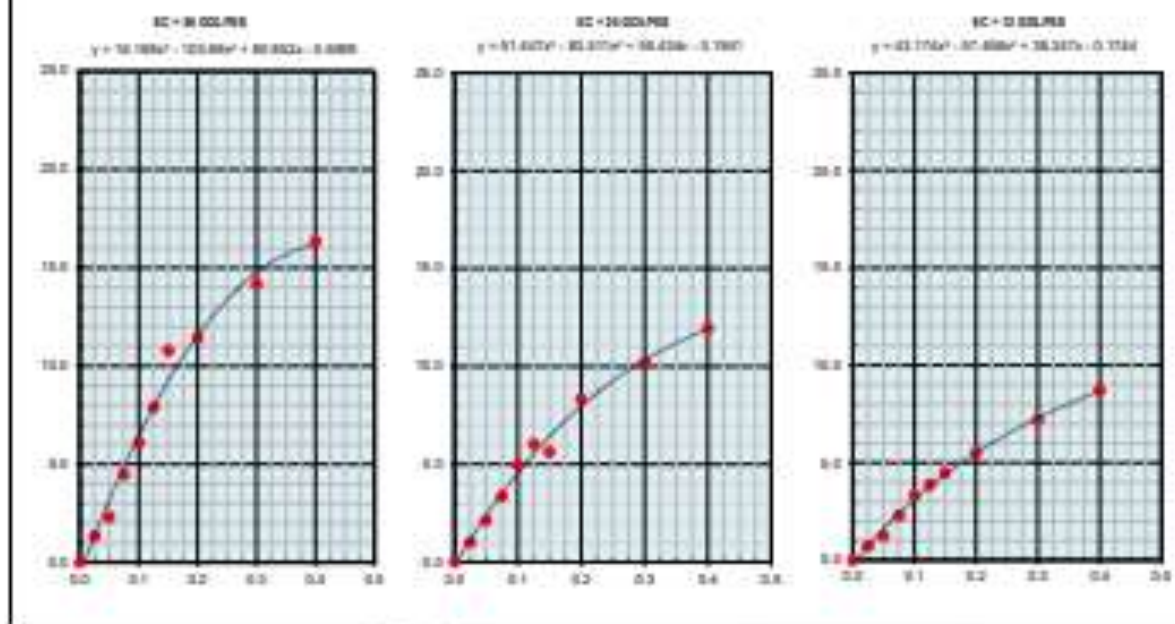
NORMA NTP 200.140

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALTALFA DE AYI LAS LOMAS, URM - 2023	RESP. LAB. :	F.J.R.
UBICACIÓN	: LAS LOMAS - URM	TÉC. LAB. :	F.J.O.
MATERIAL	: TERRENO EXISTENTE-7% DE CHC Y 9% DE CHA	FECHA :	28/09/2023
UBICACIÓN	: 11°30'00"S - 77°20'47"W		
SOLICITANTE	: CARRERA FLORES JAZMIN LAIDI		

**DATOS DEL ENSAYO**

CARGATA	: 02
MUESTRA	: M-01
PROF. (cm)	: 0.00 - 1.00

**GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR**



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C  
 Avenida Pachacamac - Lima  
 Calle Ancon 1500 - Lima  
 CARRERA FLORES JAZMIN LAIDI

LAB. TECNILAB S.A.C  
 Avenida Pachacamac - Lima  
 Calle Ancon 1500 - Lima  
 CARRERA FLORES JAZMIN LAIDI





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELO S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA NTP 338.127)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA EN AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023	RESP. LAB.: P.J.R.
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA	TEC. LAB.: F.J.O.
MATERIAL	TERRENO EXISTENTE	FECHA: 25/09/2023
UBICACIÓN	11°50'07"S - 77°05'55"W	
SOLICITANTE	CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 03
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.20 - 1.55

### DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA		1	2		
N° DE TARA	:	45	49		
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:	1200	1200		
TARA + SUELO SECO	:	1137	1138		
PESO DEL AGUA	:	63	62		
PESO DEL SUELO SECO	:	1137	1138		
% DE HUMEDAD	:	5.5	5.4		5.5

OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C  
SOLUCIONES TECNOLÓGICAS  
ING. ROBERTO GARCÍA ESPINOZA  
LABORANDO EN SU CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C  
SOLUCIONES TECNOLÓGICAS  
ING. FREDY BUSTAMANTE  
LABORANDO EN SU CAMPO



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## ENSAYOS DE LIMITE DE CONSISTENCIA (NORMA NTP 339.120)

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE RESA DE CILCA Y ALPALA EN AV. LAS LÓMBAS, LIMA - 2023		
UBICACION	: LAS LÓMBAS - LIMA		
MATERIAL	: TERRENO EXISTENTE	RESP. LAB.:	F.J.D
UBICACION	: 11°32'07"S - 77°02'56"W	TEC. LAB.:	F.J.D
SOLICITANTE	: CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FEDMA:	26/08/2023

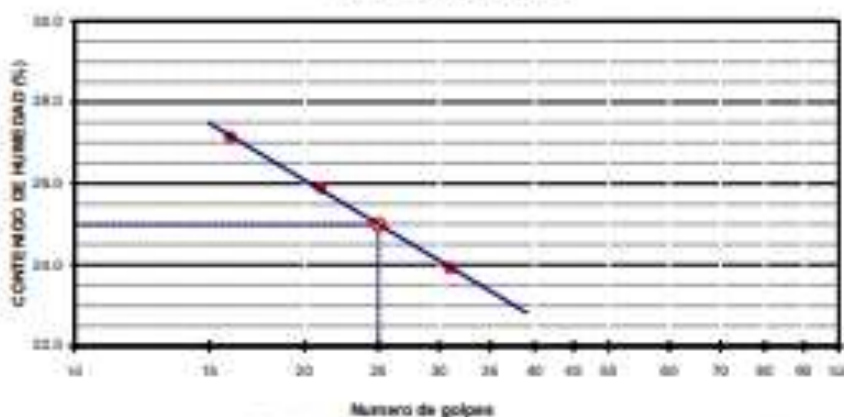
### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 03
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.20 - 1.50

### DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO					
N° TIRRO	25	30	35		
TIRRO - SUELO HUMEDO	27.40	25.75	27.50		
TIRRO - SUELO SECO	26.13	21.47	23.68		
AGUA	1.00	2.11	2.67		
PERCENDEL TIRRO	20.20	19.69	19.32		
PERCENDEL SUELO SECO	11.94	11.78	14.26		
% DE HUMEDAD	23.90	26.90	27.14		
N° DE GOLPES	21	27	18		
LIMITE PLASTICO					
N° TIRRO	30	18			
TIRRO - SUELO HUMEDO	34.97	26.21			
TIRRO - SUELO SECO	21.60	21.96			
AGUA	1.00	1.67			
PERCENDEL TIRRO	26.42	14.30			
PERCENDEL SUELO SECO	7.19	10.96			
% DE HUMEDAD	14.90	14.67			
LL:	25.8 %	LP:	16.8 %	IP:	18.7 %

### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



COORDINADOR:

LAB. TECNILAB S.A.C  
Módulo Administrativo - Gestión  
*[Firma]*  
Calle Argemón 1000, San Juan de Dios, Lima 18001  
T: 011 444 1111 / 011 444 1112

LAB. TECNILAB S.A.C  
Módulo Laboratorio - Gestión  
*[Firma]*  
Calle Argemón 1000, San Juan de Dios, Lima 18001  
T: 011 444 1111 / 011 444 1112





# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

## PRUEBA DE PRODUCCIÓN (MODIFICADA) (NORMA N° 039.141)

PROYECTO	- DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALTALFA - EN AV. LAS LOMAS, LMA - 2023	
UBICACIÓN	- LAS LOMAS - LIMA	
MATERIAL	- TERRENO EXISTENTE	RESP. LAB. : P.J.R.
UBICACIÓN	- 11°50'15"S - 77°05'50"W	TEC. LAB. : F.J.G.
SOLICITANTE	- CABRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA : 25/09/2023

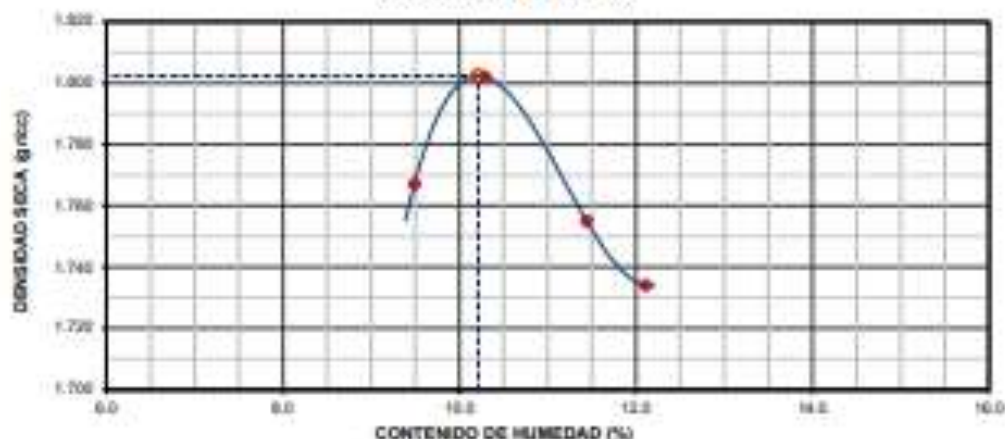
### DAFOS DEL ENSAYO

CALCATA	- 03
MUESTRA	- M-01
PROF. (m)	- 0.20 - 1.55

### DAFOS DE ENSAYO

DENSIDAD VOLUMÉTRICA						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (gr)				MÉTODO	TEMP.
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	1885	1850	1880	1850		
PESO SUELO HÚMEDO (COMPACTADO)	409	419	411	407		
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO	1.836	1.867	1.868	1.848		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
NÚMERO DE TARA	1	2	3	4		
PESO SUELO HÚMEDO + TARA	380.2	393.2	390.3	393.2		
PESO SUELO SECO + TARA	279.2	272.1	288.2	287.9		
PESO DE LA TARA						
PESO DE AGUA	101	121	102	105		
PESO DE SUELO SECO	279.2	271.1	288.2	287.9		
CONTENIDO DE AGUA	36.2	44.3	35.4	36.5		
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1.797	1.802	1.730	1.730		
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	1.802	g/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD ÓPTIMA:	10.21	%	

### GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



OBSERVACIONES:

LAB. TECNILAB S.A.C

LINA ALBERTO GARCIA ESPINOZA  
LABORATORISTA EN SUELOS

LAB. TECNILAB S.A.C

JOSUE GARCIA ESPINOZA  
JEFE DE LABORATORIO  
MOL. 0104, CDT. 00004



# TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Catálogo de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

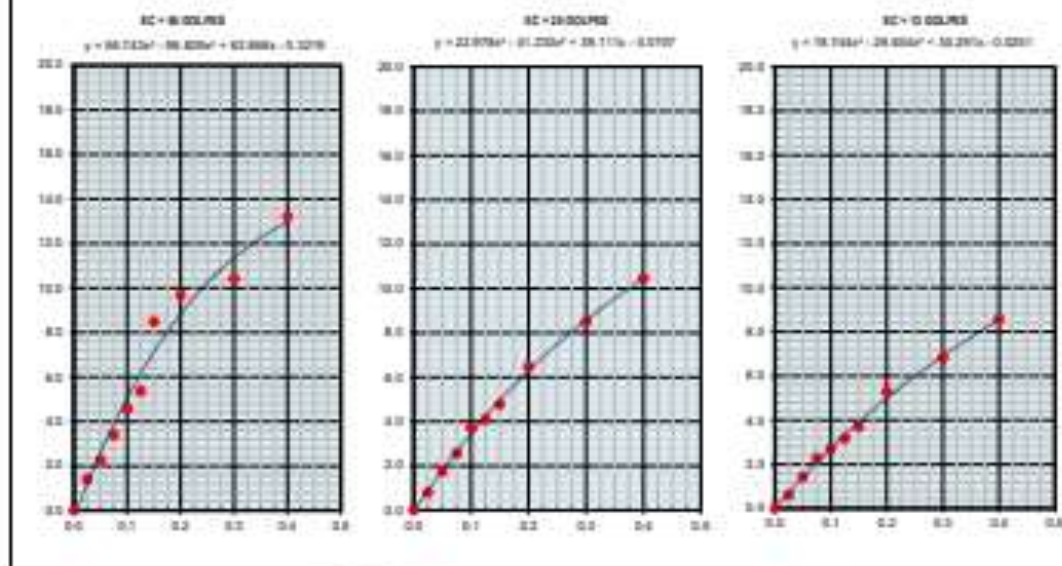
PALESTINA 824800 SATO, CDM.  
(NORMA NTP 200.145)

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENizas DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA DV. AV. LAS LOMAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	LAS LOMAS - LIMA		
MATERIAL	TIPO DE SUELO	RESP. LAB.	F.J.O.
UBICACIÓN	11°52'07"S - 77°02'52"W	TEC. LAB.	F.J.O.
SOLICITANTE	CARRERA FLORES JAZMIN LAYDI	FECHA	28/09/2023

### DATOS DEL ENSAYO

CALCATA	1.00
MUESTRA	M-01
PROF. (m)	0.00 - 0.05

### GRÁFICO DE FINITIMIENTO DE LER



OBSERVACIONES:

S.A.S. TECNILAB S.A.C.  
  
 TECN. LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

S.A.S. TECNILAB S.A.C.  
  
