



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Influencia del mucílago de penca de tuna en la subrasante de la Av.  
Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023”

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

**AUTOR:**

Torres Flores, Andres Jacob ([orcid.org/0000-0003-0260-1531](https://orcid.org/0000-0003-0260-1531))

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo ([orcid.org/0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a todas las personas que me acompañaron en esta travesía universitaria compañeros y amigos con quienes compartí aulas, a la plana docente de la universidad, y a mis familiares, en especial a mi madre que gracias a su amor incondicional estuvo conmigo en cada momento durante mis años universitarios, y alentó a culminar con ella cuando todo parecía imposible.

Finalmente, a mi novia Kelly quien me dió el motivo más grande y maravilloso que puedo tener, trayendo a la vida a nuestra pequeña Monserrat, esto va por ustedes mis amores.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi agradecimiento al Mg. Carlos Danilo Minaya Rosario, por guiarme en el desarrollo de la presente tesis, de la misma manera al Dr. Felimón Córdova Salcedo, quien en paz descansa, por guiarme en el inicio de la presentación de mi proyecto de investigación.

Al Ing. Sergio Bances Flores quien junto al laboratorio JMF LABCON fueron en conjunto quienes brindaron los servicios y asesoramiento técnico durante el desarrollo de esta investigación.

A la empresa Aceros y Concretos SAC, con quienes vengo trabajando desde mi etapa de practicante, por permitirme con su comprensión y ayuda para culminar mi carrera universitaria.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, 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: "Influencia del mucilago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023", cuyo autor es TORRES FLORES ANDRES JACOB, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, 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>
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 01- 12-2023 21:05:33

Código documento Trilce: TRI - 0677071



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, TORRES FLORES ANDRES JACOB 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: "Influencia del mucilago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 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.

Nombres y Apellidos	Firma
ANDRES JACOB TORRES FLORES DNI: 48441643 ORCID: 0000-0003-0260-1531	Firmado electrónicamente por: TORRESFLO el 01-12- 2023 20:49:39

Código documento Trilce: TRI - 0677072

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	iv
Declaratoria de originalidad del autor.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.1.1. Tipo de investigación.....	13
3.1.2. Diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y Operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.3.1. Población.....	15
3.3.2. Muestra.....	16
3.3.3. Muestreo.....	17
3.3.4. Unidad de análisis .....	17
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
3.5. Procedimientos .....	20
3.6. Método de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN .....	43
VI. CONCLUSIONES .....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	59

## Índice de tablas

Tabla 1: Total de ensayos según dosificación .....	16
Tabla 2: Ensayos de laboratorio a ser realizados y sus instrumentos .....	18
Tabla 3: Pesado de las pencas de tuna.....	24
Tabla 4: Resultado de la realización de los ensayos en laboratorio del terreno natural.....	30
Tabla 5: Cuadro de síntesis de los valores resultantes obtenidos para los valores de los límites líquido y plástico e índice de plasticidad. del terreno natural sin adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con adición del MPT en porcentajes de 20%, 45% y 75%. .....	35
Tabla 6: Cuadro de síntesis de los valores resultantes obtenidos para los valores de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del terreno natural sin adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con adición del MPT en porcentajes de 20%, 45% y 75%. .....	37
Tabla 7: Cuadro de síntesis de los valores resultantes obtenidos para los valores del California Bearing Ratio al 95% de la Máxima Densidad Seca del terreno natural sin adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con adición del MPT en valores porcentuales de 20%, 45% y 75%. .....	41
Tabla 8: Cuadro de síntesis de los resultados conseguidos en los ensayos elaborados al terreno natural sin adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con adición del MPT en porcentajes de 20%, 45% y 75%. .....	42

## Índice de figuras

Figura 1: Distribución de cargas, por dos métodos distintos de estabilización ....	11
Figura 2: Proceso para la obtención de resultados .....	20
Figura 3: Mapa del Perú.....	22
Figura 4: Mapa del Departamento de Lima .....	22
Figura 5: Av. Santo Domingo de los Olleros.....	22
Figura 6: Corte de las pencas .....	23
Figura 7: Recojo de las pencas.....	23
Figura 8: Pencas recolectadas.....	24
Figura 9: Lavado de las pencas .....	24
Figura 10: Pesado de pencas .....	24
Figura 11: Pesando las pencas.....	24
Figura 12: Corte de pencas de tuna.....	25
Figura 13: Macerado de pencas .....	25
Figura 14: Colado del mucilago .....	25
Figura 15: Envasado del mucilago.....	25
Figura 16: Calicata C-1 .....	26
Figura 17: Calicata C-2 .....	26
Figura 18: Calicata C-3 .....	26
Figura 19: Grafico del análisis granulométrico por tamizaje de la calicata C-1.....	27
Figura 20: Grafico del análisis granulométrico por tamizaje de la calicata C-2.....	28
Figura 21: Grafico del análisis granulométrico por tamizaje de la calicata C-3.....	29
Figura 22: Representación gráfica de los porcentajes resultantes de los límites de Atterberg del terreno natural. ....	30
Figura 23: Representación Gráfica del valor resultante para la Máxima Densidad Seca del terreno natural, obtenido por el ensayo de proctor modificado.....	31
Figura 24: Representación gráfica del valor resultante para el Optimo Contenido de Humedad del terreno natural, conseguido a través del ensayo de proctor modificado.....	32
Figura 25: Representación Gráfica del valor resultante del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del terreno natural .....	32
Figura 26: Ejecución del ensayo para determinacion del límite líquido.....	34



Figura 27: Ejecución del ensayo para determinación del límite plástico.....	34
Figura 28: Representación gráfica de los valores resultantes para los límites líquido, plástico e índice de plasticidad del terreno natural sin adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con adición del MPT en porcentajes de 20%, 45% y 75% .....	35
Figura 29: Ensayo de Proctor Modificado, con adición de MPT.....	37
Figura 30: Ensayo de Proctor Modificado, preparación de moldes.....	37
Figura 31: Representación gráfica de los valores obtenidos para la Máxima Densidad Seca del Terreno Natural y con adición de Mucilago de Pencas de Tuna en valores porcentuales de 20%, 45% y 75%. .....	38
Figura 32: Representación gráfica de los valores obtenidos para el Óptimo Contenido de Humedad del terreno natural y con adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas en valores porcentuales de 20%, 45% y 75%. .....	39
Figura 33: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) realizado al suelo natural..	40
Figura 34: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) realizado al suelo natural con adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas. ....	40
Figura 35: Representación gráfica de los valores derivados del CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca y a una penetración de 0.1" del Terreno Natural y con adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas en porcentajes de 20%, 45% y 75%. .....	41

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar en qué medida la añadidura de mucilago de penca de tuna interviene en las propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023; estableciéndose realizar los ensayos de granulometría y clasificación de suelos, Límites de Atterberg (PI), Próctor modificado y CBR. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue nivel explicativo, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar mucilago de penca de tuna en 20%, 45% y 75% fueron: el primer objetivo específico fue determinar la disminución del IP el cual se optimizó del 13.23% al 12.17% con el 20% de la mucilago de penca de tuna, el segundo objetivo específico fue determinar la mejora de la MDS del patrón, el cual se incrementó del 1.814 gr/cm<sup>3</sup> al 1.821 gr/cm<sup>3</sup> con el 45% de mucilago de penca de tuna, el tercer objetivo específico fue determinar la mejora del CBR al 95% de la MDS del patrón, el cual aumentó del 14.1% a 16.9% con el 45% de mucilago de penca de tuna. Conclusión, incorporando mucilago de penca de tuna se mejora las propiedades de la subrasante.

**Palabras clave:** Mucilago, tuna, mejoramiento, subrasante, resistencia.

## ABSTRACT

This research aimed to assess the extent to which the addition of prickly pear mucilage intervenes in the properties of the subgrade of Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023. The study included granulometry and soil classification tests, Atterberg Limits (PI), Modified Proctor, and CBR. The methodology involved quasi-experimental design, explanatory-level research, and a quantitative approach. Results, based on specific objectives with the incorporation of prickly pear mucilage at 20%, 45%, and 75%, showed: the first specific objective was to determine the decrease in the PI, optimized from 13.23% to 12.17% with 20% prickly pear mucilage; the second specific objective was to determine the improvement in the MDS of the pattern, which increased from 1.814 gr/cm<sup>3</sup> to 1.821 gr/cm<sup>3</sup> with 45% prickly pear mucilage; the third specific objective was to determine the improvement of the CBR at 95% of the pattern's MDS, which increased from 14.1% to 16.9% with 45% prickly pear mucilage. In conclusion, incorporating prickly pear mucilage enhances the properties of the subgrade.

**Keywords:** Mucilage, prickly pear, improvement, subgrade, resistance.

## I. INTRODUCCIÓN

Una técnica que realizamos con regularidad en el ámbito de la pavimentación de nuevas vías o caminos es el mejoramiento de suelos o conocido también como estabilización de suelos. Este proceso se realiza en la edificación de vías de tránsito debido a que la colectividad de ocasiones se encuentran con suelos de baja capacidad portante lo cual lleva a que se emplee mayores espesores de base y sub base, por tal motivo se logró encontrar una óptima combinación de materiales que aporten al suelo con características portantes resaltantes, permitiendo que las capas de base o sub base sean de espesores menores, permitiendo un ahorro económico y logrando menores tiempos de ejecución. Tal es el caso que, en países como Colombia, México, Chile, buscaron opciones sostenibles que estabilicen las propiedades de las subrasante, ya sean mejorando su plasticidad, su expansión y durabilidad, estos resultados fueron obtenidos al incorporarse al terreno estudiado, cascaras de huevos, mucilago de nopal y lodos aceitosos, los cuales funcionaron como agentes estabilizadores. Por razones de innovación en el Perú departamentos como de Junín, Cuzco y Ayacucho estudiaron el comportamiento de suelos arcillosos, limosos y arenosos incorporando biopolímeros como el aloe vera y mucilagos obtenidos de la penca de tuna y de la linaza reflejándose en resultados alentadores para su uso en pavimentación gracias a sus aportes para obtener mayor resistencia y durabilidad.

Localmente, Chilca en la provincia de Cañete, ubicado a solo 3 msnm, entre los distritos de Pucusana y Mala presenta subrasante limo arenosas las cuales evidencian problemas de inestabilidad y baja capacidad portante. Estas consecuencias reflejan una problemática debido a la inestabilidad y baja capacidad portante ya mencionada, dificultando el libre tránsito de vehículos haciendo accidentada y de flujo lento, ya que por ella transitan vehículos que se dirigen a las chacras, viviendas de los pobladores y propiedades del sector industrial, es por ello que se planteó que en la Av. Santo Domingo de los Olleros, perteneciente al distrito de Chilca sea estabilizada con mucilago de penca de tuna, cuyo nombre científico es *Opuntia Ficus Indica* aportando con ella una posible alternativa innovadora para mejorar sus características tanto mecánicas como las propiedades físicas de la subrasante.

La formulación del problema es según García y Sánchez (2020), el investigador debe determinar la realidad a intervenir, en base a ello, podrá establecer el objeto de estudio, a partir del cual delimitarán variables y su relación entre ellas (p. 162). El distrito de Chilca cuenta principalmente por un tipo de suelo limo arenoso, presentando aún vías sin asfaltar, que estas son utilizadas por necesidad de los vecinos de los negocios y empresas que ahí se encuentran optaron por transitar por estas vías aún frente a la alta presencia de irregularidades en la vía como baches, huecos y polvo que se genera al transitar en ellas. Para mejorar la calidad de la subrasante se optó por el uso de mucilago obtenido de las pencas de las tunas el cual logrará mejorar sus propiedades físicas, así como las mecánicas. Por tal motivo la presente investigación se propuso como Problema General: ¿En qué medida la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en las propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023? Seguidamente se propusieron los Problemas Específicos: ¿Cómo la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el índice de plasticidad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros Chilca 2023?, ¿Cómo la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros Chilca 2023? Y ¿Cómo la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el CBR de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023?.

Según Ratan A y Ratan J (2019), la justificación del problema debe plantear un propósito viable para la investigación, saciar el conocimiento, analizar propuestas académicas, comparando diferentes enfoques (p.16). La incorporación de nuevas alternativas para mejorar las características de la subrasante fue motivo de justificación de esta investigación. Es por ello que se justificó esta investigación por las siguientes razones: justificación teórica que los resultados obtenidos sean aplicables y fortalezcan los antecedentes para posteriores investigaciones que busquen aportes relacionados a la manera de comportarse tanto físico como mecánico de suelos con la adición biopolímeros, como el mucilago de las pencas de las tunas, presentando los resultados con la ayuda de los indicadores propuestos. Se planteó socialmente que al realizarse la estabilización de la subrasante con mucílago de penca de tuna se mejore las características tanto

físicas como mecánicas de esta lo cual beneficiará al tránsito de los vehículos de los vecinos y facilite el comercio de las actividades económicas de las empresas, viviendas y centros de comercio que se encuentran ubicadas en la Av. Santo Domingo de los Olleros. Como justificación metodológica se planteó que, en base a los resultados derivados de diferentes estudios de añadidura de mucílago de penca de tuna para la estabilización de suelos, se empleará tres dosificaciones que aporten mayores resultados a la gama ya existente, además de explicar el procedimiento a realizarse. Finalmente, como justificación ambiental que el elemento empleado se obtiene de manera natural y no produce contaminación, además se destaca este uso como una solución al desperdicio de la penca de tuna que no llega a ser usada y es dejada que se degrade sin ser aprovechada.

Para la actual tesis se propuso de manera general el objetivo de: Evaluar en qué medida la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en las propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023. Del mismo modo se proyectaron los subsiguientes objetivos específicos: Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el índice de plasticidad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023. Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023. Finalmente, Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el CBR de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023. A su vez se trazó de manera general la siguiente hipótesis: La añadidura mucílago de penca de tuna en porcentajes de 20, 45% y 75% permiten obtener mejores propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023. Mientras que como hipótesis específicas se tuvo que: La añadidura de mucílago de penca de tuna interviene disminuyendo el índice de plasticidad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023. La añadidura de mucílago de penca de tuna interviene mejorando la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023. Y la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene incrementando el CBR de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

De modo a lo nacional, para Mendizábal (2018), planteo como objetivo evaluar las características físicas y mecánicas de la subrasante con la añadidura del mucilago de las pencas de las tunas en los porcentajes de 25%, 50% y 75%. Investigación de método científico, del tipo aplicado para una investigación cuantitativa, y diseño experimental, la población de estudio se basó en 11 cuadras del Jirón La Unión, en Chilca, Huancayo departamento de Junín, tomando como muestra una calicata ubicada cerca del Jirón La Unión (cuadras 10 y 11), empleo como instrumentos de recopilación de información los apuntes anotados en los formatos de ensayos del laboratorio contratado, resultando que con la añadidura de 75% de mucilago de pencas de tuna permitió decrecer el índice de plasticidad de 22.78% de la espécimen patrón a un 18.12%, además acrecienta la máxima densidad seca a 1.860 g/cm<sup>3</sup> en comparación al 1.846 g/cm<sup>3</sup> de la muestra natural, mientras que el óptimo contenido de humedad con este mismo porcentaje incremento de 13.7% obtenido de la muestra natural a 14.85%, finalmente incremento el porcentaje de CBR ya que con la muestra natural se obtuvo un 5.7% en comparación al 11.8% obtenido de la adición del 75% de mucilago, en conclusión quedo demostrando que los valores de CBR fueron superiores al 6% que el Manual de carreteras determina como porcentaje mínimo para que un suelo sea apto como subrasante.

En base a lo señalado por Quea (2021), nos indica como objetivo la determinar por medio de la evaluación de las propiedades de la subrasante, con la añadidura del mucilago obtenido de la linaza. El método usado para el investigado fue del tipo científico, del tipo aplicado para una investigación cuantitativa, hace uso de un nivel de investigación explicativo de diseño cuasi experimental; de igual importancia, se hizo uso de los instrumentos de recopilación de información a los formatos de ensayo del laboratorio. El presente estudio tuvo como población de análisis a la Av. Primavera (0.850 km de extensión) de la Av. Vallecito San Jerónimo en Cusco en donde se añadió el mucilago obtenido de la linaza en las cantidades porcentuales de 30%, 55% y 80% y muestra una calicata según su IMDA menor igual a 200 vehículos por día, por lo que su muestreo es no probabilístico por lo cual se pudo obtener como resultado que la densidad seca máxima incrementa a 1.97 gr/cm<sup>3</sup> con añadidura de 30% de mucilago de linaza en contraste al 1.93 gr/cm<sup>3</sup> de la

muestra natural; por su parte se coteja que el contenido de humedad óptimo disminuyó al 9.40% con una añadidura de 30% de mucilago por último, se colige un aumento en el porcentaje de CBR al 10.1% con una adición de 30% de mucilago en comparación 7.4% del espécimen natural. Por ende, se concluye que la mejor adición de mucilago de linaza es el 30%, toda vez que logra una disminución del contenido de humedad óptimo, incrementando la densidad seca máxima y CBR.

Como señala Pérez (2021), quien se formuló el objetivo el valorar la aplicación de extracto de aloe vera en porcentajes de 15%, 20% y 25% de los rasgos de la subrasante de la vía Muyurina en Ayacucho. Su investigación fue del tipo aplicada y empleando un diseño cuasi experimental, además de contar con 12 kilómetros de extensión de la vía Muyurina de población, tuvo como muestra del kilómetro 8+020 al 10+020 de la vía Muyurina y un muestreo clasificado como no probabilístico, obtuvo como resultados, el decrecimiento del IP de un 21.08% obtenido en la muestra patrón a un 7.33%, así como la capacidad de amenorar el contenido de humedad óptimo del 19.81% del espécimen patrón al 14.01% con la añadidura del 15%EAV, permitiendo incrementar de la densidad seca máxima del 1.47 gr/cm<sup>3</sup> de la muestra sin aditivo al 1.77 gr/cm<sup>3</sup> con la adición de 15%EAV, incrementando también el CBR al 95% de 49.90% y CBR al 100% de 79.20% en comparación al 4.90% y 6.70% de CBR al 95% y 100% respectivamente de la muestra sin adición y concluyendo en que los porcentajes preestablecidos permiten categorizar al suelo como muy buena subrasante debido a que se obtuvo un porcentaje de CBR mayor al 40%, siendo los porcentajes óptimos el de 15% de extracto de aloe vera más el 10% de ceniza de cabuya.

A nivel internacional como indican García y Morales (2021), tuvieron como objetivo analizar y comparar cómo se comportan las características no solo de las físicas sino que también de las mecánicas de un suelo arcilloso, con adicionando cascara de huevo y cal, se trata de una investigación fue del tipo aplicada y experimental con una población el terreno cercano a la Casa de las Banderas en Soacha Cundinamarca, Bogotá, Colombia la muestra seleccionada está conformada por 300 kg de terreno excavado de la zona. Con la ayuda de los formatos de los ensayos realizados en el laboratorio, los resultados conseguidos revelaron que el índice de plasticidad disminuía al agregar mayores proporciones de cascara de



huevo pulverizada y cal, mientras que en los ensayos realizados para determinar el CBR demostraron la superioridad de la cal frente a la cascara de huevo pulverizada, sin embargo en pruebas combinando ambos materiales demostraron que en las combinaciones con mayor porcentaje de cal se obtenía mayor CBR en comparación con los obtenidos a la muestra natural, concluyendo en que la cascara de huevo pulverizada no aportaba mayor beneficio a los suelos arcillosos expansivos estudiados.

El autor Cañar (2017), expuso como objetivo un evaluar los resultados y comportamiento mecánico de estabilizar suelos cohesivos empleando ceniza de carbón, se trató de una investigación del tipo aplicada y diseño experimental, puesto que se efectuaron ensayos y pruebas de laboratorio. Conto con una población de los suelos de las ciudades de Ambato siendo este material una arena limosa, contando como muestra la elaboración de 10 ensayos Proctor y 10 ensayos para determinar el CBR. Los resultados obtenidos demostraron que la densidad seca máxima se mantiene igual para los tres casos de adición de ceniza de carbón (20%, 23% y 25%) con respecto a la muestra sin adición, sin embargo el contenido de humedad optimo incrementa de un 13.00% de la muestra natural a 16.70% con la añadidura del 25% de ceniza de carbón, por último el CBR incrementa de a 15.00% de la muestra sin adición a un 19.6% con el 25% de añadidura de ceniza de carbón. En conclusión, se corrobora que la proporción óptima de adición de ceniza de carbón es de 25%, siendo el porcentaje con el que mejores resultados se obtuvo durante la experimentación.

De acuerdo a Alzate (2019), planteo como objetivo el evaluar a la subrasante de la via Llano Grande del distrito de Pereira en Colombia usando como aditivo al cemento, esta investigación en palabras del autor se hizo enfocándose cuantitativamente con un tipo de estudio exploratorio experimental. Desarrollándola con una población estudiada que comprende a la subrasante de la vía de Llano Grande del municipio de Pereira la cual se extiende por 934 km, las muestras obtenidas corresponden a 4 calicatas ubicadas en las progresivas 0+200, 0+400, 0+600 y 0+800. Sus instrumentos se basaron en las normas de ensayos de materiales del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, entidad del país de Colombia). Los resultados se basaron en función los porcentajes de 0%, 7%, 10% y 13%, los

cuales reflejaron un incremento en la resistencia promedio medida en kg/cm<sup>2</sup>, a razón de mayor porcentaje incorporado. Concluyo que el porcentaje optimo según los porcentajes estudiados es 13%, sin embargo, la resistencia podría incrementar de agregarse mayor porcentaje.

En otros idiomas tenemos: De acuerdo a Hasriana, Tri y Natsir (2018), tuvieron como objetivo su objetivo estabilizar un arcilloso combinándola con una solución bacteriana del bacilo subtilis en porcentajes de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. La población en estudio fueron los suelos recolectados en el distrito de Takalar en Indonesia. Se inició con la caracterización del suelo con sus propiedades geotécnicas, la muestra consta de un costal que contenía 60 kilogramos del suelo extraído de una calicata. Como resultado se demostró que el porcentaje de CBR incrementaba conforme se incorporaba mayor porcentaje de bacilo subtilis hasta alcanzar el límite con 6% de bacilo subtilis alcanzando el 39% de CBR en comparación al 2.8% obtenido de la muestra sin adición, sin embargo, a partir de ese punto el porcentaje de CBR tendía a disminuir, concluyendo en que evaluando los resultados obtenidos del suelo estudiado se tiene que el máximo porcentaje de 6% de bacilo subtilis es el óptimo.

Según, James J. (2019), tuvo a manera de objetivo evaluar los beneficios de resistencia resultantes al adicionar al mejoramiento de suelos expansivos con cemento y el uso de ceniza de aserrín. Los suelos de estudio fueron suelos arcillosos inorgánicos, los resultados obtenidos según las combinaciones realizadas demostraron que los suelos adicionados con el 2% de cemento incrementaban el porcentaje de CBR a razón de que los porcentajes de ceniza de aserrín incrementaban de 0% a 5% obteniéndose 51% Y 56% de CBR respectivamente, mientras que los suelos con 6% de cemento resultaban con una disminución de CBR a razón de que los porcentajes de ceniza de aserrín incrementaban de 0% a 5% obteniéndose 89% y 83% de CBR respectivamente. En conclusión, se logró que la proporción óptima medida en porcentaje de adición de ceniza obtenida del aserrín en suelos estabilizados con 2% de cemento es adicionando 5% de ceniza de aserrín al ejemplar de suelo.

De acuerdo a Deb Nath, et al. (2018), quienes plantearon a manera de objetivo el descifrar las secuelas de la añadidura de 0%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% de ceniza

de madera en correlación al pesaje de la muestra a ensayar. Este material en estudio fue el excavado manualmente de Kuet, Khulma, Bangladesh, tratándose de un suelo con características arcillosas con plasticidad reducida. Los resultados evidenciaron que el contenido de humedad óptimo aumentaba, y densidad del material seco disminuía a razón de que se adicionara mayor porcentaje de ceniza de madera. mientras que la resistividad de soporte del suelo combinado con los distintos porcentajes de ceniza de madera aumentaba desde 60 KPa cuando no se incorporaba ceniza de madera, pasando por los 94 KPa, 118 KPa, 144 KPa para porcentajes de 5%, 7.5% y 10% de ceniza de madera, alcanzando 149 KPa con la adición de 12.5% de ceniza de madera. Se concluyó con que la ceniza de madera reduce la plasticidad y la máxima densidad del material seco de los suelos arcilloso, mientras que para conseguir una mezcla consolidada se requiere que se incorpore mayor cantidad de agua.

A nivel de artículos se presenta lo siguiente: Según Alarcón, Jiménez y Benítez (2020), plantearon el objetivo de esclarecer la factibilidad del uso de lodo aceitoso como un agente estabilizante para un material granular en una subrasante intentando perfeccionar sus características de resistencia y plasticidad, analizando la población de estudio referida a los suelos de la localidad de Tunja en Chile, se tuvo como muestra un material granular al cual se le incorporaría los porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% de lodo aceitoso, los ensayos realizados demostraron que el 4% de adición de lodos aceitosos incrementaba a 52% el CBR en comparación al 30% obtenido del material no tratado, en conclusión los resultados obtenidos representaron satisfactoriamente la estabilización del material granular tratado con lodo aceitoso.

Por otro lado, Mamani, et al. (2023), tuvieron como propósito establecer la capacidad de la mezcla de ceniza proveniente de la quinua y también con la añadidura de cal para el mejoramiento de suelos, empleando una investigación con características alusivas a las del tipo aplicada, diseño experimental y con enfoque caracterizado por ser cuantitativo, tuvo como población a los suelos de la carretera Lago Sagrado en Puno, tomando como muestra tres calicatas excavadas hasta una profundidad de 1.50m y 1.00 de largo por 1.00 de ancho. Los resultados analizándose con porcentajes de 5%, 7% y 9% de ceniza de quinua, demostraron

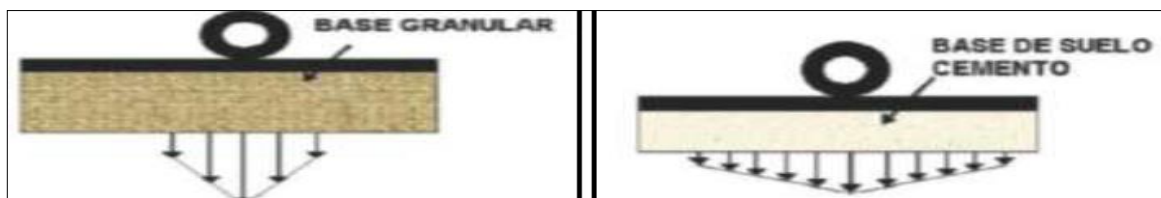
que el índice de plasticidad tendía a disminuir conforme a que los porcentajes de ceniza de quinua aumentaban, de la misma forma se obtuvieron resultados favorables en cuanto al contenido de humedad el cual disminuía mientras mayor porcentaje de ceniza de quinua se adicionaba, en el caso de la densidad seca máxima esta aumentaba a la par cuando se adicionaba los porcentajes de ceniza de quinua, finalmente el CBR incremento drásticamente con el porcentaje de 9% de ceniza de quinua, concluyendo que prevalece una mejoría para las propiedades mecánicas y físicas del suelo mientras mayor sea la añadidura de ceniza de quinua que se agregue al suelo.

Por último, los autores Guerrero y Ávila (2019), propusieron como objetivo el estudiar el posible mejoramiento en paños de recubrimiento de tierra, usando mucilago de nopal. Se ejecutó una tipología aplicada en la investigación de diseño experimental, el material empleado como población son los suelos de la zona del sur de México, como muestra se tuvieron 9 muestras cilíndricas para realizar las pruebas a compresión obteniéndose como resultado arrojaron que el material en estudio se trata de una arcilla inorgánica limo arenosa, de los ensayos a compresión de obtuvo un promedio de 55.06 kg/cm<sup>2</sup> en comparación a los 71.38 kg/cm<sup>2</sup> de las muestras sin añadidura de mucilago de nopal, en conclusión la añadidura de mucilago volvió al material más trabajable, pero debilito su capacidad portante.