 TECN. LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

## **Anexo 5. Confiabilidad**



## Certificado de Calibración

TC - 00591 - 2023

Problema : 16750A

Fecha de Emisión : 2023-01-06

Solicitante : LABORATORIO DE SUELO TECNLAB S.A.C

Dirección : CALLE A CON CALLE 36 MZ.B LT.27 URB. PADHACAMAC GESTOR 1 BARRIO 2 4TA ETAPA LIMA-LIMA-VILLA EL SALVADOR

**Equipo** : **Horno**  
 Marca : NO INDICA  
 Modelo : NO INDICA  
 Número de Serie : 20231987  
 Identificación : NO INDICA  
 Procedencia : NO INDICA  
 Circulación del aire : Ventilación forzada  
 Ubicación : LABORATORIO  
 Fecha de Calibración : 2023-01-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo

	Tipo	Alcance	Resolución
<b>Termómetro</b>	DIGITAL	0 °C a 250 °C	1 °C
<b>Selector</b>	DIGITAL	NO INDICA	1 °C

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

Lugar de calibración

Instalaciones de LABORATORIO DE SUELO TECNLAB S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recibir sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2008 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios biotermostatos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
<b>Inicial</b>	21.4 °C	56 %rh	221 V
<b>Final</b>	21.5 °C	60 %rh	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



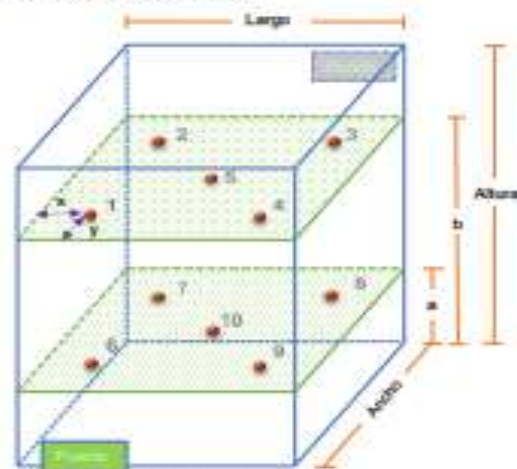
Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CPF: 0316

Certificado : TC - 00591 - 2023

**Trazabilidad**

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo T con incertidumbres del orden desde 0,14 °C hasta 0,16 °C.	LT-1017-2022 Octubre 2022

**Ubicación de los sensores dentro del medio isotermo**



Largo : 50,0 cm  
Ancho : 50,0 cm  
Altura : 60,0 cm

Plano inferior (a) : 6,0 cm  
Plano superior (b) : 51,0 cm

a : 5,0 cm  
b : 5,5 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.  
El medio isotermo tarda 3 minutos al momento de iniciar la calibración.

**Nomenclatura de abreviaturas**

t	Instante de tiempo en minutos.	T.PROM	Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
I	Indicación del termómetro del equipo.	T.prom	Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T. MAX	Temperatura máxima por sensor.	DTT	Desviación de temperatura en el tiempo.
T. MIN	Temperatura mínima por sensor.		
T. max	Temperatura máxima para un instante dado.		
T. min	Temperatura mínima para un instante dado.		

Certificado : TC - 00591 - 2023

## Resultados de medición (Ter punto de calibración)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/Selector	Tiempo de Calentamiento/Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
110 °C ± 5 °C	110 °C	60 min	30%	MOLDE DE ACERO CON PIEDRA