En relación a las variables tenemos las siguientes teorías relacionadas: Mucilago de penca de tuna, para León (2021), se trata de un hidrocoloide capaz de retener agua, es un polímero de origen natural conformado por amilo pectina y amilasa, la cual al secarse forma delgadas películas de gran rigidez (p. 14). Según Casas (2017), el mucílago se encuentra en los cladodios, la piel y en su pulpa, lográndose obtener de pencas maduras o de las que se obtienen del proceso de cultivarlas para su producción (p. 24). La penca de la tuna, conforme a lo que menciona Huamán (2020), se caracteriza por tener un tronco con ramas aplanadas de color verde, capaces de retener liquido en sus tejidos (p. 12). El suelo, según Crespo (2004), el suelo está compuesto por un conjunto de partículas de minerales, producto de una desintegración natural, de forma mecánica por el roce entre rocas (p.18). Por otro lado, según Osorio (2019), el suelo es la combinación de gránulos de roca o minerales, agua y aire. Por esta mezcla de diversas propiedades el suelo

se constituye de manera distinta de una zona a otra. Además, por estas varianzas el suelo se comporta de manera distinta (párr. 4). La subrasante de acuerdo a Celi, Mendoza y Tejeda (2023), un pavimentado está compuesto por base, subbase y capa de rodadura, situados sobre la subrasante. La subrasante es el suelo seguidamente ubicado debajo del pavimento, que le sirve de cimiento y que influye en el comportamiento del pavimento (p. 58). Por tal motivo Hasrisana, Tri y Natsir (2018) menciona que, durante la planificación de carreteras la calidad portante de la subrasante afecta en gran medida el grosor del pavimento (p. 1). Mientras que en palabras de Nicholson (2015), todas las obras utilizan la subrasante como elemento de apoyo, es por ello que realizar un proceso de estabilización es importante, si se sobrepasa la capacidad de soporte, las deformaciones serán considerables, para escapar de todo esto es importante realizar estudios de mecánica de suelos (párr. 6). Es necesario mencionar que la estabilización de suelos, según Guyer (2011), es un proceso realizado para mezclar agentes con un suelo para mejorar ciertas características del suelo. Este proceder llega a incluir la adición y combinación de agregados para lograr una gradación deseada o incluyendo aditivos comercialmente a disposición en el mercado y probados que logren perturbar la gradación, textura o maleabilidad, o responder como un aglutinante para la consolidación del suelo (p. 4). Reafirma Paganelli (2022), que el uso de materiales innovadores contribuye a contrarrestar el uso de recursos naturales para las técnicas de estabilización de suelos. Existen distintas formas para la estabilización de suelos, entre ellas destacan estabilización por medio físico, según Quezada (2017), consiste en intervenir algunas de sus propiedades, para mejorar ciertas propiedades de un suelo produciendo modificaciones en su estructura física y en su comportamiento mecánico. Algunas de las formas en que se realiza es mezclando con otros suelos, geotextiles y consolidación (p. 11). En líneas generales, la estabilización física es aquella donde se mezclan dos suelos para satisfacer las necesidades y especificaciones del proyecto. Estabilización por medios mecánicos según Rico (2005), realizándose a cabo por compactación y vibración para conseguir el mejoramiento del suelo para lograr estabilidad, para lograr estabilidad en las capas inferiores del suelo (p. 95). Estabilización adicionando químicos para Rico (2005), los aditivos químicos mayormente empleado son el cemento Portland, mezcla asfáltica, cenizas volantes obtenidas de

los residuos de hornos de centrales termoeléctricas, cloruros de sodio o calcio entre otros; esta práctica se realiza para transformar la plasticidad del suelo trabajado, mejora la capacidad portante ya que funcionan como conglomerantes (pág. 96). Estabilización con biopolímeros, para Espíritu (2018), estabilizar el suelo con polímeros naturales es viable debido a que se obtiene significativa resistividad a la tracción, al impacto y a la fatiga, debido a que los biopolímeros contienen eslabones de cadenas tipo poliméricas que producen fuerzas de atracción intermolecular (p. 33). La estabilización de suelos permite para cada caso una distribución distinta de cargas al suelo según el tipo de material que se emplee como agente estabilizante tal se aclara en la Figura 1.



*Figura 1: Distribución de cargas, por dos métodos distintos de estabilización.*

Fuente: Unidad de Investigación en Infraestructura del transporte (2020, p. 8)

En relación a las dimensiones tenemos las siguientes teorías relacionadas: En cuanto a las propiedades físicas, menciona Gutiérrez (2023), una interpretación inadecuada de estas propiedades se ve reflejada en fallos estructurales (p. 7292), dentro de estas propiedades físicas tenemos la clasificación de suelos la cual se puede realizar bajo dos sistemas muy conocidos, clasificación de suelos SUCS, como menciona Crespo (2004), este sistema fue elaborado y presentado el ingeniero Arthur Casagrande, alrededor del año 1942, el sistema de clasificación SUCS divide para su clasificación a los suelos en tres conjuntos, suelos de granos gruesos, de granos finos y suelos muy orgánicos, también toma factores a los límites líquido y plástico (p.88). por otro lado, se tiene a la clasificación de suelos AASHTO, para Braja (1999), el método de clasificación de AASHTO, clasifica en siete grupos, tal es así que van desde el A-1 al A-7. En donde los grupos denominados A-1, A-2 y A-3 son aquellos materiales del tipo granular, de los cuales el 35% a menos de las partículas tamizadas no son retenidas la malla N°200. Los suelos de los que más del 35% pasan por la malla N°200 es decir limo arcilloso son clasificados en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 (p. 35). Estos dos tipos de

clasificación convergen en una misma idea, clasificar los suelos, esto se realiza también por el análisis granulométrico, que para Palacio, Chávez y Velásquez (2017), se interpreta según los porcentajes que son retenidos en los tamices empleados, estos porcentajes se representan en un control gráfico conocido como curva granulométrica, está representada en un eje por los tamices y en el otro eje por los porcentajes retenidos en cada tamiz (p. 99). También una de las particularidades físicas del suelo son los límites de consistencia para Villalobos (2016), la plasticidad es una magnitud que está sujeta al contenido de humedad del suelo, varía desde un estado sólido en condiciones secas, pasando por las condiciones de semisólido, para condiciones de humedad moderadas, plástico cuando la humedad es alta y líquido refiriéndose a que la humedad contenida es muy alta (p. 42). Se desprende de los límites de consistencia al límite líquido. Hernández, Ramírez y Almanza (2018) menciona que, este ensayo representa una medida de oposición al corte de un suelo, cuyo contenido de humedad del suelo pasa al estado líquido siendo inicialmente plástico (p. 44), límite plástico según Hossne y Salazar (2004), se puntualiza como el porcentaje de contenido de humedad al cual las partículas finas de un suelo que previamente fueron enrolladas comienzan a desmoronarse (p. 72). Para Ríos, et al. (2010) el índice de plasticidad es el contraste entre ambos límites (límite líquido menos límite plástico), señalando el rango en el cual el material puede experimentar cambios (p. 227).

Como parte de las propiedades mecánicas tenemos: El ensayo de proctor modificado, según Condori (2023) es el ensayo realizado por compactación del suelo, donde se determina la correlación existente entre el porcentaje de humedad y la densidad del suelo seco. El ensayo CBR de acuerdo a Abisha y Prakash (2023), la resistencia de la subrasante se mide gracias al California Bearing Ratio (CBR), que se define como la fuerza aplicada a una unidad de área (p. 5). Además, Soltani, Hamed y Manouchehr (2022) agregan que el CBR es una prueba característica es decir una de las pruebas más significativas para evaluar la capacidad portante del suelo, pues representa sus efectos en un gráfico donde se compara la fuerza aplicada a las muestras versus la penetración indicada (p. 4).

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

Mencionando lo dicho por Bhushan y Alok (2017), una investigación cuando pertenece al tipo aplicada, se refiere a encontrar una solución para un problema específico y práctico. Encontrar una solución para algún problema práctico crítico es el objetivo de una investigación aplicada, basándose principalmente en investigaciones previas (p. 3).

Esta investigación fue del tipo aplicada, porque se basó en investigaciones previas que pusieron en práctica el mejoramiento de la subrasante, a base de los porcentajes de mucilago proveniente de las pencas de tuna y a los ensayos de laboratorio tomados como referencia de casos similares, para el CBR, proctor modificado y límites de consistencia también nombrados como límites de Atterberg.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

Descrito por Walton, Politano y Roberts (2017), una investigación es utilizada para muchos propósitos. Sin embargo, tres de los propósitos más empleados en las investigaciones científicas son la experimental, la descripción y la explicación. (p. 15).

De este modo, la investigación se realizó con un diseño definido como cuasi experimental, pues se manipuló la variable independiente, "Mucilago de penca de tuna" para determinar su influencia en la variable dependiente para este caso "Propiedades de la subrasante" comparando las características del suelo sin ser afectado por la variable independiente, versus las muestras de suelo adicionales en las cantidades porcentuales de 20%, 45% y 75% del mucilago obtenido de las pencas de las tunas. Las dosificaciones fueron elegidas asemejándose a estudios previos de autores (Mendizábal quien usó porcentajes de 25%, 50% y 75%, Quea quien usó porcentajes de 30%, 55% y 80% o Pérez quien empleó porcentajes de 15%, 20% y 25%) quienes usaron estabilizadores a base de biopolímeros de características similares.



### 3.2. Variables y Operacionalización

Es preciso mencionar que según Bhattacharjee (2012), la variable independiente es aquella variable que afecta a otras variables. Las variables independientes no dependen de ninguna otra, y su efecto se ve reflejado en otras (p. 12). Mientras que la variable dependiente está definida de acuerdo a Flannelly, Flannelly y Jankowski (2014), como esta variable es simplemente dependiente porque depende de la influencia de una variable independiente, siendo afectada por ella y cambiando si la otra lo hace (p. 162). Finalmente, la operacionalización de variables según Pulido (2015), para procesar las variables se deben someter a un proceso de traducción o definición empírica, en el que cada concepto se conecta con una unidad de análisis y se convierte en una propiedad que debe ser operacionalizada (p. 1139).

**Variable Independiente:** Mucilago de penca de tuna.

**Definición conceptual:** Según Luna et al. (2023) el mucilago extraído de cladodios de diversos tipos de Opuntia, es un material de fácil obtención, además de ser un hidrocoloide soluble en agua y un compuesto prometedor como estabilizador (p. 51).

**Definición operacional:** El mucilago obtenido de las penca de las tuna sustituirá de proporcionalmente al agua en dosificaciones de 20%, 45% y 75%, empleándose 4 combinaciones distintas (TN, TN+20%, TN+45% y TN+75%); con el propósito de mejorar las propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, tales como reducir su índice de plasticidad, el contenido de humedad, a la vez de incrementar la máxima densidad seca, finalmente incrementando el valor de su CBR la de la subrasante, realizándose en primer lugar 3 calicatas, para determinar a que muestra realizar los ensayos.

**Indicadores:** Los porcentajes de 20%, 45% y 75% de mucilago proveniente de las pencas de la tuna, respecto al peso del agua aplicada a cada muestra.

**Escala de medición:** Razón

**Variable Dependiente:** Propiedades de la subrasante.

**Definición conceptual:** De acuerdo al Manual de Carreteras (2014) La subrasante es la base de la vía la cual que sostiene el pavimento la cual debe ser estable. Su capacidad de soporte y las condiciones de tránsito son factores importantes para el diseño del pavimento (p. 24).

**Definición operacional:** A la muestra de suelo extraída de la subrasante, se llevará a cabo ensayos de laboratorio utilizando mucilago obtenido de las pencas de las tunas. Afectándola tanto a las características físicas como a las mecánicas del suelo, mejorando su calidad. Se realizarán los ensayos de proctor modificado con el fin de establecer el óptimo contenido de humedad, máxima densidad seca, así como también ensayos de CBR y límites de Atterberg para obtener el índice de plasticidad para cada caso se realizarán 4 pruebas con las combinaciones de mucilago de penca de tuna (TN, TN+20%, TN+45% y TN+75%).

**Indicadores:** Índice de plasticidad (%), Optimo contenido de humedad (%), Máxima densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) y CBR (%).

**Escala de mención:** Razón.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población**

Definido de acuerdo a Shukla (2020), se entiende por población al conjunto de unidades a los cuales se pueden aplicar las conclusiones de la investigación (p. 1). Menciona también Lafuente y Marín (2008), las unidades que lo componen a la población agrupan una o distintas características comunes que son las que se desean experimentar (p.12).

Para la presente investigación se clasifico como un tipo de carretera de segunda clase, con 2000-401 veh/día como su IMDA. La población estuvo definida por 9.00 km de la Av. Santo Domingo de los Olleros, perteneciente a la trocha carrozable conocida como Camino a Santo Domingo de los Olleros en Huarochirí, su población está conformada por las calicatas de aproximadamente 1.50 m de profundidad, así como los

ensayos de límites de Atterberg, proctor modificado y CBR, que se realicen de la muestra natural y los 3 diseños realizados con mucilago de penca de tuna.

### 3.3.2. Muestra

Para Sukmawati (2023), la muestra es una parte pequeña del conjunto la población que contiene características representativas, se usa como fuente de datos (p. 134). En suma, López (2004), una de las características más importantes de la muestra es que representa a la población y sus características a estudiar (p.1).

La carretera de la vigente tesis es de segunda clase con un IMDA ubicado en los 2000-401 veh/día, como menciona el Manual de Carreteras – Sección: Suelos y Pavimentos (2014, p.28) en el Anexo 5-A, ubicado en la sección de Anexos, el Anexo 5-A indica que se realicen 3 calicatas por cada kilómetro, además a ello teniendo en cuenta el tipo de carretera y según lo descrito en el Anexo 5-B, como menciona el Manual de Carreteras – Sección: Suelos y Pavimentos (2014, p.30), se realizó un ensayo de CBR por cada 1.50 Km. En la Tabla 1, seleccionando una de las 3 calicatas realizadas, tomándose el material más desfavorable para el uso en carreteras, se resume los ensayos correspondientes a realizarse.

**Tabla 1:** *Total de ensayos según dosificación*

<b>Dosificación / Ensayos</b>	<b>Límites de Atterberg</b>	<b>Proctor Modificado</b>	<b>CBR</b>
Terreno Natura	1	1	1
Terreno Natural + 20% de mucilago de penca de tuna	1	1	1
Terreno Natural + 45% de mucilago de penca de tuna	1	1	1
Terreno Natural + 75% de mucilago de penca de tuna	1	1	1
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Fuente: Desarrollo propio

### **3.3.3. Muestreo**

De acuerdo a Taherdoost (2016), las operaciones para el muestreo se logran al dividir en dos grandes conjuntos, muestreos probabilísticos es decir aleatorios y muestreos no probabilísticos es decir no aleatorios o que no dependen de fórmulas estadísticas (p. 20).

La presente investigación empleo como tipología de muestreo uno no probabilístico, por lo que el investigador escogió la muestra a trabajar sin depender de fórmulas estadísticas, basándose en lo descrito en el Manual de carreteras.

### **3.3.4. Unidad de análisis**

Según López (2002), permite una adecuada y sencilla identificación para el análisis de datos, correspondiendo a este grupo la entidad con mayor representatividad de lo que se plantea estudiar (p. 176).

La unidad de análisis desarrollada en esta investigación consistió en la evaluación de la añadidura de mucilago proveniente de las pencas de la tuna, en un tramo de 1.00 km de la Av. Santo Domingo de los Olleros, a la cual se realizaron 4 unidades a ensayar para los Limites de Atterberg, 4 unidades a ensayar como ensayo de Proctor modificado, 4 unidades a ensayar como prueba de CBR.

## **3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Técnica de recolección de datos, para Ramírez y Zwerg (2012), una investigación cuantitativa debe ser realizada por etapas, claramente predefinidas las cuales se definen como técnicas para reunir los datos para su subsecuente análisis y presentación de resultados (p.106). Entendiendo lo citado, estas técnicas de recopilación de datos forman el modo del cual se obtendrán los datos e información, para posteriormente analizarlos y responder los objetivos planteados. Según Taherdoost (2021), con los métodos de observación se recogen datos, comportamientos y procesos para obtener una comprensión de los eventos estudiados (p. 23).

La técnica que mejor se adapta a esta investigación para su propia recopilación de datos e información es el de observación directa de los ensayos a realizarse observando los resultados y llenando las fichas de recopilación de datos de los ensayos de laboratorio. Para esta investigación de diseño cuasi experimental, este método permitirá dar solución a la problemática y comprobar las hipótesis dadas.

Instrumentos de recolección de datos, según Gauchi (2017), los instrumentos utilizados para la recaudación de los datos e información ayudaran a procesar los resultados obtenidos, ya que el grado de visibilidad en las fuentes de datos de las publicaciones originadas requieren de una exposición de los resultados obtenidos (p.11).

Para la técnica establecida previamente se les es correspondida instrumentos que permiten la recolección de los datos, los cuales facilitan su análisis, se enuncian a continuación:

- Observación directa.
- Fichas de recolección de datos (validados y firmados por 3 profesionales).
- Fichas de resultados de laboratorio (validados y firmados por 3 profesionales).
- Ensayos a realizar.

Para los ensayos a realizar como respuesta a los objetivos se presenta la Tabla 2 a continuación:

**Tabla 2:** *Ensayos de laboratorio a ser realizados y sus instrumentos*

<b>Ensayos a realizar</b>	<b>Instrumentos a ser usados</b>
Granulometría	Ficha de Resultado de laboratorio (MTC E 107 - ASTM D 422)
Límites de Atterberg	Ficha de Resultado de laboratorio (MTC E 110, E 111- NTP 339.129 - ASTM D 4318)
Proctor Modificado	Ficha de Resultado de laboratorio (MTC E 115- NTP 339.141 - ASTM D 1557)
CBR	Ficha de Resultado de laboratorio (MTC E 132 – NTP 339.145 - ASTM D 1883)

Fuente: Desarrollo Propio

Confiabilidad, según González, Sánchez, Robles (2023), la confiabilidad se entiende como la consistencia y congruencia entre los resultados obtenidos en distintos momentos, con poblaciones de características similares en diversas investigaciones de autores distintos (p. 50).

La confiabilidad de esta investigación se basó en las aplicaciones repetidas de los ensayos y porcentajes repetidos o similares, para lo cual los resultados obtenidos fueron congruentes. Para respaldar confiabilidad de los resultados obtenidos, se realizarán los ensayos en laboratorios de buena reputación con personal capacitado y respaldo de un ingeniero civil colegiado, así como también se contará con la certificación de calibración vigente de los equipos empleados. A su vez se utilizaron lo señalado a modo de norma por el Ministerio de transportes: Análisis granulométrico (MTC E - 107), Límites de Atterberg (MTC E - 110 / E - 111), Proctor Modificado (MTC E - 115) y CBR (MTC E - 132).

Validez, para Villasis, et al (2018), el juicio de expertos quienes conociendo las dimensiones del instrumento evalúan la idoneidad y suficiencia de los mismos para determinar su utilidad en la evaluación de los resultados (p. 415).

Las fichas de resultados de laboratorio con los cuales se recolectarán los datos, serán validadas por la correcta manipulación de los equipos, la cual será supervisada y aprobada por el ingeniero con el rango de jefe de laboratorio de ensayos de materiales. La validez de los instrumentos y procedimientos estará garantizada, ya que serán desarrollados por profesionales a cargo de realizarlos, en el laboratorio de ensayos de materiales. Así como la metodología realizada y desarrollada en el desarrollo de la vigente investigación fue respaldada por la asesoría de un asesor de tesis habilitado para realizarlo.

Para esta investigación se contó con la validación de tres ingenieros civiles colegiados, quienes revisaron y aprobaron las fichas de recolección de datos y las fichas de resultado de laboratorio, ellos fueron:

- Lavado Izquierdo, Hilary (CIP N° 216898)
- Meza del Castillo, Boris (CIP N° 100635)
- Bautista Pillaca, Jorge Luis (CIP N° 215701)

### 3.5. Procedimientos

Se presenta la siguiente figura en donde se exponen los procesos que se realizaron secuencialmente para el análisis de datos:

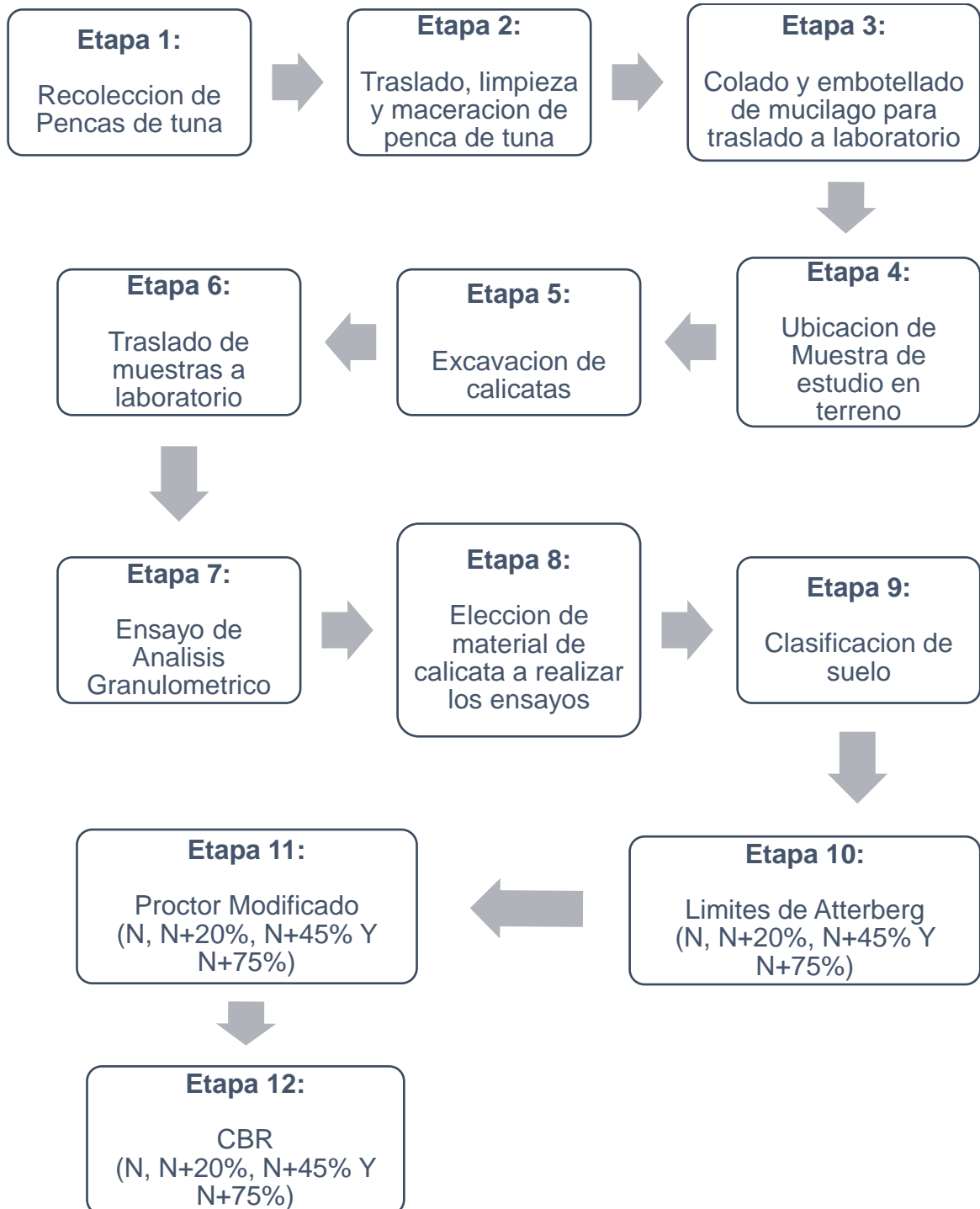


Figura 2: Proceso para la obtención de resultados

Fuente: Desarrollo Propio

### **3.6. Método de análisis de datos**

Después de realizadas las calicatas la elección de datos se dio gracias a la observación directa la cual nos permitió la visualización de cada uno de los ensayos para obtener los resultados, tomando los apuntes correspondientes, los cuales permitieron que los objetivos e hipótesis planteados sean respondidos o reafirmados, y finalmente se descarte la Hipótesis Nula.

### **3.7. Aspectos éticos**

Una publicación científica es el resultado final del trabajo del investigador, los investigadores confían en sus predecesores, por ello usan el trabajo científico como fuente para el trabajo de otros autores, es verificar los aportes para el crecimiento del conocimiento humano (Masic, 2012, p. 208).

Durante la ejecución de esta investigación el tesista se ve comprometido a asegurarse, por los medios que pueda, la veracidad de la información utilizada, tanto en fuentes de recolección de datos teóricos, así como constatar y validar los resultados que obtenga en el momento de realizar los ensayos de laboratorio.

La ética es la forma de representar el modelo de vida reflexionando en las acciones, comportamientos y actos, en donde se actúa con razón para tomar decisiones para justificar y argumenta (Anderson y Leigh, 2009, p.15).

Como parte de nuestra formación académica, debemos desarrollar un sentido de la ética y la moral con honestidad, honradez respeto y confianza, las cuales llevaremos a nuestra futura vida profesional para profesar correctamente nuestro trabajo. Es por todo ello que con valor ético el investigador desarrollo la presente investigación evitando el plagio citando a los autores que aportaron con sus investigaciones y conceptos de acuerdo a la Norma ISO-690-2017, seguido por la comprobación por medio de la herramienta web de control de plagio Turnitin la cual revela el nivel de semejanza de la investigación en porcentajes, e intentar de manera enérgica no generar un impacto ambiental negativo durante la elaboración de su proyecto de investigación.



## IV. RESULTADOS

### Nombre de la tesis:

Influencia del mucílago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros de los Olleros, Chilca 2023.

### Ubicación:

Departamento : Lima  
Provincia : Cañete  
Distrito : Chilca  
Ubicación : Av. Santo Domingo de los Olleros



Figura 3: Mapa del Perú

Fuente: Google Search

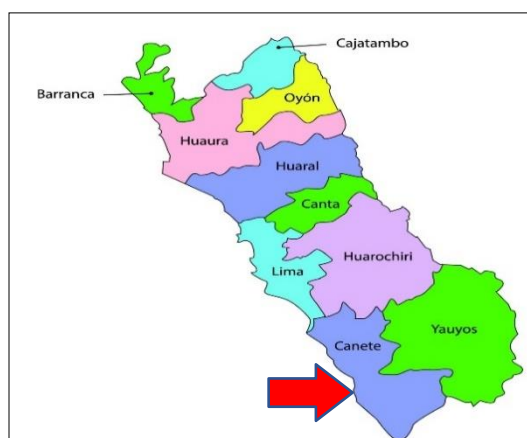


Figura 4: Mapa del Departamento de Lima

Fuente: Google Search

### Localización:



Figura 5: Av. Santo Domingo de los Olleros

Fuente: Google Maps

Para el desarrollo del presente estudio se optó por el uso del mucilago proveniente de las pencas de las tunas, debió a que en diversas tesis e investigaciones de diversos autores se comprobó su aporte benéfico a las propiedades de la subrasante. La planta de tuna utilizada para esta investigación lleva como nombre científico el de *Opuntia Ficus Indica*. Seguidamente a esto, se describe el proceso de obtención del mucilago proveniente de las pencas de las tunas, desde su ubicación en las proximidades de la vía estudiada hasta su embotellado para ser enviado al laboratorio:

### Primero:

Se ubicó el lugar de donde se obtuvo la penca de tuna, el cual se encuentra ubicado a solo cinco minutos de la ubicación de las calicatas realizadas de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca. En este lugar se realizó el recojo de las pencas de tuna, cortando las pencas de la planta con la ayuda de las manos, utilizando unos guantes para evitar ser hincado por las espinas de las pencas se procedió a realizar un quiebre en la parte delgada de la penca para que se facilite el trabajo. Las pencas recolectadas fueron las que conformaban la última línea de las hojas de la planta de tuna.



Figura 6: Corte de las pencas

Fuente: Desarrollo Propio



Figura 7: Recojo de las pencas

Fuente: Desarrollo Propio

### Segundo:

Se recolectaron 4 jabas de penca de tuna, las cuales fueron trasladadas para ser lavados con abundante agua y utilizando una escobilla se retiraron las impurezas y

espinas de las pencas, esto se realiza con el fin de que el investigador no se lastime durante el proceso de cortado de las pencas.



Figura 8: Pencas recolectadas

Fuente: Desarrollo Propio



Figura 9: Lavado de las pencas

Fuente: Desarrollo Propio

### Tercero:

Posterior al lavado se pesaron las pencas limpias, las cuales tenían un peso de 37.82 kg en total.

Tabla 3: Pesado de las pencas de tuna

Descripción	Peso (kg)
Jaba 1	9.655
Jaba 2	8.840
Jaba 3	9.580
Jaba 4	9.745
<b>Total</b>	<b>37.82</b>

Fuente: Desarrollo propio



Figura 10: Pesado de pencas

Fuente: Desarrollo Propio



Figura 11: Pesando las pencas

Fuente: Desarrollo Propio

#### Cuarto:

Se cortó la penca de tuna en cuadrados de 5 cm por 5 cm aproximadamente, para que facilite su maceración. Para esta investigación se dejó macerando las pencas de tuna en unos cilindros con agua en una relación de 1:4, es decir por cada kilo de penca de tuna se agregó 4 litros de agua. Durante el tiempo en que estuvo macerando las pencas de tuna se combinó con ayuda de un palo el producto en los cilindros para homogeneizar las pencas, esto se realizó 2 veces cada día.



Figura 12: Corte de pencas de tuna

Fuente: Desarrollo Propio



Figura 13: Macerado de pencas

Fuente: Desarrollo Propio

#### Quinto:

Se dejó macerando las pencas de tuna por 10 días, pasado este tiempo se efectuó el colado del mucilago obtenido de las pencas de las tunas maceradas y envasarlo para ser transportado al laboratorio para el inicio de los ensayos correspondientes con los porcentajes de 20%, 45% y 75% de mucilago.



Figura 14: Colado del mucilago

Fuente: Desarrollo Propio



Figura 15: Envasado del mucilago

Fuente: Desarrollo Propio

Para el desarrollo del presente estudio se optó por llevar a cabo el análisis en la Av. Santo Domingo de los Olleros, estando está ubicada a 15 minutos del kilómetro 63.00 de la carretera Panamericana Sur, en el distrito de Chilca en donde se realizó la excavación de 3 calicatas ubicadas en las progresivas 5+000km, 5+300km y 5+600km.

### **Características de la calicata C-1**

Lado de Vía: Izquierdo

Progresiva: 5+000 km

Sección: 1.00 x 1.00 m

Profundidad: 1.60 m



*Figura 16: Calicata C-1*

Fuente: Desarrollo Propio

### **Características de la calicata C-2**

Lado de Vía: Izquierdo

Progresiva: 5+300 km

Sección: 1.00 x 1.00 m

Profundidad: 1.60 m



*Figura 17: Calicata C-2*

Fuente: Desarrollo Propio

### **Características de la calicata C-3**

Lado de Vía: Izquierdo

Progresiva: 5+600 km

Sección: 1.00 x 1.00 m

Profundidad: 1.50 m



*Figura 18: Calicata C-3*

Fuente: Desarrollo Propio

## Descripción de los trabajos realizados en el laboratorio

La presente investigación se clasifico como un tipo de carretera de segunda clase, con 2000-401 veh/día de IMDA, esto según lo indicado en el Manual de Carreteras, por lo que se realizó en total un numero de 3 calicatas, por ende, se realizaron 3 ensayos de análisis granulométrico con la obtención de su índice de plasticidad de cada uno, con la finalidad de reconocer el terreno más desfavorable ya sea por granulometría o por contar con mayor índice de plasticidad y así proceder a iniciar los ensayos correspondientes de mejoramiento de suelos empleando biopolímeros.

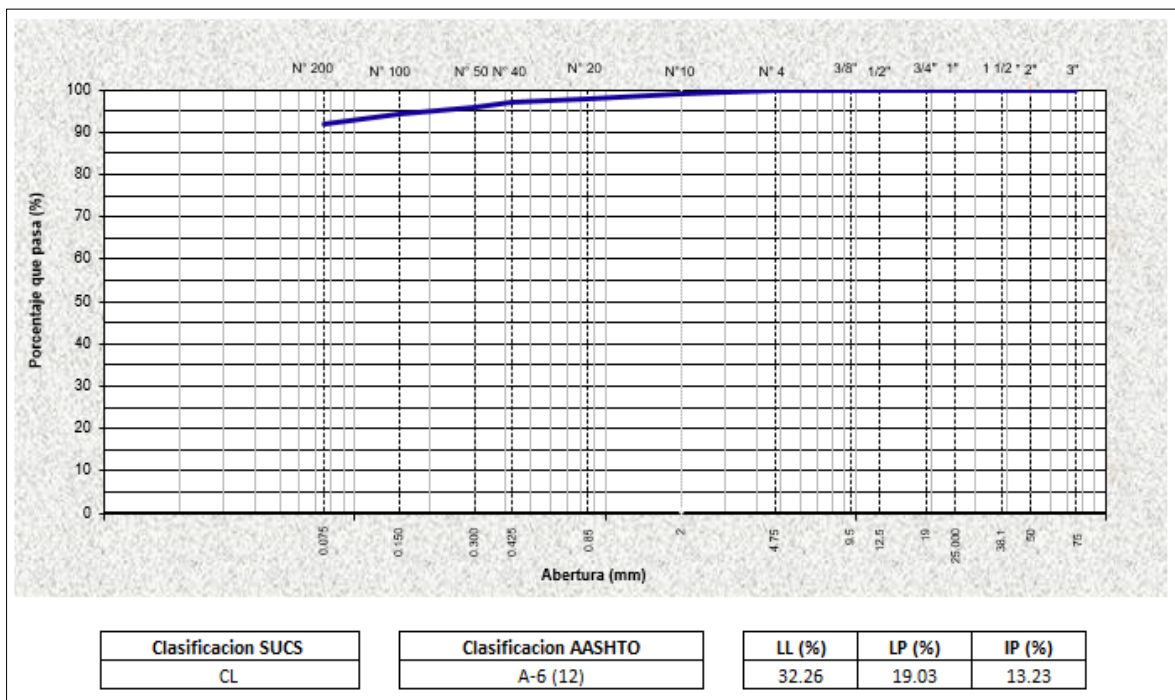


Figura 19: Grafico del análisis granulométrico por tamizaje de la calicata C-1

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 19:** Según los resultados obtenido en el análisis granulométrico por tamizaje ejecutado a la calicata C-1, se obtiene que la cantidad porcentual de material que logro pasar la malla N°200 fue de 93.4%, mientras que se contó con un 6.6% de arenas que lograron pasar la malla N°4, por último, se obtuvo un 0.00% de gravas.

Por los resultados obtenidos de la calicata C-1, situada en la progresiva 5+000 km de la Av. Santo Domingo de los Olleros, se logró demostrar que de acuerdo al análisis granulométrico realizado en el Laboratorio JMF Labcom, la clasificación SUCS de la muestra es CL además de que por medio de la categorización por

AASHTO pertenece al grupo A-6 (12), lo cual quiere decir que se trató de una arcilla de baja plasticidad, a este material se le efectuó los ensayos de límites de consistencia los cuales permitieron obtener un índice de plasticidad de 13.23%.

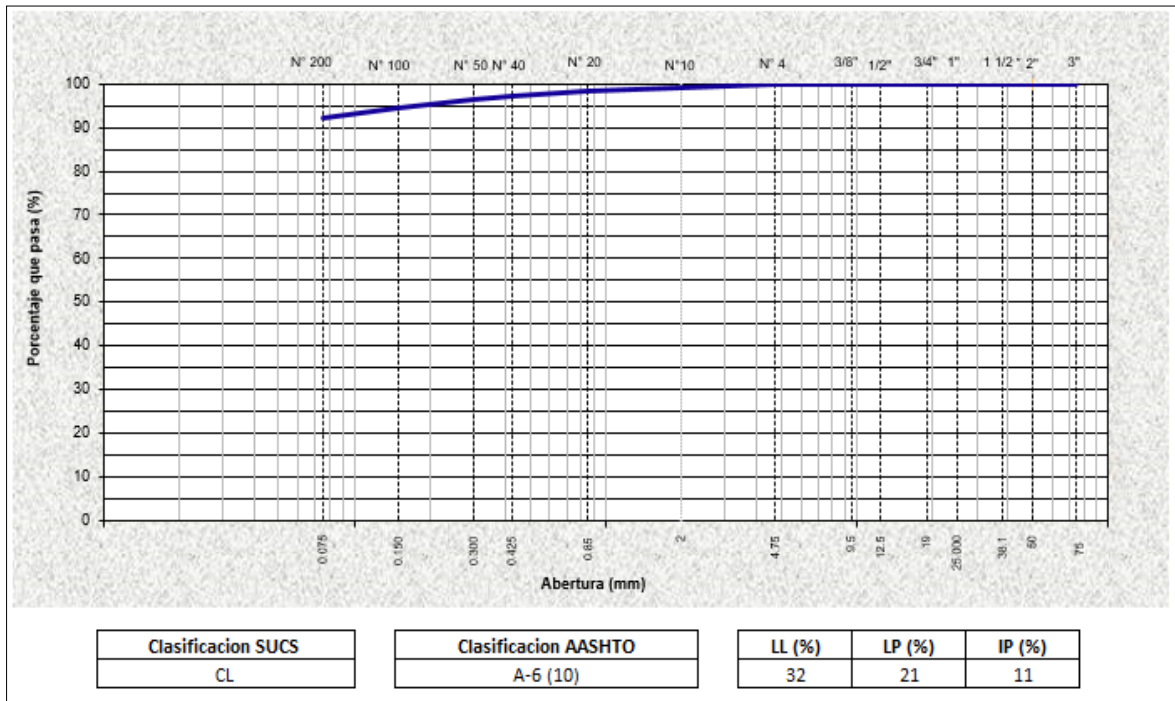


Figura 20: Grafico del análisis granulométrico por tamizaje de la calicata C-2

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 20:** Según los resultados obtenido en el análisis granulométrico por tamizaje ejecutado a la calicata C-2, se obtiene que la cantidad porcentual de material que logro pasar la malla N°200 fue de 92.2%, mientras que se contó con un 7.8% de arenas que lograron pasar la malla N°4, por último, se obtuvo un 0.00% de gravas.

Por los resultados obtenidos de la calicata C-2, situada en la progresiva 5+300 km de la Av. Santo Domingo de los Olleros, se logró demostrar que de acuerdo al análisis granulométrico realizado en el Laboratorio JMF Labcom, la clasificación SUCS de la muestra es CL además de que por medio de la categorización por AASHTO pertenece al grupo A-6 (10), lo cual quiere decir que se trató de una arcilla de baja plasticidad, a este material se le efectuó los ensayos de límites de consistencia los cuales permitieron obtener un índice de plasticidad de 11%.

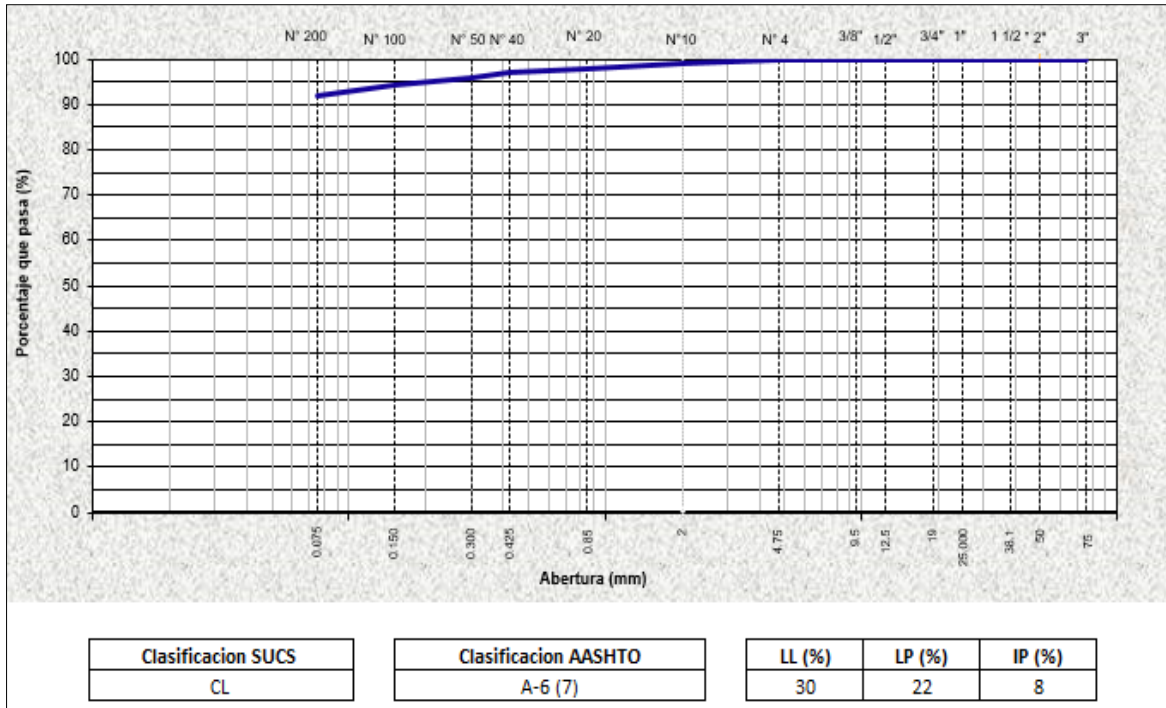


Figura 21: Grafico del análisis granulométrico por tamizaje de la calicata C-3

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 21:** Según los resultados obtenido en el análisis granulométrico por tamizaje ejecutado a la calicata C-3, se obtiene que la cantidad porcentual de material que logro pasar la malla N°200 fue de 91.8%, mientras que se contó con un 8.2% de arenas que lograron pasar la malla N°4, por último, se obtuvo un 0.00% de gravas.

Por los resultados obtenidos de la calicata C-3, situada en la progresiva 5+600 km de la Av. Santo Domingo de los Olleros, se logró demostrar que de acuerdo al análisis granulométrico realizado en el Laboratorio JMF Labcom, la clasificación SUCS de la muestra es CL además de que por medio de la categorización por AASHTO pertenece al grupo A-6 (7), lo cual quiere decir que se trató de una arcilla de baja plasticidad, a este material se le efectuó los ensayos de límites de consistencia los cuales permitieron obtener un índice de plasticidad de 8%.

**En conclusión,** el terreno correspondiente a la Av. Santo Domingo de los Olleros cuenta con características granulométricas homogéneas por lo que los porcentajes de materiales que pasan por cada malla son similares y además la clasificatoria realizada a los suelos según SUCS y AASHTO demostraron que se trata del mismo

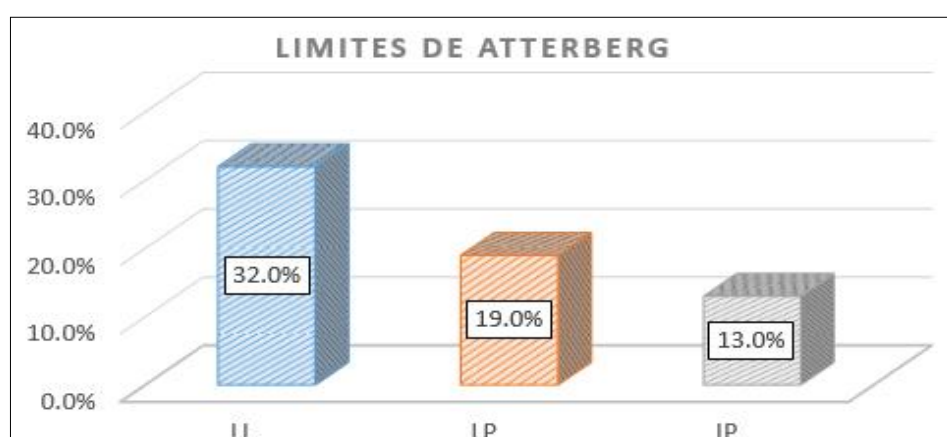


material, sin embargo gracias al ensayo de límites de Atterberg y según los índice de plasticidad obtenidos se determinó que el material más desfavorable con un índice de plasticidad mayor fue el proveniente de la calicata C-1, por tal motivo se procedió a realizar los ensayos de los objetivos propuestos, calificándose como la muestra patrón o terreno natural (TN).

**Tabla 4:** Resultado de la realización de los ensayos en laboratorio del terreno natural

Ensayos realizados		Resultados – Calicata C-1
Clasificación de suelos	SUCS	CL Arcilla de baja plasticidad
	AASHTO	A-6 (12)
Contenido de Humedad		8.1%
Límites de Atterberg	Limite Liquido (LL)	32.26%
	Limite Plástico (LP)	19.03%
	Índice de Plasticidad (IP)	13.23%
Proctor Modificado	Optimo Contenido de Humedad (OCH)	10.40%
	Máxima Densidad Seca (MDS)	1.814 g/cm3
California Bearing Ratio (95% MDS)		14.1%

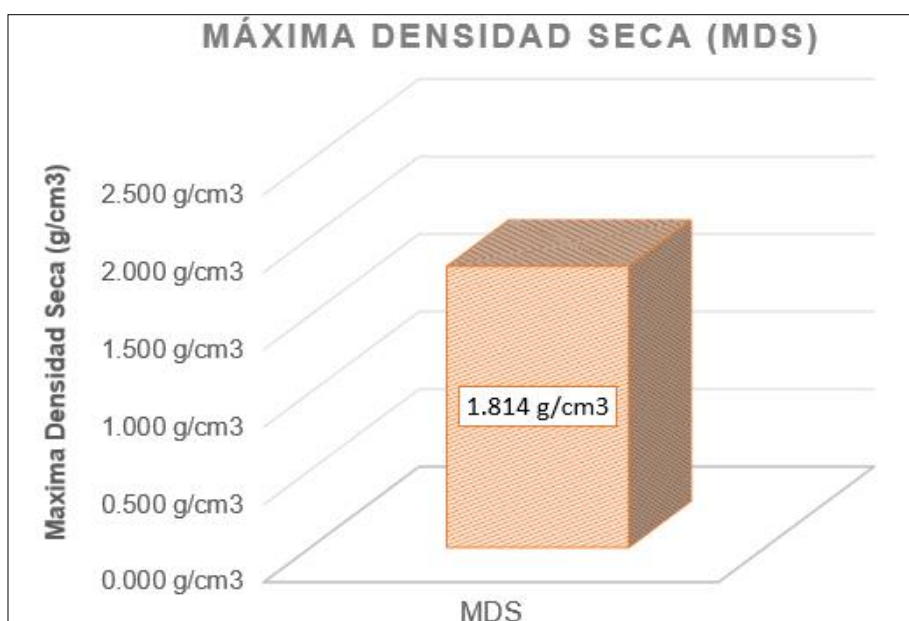
Fuente: Desarrollo Propio



**Figura 22:** Representación gráfica de los porcentajes resultantes de los límites de Atterberg del terreno natural.

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 22:** De acuerdo al ensayo realizado en el Laboratorio JMF Labcom a la muestra patrón en donde se determinó los límites de consistencia gracias al ensayo de Límites de Atterberg, se obtuvo como resultado que la muestra ensayada arrojó un 8.1% resultante como contenido de humedad, teniendo a su vez 32.00% de límite líquido, 19.00% como límite plástico finalizando con la obtención de un 13.00% como índice de plasticidad.

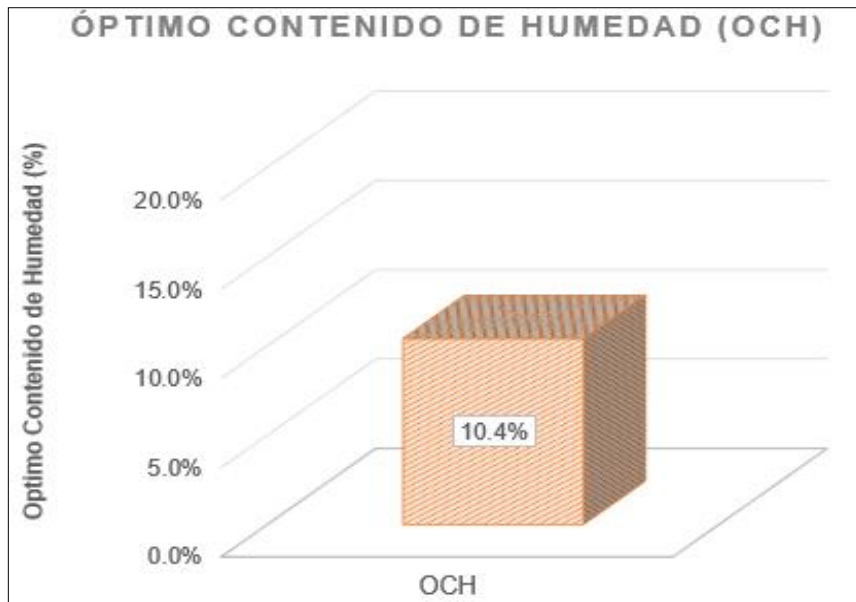


*Figura 23:* Representación Gráfica del valor resultante para la Máxima Densidad Seca del terreno natural, obtenido por el ensayo de proctor modificado.

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 23:** De acuerdo al ensayo de Proctor Modificado realizado en el Laboratorio JMF Labcom, realizado a la muestra patrón, se logró obtener como resultado 1.814 g/cm<sup>3</sup> de Máxima Densidad Seca de la muestra ensayada.

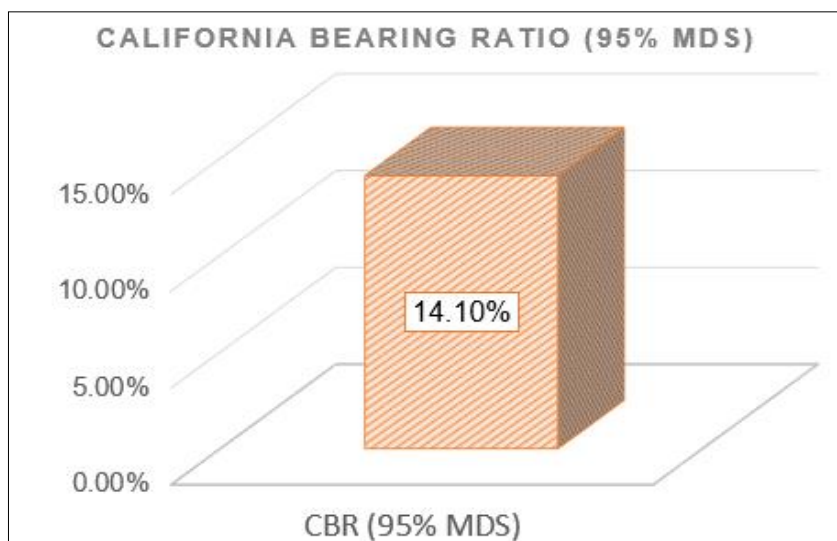
Otro valor de alta relevancia es el del Óptimo Contenido de humedad que también se obtiene con el ensayo de proctor modificado. En la Figura 24 se presenta el valor obtenido para la muestra de calicata C-1 analizada para la presente tesis.



*Figura 24:* Representación gráfica del valor resultante para el Óptimo Contenido de Humedad del terreno natural, conseguido a través del ensayo de proctor modificado.

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 24:** De acuerdo al ensayo de Proctor Modificado realizado en el Laboratorio JMF Labcom, realizado a la muestra patrón, se logró obtener como resultado 10.40% de Contenido de Humedad siendo este el óptimo para la muestra natural.



*Figura 25:* Representación gráfica del valor resultante del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del terreno natural.

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 25:** A consecuencia del ensayo de California Bearing Ratio realizado en el Laboratorio JMF Labcom, fue realizado a la muestra patrón con los valores de 1.814g/cm<sup>3</sup> de MDS y 10.40% de OCH, con los cuales se obtuvo como capacidad portante a una penetración de 0.1” el valor de 14.10%. al 95% de la MDS. Lo cual nos indica, según lo descrito en el Anexo 5-C: Categorías de Sub rasante según su, como indica el Manual de Carreteras – Sección: Suelos y Pavimentos (2014, p.37) que un valor de CBR entre los valores de mayor o igual al 10% hasta un valor inmediatamente inferior al 20% se considera como Sub rasante Buena, por tanto, con el valor obtenido de 14.10% que la muestra patrón arrojó se concluye que cumple con lo requerido para calificar con esta característica.

#### **Ejecución de los ensayos para responder los objetivos específicos:**

En tal sentido por los valores obtenidos en el desarrollo de los ensayos realizados al terreno natural o la muestra patrón pertenecientes a la muestra obtenida del suelo proveniente de la Calicata C-1 y en harás de verificar su influencia o intervención en los indicadores planteados a fin de evidenciar tanto su influencia beneficiosa o perjudicial de la variable independiente denominada como mucilago de las pencas de las tunas hacia la variable dependiente denominada propiedades de la subrasante se evaluaron con los porcentajes de 20%, 45% y 75% de mucilago de las pencas de las tunas.

Para su denominación en tablas que se presentaron posteriormente se denominaron con la nomenclatura de Terreno Natural (TN) a los valores obtenidos de la muestra patrón realizada a la calicata C-1, y para aquellos resultados en donde a la muestra patrón se le adiciono cierta cantidad porcentual de mucilago proveniente de las pencas de la tuna se les denomino para el Terreno Natural con adición del 20% de Mucilago de las Pencas de las Tuna se le asigno la nomenclatura de TN+20%MPT, para el Terreno Natural con adición del 45% de Mucilago de las Pencas de las Tuna se le asigno la nomenclatura de TN+45%MPT y para el Terreno Natural con adición del 75% de Mucilago de las Pencas de las Tuna se le asigno la nomenclatura de TN+75%MPT.

A continuación, se presentan la resolución de los objetivos específicos mostrando los valores obtenidos en cada ensayo de laboratorio realizado.

## Objetivo 1:

**Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el índice de plasticidad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.**

Para determinar lo enunciado en el objetivo 1, se vio la necesidad de realizar el ensayo de Límites de Atterberg en las instalaciones del Laboratorio JMF Labcom, en tal sentido para obtener el índice de plasticidad se obtuvieron en primera instancia los límites líquido y plástico, cuya diferencia de valores permiten encontrar el Índice de Plasticidad, el procedimiento realizado se basó en lo descrito en la Norma ASTM D 4318 , para la añadidura del mucilago de las pencas de las tuna se calculó en relación a la cantidad de agua contenida en la piseta utilizada, calculando los mililitros de agua teniendo en cuenta al porcentaje de mucilago de penca de tuna a adicionar. Se realizó el ensayo para los casos de terreno natural (TN), TN+20%MPT, TN+45%MPT y TN+75%MPT.