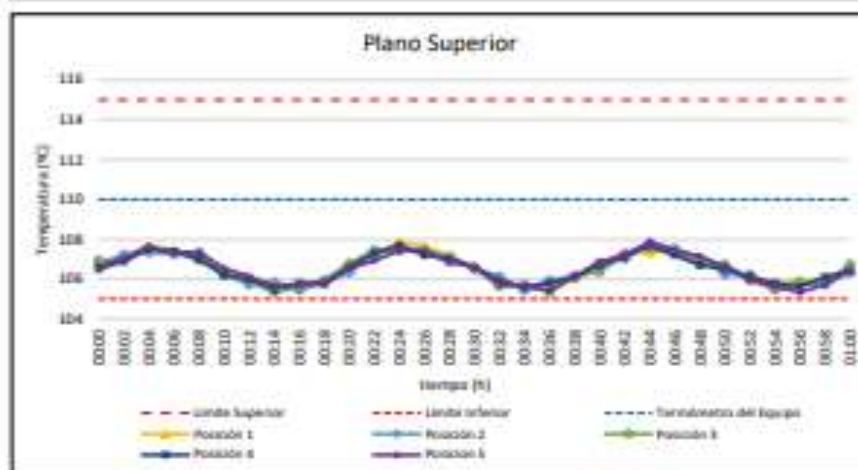
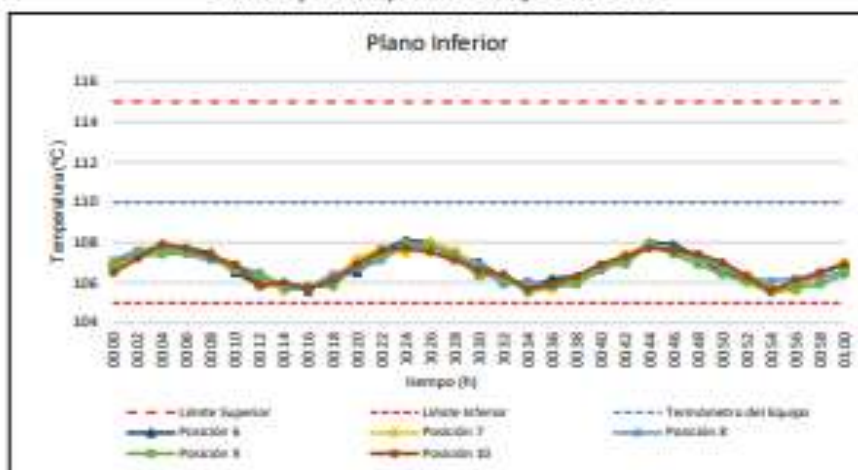
t	t	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> T <sub>min</sub> (°C)	
		Nivel Superior					Nivel Inferior							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00:00	110	106.8	106.7	107.0	106.5	106.6	107.0	106.8	107.1	106.9	106.5	106.9	0.9	
00:02	110	107.2	107.2	107.0	106.9	107.0	107.4	107.6	107.6	107.3	107.2	107.4	1.6	
00:04	110	107.7	107.3	107.6	107.5	107.6	107.8	107.9	107.7	107.4	107.9	107.6	1.6	
00:06	110	107.5	107.2	107.4	107.4	107.3	107.7	107.7	107.4	107.5	107.7	107.6	1.3	
00:08	110	107.3	107.3	107.0	107.0	107.3	107.5	107.2	107.1	107.3	107.3	107.4	1.4	
00:10	110	106.3	106.2	106.3	106.2	106.5	106.5	106.6	106.6	106.6	106.9	106.7	1.4	
00:12	110	106.0	105.7	105.9	106.0	106.1	105.9	106.3	106.5	106.3	105.8	106.2	1.5	
00:14	110	105.9	105.8	105.4	105.5	105.6	105.9	105.6	105.7	105.9	106.0	105.9	1.4	
00:16	110	105.5	105.4	105.0	105.8	105.7	105.8	105.8	105.7	105.8	105.7	105.8	1.3	
00:18	110	105.9	105.8	106.0	105.8	105.7	106.4	106.2	106.4	105.8	106.1	106.2	1.4	
00:20	110	106.9	106.3	106.6	106.6	106.5	106.5	107.2	106.7	106.9	106.9	106.9	1.5	
00:22	110	107.2	107.3	107.5	107.3	106.9	107.6	107.7	107.1	107.3	107.6	107.5	1.4	
00:24	110	107.9	107.4	107.5	107.7	107.4	108.1	107.5	108.0	107.8	107.7	107.6	1.1	
00:26	110	107.7	107.3	107.5	107.2	107.4	108.0	108.0	107.6	107.6	107.5	107.6	1.4	
00:28	110	107.2	106.9	107.2	107.0	106.8	107.3	107.6	107.2	107.4	107.1	107.3	1.6	
00:30	110	106.6	106.5	106.6	106.6	106.6	107.0	106.5	106.9	106.3	106.6	106.6	1.1	
00:32	110	105.8	106.1	105.7	105.9	105.7	106.2	106.2	105.9	106.3	106.4	106.2	1.6	
00:34	110	105.7	105.4	105.6	105.6	105.6	105.7	105.7	106.1	105.5	105.7	105.6	1.6	
00:36	110	105.5	105.9	105.4	105.9	105.4	106.2	106.7	105.6	105.8	105.9	105.9	1.4	
00:38	110	106.1	106.1	106.2	106.1	106.1	106.3	106.2	106.0	105.9	106.3	106.3	1.1	
00:40	110	106.6	106.6	106.4	106.7	106.8	106.6	106.6	106.6	106.6	106.9	106.9	1.3	
00:42	110	107.4	107.0	107.3	107.1	107.2	107.1	107.4	107.2	106.9	107.3	107.3	1.2	
00:44	110	107.4	107.8	107.6	107.7	107.6	108.0	107.9	107.9	107.9	107.7	107.9	1.3	
00:46	110	107.4	107.5	107.4	107.2	107.4	107.9	107.6	107.5	107.4	107.6	107.6	1.2	
00:48	110	107.9	107.0	106.9	106.7	107.1	107.3	107.2	107.3	108.9	107.4	107.3	1.6	
00:50	110	106.8	106.2	106.6	106.5	106.6	106.5	106.9	106.6	106.4	107.0	106.6	1.5	
00:52	110	106.0	106.2	106.1	106.1	105.9	106.2	106.4	106.2	106.0	106.3	106.3	1.2	
00:54	110	105.8	105.5	105.5	105.8	105.6	105.7	105.6	106.1	105.5	105.6	105.6	1.3	
00:56	110	106.0	105.3	105.9	105.5	105.3	105.7	105.6	106.2	105.7	106.1	105.9	1.3	
00:58	110	106.0	105.7	105.8	106.1	105.7	106.5	106.5	106.2	105.9	106.5	106.3	1.5	
01:00	110	106.5	106.3	106.6	106.4	106.4	106.9	107.0	106.6	106.4	106.9	106.6	1.6	
<b>F.PROM</b>	110	106.6	106.5	106.5	106.5	106.5	106.6	106.6	106.6	106.7	106.6	106.6		
<b>T.MAX</b>	110	107.9	107.8	107.6	107.7	107.6	108.1	108.0	108.0	107.9	107.9			
<b>T.MIN</b>	110	105.5	105.4	105.4	105.5	105.3	105.6	105.6	105.7	105.5	105.6			
<b>DTF</b>	0	2.4	2.4	2.2	2.2	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.3			

## Resumen de resultados

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	108.0	0.2
Temperatura Mínima Medida	105.3	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	1.1	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.5	0.1
Estabilidad Medida (1)	1.3	0.05
Uniformidad Medida	1.6	0.2

Certificado : TC - 00591 - 2023

Gráfica de para la temperatura de trabajo de  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$



**[\*] Declaración de los límites especificados de temperatura.**

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio termométrico:  
- Cumple con los límites especificados de temperatura.





Certificado : TC - 00091 - 2023

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

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

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,29 °C.  
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isotermo:



**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Incertidumbre**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del Documento

**Certificado de Calibración**

**TC - 05292 - 2023**

PROFORMA : 17103A Fecha de emisión: 2023-03-15 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : LABORATORIO DE SUELO TECNLAB S.A.C  
DIRECCIÓN : Cal.A.Moa. K1 Lote. 32 P.J. Pachacamac Ba 2 Etp4 Sec1 Lima-Lima-Villa El Salvador

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** COPA CASAGRANDE

Marca : ORSON  
Modelo : LABN  
N° de Serie : NO INDICA  
Procedencia : PERÚ  
N° de Parte : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2023-03-14

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de LABORATORIO DE SUELO TECNLAB S.A.C

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

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20.9 °C	21.1 °C
Humedad Relativa	81.0 %	83.0 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Pizarro  
Gerente Técnico  
CIP: 0216

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloque patrón de longitudes Grado 0 DM - INACAL	Plata de Ray 0 mm a 300 mm	TC - 21586 - 2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

	Descripción		Dimensiones				
			Valor Nominal (mm)	Valor Medido (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
COPA	Radio de la copa	A	54	53,90	0,10	0,3	0,02
	Espesor de la copa	B	2	2,10	-0,10	0,1	0,02
	Profundidad de la copa	C	27	26,50	0,50	0,3	0,02
BASE	Copa desde la guía del elevador hasta la base	U	47	46,20	0,80	1	0,02
	Espesor de la copa	K	50	49,40	1,00	2	0,02
	Largo	L	150	148,40	1,60	2	0,02
	Ancho	M	125	123,90	1,10	2	0,02

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expuesta que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

### TC - 05294 - 2023

Proforma : 17183A                      Fecha de emisión: 2023-03-15                      Página : 1 de 2

**Solicitante** : LABORATORIO DE SUELO TECNILAB S.A.C  
**Dirección** : Cal.A.Mta. K1 Lote. 32 P.J. Pachacamac Ba 2 Etp-4 Sec1 Lima-Lima-Villa El Salvador

**Instrumento de medición** : MOLDE PROCTOR MODIFICADO 6 la

Marca : No Indica  
 Modelo : No Indica  
 N° de Serie : No Indica  
 Procedencia : No Indica  
 Identificación : No Indica  
 Ubicación : Laboratorio  
 Fecha de Calibración : 2023-03-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Lugar de calibración**

Instalaciones de LABORATORIO DE SUELO TECNILAB S.A.C

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

**Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma ASTM D-1557

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**Condiciones de calibración**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	78,1 %HR	78,1 %HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
 Gerente Técnico  
 CPP- 0316



**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Placa de Roy 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm DM-INACAL	Regla 0 mm a 1000 mm	ILA-034-2022

**Resultados de medición**
**Moldes**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Corrección (mm)	Incertidumbre (mm)
<b>Diámetro</b>	152,40	151,70	-0,70	0,01
<b>Altura</b>	116,40	116,47	0,07	0,01

**Collar**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Corrección (mm)	Incertidumbre (mm)
<b>Diámetro</b>	152,40	152,44	0,04	0,01
<b>Altura</b>	60,33	60,82	0,49	0,01

**Placa base**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Corrección (mm)	Incertidumbre (mm)
<b>Lado</b>	200,00	200,63	0,63	0,02
<b>Espesor</b>	12,70	12,51	-0,19	0,01

**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**Incertidumbre expandida U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente al 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

## Certificado de Calibración

**TC - 05303 - 2023**

Protocolo : 17163 Fecha de emisión: 2023-03-15 Página : 1 de 2

Solicitante : LABORATORIO DE SUELO TECNILAB S.A.C  
Dirección : Cal.A.Mza. K1 Lote. 32 P.J. Pachacamac Ba 2 Etp4 Sec1 Lima-Lima-Villa El Salvador

**Instrumento de medición** : MARTILLO ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
Marca : No Indica  
Modelo : No Indica  
N° de Serie : 20504  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2023-03-14  
Ubicación : Laboratorio

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de LABORATORIO DE SUELO TECNILAB S.A.C

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

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma ASTM D-1557

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**Condiciones de calibración**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,4 °C
Humedad Relativa	71,2 %RH	71,2 %RH

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueden ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Ds. Nicolás Ramos Pizarro**  
Gerente Técnico  
C.P.P. 8316

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas CLASE F1	Balanza 22 kg Clase II	TC-12318-2022
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm DM-INACAL	Regla 0 mm a 1000 mm	LLA -034-2022

**Resultados de medición**
**Altura de Caída del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
457,5	454,00	-3,50	0,02

**Diametro del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
50,80	50,87	0,07	0,01

**Masa del Pistón**

Valor Nominal ( g )	Valor Medido ( g )	Corrección ( g )	Incertidumbre ( g )
4540,0	4541,00	1,00	0,18

**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

**Incertidumbre expandida U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Anexo 6. BOLETA ELECTRÓNICA

<b>LABORATORIO TECNICO, NEGOCIACIONES Y CONTRATOS E.I.R.L.</b> OTR. BARRIO 2 PACHACAMAC MZA. K1 LOTE. 32 SEC. 1 ALTURA DEL COLEGIO JEAN PIAGET VILLA EL SALVADOR - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20600529294</b> <b>EB01-4</b>				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>22/11/2023</b> Señor(es) : <b>JAZMIN LAYDI ISABEL CABRERA</b> DNI : <b>FLORES</b> Tipo de Moneda : <b>73575158</b> Observación : <b>SOLES</b>						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	DISEÑO DE PAVIMENTO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CENIZAS DE HOJA DE CHALA Y ALFALFA, EN AVENIDA LAS LOMAS - 2023, BOLETA DE ORDEN DE SERVICIO 732023	2118.64	0.00	2,499.9952	0.00
Otros Cargos : S/ 0.00 Otros Tributos : S/0.00 ICBPER : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span> Importe Total : S/2,500.00						
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.						
<b>SON: DOS MIL QUINIENTOS Y 00/100 SOLES</b>						
Op. Gravada : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 2,118.64</span> Op. Exonerada : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span> Op. Inafecta : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span> ISC : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span> IGV : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 381.36</span> ICBPER : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span> Otros Cargos : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span> Otros Tributos : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span> Monto de Redondeo : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 0.00</span> <b>Importe Total : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S/ 2,500.00</span></b>						
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						



## Anexo 7. Validez de instrumentos de recolección de datos

### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### I. DATOS GENERALES

Apellido y nombre del experto: Luis Wong Ofate con D.N.I.: 40514371 y C.I.P N° 205197 en la especialidad: Ingeniero Civil.

Autor del instrumento: Cabrera Flores, Jazmin Laydi Isabel

Por medio de esta constancia hago presente constar que mi persona ha revisado los documentos con fines de validación de instrumentos.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

INSUFICIENTE (1), MINIMAMENTE ACEPTABLE (2), ACEPTABLE (3), EXELENTE (4)

N°	CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4
1	CLARIDAD	El instrumento presenta claridad en la investigación, con un lenguaje adecuado				x
2	OBJETIVIDAD	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos con la investigación			x	
3	SUFICIENCIA	Los ítems muestran amplitud de contenido de investigación.			x	
4	CONSISTENCIA	La relación de los ítems corresponde a la dimensión.				x
5	ACTUALIDAD	El instrumento presenta vigencia con respecto a los conocimientos científicos y tecnológicos.				x
6	COHERENCIA	Existencia coherencia entre los indicadores en los ítems que se presentan en los instrumentos			x	
7	METODOLOGIA	Existe conexión entre la técnica y el instrumento con referente a la investigación.				x
8	PERTINENCIA	Los indicadores son los correctos y concuerdan con la escala de valoración del instrumento.			x	
PUNTUACIÓN FINAL			28			

Importante: Se tomará en cuenta aceptable el instrumento si se encuentra a una puntuación final de 25, en caso tener una puntuación inferior al 25 se tomará como inválido).

OPINIÓN:

PUNTUACIÓN DE VALORACIÓN

28

Lima, 16 de octubre del 2023

  
Luis Wong Ofate  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 205197

# CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## I. DATOS GENERALES

**Apellido y nombre del experto:** Henry Mario Pariona Paucar con DNI: 72648430

Y C.I.P. N.º 274783 en la especialidad: Ingeniero Civil.

**Autor del Instrumento:** Cabrera Flores, Jazmin Laydi Isabel

Por medio de esta constancia hago presente constar que mi persona ha revisado los documentos con fines de validación de instrumentos.