*Figura 26: Ejecución del ensayo para determinación del límite líquido.*

Fuente: Desarrollo Propio



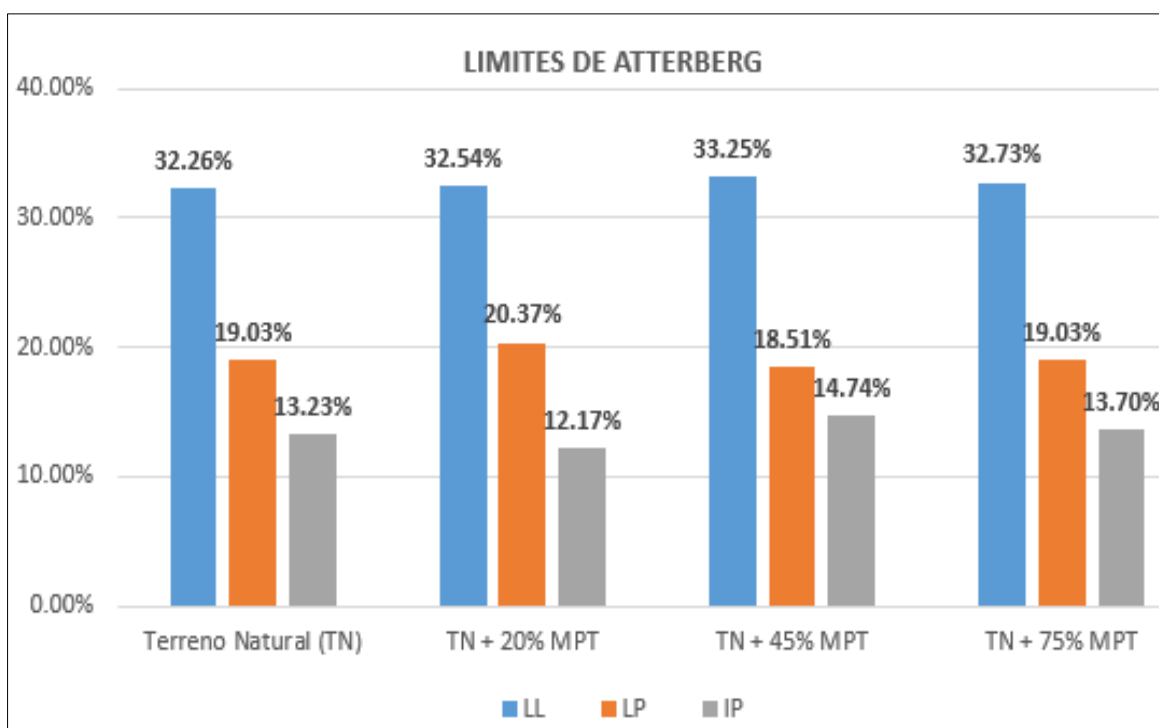
*Figura 27: Ejecución del ensayo para determinación del límite plástico.*

Fuente: Desarrollo Propio

**Tabla 5:** Cuadro de síntesis de los valores resultantes obtenidos para los valores de los límites líquido y plástico e índice de plasticidad del terreno natural sin adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con adición del MPT en porcentajes de 20%, 45% y 75%.

Muestra a ensayar	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
Terreno Natural (TN)	32.26%	19.03%	13.23%
TN + 20% MPT	32.54%	20.37%	12.17%
TN + 45% MPT	33.25%	18.51%	14.74%
TN + 75% MPT	32.73%	19.03%	13.70%

Fuente: Desarrollo propio



**Figura 28:** Representación gráfica de los valores resultantes para los límites líquido, plástico e índice de plasticidad del terreno natural sin adición de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con adición del MPT en porcentajes de 20%, 45% y 75%.

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 28:** La utilización de diversos porcentajes de mucilago de las pencas de las tunas permitió encontrar como resultados del Terreno Natural (TN) como límite líquido el valor de 32.26%, como límite plástico el valor de 19.03%, con cuya diferencia permitió hallar el índice de plasticidad, dando como respuesta un valor de 13.23%, sin embargo, se evidencio la intervención del mucilago de penca de tuna con el primer porcentaje añadido de 20% de mucilago de penca de tuna, obteniéndose con este el valor de 32.54% de limite líquido, 20,37% de limite plástico y el índice de plasticidad con valor de 12.17% siendo este el valor más bajo obtenido en toda la realización del ensayo, posteriormente con el valor porcentual de 45% de mucilago de pencas de tuna se obtuvo 33.25% de limite líquido, 18.51% de limite plástico y como índice de plasticidad el valor de 14.74% siendo este el valor más alto obtenido en la realización del ensayo, y finalizando el ensayo con el valor porcentual de 75% de mucilago de pencas de tuna, se obtuvo el valor de 32.73% de limite líquido, 19.03% de limite plástico y como índice de plasticidad se obtuvo el valor de 13.70%. Esto demuestra que a menor sea la proporción o valor porcentual de mucilago de las pencas de las tunas menor será el Índice de plasticidad obtenido.

## **Objetivo 2:**

**Determinar como la añadidura de mucilago de penca de tuna interviene en la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.**

Para determinar lo enunciado en el objetivo 2, se efectuó el ensayo de laboratorio realizado en las instalaciones del Laboratorio JMF Labcom, el ensayo realizado para este fin fue el de Proctor Modificado, que para esta tesis se desarrolló ejecutándose por medio del método A, pues se retuvo menos del 25% de material en el tamiz N°4, por ser un material arcilloso, por tanto para determinar los valores resultantes de la Máxima Densidad Seca y el Optimo Contenido de Humedad correspondió utilizar un molde pequeño de 4", empleando el material que paso por el tamiz N°4, se realizó compactando en 5 capas realizando 25 golpes a cada capa, el procedimiento a seguir fue el descrito por la ASTM D 1557, para la añadidura del mucilago de las pencas de las tuna se calculó en relación al porcentaje de contenido de agua adicionado, calculando los mililitros de agua teniendo en cuenta al

porcentaje de mucilago de penca de tuna a añadir. Se realizó el ensayo para los casos de terreno natural (TN), TN+20%MPT, TN+45%MPT y TN+75%MPT.



Figura 29: Ensayo de Proctor Modificado, con añadidura de MPT.

Fuente: Desarrollo Propio



Figura 30: Ensayo de Proctor Modificado, preparación de moldes.

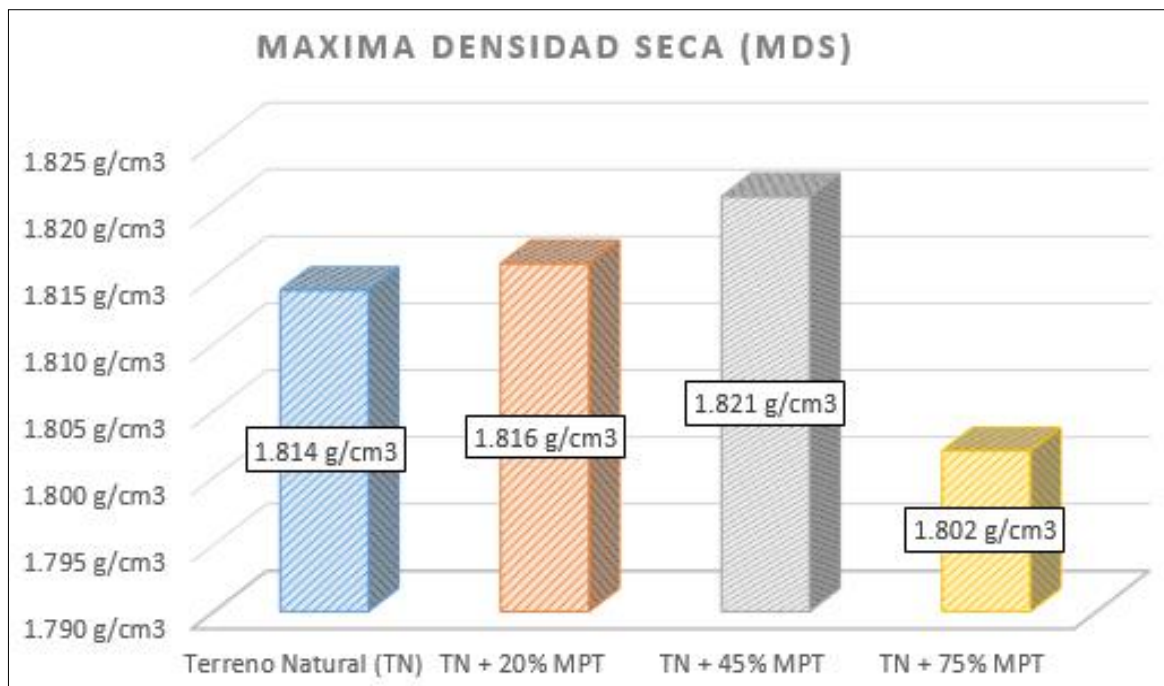
Fuente: Desarrollo Propio

**Tabla 6:** Cuadro de síntesis de los valores resultantes obtenidos para los valores de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad del terreno natural sin añadidura de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con añadidura del MPT en porcentajes de 20%, 45% y 75%.

Muestra a ensayar	Máxima Densidad Seca (MDS)	Optimo Contenido de Humedad (OCH)
Terreno Natural (TN)	1.814 g/cm <sup>3</sup>	10.4%
TN + 20% MPT	1.816 g/cm <sup>3</sup>	10.8%
TN + 45% MPT	1.821 g/cm <sup>3</sup>	11.2%
TN + 75% MPT	1.802 g/cm <sup>3</sup>	11.0%

Fuente: Desarrollo propio

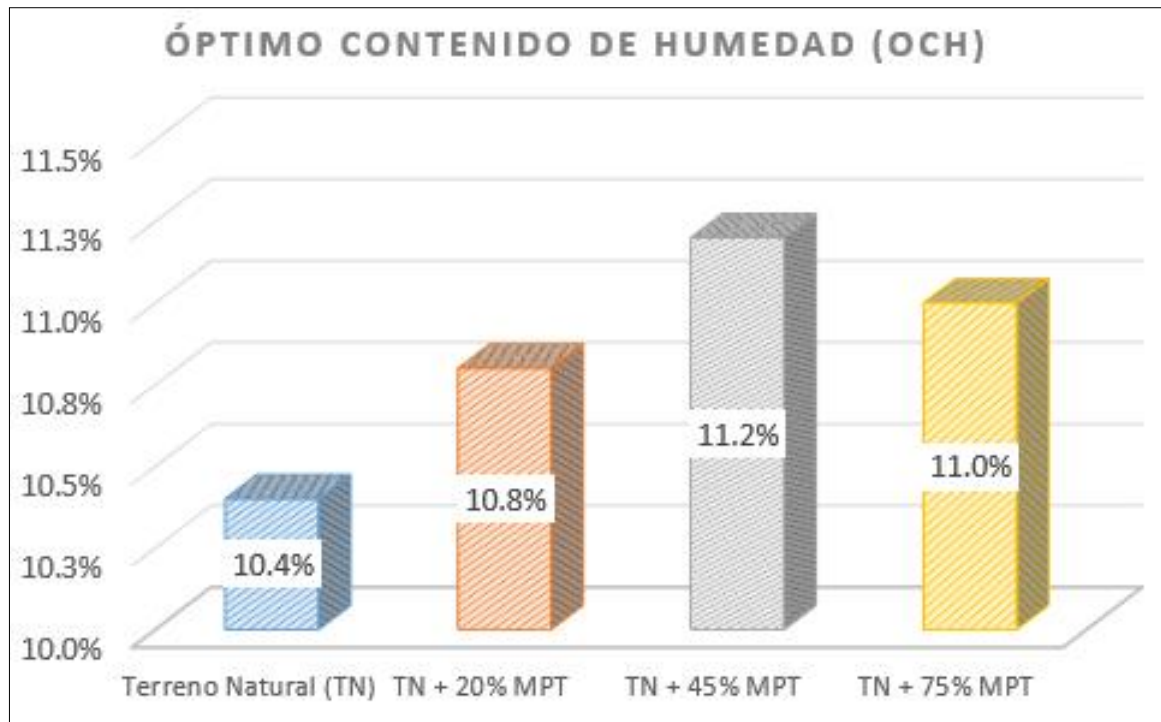




*Figura 31:* Representación gráfica de los valores obtenidos para la Máxima Densidad Seca del Terreno Natural y con añadidura de Mucilago de Pencas de Tuna en valores porcentuales de 20%, 45% y 75%.

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 31:** Los valores obtenidos para la Máxima Densidad Seca son directamente proporcionales a la adición de Mucilago de Penca de Tuna, es decir que mientras mayor fue la adición de Mucilago de Penca de Tuna, mayor fue la Máxima Densidad Seca obtenida para cada muestra, con una disminución de los valores a partir del 75% de adición de mucilago de penca de tuna. Entonces en la figura 31 se puede apreciar que la Máxima Densidad Seca obtenida del Terreno Natural fue de 1.814g/cm<sup>3</sup>, con la adición de 20% de Mucilago de Penca de Tuna obteniéndose un valor de 1.816g/cm<sup>3</sup> de Máxima Densidad Seca, sin embargo, con la adición de 45% de Mucilago de las Pencas de las Tunas se obtuvo como Máxima Densidad Seca un valor de 1.821g/cm<sup>3</sup> siendo este valor el más alto obtenido en la experimentación, finalmente con la adición de 75% de Mucilago de las Pencas de las Tunas la Máxima Densidad Seca el valor disminuyó obteniéndose un valor de 1.802g/cm<sup>3</sup>.



*Figura 32:* Representación gráfica de los valores obtenidos para el Optimo Contenido de Humedad del terreno natural y con añadidura de Mucilago de las Pencas de las Tunas en valores porcentuales de 20%, 45% y 75%.

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 32:** Los valores obtenidos para el Optimo Contenido de Humedad está directamente proporcionado a la añadidura de Mucilago de Penca de Tuna, es decir que mientras mayor fue la adición de Mucilago de Penca de Tuna, mayor fue el Optimo Contenido de Humedad obtenido para cada muestra, con una disminución de los valores a partir del 75% de añadidura de mucilago de penca de tuna. Entonces de la figura 32 se tiene que el Optimo Contenido de Humedad para el Terreno Natural es de 10.4%, el Optimo Contenido de Humedad para el Terreno Natural más el 20% de Mucilago de Penca de Tuna es de 10.8%, el Optimo Contenido de Humedad para el Terreno Natural más el 45% de MPT es de 11.2% y finalmente el Optimo Contenido de Humedad para el Suelo Natural más el 75% de Mucilago de Penca de Tuna es de 11.0%.

### Objetivo 3:

**Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el CBR de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.**

Para determinar como la añadidura del mucilago de las pencas de las tunas interviene en los valores del CBR de la subrasante estudiada, se realizó el ensayo de CBR con los datos de Máxima Densidad Seca y Optimo Contenido de Humedad derivados de la realización del ensayo de Proctor Modificado método A realizado al material de la calicata C-1, el procedimiento a realizado es el descrito por la ASTM D 1883. En tal sentido se realizaron los tres moldes compactados en 5 capas cada uno y compactados para cada molde con 56, 25 y 10 golpes. Los valores de CBR a considerar para la interpretación de datos para subrasante es el valor más bajo obtenido entre el 0.1" y el 0.2" de penetración al 95% de la Máxima Densidad Seca. Se realizó el ensayo para los casos de Terreno Natural (TN), TN+20%MPT, TN+45%MPT y TN+75%MPT incluyendo los mililitros de los porcentajes de MPT de forma similar a cuando se realizó el Proctor Modificado.



*Figura 33:* Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) realizado al suelo natural.

Fuente: Desarrollo Propio



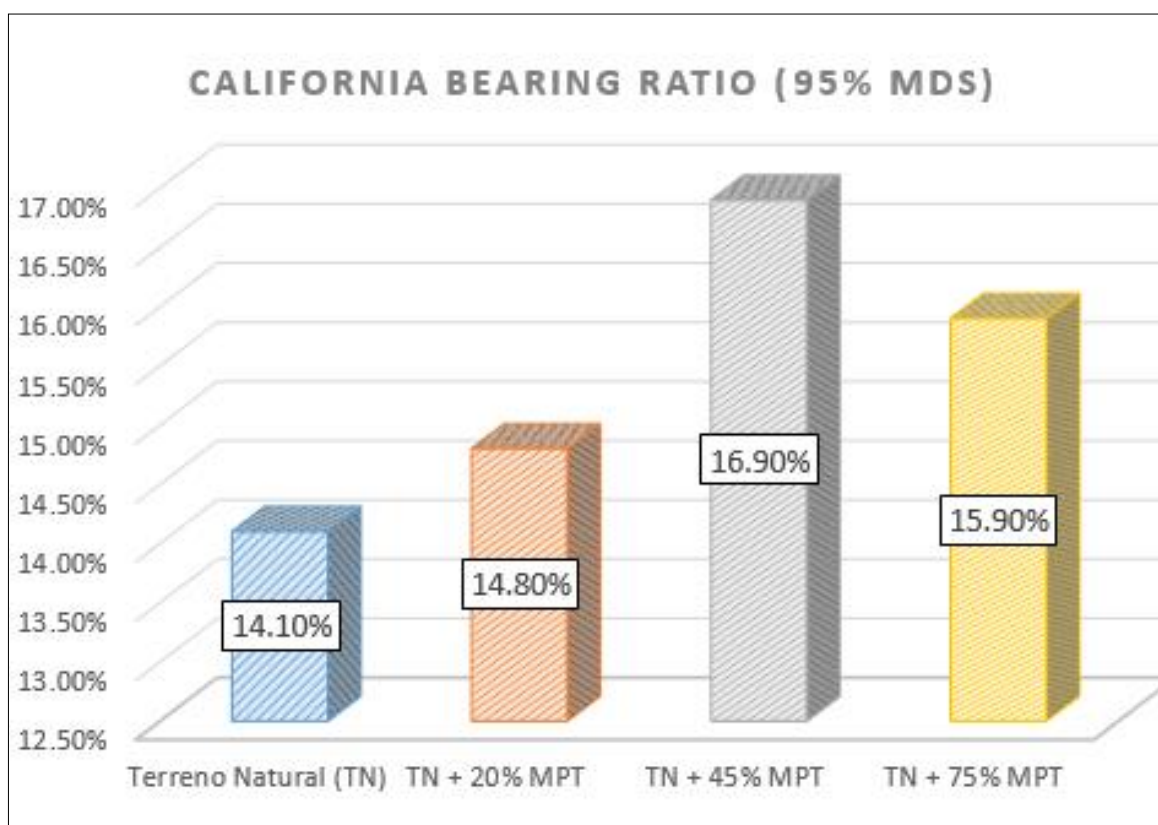
*Figura 34:* Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) realizado al suelo natural con añadidura de Mucilago de las Pencas de las Tunas.

Fuente: Desarrollo Propio

**Tabla 7:** Cuadro de síntesis de los valores resultantes obtenidos para los valores del California Bearing Ratio al 95% de la Máxima Densidad Seca del terreno natural sin añadidura de Mucilago de las Penas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con añadidura del MPT en valores porcentuales de 20%, 45% y 75%.

Muestra a ensayar	California Bearing Ratio al 95% de la MDS (Penetración 0.1")
Terreno Natural (TN)	14.10 %
TN + 20% MPT	14.80 %
TN + 45% MPT	16.90 %
TN + 75% MPT	15.90 %

Fuente: Desarrollo propio



**Figura 35:** Representación gráfica de los valores derivados del CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca y a una penetración de 0.1" del Terreno Natural y con añadidura de Mucilago de las Penas de las Tunas en porcentajes de 20%, 45% y 75%.

Fuente: Desarrollo Propio

**Análisis e Interpretación de la Figura 35:** Los valores de CBR al 95% de la MDS para una penetración de 0.1" obtenidos en el ensayo son estrechamente relacionados a la añadidura del Mucilago de las Pencas de las Tunas, es decir que mientras mayor fue la adición de MPT, mayor fue el CBR obtenido para cada muestra hasta alcanzar el porcentaje óptimo de adición de MPT a partir de donde empezó a decrecer. De la figura 35 se puede apreciar que el CBR del Terreno Natural es de 14.10%, comenzando a incrementar para la añadidura de 20% de mucilago de las pencas de las tunas obteniéndose un CBR de 14.80%, alcanzando su valor más alto de 16.90% de CBR con la añadidura de 45% de mucilago de las pencas de las tunas, para que finalmente decrezca con la añadidura de 75% de mucilago de las pencas de las tunas obteniendo un CBR de 15.90%. Con los valores obtenidos se evidencia que el aditivo utilizado es favorable para la estabilización de un suelo arcilloso.

Una vez culminada la etapa de obtención de los resultados de los ensayos, se elaboró la Tabla 8, la cual resume en síntesis todos los valores obtenidos en los ensayos que se llevaron a cabo al material de la Calicata C-1, tanto para la muestra sin añadidura de mucilago de las pencas de las tunas y para las muestras con añadidura en los porcentajes de 20%, 45% y 75%.

**Tabla 8:** Cuadro de síntesis de los resultados conseguidos en los ensayos elaborados al terreno natural sin añadidura de Mucilago de las Pencas de las Tunas (MPT) y del terreno natural con añadidura del MPT en porcentajes de 20%, 45% y 75%.

Ensayos		Terreno Natural (TN)	TN + 20% MPT	TN + 45% MPT	TN + 75% MPT
Límites de Atterberg	LL	32.26%	32.54%	33.25%	32.73%
	LP	19.03%	20.37%	18.51%	19.03%
	IP	13.23%	12.17%	14.74%	13.7%
Proctor Modificado	MDS	1.814 g/cm <sup>3</sup>	1.816 g/cm <sup>3</sup>	1.821 g/cm <sup>3</sup>	1.802 g/cm <sup>3</sup>
	OCH	10.4%	10.8%	11.2%	11.0%
CBR al 95% MDS (1" penetración)		14.10 %	14.80 %	16.90 %	15.90 %

Fuente: Desarrollo propio

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo 1:** Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el índice de plasticidad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.

**Resultados del antecedente:** La autora Mendizábal (2018), baso su investigación en la evaluación de los porcentajes de 25%, 50% y 75% de mucilago proveniente de las pencas de las tunas, incorporándola a su suelo en estudio el cual estaba conformado por un suelo arcilloso. Con los cuales logro aminorar el índice de plasticidad de manera progresiva de un 22.78% obtenido de su muestra patrón, a 18.12% resultado obtenido con el porcentaje de 75% de mucilago de pencas de tuna.

**Resultados propios:** En el transcurso de esta investigación los ensayos realizados arrojaron como resultado inicial del terreno natural un índice de plasticidad para el cual se obtuvo el valor de 13.23%, sin embargo, a razón que se iba añadiendo mucilago de pencas de tuna en 20% el índice de plasticidad decreció a 12.17%, para luego acrecentar su valor a 14.74% con una añadidura de 45% de mucilago de las pencas de las tunas, para finalmente alcanzar un índice de plasticidad reflejando su valor en un 13.7% con una añadidura de 75% de mucilago de pencas de tuna. De lo expuesto se concluye que el óptimo porcentaje de añadidura de mucilago de penca de tuna es el de 20% pues fue el que permitió obtener menor índice de plasticidad decreciéndolo por debajo del obtenido de la muestra patrón.

**Comparación de resultados:** Entre los resultados del antecedente y los resultados propios se observa que los resultados propios demostraron que el menor porcentaje de añadidura (20%) favorecía a reducir el índice de plasticidad, de manera similar los resultados del antecedente también logro disminuir el índice de plasticidad. Según los resultados observados se evidencia que la añadidura de mucilago de penca de tuna favorece a la reducción del índice de plasticidad, por tanto, los resultados fueron similares ya que se logró aminorar el índice de plasticidad.

**Objetivo 2:** Determinar como la añadidura de mucilago de penca de tuna interviene en la máxima densidad seca y el contenido de humedad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.

**Resultados del antecedente:** El autor Quea (2021), quien baso su investigación en la evaluación de los porcentajes de 30%, 55% y 80% de mucilago de linaza, incorporándola a su suelo en estudio, con los cuales, logro generar un incremento en los valores de la máxima densidad seca de 1.930 g/cm<sup>3</sup> obtenido de su muestra patrón, a 1.970 g/cm<sup>3</sup> resultado obtenido con el valor porcentual de añadidura de 30% de mucilago de linaza.

**Resultados propios:** En el transcurso de esta investigación los ensayos realizados arrojaron como resultado inicial de la máxima densidad seca del terreno se obtuvo el valor de 1.814 g/cm<sup>3</sup>, sin embargo, a razón que se iba añadiendo mucilago de pencas de tuna en 20% la máxima densidad seca aumento a 1.816 g/cm<sup>3</sup>, luego a 1.826 g/cm<sup>3</sup> con una añadidura de 45% de mucilago de las pencas de las tunas, para finalmente obtener un valor de 1.802 g/cm<sup>3</sup> con una añadidura de 75% de mucilago de pencas de tuna. Además, como resultado inicial del óptimo contenido de humedad para el terreno natural se obtuvo el valor de 10.40%, y a medida que se iba añadiendo mucilago de penca de tuna en 20% el óptimo contenido de humedad aumento a 10.80%, luego a 11.20% con una añadidura de 45% de mucilago de penca de tuna, para finalmente obtener un valor de 11.00% con una añadidura de 75% de mucilago de penca de tuna. Siendo para este caso el óptimo contenido de humedad de 11.20% con añadidura de 45% de mucilago obtenido de las pencas de la tuna, pues permite obtener un incremento en la máxima densidad seca alcanzando el valor de 1.821 g/cm<sup>3</sup> siendo 45% de mucilago el óptimo porcentaje necesario.

**Comparación de resultados:** Según los antecedentes para los resultados conseguidos en la máxima densidad seca se comprueba que la intervención de la añadidura del mucilago de penca de tuna beneficia al acrecentamiento del valor de la máxima densidad seca, siendo similar al antecedente.

**Objetivo 3:** Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el CBR de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.

**Resultados del antecedente:** La autora Pérez (2021), baso su investigación en la evaluación de los porcentajes de 15%, 20% y 25% de extracto de aloe vera, incorporándola a su suelo en estudio el cual estaba conformado por un suelo arcilloso. Con cuyos porcentajes le permitieron incrementar el CBR de manera significativa de un 4.90% obtenido de su suelo natural, a 64.00% resultado obtenido con el porcentaje de 25% de extracto de aloe vera.

**Resultados propios:** En el transcurso de esta investigación los ensayos realizados arrojaron como resultado inicial para el CBR del terreno natural un valor de 14.10%, sin embargo, a medida que se iba añadiendo mucilago de las pencas de las tunas en 20% el CBR aumento a 14.80%, luego a 16.90% con una añadidura de 45% de mucilago de las pencas de las tunas, para finalmente obtener una reducción del CBR reflejándose en un valor de 15.90% con una añadidura de 75% del mucilago de pencas de tuna. De tal manera que el porcentaje de 45% de añadidura de mucilago de pencas de tuna fue con el que mejor resultado se obtuvo.

**Comparación de resultados:** Según los resultados observados se evidencia que la añadidura de mucilago de pencas de tuna interviene favorablemente al incremento del CBR, debido a que los resultados fueron similares al del antecedente ya que se logró demostrar el incremento del CBR.



## VI. CONCLUSIONES

**Conclusiones al objetivo específico 1**, Se logró determinar la dependencia de los porcentajes de mucilago proveniente de las pencas de las tunas en el índice de plasticidad debido a que lograron la disminución de 1.06% del índice de plasticidad del terreno natural, logrando la disminución de 13.23% a 12.17% con la añadidura de 20% de mucilago de penca de tuna. Por consiguiente, la intervención de la añadidura de mucilago de pencas de tuna en la estabilización de la subrasante, guarda una estrecha relación con el porcentaje establecido, en relación al índice de plasticidad, en virtud de lo expuesto queda comprobado.

**Conclusiones al objetivo específico 2**, Se logró determinar la dependencia de los valores porcentuales de mucilago proveniente de las pencas de las tunas en la máxima densidad seca debido a que lograron el aumento de 0.007g/cm<sup>3</sup> de la máxima densidad seca del terreno natural, logrando el aumento atravesando por el valor de 1.814 g/cm<sup>3</sup> a 1.821g/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad de 11.20% con la añadidura de 45% de mucilago de las pencas de las tunas. Por consiguiente, la intervención del mucilago de las pencas de las tunas en la estabilización de la subrasante, guarda una estrecha relación con los porcentajes planteados, esto en relación a la máxima densidad seca, por lo que se logró su comprobación.

**Conclusiones al objetivo específico 3**, Se consiguió comprobar la dependencia de los valores porcentuales de mucilago proveniente de las pencas de las tunas en la resistencia del terreno debido a que lograron el acrecentamiento de 2.8% del CBR del terreno natural, logrando el incremento de los valores pasando por el valor de 14.10% alcanzando el valor de 16.90% con la añadidura de 45% de mucilago de penca de tuna. Por consiguiente, la intervención del mucilago de las pencas de las tunas en la estabilización de la subrasante, guarda una estrecha relación con los porcentajes establecidos, en relación al CBR, por consiguiente, queda comprobado.

## VII. RECOMENDACIONES

**Recomendación para el objetivo específico 1**, En el desarrollo de esta investigación al optar por porcentajes de mucilago de pencas de tuna que partían desde el porcentaje de 20% hasta alcanzar el 75%, en donde con el porcentaje de 20% de mucilago de pencas de tuna, se obtuvo el menor valor para el índice de plasticidad, por tanto, se recomienda incorporar el mucilago de penca de tuna al terreno natural solo hasta el 20% pues permite reducir el índice de plasticidad y no incorporar porcentajes mayores de mucilago de penca de tuna pues incrementan el índice de plasticidad.

**Recomendación para el objetivo específico 2**, Durante el desarrollo de esta investigación al seleccionarse valores porcentuales de mucilago de las pencas de las tunas que partían desde el 20% hasta el 75%, se incrementaron los valores de la máxima densidad seca, sin embargo, al incrementarse la adición a 75% de mucilago la máxima densidad seca empezó a decrecer hasta menos del valor obtenido en la muestra del terreno natural, por tanto, se recomienda hacer uso del mucilago proveniente de las pencas de las tunas con los valores porcentuales desde el 45% al 20% de pencas de tuna permitiendo alcanzar un óptimo valor de máxima densidad seca a un valor mejorado de la misma.

**Recomendación para el objetivo específico 3**, Durante el desarrollo de esta investigación al seleccionarse valores porcentuales de mucilago de las pencas de las tunas que partían desde el 20% hasta el 75%, se incrementaron los valores de CBR, sin embargo, al incrementarse la adición de mucilago de las pencas de las tuna a 75% la máxima densidad seca empezó a decrecer, por tanto, se recomienda hacer uso del mucilago de las pencas de las tunas con porcentajes superiores al 45% permitiendo incrementar el CBR sin sobrepasar el porcentaje de 75% pues reducirá los valores de CBR en comparación con los valores obtenidos de la muestra del terreno natural.

## REFERENCIAS

1. ABISHA, M y PRAKASH, A. Experimental investigation on soil stabilization technique by adding nano-aluminium oxide additive in clay soil. Revista del departamento de ingeniería civil [en línea]. Diciembre 2022, vol.28, n° 31. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2022-0272>  
ISSN: 1517-7076
2. ALARCON, J., JIMENEZ, M. y BENITEZ, R. Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. Revista de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia [en línea]. 2020, vol.35, n°1. [Fecha de consulta: 17 de setiembre del 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000100005>.  
ISSN 0718-5073
3. ANDERSON, Michael y LEIGH, Susan. Machine ethics: creating an ethical intelligent agent. Revista AI Magazine [en línea]. 2009, vol.28, n° 4. [Fecha de consulta: 19 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2065>  
ISSN: 0738 - 4602
4. ALZATE, Alejandro. Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden. Investigación (Ingeniería civil). Colombia: Universidad libre seccional Pereira Pereira, 2019. Disponible en <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17878?show=full>
5. BHATTACHERJEE, Anol. Social Science Research: Principles, Methods, and Practives. 2.a ed. Florida: University of South Florida; 2012. pp. 149  
ISSN: 1475146124
6. BHUSHAN, Shanti y ALOK, Shashi. Handbook of Research Methodoly. India: Educreation Publishing. 2017. p. 11.  
ISBN: 154570340X

7. BRAJA, Das. Fundamental of Geotechnical Engineering. Sacramento: California State University; 1999. 593 pp.  
ISBN: 0534371140
8. CAÑAR, Edwin. Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón. Trabajo experimental (Ingeniero civil). Ecuador: Universidad técnica de Ambato; 2017.  
Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>
9. CASAS, Silva. Extracción de mucilago de la penca de la tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias. Tesis (Ingeniero químico). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017.  
Disponible en <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7155>
10. CELI, Andrés, MENDOZA, Jean y TEJEDA, Eduardo. Mejoramiento de subrasante mediante la estabilización con cemento en obras viales del cantón Portoviejo. Dominio de las ciencias [en línea]. 2023, vol.9, n°2 [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3184>  
ISSN: 2477-8818
11. CONDORI, Fredy. Estabilización del suelo arcilloso de subrasante de la Av. asunción adicionando residuos de mezclas asfálticas, San Miguel, Puno, 2023. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo; 2023.
12. CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ª ed. México: Editorial Limusa, 2004. Pp. 594.  
ISBN: 9681-864891
13. DEB NATH, [et al]. Geotechnical Properties of Wood ash-based composite fine grained soil. Hindawi [en línea]. 2018, vol. 2018, n° 9456019 [Fecha de consulta: 18 de setiembre del 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/9456019>.  
ISSN 0945-6019.

14. ESPÍRITU, Anyela. Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera la esperanza – malconga, km 5 matamarca - 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Huánuco: Universidad de Huánuco; Facultad de ingeniería; 2019. 146pp. Disponible en <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1819;jsessionid=5431A33F0730337537504DEB1B6248A6>
15. FLANNELLY, Laura, FLANNELLY, Kevin y JANKOWSKI, Katherine. Independente, Dependent, and Other Variables in Healthcare and Chaplaincy Research. *Journal of Health Care Chaplaincy*, [en línea]. 25 de Setiembre 2014. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/266153035\\_Independent\\_Dependent\\_and\\_Other\\_Variables\\_in\\_Healthcare\\_and\\_Chaplaincy\\_Research](https://www.researchgate.net/publication/266153035_Independent_Dependent_and_Other_Variables_in_Healthcare_and_Chaplaincy_Research) ISSN: 0885-4726
16. GARCIA, José y SÁNCHEZ, Paola. Diseño teórico de la investigación: instrucciones metodológicas para el desarrollo de propuestas y proyectos de investigación científica. *Revista de facultad de ingenierías* [en línea]. Diciembre 2020, vol.31, n° 06. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v31n6/0718-0764-infotec-31-06-159.pdf> ISSN: 0718-0764
17. GARCÍA, Bernardo y MORALES, Daniel. Análisis de la estabilidad de un suelo arcilloso, con cáscaras de huevo pulverizadas añadidas. Trabajo de grado (Ingeniería civil). Colombia: Universidad de la Salle, Facultad de ingeniería, 2021. Disponible en [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1964&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1964&context=ing_civil)

18. GAUCHI, Verónica. Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizados en bibliotecología y ciencias de la información. Revista española de documentación científica [en línea]. 2017, vol.40 n°2. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/979>  
ISSN: 0210 – 0614
19. GONZALES, Roberto; SANCHEZ, Martha y ROBLES, Francisca. Validez y confiabilidad de un instrumento para evaluación de la micro enseñanza en ciencias químico biológicas. Revista: Digital de Investigación en Docencia Universitaria. [en línea]. 2023. Vol. 17, n° 2. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.19083/ridu.2023.1581>  
ISSN: 2223-2516
20. GUERRERO, Luis y ÁVILA, Esmeralda. Pañetes de tierra estabilizada con nopal. Revista Nodo [en línea]. 2019, vol.14, n°27. [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/167>.  
ISSN: 1909 – 3888
21. GUTIERREZ, Wilson. Análisis comparativo de las técnicas de laboratorio para determinar los límites de Atterberg en suelos de la ciudad de Oruro Bolivia. Revista: Ciencia Latina Internacional. [en línea]. 2023. Vol. 7, n° 4 [Fecha de consulta: 19 de setiembre de 2023]. Disponible en: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7475](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7475).  
ISSN: 7289-7312
22. GUYER, Paul. Introduction to soil stabilization in pavements. Continuing Education and Development, Inc. [en línea]. 2011. [Fecha de consulta: 19 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.cedengineering.com/userfiles/An%20Introduction%20to%20Soil%20Stabilization%20for%20Pavements%20R1.pdf>  
ISSN: 0758-6637

23. HASRIANA, Lawelenna; TRI, Harianto y NATSIR, M. Bearing capacity improvement of soft soil subgrade layer with Bio Stabilized Bacillus Subtilis. Revista de Department of Civil Engineering [en línea]. Julio 2018, vol. 181, n° 010001. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1051/matecconf/201818101001>  
ISSN: 2261-236X
24. HERNANDEZ, Nidia, RAMÍREZ, Omar y ALMANZA, Fernando. Variación de los límites de consistencia de una arcilla blanda nano modificada. Revista tendencias en docencia e investigación en química [en línea]. Setiembre 2018, n° 04. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/8191>  
ISSN: 2448-6663
25. HOSSNE, Américo y SALAZAR, Juan. Límites de consistencia y sus implicaciones agrícolas en un suelo ultisol de sabana del estado Monagas, Venezuela. Revista de Agronomía Costarricense [en línea]. Junio 2004, vol.28, n° 01. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43628107>  
ISSN: 0377-9424
26. HUAMÁN, Leinster. Estabilización de suelos arcillosos con mucilago de penca de tuna y ceniza de madera, en la carretera Cangari, Ayacucho, 2020. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2020.  
Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79668>
27. JAMES, J. Strength benefit of sawdust/wood ash amendment in cement stabilization of an expansive soil. Revista Facultad de Ingeniería [en línea]. 2019, vol.28, n°50. [Fecha de consulta: 19 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n50.2019.8790>.  
ISSN: 0121-1129

28. La ingeniería de suelos [Mensaje en un blog]. México: Osorio, S. (11 de marzo de 2019). [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2023]. Recuperado de <http://geotecnia-sor.blogspot.com/2012/03/la-ingenieria-de-suelos.html>
29. LAFUENTE, Carmen y MARÍN, Ainhoa. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea]. 2008, n° 64. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981002>  
ISSN: 0120-8160
30. LEÓN, Pressly. Efecto de la adición de mucilago de nopal para estabilización de suelo arcilloso en la zona de Shecta Independencia – Huaraz – Ancash. Tesis (Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería, 2021. 95 pp.  
Disponible en [http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/20.500.129076/20480/Tesis\\_69927.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/20.500.129076/20480/Tesis_69927.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
31. LOPEZ, Fernando. El análisis de contenido como método de investigación. Revista de educación [en línea]. 2002, n°4. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=309707>.  
ISSN: 1575 – 0345
32. LOPEZ, Pedro. Población, muestra y muestreo. Revista punto cero [en línea]. 2004, vol. 09, n°08. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2023]. Disponible en [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012).  
ISSN: 2224 - 8838



33. LUNA, [et al]. Mucilago de nopal (*Opuntia spp.*) y su aplicación como aditivo alimentario: una visión general. *Revista fitotecnia mexicana* [en línea]. 2023, vol.46, n°1. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/1477>  
ISSN: 0187-7380
34. MAMANI, [et al]. Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. *Revista Infraestructura Vial del LanammeUCR* [en línea]. 2023, vol. 25, n°44. [ Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/53569>  
ISSN: 2215-3705
35. MASIC, Izet. Plagiarism in scientific publishing. *Revista acta informática médica* [en línea]. 2012, vol.20. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3558294/>  
ISSN: 1055-5455
36. MENDIZABAL, Katheryn. Adición del mucílago de penca de tuna para estabilizar suelo arcilloso. Tesis (Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana de los Andes, Facultad de ingeniería, 2018. 110pp.  
Disponible en <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/775>
37. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carretera: Diseño Geométrico. Perú, 2014. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3580.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf)
38. PAGANELLI, [et al]. Estabilização de solo laterítico utilizando cinza do bagaço da cana de açúcar e cal hidratada. *Revista materia* [en línea]. 2022; vol. 27; n.º 01. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.scielo.br/j/rmat/a/q7FWrgFdGQbKzDdkWQhVpGj/>  
ISSN: 1517-7076

39. PALACIO, Óscar, CHÁVEZ, Álvaro y VELÁSQUEZ, Yessica. Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de de agregados naturales y reciclados. Revista de Tecnura [en línea]. Noviembre 2017, vol.21, n° 53. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/2570/257054721007/html/>  
ISSN: 2248 – 8195
40. PEREZ, Solange. Aplicación de ceniza de cabuya y extracto de aloe vera en la subrasante de la carretera Muyurina – Quinua, Ayacucho - 2021. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2021.  
Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85099>
41. Propiedades de los suelos en ingeniería. [Mensaje en un blog]. México: Nicholson, O. (7 de mayo de 2015). [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2023]. Recuperado de <http://ingeniociviil.blogspot.pe/>
42. PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Revista opción [en línea]. 2015, vol.31, n°1. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>  
ISSN: 1012 - 1587
43. QUEA, Andrés. Influencia del mucilago de linaza en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la A.P.V Vallecito San Jerónimo, Cusco – 2021. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2021. 68pp.  
Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64784>
44. QUEZADA, Santiago. Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Civil. 2017. 115 pp.  
Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3207>

45. RAMIREZ, Fabian y ZWERG, Anne. Metodología de la investigación más que una receta. AD – Minister [en línea]. Junio 2012, N° 20. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322327350004>  
ISSN: 1692 - 0279
46. RATAN, Anand y RATAN, John. Formulation of research question stepwise approach. Journal of indian association of pediatric surgeons [en línea]. Marzo 2019. [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6322175/>  
ISSN: 3068-6882
47. RICO, Alfonso. La ingeniería de suelos en las vías terrestres. México: Limusa; 2005. pp. 522.  
ISBN: 9681-800796
48. RIOS, [et al]. Estudio exploratorio de las propiedades físicas de suelos y su relación con los deslizamientos superficiales: Cuenca del río Maracay, estado Aragua-Venezuela. Revista geográfica venezolana [en línea]. Julio-diciembre 2010, n.º 2. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347730385004.pdf>  
ISSN: 1012-1617
49. SHUKLA, Satishprakash. Concept of population and sample. Revista Research Gate [en línea]. Junio, 2020. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2023]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/346426707\\_CONCEPT\\_OF\\_POPULATION\\_AND\\_SAMPLE](https://www.researchgate.net/publication/346426707_CONCEPT_OF_POPULATION_AND_SAMPLE)  
ISSN: 3464 – 2670

50. SOLTANI, Jigheh, HAMED, Golmohammadi y MANOUCHEHR, Tajrostami. Effect of steel slag on the mechanical behavior of surficial yellow marl of Tabriz. *Revista soils and rocks* [en línea]. Julio 2022. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://www.scielo.br/j/soiroc/a/s3rj4hQ5GRpx6jKRtDcw5rR/abstract/?lang=en>  
ISSN: 1980-9743
51. SUKMAWATI, Salmia. Population, Sample (Quantitative) and Selection of Participants/Key Informants (Qualitative). *Revista de Edumaspul: Jurnal Pendidikan* [en línea]. India, 2023, vol. 7, n° 1. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2023]. Disponible en <https://ummaspul.e-journal.id/maspuljr/article/view/5259>  
ISSN: 2580 - 0469
52. TAHERDOOST, Hamed. Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *Revista international journal of academic research in management* [en línea]. 2016, vol. 5, n°2. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://hal.science/hal-03741834>  
ISSN: 2296 – 1747
53. TAHERDOOST, Hamed. Data collection methods and tools for research; a step-by-step guide to choose data collection technique for academic and business research projects authors. *Revista international journal of academic research in management* [en línea]. 2021, vol. 10, n° 1. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2023]. Disponible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3205035](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3205035)  
ISSN: 2296 – 1747
54. Unidad de investigación en infraestructura del transporte. Calibración de especificaciones para bases estabilizadas con cemento en costa rica [en línea]. Universidad de Costa rica. Junio del 2020. [Fecha de consulta: 25 de setiembre del 2023]. Disponible en <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/2135>

55. VILLALOBOS, Felipe. Mecánica de suelos. [en línea] 2.a ed. Chile: - Editorial UCSC. 2016. [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2023]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=1ALpDwAAQBAJ&pg=PA17&hl=es&source=gbs\\_toc\\_r&cad=2#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=1ALpDwAAQBAJ&pg=PA17&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=2#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 978-956-7943-71-5
56. VILLASIS, Miguel; et al. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Revista: Alergia México. [en línea]. 2018. Vol. 65 n° 4. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.29262/ram.v65i4.560>  
ISSN: 2448-9190
57. WALTON, Robert, POLITANO, Michael y ROBERTS, Donna. Introduction to the process of research: Methodology considerations. Hang time publishing, LTD. 2017. [ Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2023]. Disponible en [https://books.google.com.pe/books?id=iVMYDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=iVMYDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 978 – 1 -387- 10057 - 6

## **ANEXOS**

## Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

"Influencia del mucílago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023"						
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE	Mucilago de penca de tuna	Según Luna et al. (2023) el mucilago extraído de cladodios de diversos tipos de Opuntia, es un material de fácil obtención, además de ser un hidrocoloide soluble en agua y un compuesto prometedor como estabilizador (p. 51).	El mucilago obtenido de las pencas de las tuna sustituirá proporcionalmente al agua en dosificaciones de 20%, 45% y 75%, empleándose 4 combinaciones distintas (TN, TN+20%, TN+45% y TN+75%); con el propósito de mejorar las propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, tales como reducir su índice de plasticidad, el contenido de humedad, a la vez de incrementar la máxima densidad seca, finalmente incrementando el valor de su CBR la de la subrasante, realizándose en primer lugar 3 calicatas, para determinar a que muestra realizar los ensayos.	Dosificación (al % del agua)  (reemplazar)	20%	Razón
					45%	Razón
					75%	Razón
DEPENDIENTE	Propiedades de la subrasante	Según el Manual de Carreteras (2014) La subrasante es la base de la via la cual sostiene el pavimento la cual debe ser estable. Su capacidad de soporte y las condiciones de tránsito son factores importantes para el diseño del pavimento (p. 24).	A la muestra de suelo extraída de la subrasante, se llevará a cabo ensayos de laboratorio utilizando mucilago obtenido de las pencas de las tunas. Afectándola tanto a las características físicas como a las mecánicas del suelo, mejorando su calidad. Se realizarán los ensayos de proctor modificado con el fin de establecer el óptimo contenido de humedad, máxima densidad seca, así como también ensayos de CBR y límites de Atterberg para obtener el índice de plasticidad para cada caso se realizarán 4 pruebas con las combinaciones de mucilago de penca de tuna (TN, TN+20%, TN+45% y TN+75%).	Propiedades físicas y mecánicas	Índice de Plasticidad (%)	Razón
					Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	Razón
					Optimo Contenido de Humedad (%)	Razón
					CBR (%)	Razón

Fuente: Desarrollo Propio

## Anexo 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA


"Influencia del mucílago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023"							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL					
¿En qué medida la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en las propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023?	Evaluar en qué medida la añadidura mucílago de penca de tuna interviene en las propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.	La añadidura de mucílago de penca de tuna en porcentajes de 20, 45% y 75% permiten obtener mejores propiedades de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.	VI: Mucílago de penca de tuna	Dosificación (al % del agua)  (reemplazar)	20%	Ficha de Recolección de datos Anexo 3-A	<b>Método:</b> Científico  <b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada  <b>Diseño de Investigación:</b> Cuasi experimental  <b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo  <b>Enfoque de Investigación:</b> Cuantitativo  <b>Población:</b> 9.00 km de la Av. Santo Domingo de los Olleros  <b>Muestra:</b> 4 Limites de Atterberg 4 Proctor Modificado 4 CBR  <b>Muestreo:</b> No probabilístico  <b>Técnica:</b> Observación directa  <b>Instrumentos de la investigación:</b> Ficha de recolección de datos Ficha de resultados de laboratorio (Según NTP Y ASTM)
					45%	Ficha de Recolección de datos Anexo 3-A	
					75%	Ficha de Recolección de datos Anexo 3-A	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VD: Propiedades de la subrasante	Propiedades físicas y mecánicas	Índice de Plasticidad (%)	Ficha Resultado de Laboratorio – Limites de Atterberg (MTC E 110, MTC E 111- NTP 339.129 - ASTM D 4318) Anexos 4-C, 4-D, 4-E, 4-F.	
¿Cómo la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el índice de plasticidad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023?	Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el índice de plasticidad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.	La añadidura de mucílago de penca de tuna interviene disminuyendo el índice de plasticidad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.					
¿Cómo la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023?	Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.	La añadidura de mucílago de penca de tuna interviene mejorando la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.					
¿Cómo la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el CBR de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023?	Determinar como la añadidura de mucílago de penca de tuna interviene en el CBR de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.	La añadidura de mucílago de penca de tuna interviene incrementando el CBR de la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.					
					Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Ficha Resultado de Laboratorio – Proctor Modificado (MTC E 115- NTP 339.141 - ASTM D 1557) Anexos 4-M, 4-N, 4-Ñ, 4-O.	
					Óptimo Contenido de Humedad (%)		
					CBR (%)	Ficha Resultado de Laboratorio – Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) (MTC E 132 – NTP 339.145 - ASTM D 1883) Anexos 4-P, 4-Q, 4-R, 4-S.	

Fuente: Desarrollo Propio



Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos

Anexo 3-A: Ficha de Recolección de datos - Mucilago de penca de tuna.

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Ficha de recolección de datos: Mucilago de penca de tuna**

"Influencia del mucilago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023"

**Parte A: Datos generales**




Tesista: ANDRÉS JACOB TORRES FLORES  
Fecha: Lima, SEPTIEMBRE 2023

**Parte B: MUCILAGO DE PENCA DE TUNA**

20%	OK
45%	OK
75%	OK

Tesis: Mendizábal, K (2018) Mucilago de penca de tuna: 25%, 50%, 75%  
Tesis: Quea, A (2021) Mucilago de linaza: 30%, 55% 80%

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Apellidos: Lavado Izquierdo Nombres: Hilary Título: Ingeniero Civil Grado: Titulado N° Reg. CIP: 216898 Firma:  HILARY LAVADO IZQUIERDO INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 216898	Apellidos: Meza del Castillo Nombres: Boris Título: Ingeniero Civil Grado: Titulado N° Reg. CIP: 100635 Firma:  BORIS MEZA DEL CASTILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 100635	Apellidos: Bautista Pillaca Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Grado: Titulado N° Reg. CIP: 215701 Firma:  Jorge Bautista CIP: 215701
--	---	---

Anexo 3-B: Ficha de Recolección de datos - Análisis Granulométrico

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Realizado por:

Proyecto:


Ubicación:

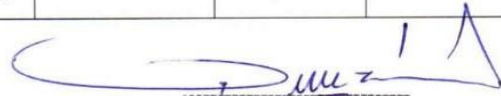
Fecha:

Exploración:

Profundidad:

Malla	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
3"				
2" ½				
2"				
1" ½				
1"				
¾"				
½"				
3/8"				
¼"				
N° 4				
N° 10				
N° 20				
N° 30				
N° 40				
N° 50				
N° 100				
N° 200				
Fondo				
Total				

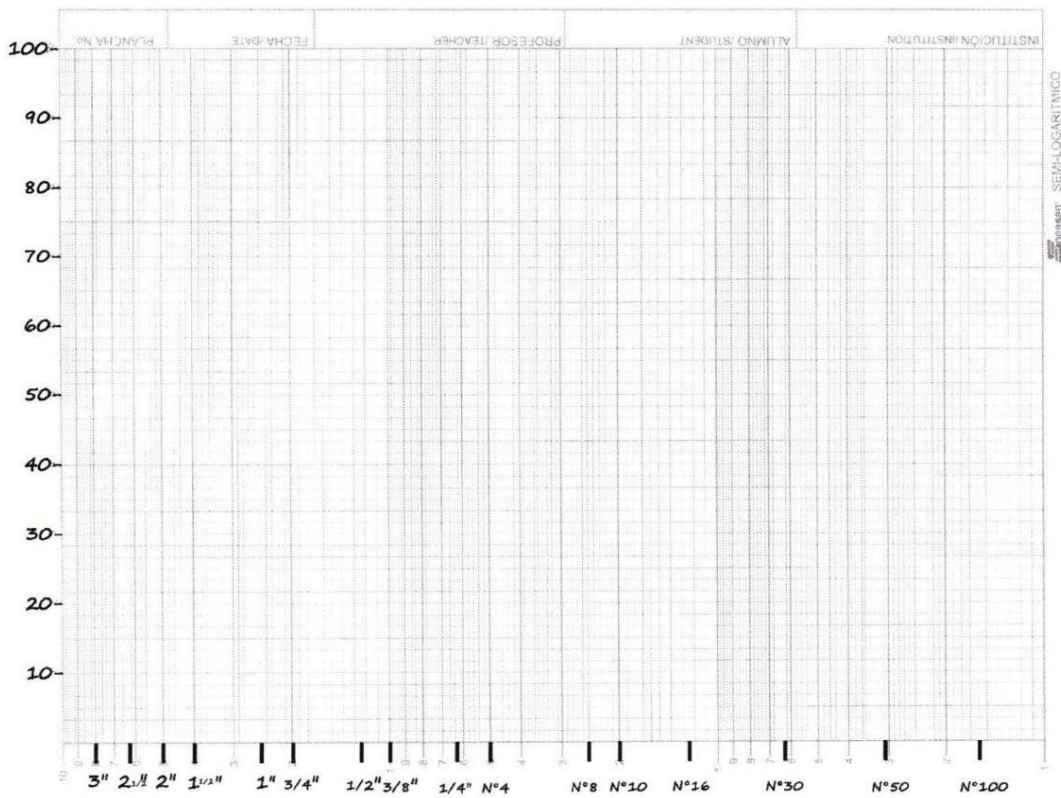
  
**HILARY LAVADO IZQUIERDO**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 216898


  
**SORIS MEZA DEL CASTILLO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 100635

  
**Jorge Becerra**  
 CIP: 215709

Anexo 3-C: Ficha de Recolección de datos - Clasificación de suelos

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Limite Líquido (%)	
Limite Plástico (%)	
Índice Plástico	
Contenido de Humedad (%)	
Clasificación SUCS	
Clasificación AASHTO	



  
**HILARY LAVADO IZQUIERDO**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 216896

  
**BORIS MEZA DEL CASTILLO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 100635

  
**Jorge Bautista**  
 CIP: 215707

Anexo 3-D: Ficha de Recolección de datos - Limites de Atterberg

LIMITES DE CONSISTENCIA (Limite Liquido – Limite Plastico)

Realizado por:

Proyecto:

Ubicación:

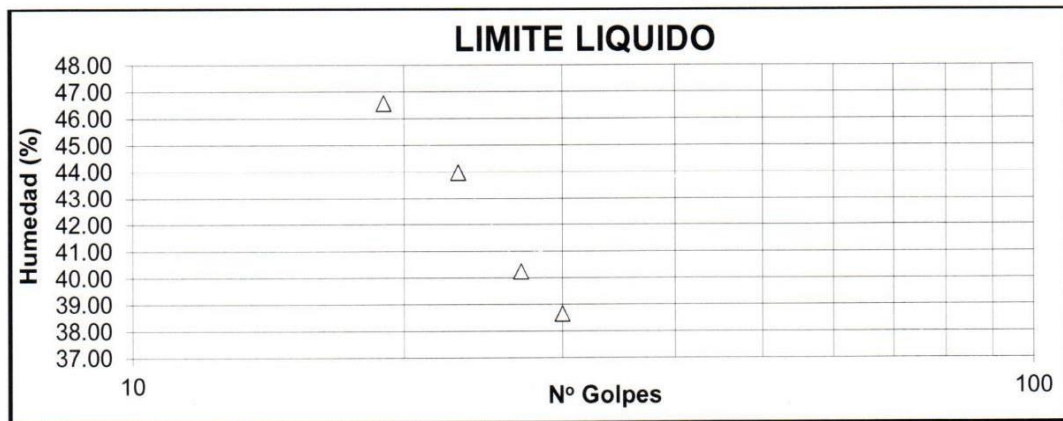
Fecha:


Exploración:

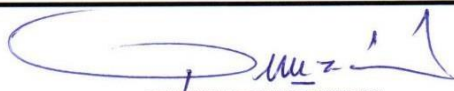
Profundidad:


Descripción del suelo:

	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
Nº DE GOLPES								
TARRO Nº (Identificación)								
Suelo húmedo + tarro (A)								
Suelo seco + tarro (B)								
Peso del Agua (D) = (A - B)								
Peso del Tarro (C)								
Peso del Suelo Seco (E) = (B - C)								
Humedad (%) (D/E)*100								
L.L. (Limite Liquido) %	L.P. (Limite Plástico) %				I.P. (Índice de Plasticidad) %			