## II. ASPECTOS DE VALIDACION

INSUFICIENTE (1), MINIMAMENTE ACEPTABLE (2), ACEPTABLE (3), EXELENTE (4)

N.º	CRITERIO	INDICADORES	1	2	3	4
1	CLARIDAD	El instrumento presenta claridad en la investigación, con un lenguaje adecuado				X
2	OBJETIVIDAD	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos con la investigación			X	
3	SUFICIENCIA	Los ítems muestran amplitud de contenido de investigación.				X
4	CONSISTENCIA	La relación de los ítems corresponde a la dimensión.			X	
5	ACTUALIDAD	El instrumento presenta vigencia con respecto a los conocimientos científicos y tecnológicos.				X
6	COHERENCIA	Existencia coherencia entre los indicadores en los ítems que se presentan en los instrumentos			X	
7	METODOLOGIA	Existe conexión entre la técnica y el instrumento con referente a la investigación.				X
8	PERTINENCIA	Los indicadores son los correctos y concuerdan con la escala de valoración del instrumento.			X	
<b>PUNTUACION FINAL</b>			<b>28</b>			

Importante: Se tomará en cuenta aceptable el instrumento si se encuentra a una puntuación final de 25, en caso tener una puntuación inferior al 25 se tomará como inválido)

OPINION:

PUNTUACIÓN DE VALORACIÓN

28

Lima, 18 de octubre del 2023

  
Henry Mario Pariona Paucar  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N.º 24282



# CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## I. DATOS GENERALES

Apellido y nombre del experto: Jorge Canta Honores con

D.N.I.: 10743048 y C.I.P N°74294 en la especialidad: Ingeniero Civil.

Autor del Instrumento: Cabrera Flores, Jazmin Laydi Isabel

Por medio de esta constancia hago presente constar que mi persona ha revisado los documentos con fines de validación de instrumentos.

## II. ASPECTOS DE VALIDACION

INSUFICIENTE (1), MINIMAMENTE ACEPTABLE (2), ACEPTABLE (3), EXELENTE (4)

Nº	CRITERIO	INDICADORES	1	2	3	4
1	CLARIDAD	El instrumento presenta claridad en la investigación, con un lenguaje adecuado			X	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos con la investigación			X	
3	SUFICIENCIA	Los ítems muestran amplitud de contenido de investigación.				X
4	CONSISTENCIA	La relación de los ítems corresponde a la dimensión.				X
5	ACTUALIDAD	El instrumento presenta vigencia con respecto a los conocimientos científicos y tecnológicos.				X
6	COHERENCIA	Existencia coherencia entre los indicadores en los ítems que se presentan en los instrumentos			X	
7	METODOLOGIA	Existe conexión entre la técnica y el instrumento con referente a la investigación.			X	
8	PERTINENCIA	Los indicadores son los correctos y concuerdan con la escala de valoración del instrumento.			X	
PUNTUACION FINAL			27			

Importante: Se tomará en cuenta aceptable el instrumento si se encuentra a una puntuación final de 25, en caso tener una puntuación inferior al 25 se tomará como inválido)