  
**HILARY LAVADO IZQUIERDO**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP Nº 216898

  
**BORIS MEZA DEL CASTILLO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 100635

  
**Jorge Baustista**  
 O.P.: 215701

## Anexo 4-E: Ficha de Recolección de datos – Proctor Modificado

### ENSAYO DE COMPACTACION

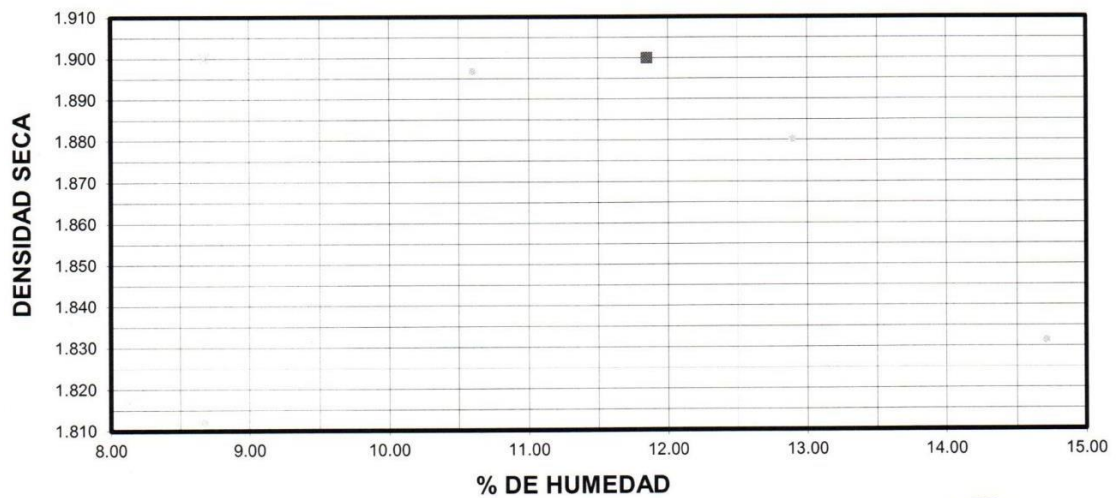
Realizado por:  
 Proyecto:  
 Ubicación:  
 Fecha:

---

Exploración:  
 Profundidad:

### PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + Molde				
Peso Molde				
Peso suelo húmedo compactado				
Peso volumétrico húmedo				
Recipiente N°				
Peso suelo húmedo + Tara				
Peso suelo seco + Tara				
Tara				
Peso de agua				
Peso de suelo seco				
Contenido de agua (w%)				
Humedad promedio (%)				
Peso volumétrico seco				



  
 HILARY LAVADO IZQUIERDO  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 216898

  
 BORIS MEZA DEL CASTILLO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 100635

  
 Long Badista  
 CIP: 215707

Anexo 4-F: Ficha de Recolección de datos – Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Realizado por:  
 Proyecto:  
 Ubicación:  
 Fecha:

Exploración:  
 Profundidad:

1. Análisis Granulométrico Por tamizado, Limite Liquido y Limite Plástico

Malla	% Acumulado que pasa
3"	
2" ½	
2"	
1" ½	
1"	
¾"	
½"	
3/8"	
¼"	
N° 4	
N° 10	
N° 20	
N° 30	
N° 40	
N° 50	
N° 100	
N° 200	
Fondo	
Total	

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Limite Liquido (%)	
Limite Plástico (%)	
Índice Plástico	
Clasificación SUCS	
Clasificación AASHTO	

  
 HILARY LAVADO IZQUIERDO  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 216898

  
 BORIS MEZA DEL CASTILLO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 100635

  
 Jorge Bautista  
 CIP. 215701

**2. PROCTOR MODIFICADO**

Máxima Densidad Seca:

Optimo Contenido de Humedad:

**3. VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR**


Molde N°			
N° de capas			
N° de golpes por capas			
Densidad Seca gr/cm3			
Humedad Inicial (%)			
Humedad Final (%)			

CBR

(%) 0.1"			
(%) 0.2"			

INDICE CBR PARA E 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA = %

  
HILARY LAVADO IZQUIERDO  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 216898

  
BORIS MEZA DEL CASTILLO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 100635

  
Jorge Bustos  
CIP: 215701

### ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Realizado por:

Proyecto:

Ubicación:

Fecha:

Molde N°						
Capas N°						
Golpes por capa N°						
Cond. de la muestra	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + Suelo húmedo						
Peso del molde	gr.					
Peso del suelo húmedo	gr.					
Volumen del suelo	cc.					
Densidad húmeda	gr./cc.					
% de humedad						
Densidad seca	gr./cc.					
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo	gr.					
Tarro + Suelo seco	gr.					
Agua	gr.					
Peso del tarro	gr.					
Peso del suelo seco	gr.					
% de humedad						
Promedio de humedad	%					

### PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND. lbs/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulg	t (min)		Lect	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	%	Lect	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	%	Lect	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	%
0.00														
0.03														
0.05														
0.08														
0.10														
0.15														
0.20														
0.25														
0.30														
0.40														
0.50														

  
**HILARY LAVADO IZQUIERDO**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 216898


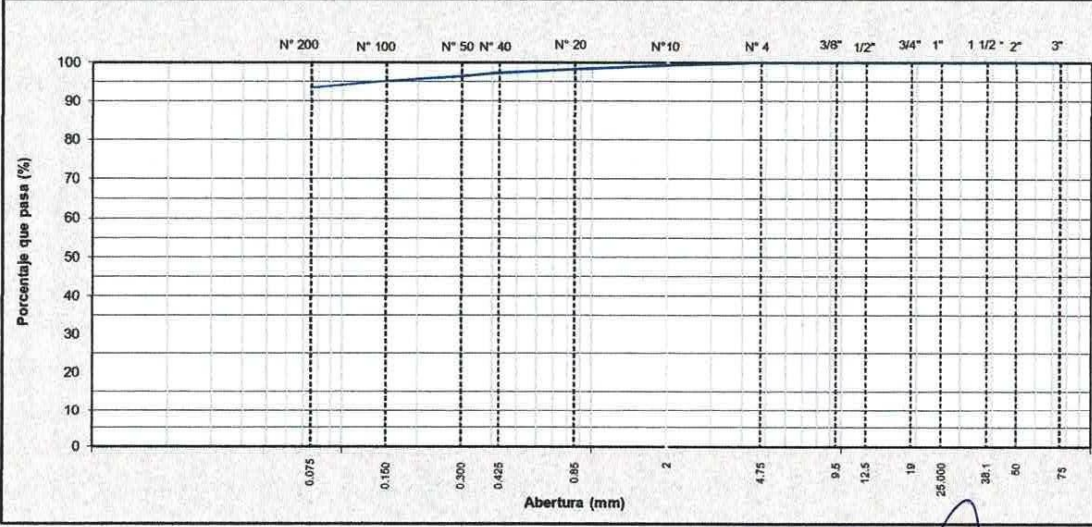

  
**BORIS MEZA DEL CASTILLO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 100635

  
**Jorge Bautista**  
 CIP: 215701




Anexo 4: Ficha de resultado de laboratorio

Anexo 4-A: Ficha de resultado de laboratorio – Análisis granulométrico Calicata C-1


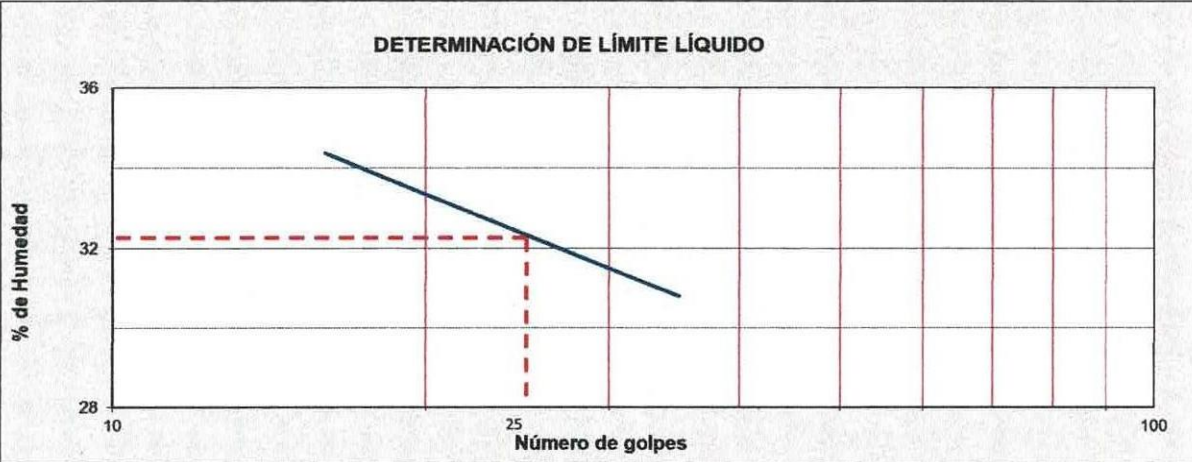
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>					
LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO		(NORMA ASTM D6913)					
		CERTIFICADO N° 001-CLASF-23					
<b>SOLICITANTE</b>	ANDRES JACOB TORRES FLORES						
<b>PROYECTO</b>	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"						
<b>UBICACIÓN</b>	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023						
<b>REGISTRO N°</b>	001-CLASF-ATF-23	<b>FECHA</b>	: 25/09/2023				
<b>DATOS DE MUESTRA</b>							
<b>MATERIAL</b>	TERRENO NATURAL	<b>PESO INICIAL SECO:</b>	862.3 g.				
<b>CANTERA</b>	C-1	<b>TAMAÑO MÁXIMO:</b>	N°4				
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.00 - 1.60 m						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	---	Arcilla de baja plasticidad
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0		<b>GRAVAS</b> = 0.0 % <b>ARENAS</b> = 6.6 % <b>FINOS</b> = 93.4 % <b>TOTAL</b> = 100.0 %
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0		<b>Clasificación SUCS ASTM D2487</b>  CL
N° 10	2.000	6.2	0.7	0.7	99.3		
N° 20	0.850	8.7	1.0	1.7	98.3		
N° 40	0.425	7.9	0.9	2.6	97.4		
N° 50	0.300	8.3	1.0	3.6	96.4		<b>Clasificación AASHTO</b>  A-6 (12)
N° 100	0.150	10.4	1.2	4.8	95.2		
N° 200	0.075	15.4	1.8	6.6	93.4		
< N° 200	FONDO	805.4	93.4	100.0	0.0		
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>							
							
<b>OBSERVACIONES :</b>							
REALIZADO POR:	: TEC. JORGE BOLO SALDAÑA						
REVISADO POR:	: ING. SERGIO BANCES						
FECHA:	: 25-09-2023						
	 LUIS SERGIO BANCES FLORES Ingeniero Civil CIP N° 262832						

Anexo 4-B: Ficha de resultado de laboratorio – Contenido de humedad Calicata C-1

 <b>CONTENIDO DE HUMEDAD EN LABORATORIO</b>		
(NORMA ASTM D2216)		
LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO		
CERTIFICADO N°001-CH-23		
<b>SOLICITANTE</b>	:	ANDRES JACOB TORRES FLORES
<b>PROYECTO</b>	:	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023
<b>REGISTRO N°</b>	:	001-CLASF-ATF-23
	<b>FECHA</b>	: 25/09/2023
<b>DATOS DE MUESTRA</b>		
<b>MATERIAL</b>	:	TERRENO NATURAL
<b>CANTERA</b>	:	C-1
<b>PROFUNDIDAD</b>	:	0.00 - 1.60 m
TARA	(0)	<b>A</b>
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO g.	(1)	702.6
PESO DE TARA + SUELO SECO g.	(2)	665.3
PESO DE TARA g.	(3)	204.5
PESO DEL AGUA g.	(1)-(2)	37.3
PESO DEL SUELO SECO g.	(2)-(3)	460.8
% HUMEDAD	$(((1)-(2))/(2)-(3)) * 100$	<b>8.1</b>
<b>OBSERVACIONES :</b>		
REALIZADO POR:	:	TEC. JORGE BOLO SALDAÑA
REVISADO POR	:	ING. SERGIO BANCES
FECHA:	:	25-09-2023

  
 -----  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-C: Ficha de resultado de laboratorio – Límites de Atterberg Calicata C-1

<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>					
 <small>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</small>		(NORMA ASTM D4318)			
		CERTIFICADO N° 001-23-LL			
<b>PROYECTO:</b>	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"				<b>FECHA:</b> 25/09/2023
<b>UBICACIÓN:</b>	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023				
<b>CONTRATISTA:</b>	ANDRES JACOB TORRES FLORES				
<b>REGISTRO N°</b>	001-CLASF-ATF-23				
<b>DATOS DE MUESTRA</b>					
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL				
<b>CANTERA:</b>	C-1				
<b>PROFUNDIDAD:</b>	0.00 - 1.60 m				
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
<b>ENSAYO N°</b>	01	02	03	04	
<b>N° de Golpes</b>	17	24	30	34	
<b>Recipiente N°</b>	A	B	C	D	
<b>R + Suelo Hum.</b>	38.64	41.13	39.51	40.32	
<b>R + Suelo Seco</b>	35.61	38.25	36.85	37.80	
<b>Peso de agua</b>	3.0	2.9	2.7	2.5	
<b>Peso de Recip.</b>	26.70	29.44	28.40	29.63	
<b>Peso de S. Seco</b>	8.9	8.8	8.5	8.2	
<b>% de Humedad</b>	34.01	32.69	31.48	30.84	
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>ENSAYO N°</b>	01	02			
<b>Recipiente N°</b>	A	B			
<b>R + Suelo Hum.</b>	21.91	23.67			
<b>R + Suelo Seco</b>	20.71	22.60			
<b>Peso de agua</b>	1.2	1.1			
<b>Peso de Recip.</b>	14.41	16.97			
<b>Peso de S. Seco</b>	6.3	5.6			
<b>% de Humedad</b>	19.05	19.01			
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>					
					
<b>RESULTADOS</b>					
Límite Líquido (%)	32.26				
Límite Plástico (%)	19.03				
Ind. Plástico (%)	13.23				

**OBSERVACIONES :**  
 REALIZADO POR : TEC. JORGE BOLO SALDAÑA  
 REVISADO POR : ING. SERGIO BANCES  
 FECHA: : 25-09-2023

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-D: Ficha de resultado de laboratorio – Límites de Atterberg Calicata C-1 + 20% MPT

<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>				
(NORMA ASTM D4318)				
CERTIFICADO Nº 001-23-LL				
<b>PROYECTO:</b>	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"			
<b>FECHA:</b>	25/09/2023			
<b>UBICACIÓN:</b>	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023			
<b>CONTRATISTA:</b>	ANDRES JACOB TORRES FLORES			
<b>REGISTRO Nº</b>	004-CLASF-ATF-23			
<b>DATOS DE MUESTRA</b>				
MATERIAL:	TERRENO NATURAL			
CANTERA:	C-1			
MUESTRA:	PATRON + 20%MPT			
PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.60 m			
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>ENSAYO Nº</b>	01	02	03	04
Nº de Golpes	16	25	30	35
Recipiente Nº	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	38.80	41.13	39.38	40.36
R + Suelo Seco	35.63	38.25	36.75	37.85
Peso de agua	3.2	2.9	2.6	2.5
Peso de Recip.	26.72	29.44	28.40	29.59
Peso de S. Seco	8.9	8.8	8.4	8.3
% de Humedad	35.58	32.69	31.50	30.39
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>				
<b>ENSAYO Nº</b>	01	02		
Recipiente Nº	A	B		
R + Suelo Hum.	21.99	23.75		
R + Suelo Seco	20.71	22.60		
Peso de agua	1.3	1.2		
Peso de Recip.	14.41	16.97		
Peso de S. Seco	6.3	5.6		
% de Humedad	20.32	20.43		
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>RESULTADOS</b>				
Límite Líquido (%)	32.54			
Límite Plástico (%)	20.37			
Ind. Plástico (%)	12.17			

OBSERVACIONES :

REALIZADO POR : TEC. JORGE BOLO SALDAÑA  
 REVISADO POR : ING. SERGIO BANCES  
 FECHA : 25-09-2023

LUIS SERGIO  
 BANCES FLORES  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 262832

Anexo 4-E: Ficha de resultado de laboratorio – Limites de Atterberg Calicata C-1 + 45% MPT

<b>JMF LABCON</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</small>		<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> (NORMA ASTM D4318) CERTIFICADO N° 001-23-LL		
<b>PROYECTO:</b> "INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"		<b>FECHA:</b> 25/09/2023		
<b>UBICACIÓN:</b> AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023				
<b>CONTRATISTA:</b> ANDRES JACOB TORRES FLORES				
<b>REGISTRO N°</b> 005-CLASF-ATF-23				
<b>DATOS DE MUESTRA</b>				
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL			
<b>CANTERA:</b>	C-1			
<b>MUESTRA:</b>	PATRON + 45% MPT			
<b>PROFUNDIDAD:</b>	0.00 - 1.60 m			
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	01	02	03	04
N° de Golpes	18	22	28	35
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	38.64	42.56	39.56	40.31
R + Suelo Seco	35.56	38.02	36.59	37.78
Peso de agua	3.1	4.5	3.0	2.5
Peso de Recip.	26.70	24.56	27.80	29.54
Peso de S. Seco	8.9	13.5	8.8	8.2
% de Humedad	34.76	33.73	33.79	30.70
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	01	02		
Recipiente N°	A	B		
R + Suelo Hum.	20.21	21.54		
R + Suelo Seco	19.16	20.13		
Peso de agua	1.1	1.4		
Peso de Recip.	13.42	12.60		
Peso de S. Seco	5.7	7.5		
% de Humedad	18.29	18.73		
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>RESULTADOS</b>				
Límite Líquido (%)	33.25			
Límite Plástico (%)	18.51			
Ind. Plástico (%)	14.74			

OBSERVACIONES :

REALIZADO POR: : TEC. JORGE BOLO SALDAÑA  
 REVISADO POR: : ING. SERGIO BANCES  
 FECHA: : 25-09-2023

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-F: Ficha de resultado de laboratorio – Límites de Atterberg Calicata C-1 + 75% MPT

<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>				
(NORMA ASTM D4318)				
CERTIFICADO N° 001-23-LL				
<b>PROYECTO:</b>	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"			
<b>UBICACIÓN:</b>	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023			
<b>CONTRATISTA:</b>	ANDRES JACOB TORRES FLORES			
<b>REGISTRO N°</b>	006-CLASF-ATF-23			
<b>DATOS DE MUESTRA</b>				
MATERIAL:	TERRENO NATURAL			
CANtera:	C-1			
MUESTRA:	PATRON + 75%MPT			
PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.60 m			
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	01	02	03	04
N° de Golpes	17	26	29	33
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	38.69	41.21	39.58	40.29
R + Suelo Seco	35.61	38.25	36.85	37.75
Peso de agua	3.1	3.0	2.7	2.5
Peso de Recip.	26.70	29.44	28.40	29.41
Peso de S. Seco	8.9	8.8	8.5	8.3
% de Humedad	34.57	33.60	32.31	30.46
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	01	02		
Recipiente N°	A	B		
R + Suelo Hum.	21.91	23.67		
R + Suelo Seco	20.71	22.60		
Peso de agua	1.2	1.1		
Peso de Recip.	14.41	16.97		
Peso de S. Seco	6.3	5.6		
% de Humedad	19.05	19.01		
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>RESULTADOS</b>				
Límite Líquido (%)	32.73			
Límite Plástico (%)	19.03			
Ind. Plástico (%)	13.70			

OBSERVACIONES :


REALIZADO POR: : TEC. JORGE BOLO SALDAÑA  
 REVISADO POR : ING. SERGIO BANCES  
 FECHA: : 25-09-2023

  
 LUIS SERGIO BANCES FLORES  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-G: Ficha de resultado de laboratorio – Análisis granulométrico Calicata C-2

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>								
 <small>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</small>		(NORMA ASTM D6913)						
		CERTIFICADO N° 001-CLASF-23						
<b>SOLICITANTE</b>	ANDRES JACOB TORRES FLORES							
<b>PROYECTO</b>	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"							
<b>UBICACIÓN</b>	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023							
<b>REGISTRO N°</b>	002-CLASF-ATF-23						<b>FECHA</b>	: 25/09/2023
<b>DATOS DE MUESTRA</b>								
<b>MATERIAL</b>	TERRENO NATURAL			<b>PESO INICIAL SECO:</b>	686.9 g.			
<b>CANTERA</b>	C-2			<b>TAMAÑO MÁXIMO:</b>	N°4			
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.00 - 1.60 m							
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	---	Arcilla de baja plasticidad	
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0			
N° 10	2.000	5.1	0.7	0.7	99.3			
N° 20	0.850	7.0	1.0	1.8	98.2			
N° 40	0.425	6.5	0.9	2.7	97.3			
N° 50	0.300	7.3	1.1	3.8	96.2			
N° 100	0.150	12.1	1.8	5.5	94.5			
N° 200	0.075	15.9	2.3	7.8	92.2			
< N° 200	FONDO	633.0	92.2	100.0	0.0			
							<b>GRAVAS</b> = 0.0 % <b>ARENAS</b> = 7.8 % <b>FINOS</b> = 92.2 % <b>TOTAL</b> = 100.0 %	
							<b>Clasificación SUCS ASTM D2487</b>  <b>CL</b>	
							<b>Clasificación AASHTO</b>  <b>A-6 (10)</b>	
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>								
<b>OBSERVACIONES :</b>								
REALIZADO POR:	: TEC. JORGE BOLO SALDAÑA							
REVISADO POR:	: ING. SERGIO BANCES							
FECHA:	: 25-09-2023							
							 <b>LUIS SERGIO BANCES FLORES</b> Ingeniero Civil CIP N° 262832	

Anexo 4-H: Ficha de resultado de laboratorio – Contenido de humedad Calicata C-2

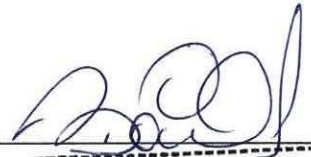
		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EN LABORATORIO</b>	
		(NORMA ASTM D2216)	
		CERTIFICADO N°001-CH-23	
<b>SOLICITANTE</b>	:	ANDRES JACOB TORRES FLORES	
<b>PROYECTO</b>	:	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"	
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023	
<b>REGISTRO N°</b>	:	002-CLASF-ATF-23	<b>FECHA</b> : 25/09/2023
<b>DATOS DE MUESTRA</b>			
<b>MATERIAL</b>	:	TERRENO NATURAL	
<b>CANTERA</b>	:	C-2	
<b>PROFUNDIDAD</b>	:	0.00 - 1.60 m	
TARA		(0)	A
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO g.		(1)	506.7
PESO DE TARA + SUELO SECO g.		(2)	482.1
PESO DE TARA g.		(3)	182.4
PESO DEL AGUA g.		(1)-(2)	24.6
PESO DEL SUELO SECO g.		(2)-(3)	299.7
% HUMEDAD		$(((1)-(2))/(2)-(3)) * 100$	8.2
<b>OBSERVACIONES :</b>			
REALIZADO POR:	:	TEC. JORGE BOLO SALDAÑA	
REVISADO POR	:	ING. SERGIO BANCES	
FECHA:	:	25-09-2023	

  
 -----  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832



Anexo 4-I: Ficha de resultado de laboratorio – Límites de Atterberg Calicata C-2


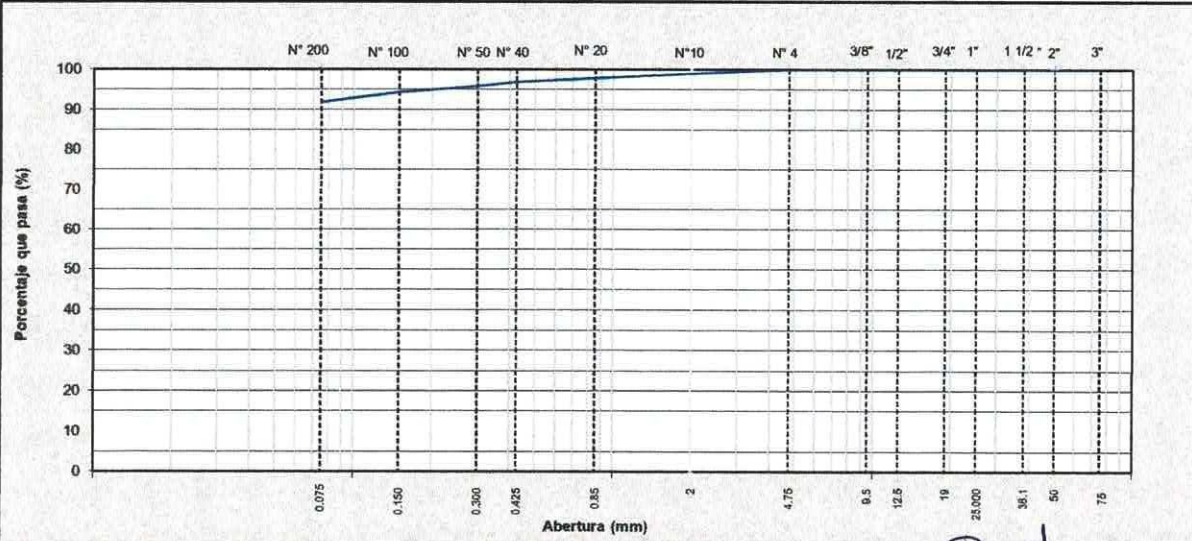

<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>				
(NORMA ASTM D4318)				
CERTIFICADO N° 001-23-LL				
<b>JMF LABCON</b> LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO				
<b>PROYECTO:</b>	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA EN LA SUB RASANTE DE LA AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"			
<b>FECHA:</b>	25/09/2023			
<b>UBICACIÓN:</b>	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023			
<b>CONTRATISTA:</b>	ANDRES JACOB TORRES FLORES			
<b>REGISTRO N°</b>	002-CLASF-ATF-23			
<b>DATOS DE MUESTRA</b>				
MATERIAL:	TERRENO NATURAL			
CANTERA:	C-2			
PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.60 m			
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	01	02	03	04
N° de Golpes	15	22	28	33
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	41.54	40.93	42.01	39.66
R + Suelo Seco	38.61	38.05	39.01	36.84
Peso de agua	2.9	2.9	3.0	2.8
Peso de Recip.	29.89	29.08	29.36	27.58
Peso de S. Seco	8.7	9.0	9.7	9.3
% de Humedad	33.60	32.11	31.09	30.45
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	01	02		
Recipiente N°	A	B		
R + Suelo Hum.	22.47	20.69		
R + Suelo Seco	21.44	19.47		
Peso de agua	1.0	1.2		
Peso de Recip.	16.43	13.57		
Peso de S. Seco	5.0	5.9		
% de Humedad	20.56	20.68		
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>RESULTADOS</b>				
Límite Líquido (%)	32			
Límite Plástico (%)	21			
Índ. Plástico (%)	11			

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832


**OBSERVACIONES :**

REALIZADO POR : TEC. JORGE BOLO SALDAÑA  
 REVISADO POR : ING. SERGIO BANCES  
 FECHA : 25-09-2023

Anexo 4-J: Ficha de resultado de laboratorio – Análisis granulométrico Calicata C-3

		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>						
LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO		(NORMA ASTM D6913)						
		CERTIFICADO N° 001-CLASF-23						
<b>SOLICITANTE</b>		ANDRES JACOB TORRES FLORES						
<b>PROYECTO</b>		"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA SUB RASANTE DE LA AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"						
<b>UBICACIÓN</b>		AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023						
<b>REGISTRO N°</b>		003-CLASF-ATF-23				<b>FECHA</b> : 25/09/2023		
<b>DATOS DE MUESTRA</b>								
<b>MATERIAL</b>	TERRENO NATURAL			<b>PESO INICIAL SECO:</b>	804.5 g.			
<b>CANTERA</b>	C-3			<b>TAMAÑO MÁXIMO:</b>	N°4			
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.00 - 1.50 m							
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	---	Arcilla de baja plasticidad	
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
1 1/2 "	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0			
1/2 "	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0			
N° 10	2.000	8.3	1.0	1.0	99.0			
N° 20	0.850	9.1	1.1	2.2	97.8			
N° 40	0.425	7.9	1.0	3.1	96.9			
N° 50	0.300	8.7	1.1	4.2	95.8			
N° 100	0.150	11.9	1.5	5.7	94.3			
N° 200	0.075	20.3	2.5	8.2	91.8			
< N° 200	FONDO	738.3	91.8	100.0	0.0			
							<b>GRAVAS</b> = 0.0 % <b>ARENAS</b> = 8.2 % <b>FINOS</b> = 91.8 % <b>TOTAL</b> = 100.0 %	
							<b>Clasificación SUCS ASTM D2487</b>  CL  <b>Clasificación AASHTO</b>  A-6 (7)	
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>								
								
<b>OBSERVACIONES :</b>								
REALIZADO POR:		: TEC. JORGE BOLO SALDAÑA						
REVISADO POR:		: ING. SERGIO BANCES						
FECHA:		: 25-09-2023						
						 LUIS SERGIO BANCES FLORES Ingeniero Civil CIP N° 262832		

Anexo 4-K: Ficha de resultado de laboratorio – Contenido de humedad Calicata C-3

 <b>CONTENIDO DE HUMEDAD EN LABORATORIO</b> (NORMA ASTM D2216) CERTIFICADO N°001-CH-23		
<b>SOLICITANTE</b>	:	ANDRES JACOB TORRES FLORES
<b>PROYECTO</b>	:	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA SUB RASANTE DE LA AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023
<b>REGISTRO N°</b>	:	003-CLASF-ATF-23
		<b>FECHA</b> : 25/09/2023
<b>DATOS DE MUESTRA</b>		
<b>MATERIAL</b>	:	TERRENO NATURAL
<b>CANtera</b>	:	C-3
<b>PROFUNDIDAD</b>	:	0.00 - 1.50 m
<b>TARA</b>		(0) <b>A</b>
<b>PESO DE TARA + SUELO HUMEDO g.</b>		(1) 715.8
<b>PESO DE TARA + SUELO SECO g.</b>		(2) 679.9
<b>PESO DE TARA g.</b>		(3) 225.6
<b>PESO DEL AGUA g.</b>		(1)-(2) 35.9
<b>PESO DEL SUELO SECO g.</b>		(2)-(3) 454.3
<b>% HUMEDAD</b>		$(((1)-(2))/(2)-(3))) * 100$ <b>7.9</b>
<b>OBSERVACIONES :</b>		
<b>REALIZADO POR:</b>	:	TEC. JORGE BOLO SALDAÑA
<b>REVISADO POR</b>	:	ING. SERGIO BANCES
<b>FECHA:</b>	:	25-09-2023

  
 LUIS SERGIO  
 BANCES FLORES  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-L: Ficha de resultado de laboratorio – Límites de Atterberg Calicata C-3


<b>JMF LABCON</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</small>		<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> (NORMA ASTM D4318) CERTIFICADO Nº 001-23-LL			
<b>PROYECTO:</b>	"INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE PENCA DE TUNA SUB RASANTE DE LA AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023"				<b>FECHA:</b> 25/09/2023
<b>UBICACIÓN:</b>	AV. SANTO DOMINGO DE OLLEROS, CHILCA 2023				
<b>CONTRATISTA:</b>	ANDRES JACOB TORRES FLORES				
<b>REGISTRO Nº</b>	003-CLASF-ATF-23				
<b>DATOS DE MUESTRA</b>					
<b>MATERIAL:</b>	TERRENO NATURAL				
<b>CANTERA:</b>	C-3				
<b>PROFUNDIDAD:</b>	0.00 - 1.50 m				
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
<b>ENSAYO Nº</b>	01	02	03	04	
<b>Nº de Golpes</b>	15	22	28	33	
<b>Recipiente Nº</b>	A	B	C	D	
<b>R + Suelo Hum.</b>	38.93	41.84	41.09	42.57	
<b>R + Suelo Seco</b>	36.00	38.83	38.63	39.87	
<b>Peso de agua</b>	2.9	3.0	2.5	2.7	
<b>Peso de Recip.</b>	26.90	29.10	30.33	30.60	
<b>Peso de S. Seco</b>	9.1	9.7	8.3	9.3	
<b>% de Humedad</b>	32.20	30.94	29.64	29.13	
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>ENSAYO Nº</b>	01	02			
<b>Recipiente Nº</b>	A	B			
<b>R + Suelo Hum.</b>	21.60	20.94			
<b>R + Suelo Seco</b>	20.47	19.84			
<b>Peso de agua</b>	1.1	1.1			
<b>Peso de Recip.</b>	15.28	14.81			
<b>Peso de S. Seco</b>	5.2	5.0			
<b>% de Humedad</b>	21.77	21.87			
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>					
<b>RESULTADOS</b>					
Límite Líquido (%)	30				
Límite Plástico (%)	22				
Ind. Plástico (%)	8				

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 262832

**OBSERVACIONES :**

REALIZADO POR: : TEC. JORGE BOLO SALDAÑA  
 REVISADO POR : ING. SERGIO BANCES  
 FECHA: : 25-09-2023

## Anexo 4-M: Ficha de resultado de laboratorio – Proctor Modificado (Patrón)

 LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE -FO-15</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30/04/2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 3</b>

Proyecto	: Influencia del Mucílago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	Registro N°:	IGC19-LEM-557-01
Propietario	: Andres Jacob Torres Flores	Muestreado por :	A.Torres
Código del Proyecto	: --	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	Fecha de Ensayo:	26/09/2023
Material	: CL	Turno:	Diurno
Identificación	: --	Profundidad:	1.6
Procedencia	: C-1	Norte:	--
N° de Muestra	: Patrón	Este:	--
Progresiva	: 5+000 KM	Cota:	--

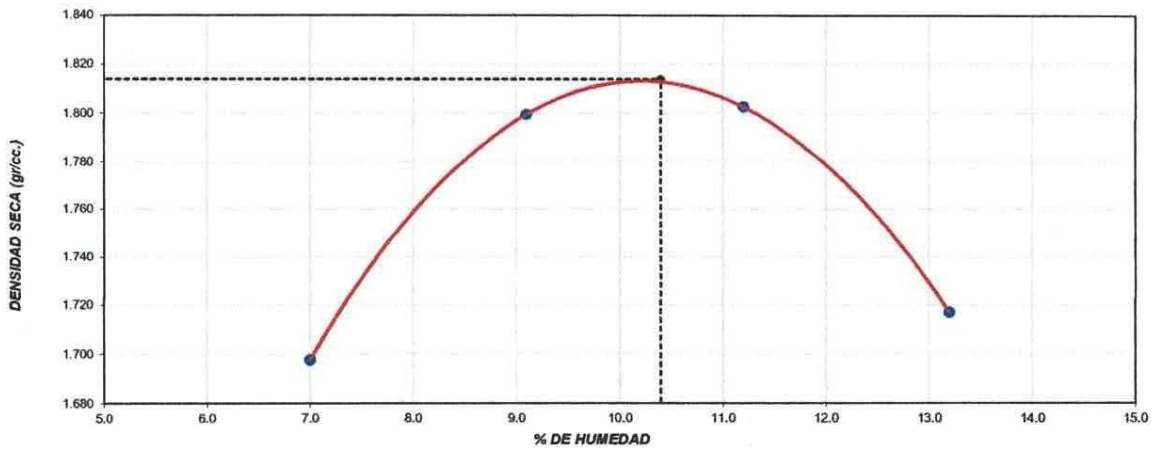
### ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883

Volumen Molde	918.9	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3556	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.816	1.963	2.005	1.944
Contenido de agua	%	7.0	9.1	11.2	13.2
Densidad Seca	gr/cc	1.697	1.799	1.803	1.717

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.814</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>10.4</b>	<b>%</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA




#### OBSERVACIONES:

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

  
**LUIS SERGIO**  
**BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-N: Ficha de resultado de laboratorio – Proctor Modificado (Patrón + 20% MPT)

 <p>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</p>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	AE -FO-15
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Fecha</b>	30/04/2018
		<b>Página</b>	1 de 3

<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Registro N°:</b>	IGC19-LEM-557-02
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores	<b>Muestreado por</b>	: A.Torres
<b>Código del Proyecto</b>	: -	<b>Ensayado por</b>	: J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de Olleros, Chilca 2023	<b>Fecha de Ensayo:</b>	26/09/2023
<b>Material</b>	: CL	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Identificación</b>	: -	<b>Profundidad:</b>	1.6
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	--
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón + 20% de mucilago	<b>Este:</b>	--
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM	<b>Cota:</b>	--

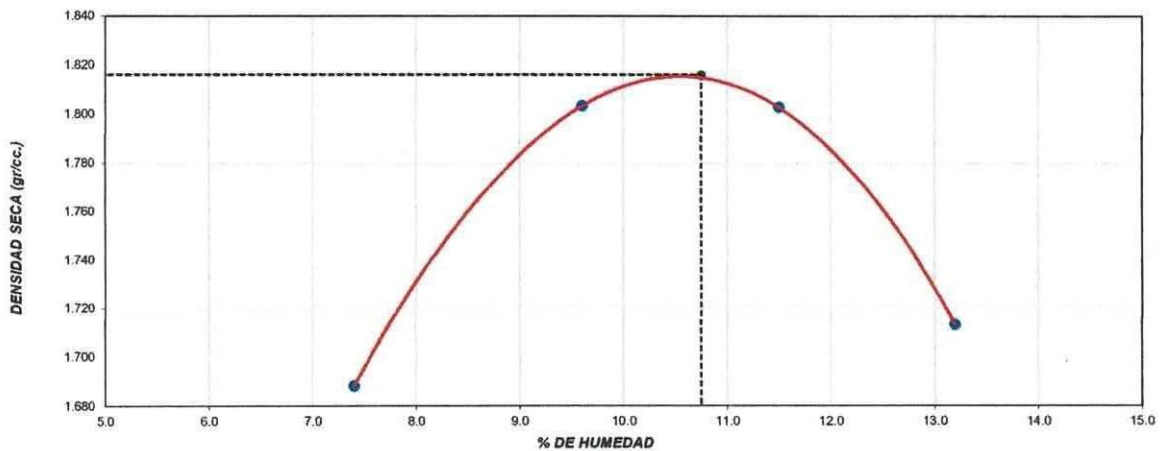
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

<b>Volumen Molde</b>	918.9	cm <sup>3</sup>
<b>Peso Molde</b>	3556	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.813	1.976	2.010	1.939
Contenido de agua	%	7.4	9.6	11.5	13.2
Densidad Seca	gr/cc	1.688	1.803	1.803	1.713

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.816	gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	10.8	%
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	------	---

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**




**OBSERVACIONES:**

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 282

## Anexo 4-Ñ: Ficha de resultado de laboratorio – Proctor Modificado (Patrón + 45% MPT)

 <small>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</small>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	AE -FO-15
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Fecha</b>	30/04/2018
		<b>Página</b>	1 de 3

<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Registro N°:</b>	IGC19-LEM-557-03
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores	<b>Muestreado por :</b>	A.Torres
<b>Código del Proyecto</b>	: --	<b>Ensayado por :</b>	J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Fecha de Ensayo:</b>	26/09/2023
<b>Material</b>	: CL	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Identificación</b>	: --	<b>Profundidad:</b>	1.6
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	--
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón + 45% de mucilago	<b>Este:</b>	--
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM	<b>Cota:</b>	--

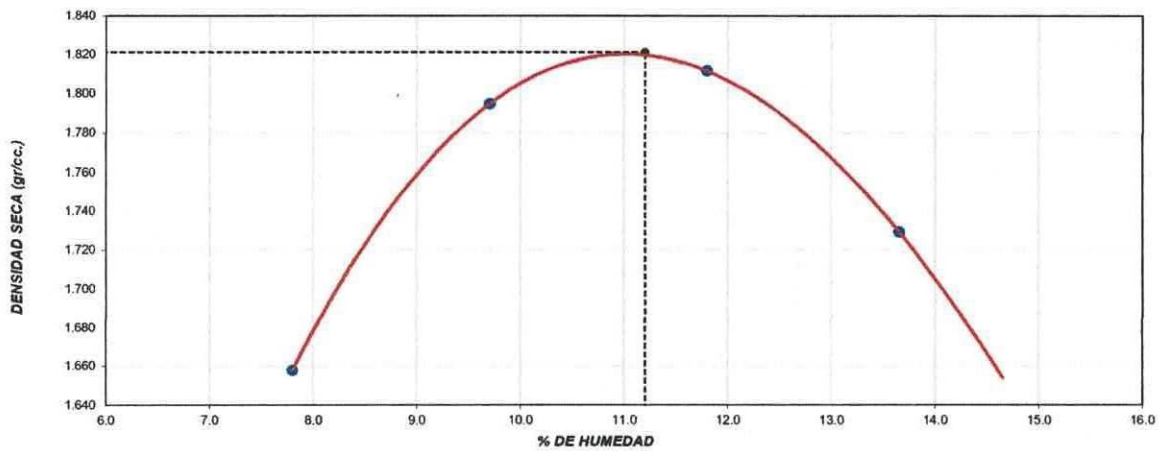
### ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883

Volumen Molde	918.9	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3556	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.787	1.969	2.025	1.965
Contenido de agua	%	7.8	9.7	11.8	13.7
Densidad Seca	gr/cc	1.658	1.795	1.811	1.729

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.821</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>11.2</b>	<b>%</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA




**OBSERVACIONES:**

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-O: Ficha de resultado de laboratorio – Proctor Modificado (Patrón + 75% MPT)

 <p>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</p>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	AE -FO-15
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Fecha</b>	30/04/2018
		<b>Página</b>	1 de 3

<b>Proyecto</b> : Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023 <b>Propietario</b> : Andres Jacob Torres Flores <b>Código del Proyecto</b> : - <b>Ubicación de Proyecto</b> : Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023 <b>Material</b> : CL	<b>Registro N°:</b> IGC19-LEM-557-04  <b>Muestreado por :</b> A.Torres <b>Ensayado por :</b> J. Paulino <b>Fecha de Ensayo:</b> 26/09/2023 <b>Turno:</b> Diurno
<b>Identificación</b> : - <b>Procedencia</b> : C-1 <b>N° de Muestra</b> : Patrón + 75% MPT <b>Progresiva</b> : 5+000 KM	<b>Profundidad:</b> 1.6 <b>Norte:</b> --- <b>Este:</b> --- <b>Cota:</b> ---

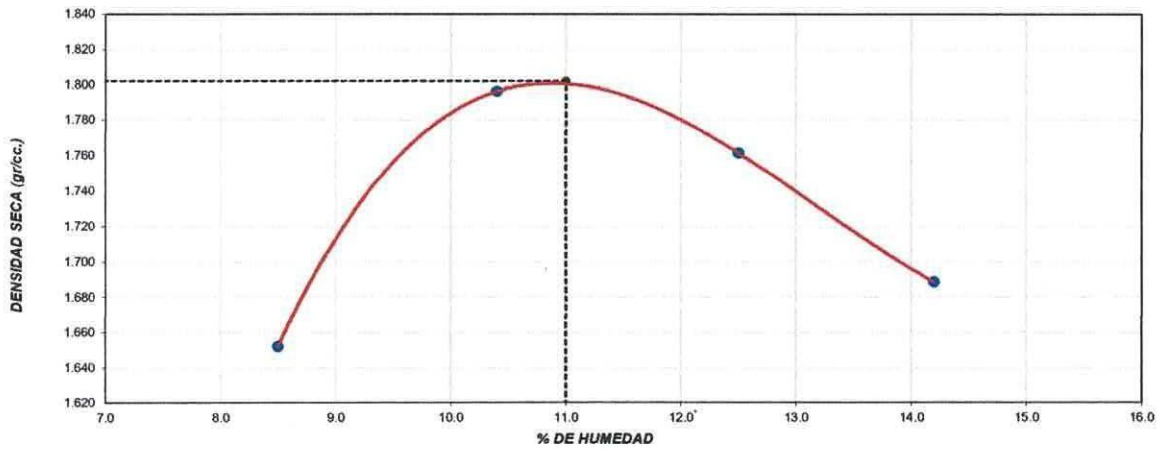
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	918.9	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3556	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.792	1.983	1.982	1.928
Contenido de agua	%	8.5	10.4	12.5	14.2
Densidad Seca	gr/cc	1.652	1.796	1.762	1.689

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.802</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>11.0</b>	<b>%</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832



Anexo 4-P: Ficha de resultado de laboratorio – CBR (Patrón)


 LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
			<b>Fecha</b>	<b>30/04/2018</b>
			<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>
<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucílago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023		<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-557-01</b>
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores		<b>Muestreado por :</b>	A.Torres
<b>Código del Proyecto</b>	: --		<b>Ensayado por :</b>	J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023		<b>Fecha de Ensayo:</b>	30/09/2023
<b>Material</b>	: CL		<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Identificación</b>	: --		<b>Profundidad:</b>	1.6 m
<b>Procedencia</b>	: C-1		<b>Norte:</b>	--
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón		<b>Este:</b>	--
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM		<b>Cota:</b>	--

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

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	22			23			24						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			10						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO	NO SATURADO		SATURADO	NO SATURADO		SATURADO				
Peso suelo + molde (gr.)	11,412			11,291			10,730						
Peso molde (gr.)	7,242			7,207			7,052						
Peso suelo compactado (gr.)	4,170			4,084			3,678						
Volumen del molde (cm³)	2,087			2,122			2,099						
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.998			1.925			1.752						
Densidad Seca (gr./cm³)	1.810			1.742			1.584						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)													
Tara + suelo húmedo (gr.)	314.5			324.7			402.1						
Tara + suelo seco (gr.)	284.9			293.8			363.6						
Peso de agua (gr.)	29.6			30.9			38.5						
Peso de suelo seco (gr.)	284.9			293.8			363.6						
Humedad (%)	10.4			10.5			10.6						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
26-Set	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
27-Set	14:00	24	56	1.42	1.25	61	1.55	1.34	74	1.88	1.64		
28-Set	14:00	48	63	1.60	1.40	82	2.08	1.80	89	2.26	1.97		
29-Set	14:00	72	85	2.16	1.89	94	2.39	2.06	116	2.95	2.56		
30-Set	14:00	96	92	2.34	2.05	114	2.90	2.50	132	3.35	2.92		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 22				Molde N° 23				Molde N° 24			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		40	2.0			30	1.5			16	0.8		
0.050		84	4.2			63	3.1			34	1.7		
0.075		177	8.8			133	6.6			71	3.5		
0.100	70.307	287	14.2	14.3	20.3	215	10.7	10.8	15.4	115	5.7	5.7	8.1
0.150		452	22.4			339	16.8			181	8.9		
0.200	105.460	552	27.3	25.9	24.6	414	20.5	19.5	18.5	221	10.9	10.3	9.8
0.300		658	32.6			494	24.4			263	13.0		
0.400		740	36.7			555	27.5			296	14.7		
0.500		820	40.6			615	30.5			328	16.2		

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

 LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30/04/2018</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>

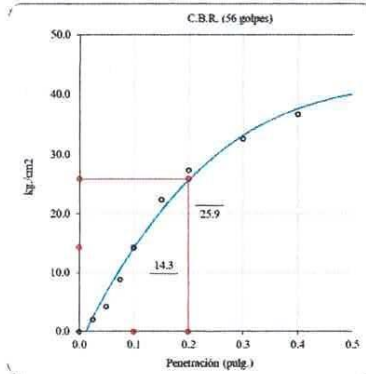
<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-557-01</b>
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores	<b>Muestreado por :</b>	A.Torres
<b>Código del Proyecto</b>	: --	<b>Ensayado por :</b>	J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Fecha de Ensayo:</b>	30/09/2023
<b>Material</b>	: CL	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Identificación</b>	: --	<b>Profundidad:</b>	1.6 m
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	---
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón	<b>Este:</b>	---
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM	<b>Cota:</b>	---

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

**Datos de muestra**

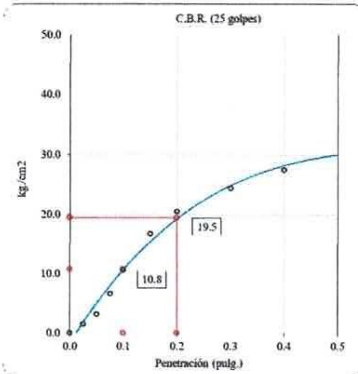
Máxima Densidad Seca 1.814 gr./cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.723 gr./cm<sup>3</sup>

Óptimo Contenido de Humedad 10.4 %



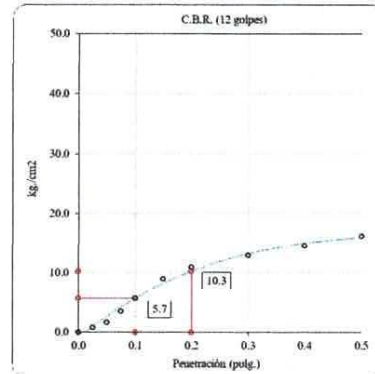
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

20.3 %



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

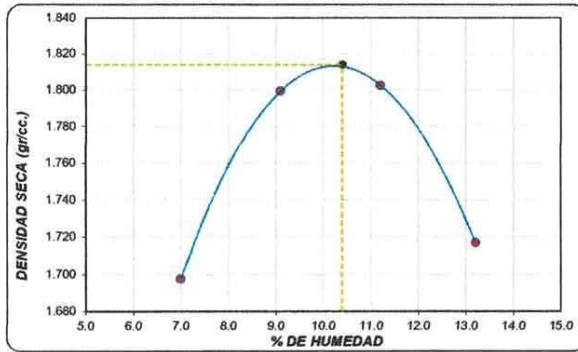
15.4 %



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

8.1 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



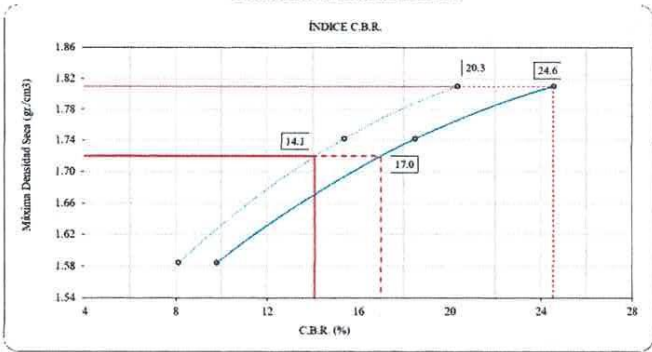
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":

20.3 %

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

14.1 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



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

24.6 %

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


17.0 %

**OBSERVACIONES:**

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-Q: Ficha de resultado de laboratorio – Proctor Modificado (Patrón + 20% MPT)

 <p>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</p>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30/04/2018</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucllago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-557-02</b>
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores	<b>Muestreado por :</b>	A.Torres
<b>Código del Proyecto</b>	: --	<b>Ensayado por :</b>	J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de Olleros, Chilca 2023	<b>Fecha de Ensayo:</b>	30/09/2023
<b>Material</b>	: CL	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Identificación</b>	: --	<b>Profundidad:</b>	1.6 m
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	--
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón + 20% de mucllago	<b>Este:</b>	--
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM	<b>Cota:</b>	--

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

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

Molde N°	25		26		27	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Peso suelo + molde (gr.)	11,393		10,745		10,895	
Peso molde (gr.)	7,128		6,508		7,245	
Peso suelo compactado (gr.)	4,265		4,237		3,650	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,121		2,187		2,073	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,011		1,937		1,761	
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1,815		1,749		1,588	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	25	26	27
Peso de tara (gr.)			
Tara + suelo húmedo (gr.)	435.8	416.2	478.1
Tara + suelo seco (gr.)	393.3	375.6	431.1
Peso de agua (gr.)	42.5	40.6	47.0
Peso de suelo seco (gr.)	393.3	375.6	431.1
Humedad (%)	10.8	10.8	10.9

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
26-Set	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27-Set	14:00	24	59	1.50	1.29	68	1.73	1.49	82	2.08	1.84
28-Set	14:00	48	72	1.83	1.58	84	2.13	1.84	93	2.36	2.09
29-Set	14:00	72	88	2.24	1.93	103	2.62	2.26	119	3.02	2.67
30-Set	14:00	96	102	2.59	2.23	121	3.07	2.65	140	3.56	3.14


**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 25				Molde N° 26				Molde N° 27			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		40	2.0			30	1.5			16	0.8		
0.050		99	4.9			74	3.7			40	2.0		
0.075		245	12.1			183	9.1			98	4.8		
0.100	70.307	326	16.2	15.0	21.3	245	12.1	11.4	16.2	131	6.5	6.2	8.8
0.150		439	21.8			330	16.3			176	8.7		
0.200	105.460	517	25.6	25.5	24.2	388	19.2	19.1	18.1	207	10.2	10.2	9.7
0.300		606	30.0			455	22.5			242	12.0		
0.400		676	33.5			507	25.1			271	13.4		
0.500		719	35.6			539	26.7			288	14.2		

**OBSERVACIONES:**

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

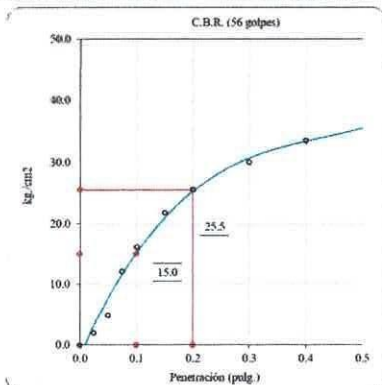
 LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30/04/2018</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-557-02</b>
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores	<b>Muestreado por :</b>	A. Torres
<b>Código del Proyecto</b>	: --	<b>Ensayado por :</b>	J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de Olleros, Chilca 2023	<b>Fecha de Ensayo:</b>	30/09/2023
<b>Material</b>	: CL	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Identificación</b>	: --	<b>Profundidad:</b>	1.6 m
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	--
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón + 20% de mucilago	<b>Este:</b>	--
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM	<b>Cota:</b>	--

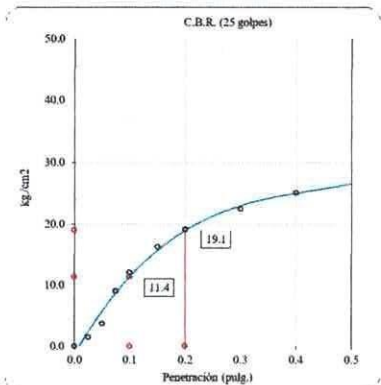
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

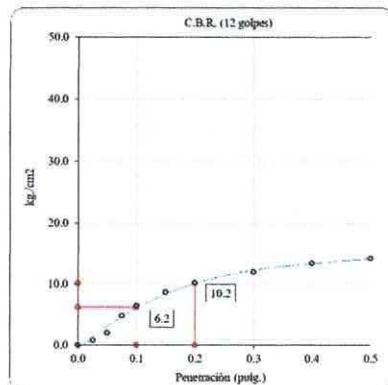
Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.816 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 10.8 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.725 gr./cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 21.3 %

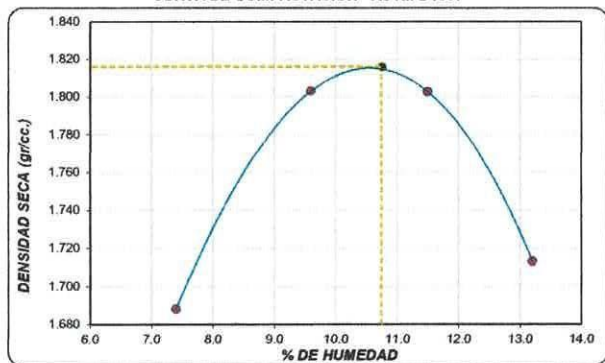


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 16.2 %



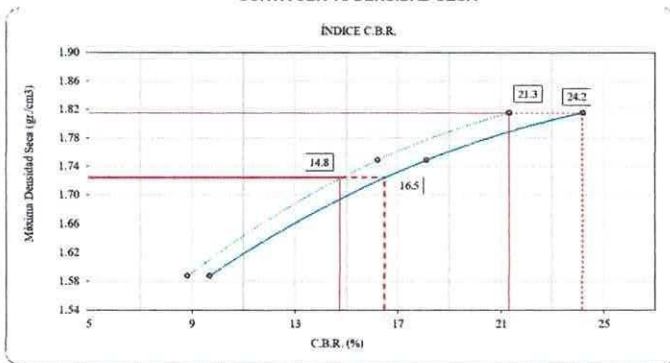
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 8.8 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 21.3 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 14.8 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**




C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 24.2 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 16.5 %

**OBSERVACIONES:**

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

Anexo 4-R: Ficha de resultado de laboratorio – Proctor Modificado (Patrón + 45% MPT)

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30/04/2018</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-557-03</b>
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores	<b>Muestreado por :</b>	A.Torres
<b>Código del Proyecto</b>	: --	<b>Ensayado por :</b>	J. Paulino
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Fecha de Ensayo:</b>	30/09/2023
<b>Material</b>	: CL	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Identificación</b>	: --	<b>Profundidad:</b>	1.6 m
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	--
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón + 45% de mucilago	<b>Este:</b>	--
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM	<b>Cota:</b>	--