OPINION: Se sugiere que la tesis se valide estadísticamente con la prueba ANOVA

PUNTUACIÓN DE VALORACIÓN

27

Lima, 16 de octubre del 2023



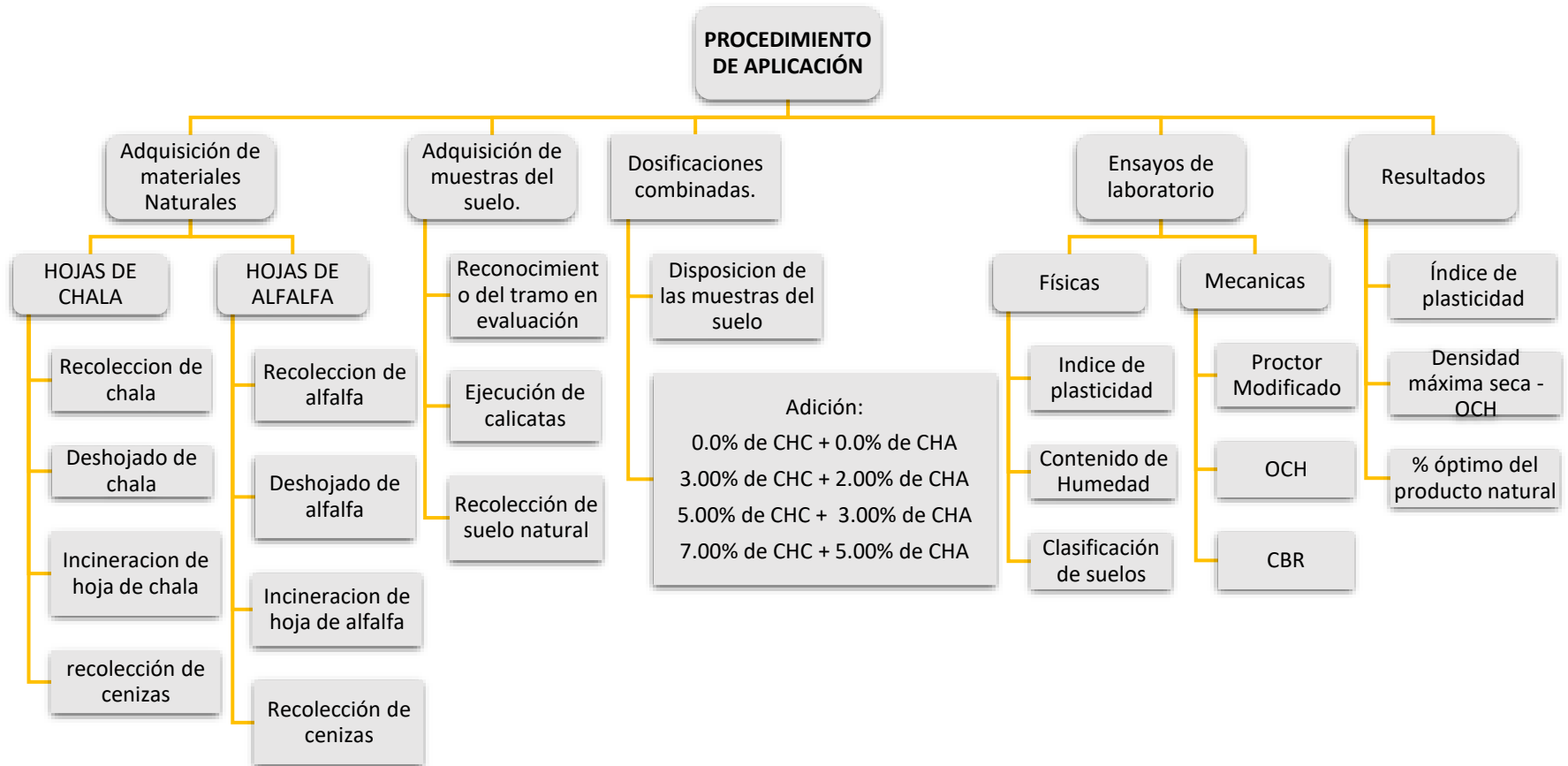
ING. JORGE CANTA HONORES  
CIP 74294

### Anexo 8. Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes

		<b>AUTOR</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AÑO</b>	<b>PORCENTAJE DE ADICION [%]</b>	<b>Indice de Plasticidad (LP%)</b>	<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH%)</b>	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (MDS gr/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Producto</b>
Antecedentes Internacionales	Sierra Herrera y otros (Ibagué - Colombia)	Evaluación de las propiedades físico – mecánicas de la cantera la caima, estabilizada con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cemento hidráulico	2019	25%	6.00%	7%	2.100 (gr/m <sup>3</sup> )	Ceniza de bagazo de caña	
				50%	6.00%	7.2%	2.070 (gr/m <sup>3</sup> )		
	Bonilla Ramírez y otros (Ibagué - Colombia)	Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña	2019	50%	7.07%	8.10%	1.961 (gr/m <sup>3</sup> )	Ceniza de bagazo de caña	
				75%	7.07%	10.94%	1.958 (gr/m <sup>3</sup> )		
Antecedentes Nacionales	Pasache Paredes, Vilca Bustinza (Lima - Perú)	Evaluación de fibra de vidrio y ceniza de chala en las propiedades de la subrasante, avenida Rosales, Carabayllo, Lima	2022	5%	-	8.10%	1.976 (gr/m <sup>3</sup> )	Cenizas de chala	
				7%	-	7.80%	1.943 (gr/m <sup>3</sup> )		
	Pacuy Loli (Huaraz - Perú)	Estabilización de subrasante con adición de ceniza de hojas de maíz (Zea Mays), Yungay, Ancash	2022	6.5%	12.5%	18.10%	1.58 (gr/m <sup>3</sup> )	Cenizas de hoja de maíz	
				10.0%	9.1%	23.26%	1.56 (gr/m <sup>3</sup> )		
	Deza Ángeles, Ramírez Villanueva (Chimbote - Perú)	Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz-hoja de pino, en calle 5 A.H San Valentín, Ancash	2022	2%	5.90%	10.80%	1.779 (gr/m <sup>3</sup> )	Cenizas de hoja de maíz	
				3%	5.30%	12.20%	1.793 (gr/m <sup>3</sup> )		
Mamani aracayo, Mamani rodrigo (Lima - Perú)	Influencia de la adición de ceniza de ichu y ceniza de hoja de coca en las propiedades mecánicas de la subrasante, Puno	2022	6%	-	28.30%	1.581 (gr/m <sup>3</sup> )	Cenizas de ichu y coca		
			9%	-	29.70%	1.566 (gr/m <sup>3</sup> )			

Artículos en otros Idiomas	Espinoza Amasifuén, Falcon Bravo (Ucayali - Perú)	Estudio comparativo de estabilización de subrasantes adicionando cenizas de hoja de humarí y caimito en suelos del Jr. los Rosales, Ucayali	2022	3%	19.1	14.20%	1.891 (gr/m3)	cenizas de hoja de humari y caimito
				4%	18.50%	13.70%	1.899 (gr/m3)	
	Lock Alva, Flores Cerna (Chimbote - Perú)	Estabilización de la subrasante con cenizas de hojas de Mango y palta 5%10% y 15% para pavimentación de la trocha carrozable del valle San Rafael, Mojeke, Casma	2021	10%	-	88.02%	3.32 (gr/m3)	Cenizas de hoja de Mango y Palta
				15%	-	85.16%	4.31 (gr/m3)	
	Osorio Palma (cerro de pasco -Perú)	Un estudio comparativo de la estabilización de dos suelos lateríticos del suroeste de Nigeria para pavimento de carreteras utilizando ceniza de manojos de palma	2021	1%	-	-	-	Ceniza de manojos de palma
				2%	-	-	-	
	Gonzales Acosta, Manay Briones (lima - Perú)	Diseño de Pavimento flexible aplicando el AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el centro poblado Ramiro Priale, Distrito José Leonardo Ortiz, Chiclayo - Lambayeque	2020	-	8	10.71%	1.73(gr/m3)	
				-	8	12%	1.75(gr/m3)	
	Sâmara Ferreira (Brasil)	Caracterização da cinza de casca de arroz como adição mineral ao concreto	2018	-	-	-	-	cenizas de cascara de arroz
				-	-	-	-	
	Bandara Nishanta y otros - (USA)	Upcycling Potential of Industrial Waste in Soil Stabilization: Use of Kiln Dust and Fly Ash to Improve Weak Pavement Subgrades Encountered in Michigan, USA	2020	-	-	-	-	Cenizas volantes
				-	-	-	-	

## Anexo 9. Procedimientos

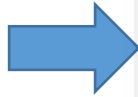




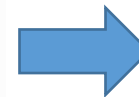
Recolección de hoja de chala



Recolección de hoja de chala



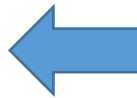
Traslado de los Productos



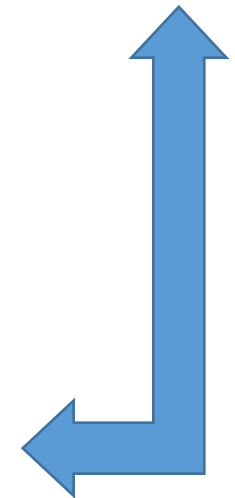
Deshojado de Productos



Recolección de las cenizas



Incineración de los Productos



## Anexo 11. Normativa

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NORMA</b>
<b>1</b>	Manual de carreteras sección de suelos y pavimentos	<b>MTC - 2014</b>
<b>2</b>	NTP Pavimentos Urbanos	<b>C.E 0.10</b>
<b>3</b>	Análisis Granulométrico	<b>NTP 339.128</b>
<b>4</b>	Contenido de Humedad	<b>NTP 339.127</b>
<b>5</b>	Límites de Consistencia	<b>NTP 339.129</b>
<b>6</b>	Clasificación AASHTO y SUCS	<b>MTC</b>
<b>7</b>	Ensayo de Proctor Modificado	<b>NTP 339.141</b>
<b>8</b>	Ensayo de CBR	<b>NTP 339.145</b>



PERU

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles



## MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

### SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14





**NORMA TÉCNICA**

**CE. 010**

**PAVIMENTOS URBANOS**



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles



## MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016

 **PERÚ** PROGRESO  
PARA TODOS

## **Anexo 12. Diseño**

Diseño de pavimento flexible con 3% de CHC + 2% de CHA en la Calicata N°1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 130 662
Suelo de la subrasante	CBR =	5.05 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 7202.73
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP6
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta$ PSI	1.5

SNR= 3.941

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq$ 15'000,000 EE
0.170	0.115	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y Sub-bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
<b>9 cm</b>	<b>23 cm</b>	<b>31 cm</b>
Capa superficial	Base	Sub-base

SNR (Requerido)	3.941	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	5.632	SI CUMPLE

Diseño de pavimento flexible con 5% de CHC + 3% de CHA en la Calicata N°1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 130 662
Suelo de la subrasante	CBR =	5.2 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 7338.94
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP6
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta$ PSI	1.5

SNR= 3.913

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq$ 15'000,000 EE
0.170	0.115	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y Sub-bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
<b>9 cm</b>	<b>23 cm</b>	<b>24 cm</b>
Capa superficial	Base	Sub-base

SNR (Requerido)	3.913	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	5.303	SI CUMPLE

Diseño de pavimento flexible con 7% de CHC + 5% de CHA en la Calicata N°1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 130 662
Suelo de la subrasante	CBR =	4.9 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 7065.07
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP6
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta PSI$	1.5

SNR= 3.970

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.170	0.115	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y Sub-bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
<b>9 cm</b>	<b>23 cm</b>	<b>27 cm</b>
Capa superficial	Base	Sub-base

SNR (Requerido)	3.970	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	5.444	SI CUMPLE

Diseño de pavimento flexible Calicata N°2 incorporando 3% de CHC + 2% de CHA

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 130 662
Suelo de la subrasante	CBR =	5.05 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 7202.73
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP6
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta$ PSI	1.5

SNR= 3.941

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq$ 15'000,000 EE
0.170	0.115	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y Sub-bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
<b>9 cm</b>	<b>20 cm</b>	<b>30 cm</b>
Capa superficial	Base	Sub-base

SNR (Requerido)	3.941	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	5.24	SI CUMPLE



Diseño de pavimento flexible Calicata N°2 incorporando 5% de CHC + 3% de CHA

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 130 662
Suelo de la subrasante	CBR =	5.2 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 7338.94
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP6
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta$ PSI	1.5

SNR= 3.913

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.170	0.115	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y Sub-bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
<b>9 cm</b>	<b>20 cm</b>	<b>23 cm</b>
Capa superficial	Base	Sub-base

SNR (Requerido)	3.913	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	4.911	SI CUMPLE

Diseño de pavimento flexible Calicata N°2 incorporando 7% de CHC + 5% de CHA

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	2 130 662
Suelo de la subrasante	CBR =	4.9 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)= 7065.07
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP6
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR	-1.036
Desviación estandar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta PSI$	1.5

SNR= 3.970

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.170	0.115	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y Sub-bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
<b>9 cm</b>	<b>20 cm</b>	<b>25 cm</b>
Capa superficial	Base	Sub-base

SNR (Requerido)	3.970	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	5.005	SI CUMPLE

## Anexo 13. Mapas y planos

**TITULO:** “Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con cenizas de hoja de chala y alfalfa en Av. Las Lomas, Lima – 2023”

**AUTORA:** Cabrera Flores, Jazmin Laydi Isabel



Capital: Lima

Idioma Oficial: español, quechua y aymara.

País:  Perú

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Carabayllo

Fundación superficie: 346.89 Km

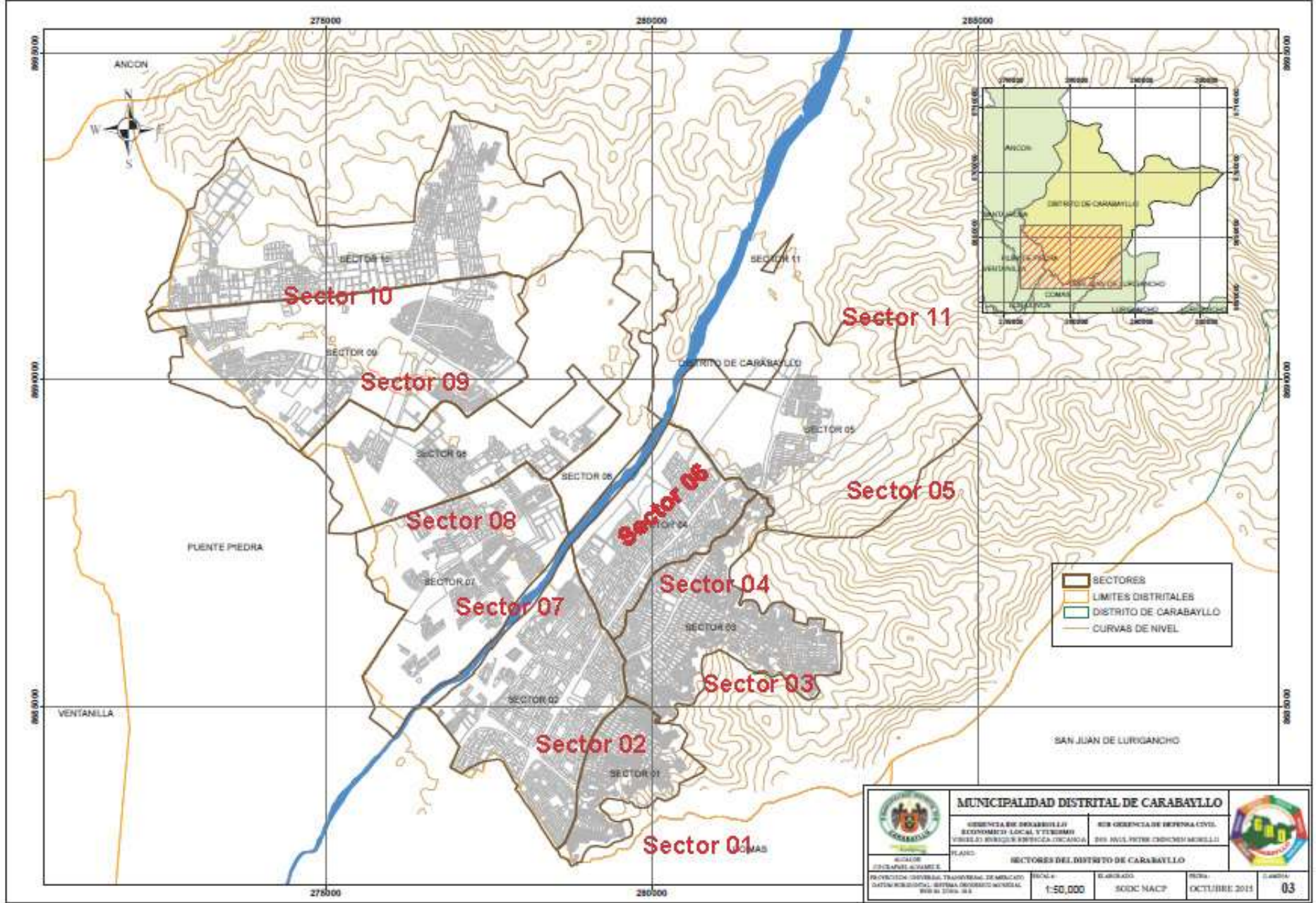
Total: 426 985 hab.

Huso horario: UTC – 5

Ubigeo: 150104







## **Anexo 14. Panel fotográfico**



Extracción de la muestra de suelo C-1



Calicata 1



Extracción de la muestra de suelo C-2



Calicata 2



Extracción de la muestra de suelo C-3



Calicata 3





Recolección de chala



Recolección de alfalfa



Traslado de los productos



Deshojado de los productos



Incineración de los productos



Incineración de los productos



Recolección de cenizas



Ensayo por tamizado en laboratorio



Ensayo de Contenido de Humedad en laboratorio



Ensayo de Limites de Consistencia



Ensayo de Proctor Modificado



Ensayo de CBR