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

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	10		11		12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,649		12,625		12,296	
Peso molde (gr.)	8,336		8,507		8,510	
Peso suelo compactado (gr.)	4,313		4,118		3,786	
Volumen del molde (cm³)	2,135		2,135		2,140	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,020		1,929		1,769	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,818		1,734		1,591	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)						
Tara + suelo húmedo (gr.)	410.6		403.4		422.7	
Tara + suelo seco (gr.)	369.5		362.7		380.1	
Peso de agua (gr.)	41.1		40.7		42.6	
Peso de suelo seco (gr.)	369.5		362.7		380.1	
Humedad (%)	11.1		11.2		11.2	


EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
26-Set	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27-Set	14:00	24	48	1.22	1.05	53	1.35	1.18	67	1.70	1.46
28-Set	14:00	48	55	1.40	1.20	78	1.98	1.70	83	2.11	1.81
29-Set	14:00	72	78	1.98	1.70	90	2.29	1.96	106	2.69	2.31
30-Set	14:00	96	85	2.16	1.85	101	2.57	2.20	118	3.00	2.57

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 10				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		62	3.1			46	2.3			25	1.2		
0.050		139	6.9			104	5.2			56	2.7		
0.075		229	11.3			172	8.5			92	4.5		
0.100	70.307	327	16.2	16.3	23.2	245	12.1	12.2	17.4	131	6.5	6.5	9.2
0.150		493	24.4			370	18.3			197	9.8		
0.200	105.460	645	31.9	30.2	28.6	484	23.9	22.6	21.4	258	12.8	12.0	11.4
0.300		790	39.1			592	29.3			316	15.6		
0.400		980	48.5			735	36.4			392	19.4		
0.500		1084	53.7			813	40.3			434	21.5		

**OBSERVACIONES:**

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

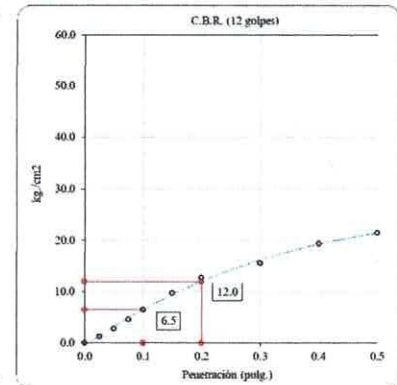
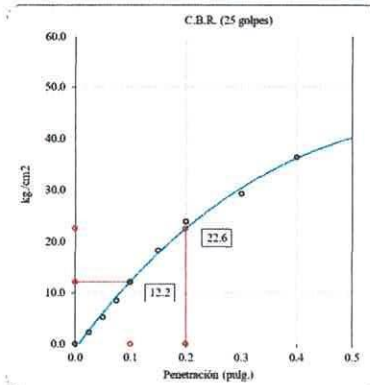
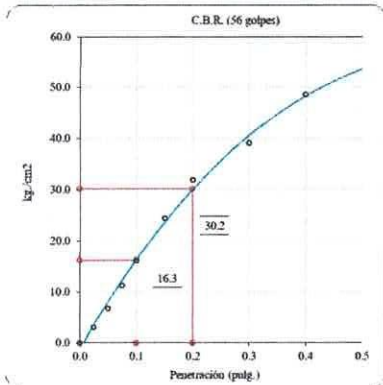
 <b>JMF LABCON</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</small>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30/04/2018</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-557-03</b>
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores	<b>Muestreado por :</b>	<b>A.Torres</b>
<b>Código del Proyecto</b>	: --	<b>Ensayado por :</b>	<b>J. Paulino</b>
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Fecha de Ensayo:</b>	<b>30/09/2023</b>
<b>Material</b>	: CL	<b>Tumo:</b>	<b>Diurno</b>
<b>Identificación</b>	: --	<b>Profundidad:</b>	<b>1.6 m</b>
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	<b>---</b>
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón + 45% de mucilago	<b>Este:</b>	<b>---</b>
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM	<b>Cota:</b>	<b>---</b>

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

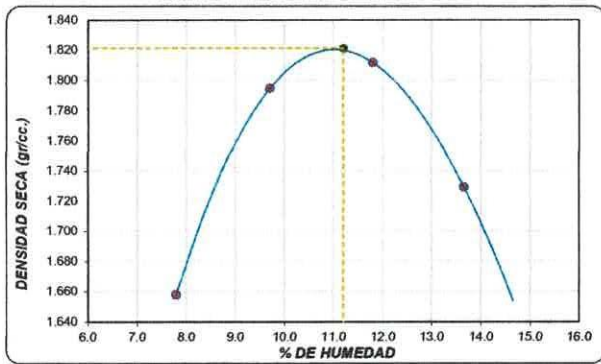
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 1.821 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad 11.2 %  
Máxima Densidad Seca al 95% 1.730 gr./cm<sup>3</sup>



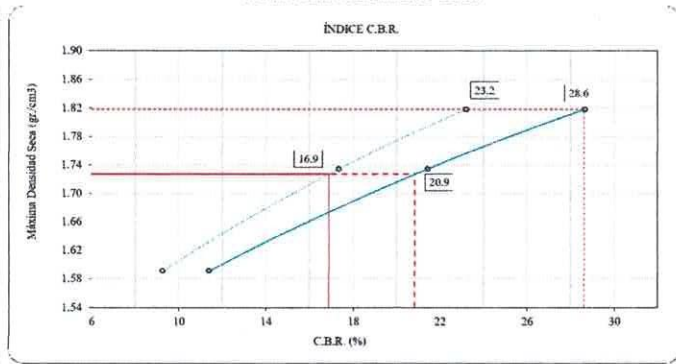
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **23.2 %**      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **17.4 %**      C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : **9.2 %**

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **23.2 %**  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": **16.9 %**

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**




C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **28.6 %**  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": **20.9 %**

**OBSERVACIONES:**

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 262832

Anexo 4-S: Ficha de resultado de laboratorio – Proctor Modificado (Patrón + 75% MPT)

 <p><b>JMF LABCON</b> LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</p>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30/04/2018</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-557-04</b>
<b>Propietario</b>	: Andres Jacob Torres Flores	<b>Muestreado por :</b>	<b>A.Torres</b>
<b>Código del Proyecto</b>	: -	<b>Ensayado por :</b>	<b>J. Paulino</b>
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023	<b>Fecha de Ensayo:</b>	<b>30/09/2023</b>
<b>Material</b>	: CL	<b>Turno:</b>	<b>Diurno</b>
<b>Identificación</b>	: -	<b>Profundidad:</b>	<b>1.6 m</b>
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	<b>---</b>
<b>N° de Muestra</b>	: Patrón + 75% MPT	<b>Este:</b>	<b>---</b>
<b>Progresiva</b>	: 5+000 KM	<b>Cota:</b>	<b>---</b>

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

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	13		14		15	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,878		12,558		11,872	
Peso molde (gr.)	8,607		8,449		8,129	
Peso suelo compactado (gr.)	4,271		4,109		3,743	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,137		2,129		2,141	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	1,999		1,930		1,748	
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1,799		1,736		1,574	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)						
Tara + suelo húmedo (gr.)	388.4		374.9		400.5	
Tara + suelo seco (gr.)	349.6		337.1		360.5	
Peso de agua (gr.)	38.8		37.8		40.0	
Peso de suelo seco (gr.)	349.6		337.1		360.5	
Humedad (%)	11.1		11.2		11.1	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
26-Set	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27-Set	14:00	24	64	1.63	1.40	72	1.83	1.57	85	2.16	1.85
28-Set	14:00	48	77	1.96	1.68	89	2.26	1.94	91	2.31	1.98
29-Set	14:00	72	93	2.36	2.03	98	2.49	2.14	121	3.07	2.64
30-Set	14:00	96	105	2.67	2.29	128	3.25	2.79	149	3.78	3.25

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 13				Molde N° 14				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		72	3.6			63	3.1			33	1.7		
0.050		143	7.1			125	6.2			66	3.3		
0.075		212	10.5			185	9.2			99	4.9		
0.100	70.307	273	13.5	13.5	19.2	238	11.8	11.9	16.9	127	6.3	6.3	9.0
0.150		371	18.4			323	16.0			172	8.5		
0.200	105.460	461	22.8	22.5	21.3	401	19.9	19.6	18.6	214	10.6	10.5	10.0
0.300		559	27.7			487	24.1			260	12.9		
0.400		664	32.9			579	28.7			309	15.3		
0.500		741	36.7			645	32.0			344	17.0		

**OBSERVACIONES:**

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

  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262832

**Proyecto** : Influencia del Mucilago de Penca de Tuna en la Subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023  
**Propietario** : Andres Jacob Torres Flores  
**Código del Proyecto** : --  
**Ubicación de Proyecto** : Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023  
**Material** : CL

**Registro N°:** IGC19-LEM-557-04

**Muestreado por** : A. Torres  
**Ensayado por** : J. Paulino  
**Fecha de Ensayo:** 30/09/2023  
**Turno:** Diurno

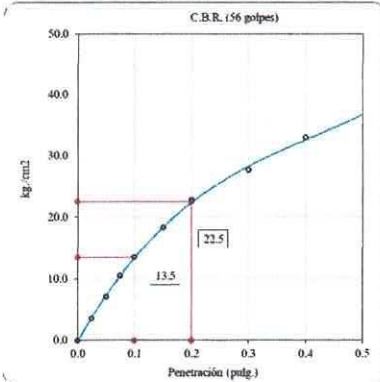
**Identificación** : --  
**Procedencia** : C-1  
**N° de Muestra** : Patrón + 75% MPT  
**Progresiva** : 5+000 KM

**Profundidad:** 1.6 m  
**Norte:** --  
**Este:** --  
**Cota:** --

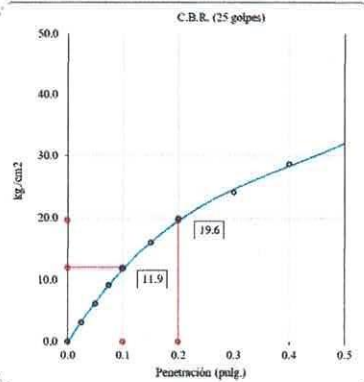
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

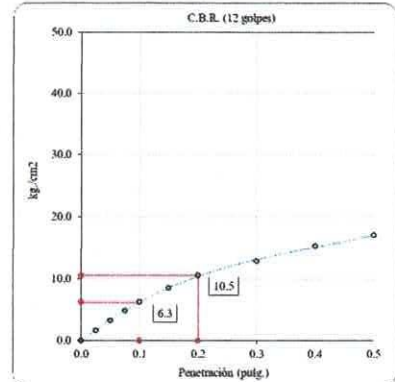
Máxima Densidad Seca 1.802 gr./cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad 11.0 %  
Máxima Densidad Seca al 95% 1.712 gr./cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 19.2 %

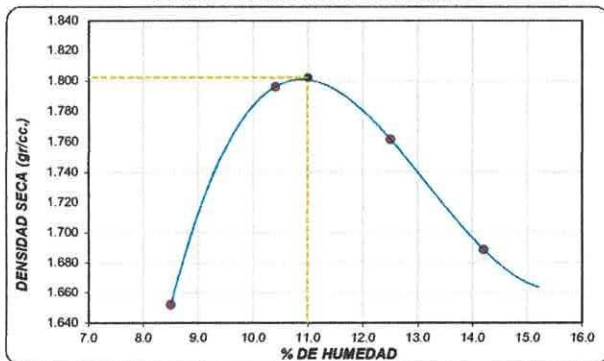


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 16.9 %



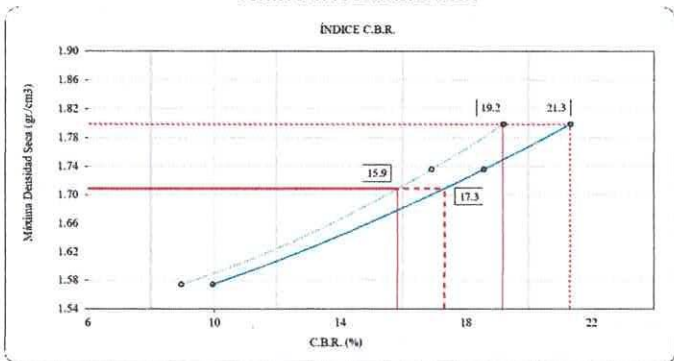
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 9.0 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 19.2 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 15.9 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 21.3 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 17.3 %

**OBSERVACIONES:**

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

*(Handwritten Signature)*  
**LUIS SERGIO BANCES FLORES**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 262832



# Anexo 4-T: Certificado de calibración N° LT-098-2023 – Horno Memmert



Laboratorio PP

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

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-098-2023

Página 1 de 5

Expediente : 066-2023  
Fecha de emisión : 2023-03-13

**1. Solicitante : JMF LABCON SAC**

Dirección : MZA. RR LOTE. 8 SEC. HUERTOS DE LURIN - PACHACAMAC - LIMA

**2. Instrumento de medición : HORNO**

Marca : MEMMERT  
Modelo : NO INDICA  
Número de Serie : C205.1333  
Procedencia : GERMANY  
Código de Identificación : JMFMR03

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL  
Alcance del Indicador : NO INDICA  
Resolución del Indicador : 0,1 °C  
Marca del Indicador : NO INDICA  
Modelo del Indicador : NO INDICA  
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selc. : DIGITAL  
Alcance del Selector : NO INDICA  
División de Escala : 0,1 °C  
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-03-10

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

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

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

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

**3. Método de calibración**

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

**4. Lugar de calibración**

MZA. RR LOTE. 8 SEC. HUERTOS DE LURIN - PACHACAMAC - LIMA



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

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

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-098-2023

Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	26,8	26,9
Humedad relativa (%hr)	72,0	73,0

### 6. Trazabilidad

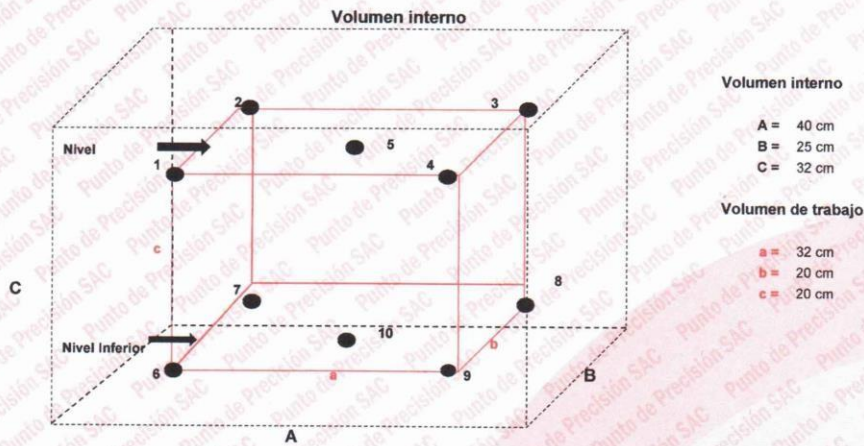
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
TERMÓMETRO DIGITAL	LT - 099 - 2022	INACAL - DM
TERMÓMETRO DIGITAL	TD22 - C - 0675 - 2022	INACAL - DM
TERMÓMETRO DIGITAL	TD22 - C - 0676 - 2022	INACAL - DM

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
  - Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
  - La carga para La prueba consistio en tazón de aluminio.
  - Se selecciono el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.
- (\*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento de medición.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



● = Posiciones de los sensores.

A, B, C = Dimensiones del volume interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 4,5 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 7,5 cm



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

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

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-098-2023

Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,7	110,5	112,0	111,0	112,1	112,0	112,2	3,2
00:02	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,7	110,9	112,1	110,8	112,1	112,0	112,2	3,0
00:04	110,0	111,9	113,1	113,2	112,0	113,7	110,4	112,1	110,9	112,0	111,8	112,1	3,3
00:06	110,0	111,9	113,0	113,2	111,9	113,7	110,4	112,0	110,6	112,0	111,9	112,1	3,3
00:08	110,0	111,9	113,2	113,3	112,0	113,7	110,4	112,2	110,6	112,2	112,0	112,2	3,3
00:10	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,7	110,6	112,1	110,8	112,1	111,9	112,2	3,1
00:12	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,8	110,6	112,2	111,0	112,1	112,2	112,2	3,2
00:14	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,8	110,6	112,2	110,8	112,1	112,0	112,2	3,2
00:16	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,6	110,5	112,1	111,0	112,1	111,8	112,1	3,1
00:18	110,0	112,0	113,2	113,3	112,1	113,6	110,5	112,0	111,1	112,2	112,0	112,2	3,1
00:20	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,6	110,6	112,2	111,1	112,1	111,9	112,2	3,0
00:22	110,0	111,8	113,0	113,2	111,9	113,5	110,4	112,0	110,6	112,1	112,1	112,1	3,1
00:24	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,7	110,6	112,1	110,6	112,1	112,2	112,2	3,2
00:26	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,7	110,6	112,1	110,8	112,1	112,0	112,2	3,1
00:28	110,0	111,9	113,1	113,2	112,0	113,7	110,7	112,1	111,1	112,0	112,0	112,2	3,0
00:30	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,5	110,7	112,2	111,1	112,0	112,0	112,2	2,8
00:32	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,5	110,7	112,3	111,1	112,2	112,3	112,2	2,8
00:34	110,0	111,9	113,2	113,3	112,1	113,7	110,7	112,2	111,3	112,1	112,0	112,3	3,0
00:36	110,0	112,0	113,1	113,4	112,1	113,7	110,8	112,3	111,0	112,1	112,0	112,3	2,9
00:38	110,0	112,0	113,2	113,4	112,1	113,7	110,8	112,5	111,0	112,2	112,0	112,3	2,9
00:40	110,0	111,9	113,1	113,3	112,0	113,8	110,7	112,2	110,9	112,1	112,0	112,2	3,1
00:42	110,0	111,9	112,2	113,3	112,1	113,8	110,6	112,2	111,0	112,1	112,1	112,1	3,2
00:44	110,0	111,9	113,2	113,4	112,1	113,8	110,7	112,3	110,9	112,1	112,0	112,2	3,1
00:46	110,0	112,0	113,2	113,4	112,1	113,5	110,7	112,3	111,0	112,2	112,0	112,2	2,8
00:48	110,0	112,0	113,2	113,4	112,2	113,5	110,8	112,1	111,0	112,1	112,1	112,2	2,7
00:50	110,0	112,0	113,1	113,4	112,1	113,5	110,7	112,3	110,9	112,2	112,0	112,2	2,8
00:52	110,0	112,0	113,2	113,4	112,1	113,7	110,6	112,2	111,1	112,1	112,1	112,3	3,1
00:54	110,0	111,9	113,2	113,3	112,1	113,7	110,7	112,4	110,7	112,1	112,2	112,2	3,1
00:56	110,0	112,0	113,2	113,4	112,1	113,7	110,8	112,5	110,8	112,2	112,4	112,3	3,0
00:58	110,0	111,9	114,1	113,3	112,1	113,5	110,9	112,3	111,2	112,1	112,1	112,4	3,1
01:00	110,0	112,0	113,2	113,5	112,2	113,5	110,8	112,4	111,0	112,2	112,1	112,3	2,7

T. Promedio	111,9	113,1	113,3	112,0	113,7	110,7	112,2	110,9	112,1	112,1	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	112,0	114,1	113,5	112,2	113,8	110,9	112,5	111,3	112,2	112,4	
T. Mínimo	111,8	112,2	113,2	111,9	113,5	110,4	112,0	110,6	112,0	111,8	
DTT	0,2	1,9	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,2	0,6	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	114,1	0,5
Mínima temperatura registrada durante la calibración	110,4	0,2
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	1,9	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	3,0	0,1
Estabilidad (±)	0,95	0,04
Uniformidad	3,3	0,5



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

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

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

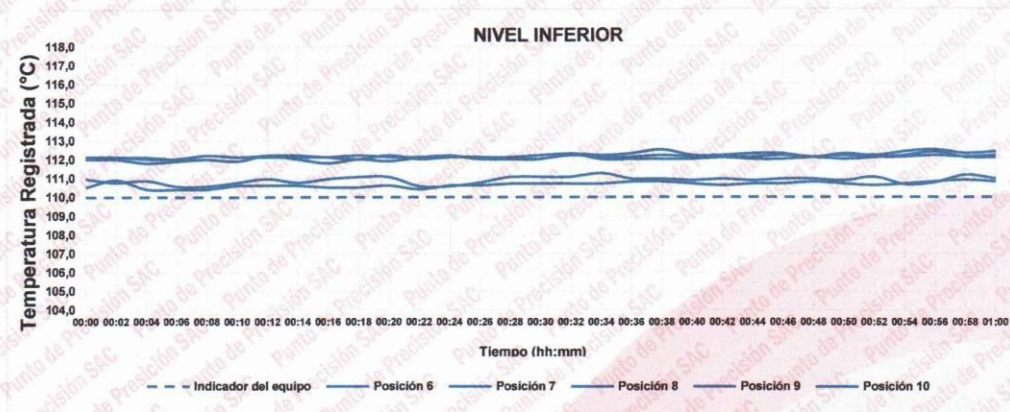
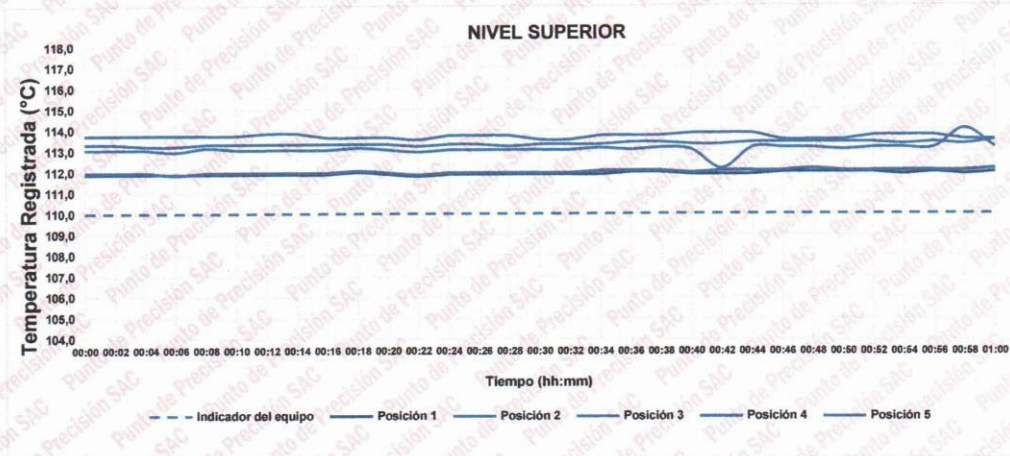
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

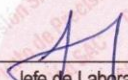
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-098-2023

Página 4 de 5

### 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



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

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

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-098-2023

Página 5 de 5

### Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
$\Delta T$ .	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

### Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)

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

# Anexo 4-U: Certificado de calibración N° LM-202-2023 – Balanza Ohaus 30 kg



Laboratorio PP

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



INACAL

DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-202-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 066-2023  
Fecha de Emisión : 2023-03-16

1. Solicitante : JMF LABCON SAC

Dirección : MZA. RR LOTE. 8 SEC. HUERTOS DE LURIN -  
PACHACAMAC - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30

Número de Serie : 8342512641

Alcance de Indicación : 30 kg

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real ( d ) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-03-10

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

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

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

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

### 3. Método de Calibración

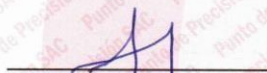
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JMF LABCON SAC  
MZA. RR LOTE. 8 SEC. HUERTOS DE LURIN - PACHACAMAC - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-202-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	26,8	26,8
Humedad Relativa	71,0	71,0

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29,993 kg para una carga de 30,000 kg

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

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

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

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

**8. Resultados de Medición**

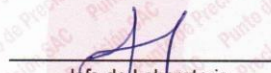
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	26,8			26,8		
	Carga L1= 15,000 kg			Carga L2= 30,000 kg		
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0,5	0,0	30,000	0,8	-0,3
2	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,6	-0,1
3	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,7	-0,2
4	15,000	0,7	-0,2	30,000	0,5	0,0
5	15,000	0,5	0,0	30,000	0,8	-0,3
6	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,6	-0,1
7	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,7	-0,2
8	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
9	15,000	0,7	-0,2	30,000	0,8	-0,3
10	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,6	-0,1
Diferencia Máxima	0,4			0,3		
Error máximo permitido	± 2 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-202-2023

Página: 3 de 3

Diagram showing positions 1, 2, 3, 4, 5 for the eccentricity test.

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperature table: Temp. (°C) Initial 26,8 Final 26,8

Main table for eccentricity test with columns for position, load, and error correction.

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Temperature table: Temp. (°C) Initial 26,8 Final 26,8

Main table for weighing test with columns for load, increasing/decreasing, and error.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R - 1,79x10^-9 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(3,28x10^-1 g^2 + 2,92x10^-9 x R^2)

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E\_o: Error en cero E\_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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




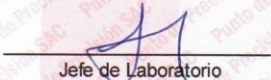

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

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

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



# Anexo 4-V: Certificado de calibración N° LM-200-2023 – Balanza Ohaus 600gr

 <b>Laboratorio PP</b>	<b>Punto de Precisión SAC</b> <b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL</b> <b>ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA</b> <b>CON REGISTRO N° LC - 033</b>	 <b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado <small>Registro N°LC-033</small>
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-200-2023</b>		
Página: 1 de 3		
<b>Expediente</b>	: 066-2023	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2023-03-16	
<b>1. Solicitante</b>	: <b>JMF LABCON SAC</b>	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
<b>Dirección</b>	: MZA. RR LOTE. 8 SEC. HUERTOS DE LURIN - PACHACAMAC - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>	Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
<b>Marca</b>	: <b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	: <b>SE602F</b>	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Número de Serie</b>	: <b>B135228023</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	: <b>600 g</b>	
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b>	: <b>0,1 g</b>	
<b>División de Escala Real (d)</b>	: <b>0,01 g</b>	
<b>Procedencia</b>	: <b>NO INDICA</b>	
<b>Identificación</b>	: <b>JMFBAL006</b>	
<b>Tipo</b>	: <b>ELECTRÓNICA</b>	
<b>Ubicación</b>	: <b>LABORATORIO</b>	
<b>Fecha de Calibración</b>	: <b>2023-03-10</b>	
<b>3. Método de Calibración</b>	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de JMF LABCON SAC MZA. RR LOTE. 8 SEC. HUERTOS DE LURIN - PACHACAMAC - LIMA	
 <b>LABORATORIO</b> <b>PUNTO DE PRECISIÓN</b> <b>S A C</b>	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02		
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106		
<a href="http://www.puntodeprecision.com">www.puntodeprecision.com</a> E-mail: <a href="mailto:info@puntodeprecision.com">info@puntodeprecision.com</a> / <a href="mailto:puntodeprecision@hotmail.com">puntodeprecision@hotmail.com</a>		
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-200-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	26,6	26,7
Humedad Relativa	70,0	71,0

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 600,03 g para una carga de 600,00 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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

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

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

**8. Resultados de Medición**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	26,7			26,7		
	Carga L1= 300,000 g			Carga L2= 600,000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	299,98	0,004	-0,019	599,97	0,004	-0,029
2	299,98	0,002	-0,017	599,96	0,003	-0,038
3	299,98	0,004	-0,019	599,97	0,002	-0,027
4	299,98	0,003	-0,018	599,96	0,004	-0,039
5	299,98	0,003	-0,018	599,96	0,004	-0,039
6	299,98	0,002	-0,017	599,95	0,004	-0,049
7	299,97	0,004	-0,029	599,95	0,002	-0,047
8	299,97	0,004	-0,029	599,95	0,003	-0,048
9	299,98	0,002	-0,017	599,96	0,004	-0,039
10	299,97	0,003	-0,028	599,96	0,002	-0,037
Diferencia Máxima			0,012			0,022
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-200-2023  
 Página: 3 de 3



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>2</sub>				Determinación del Error corregido					
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,100	0,09	0,004	-0,009	200,000	199,97	0,004	-0,029	-0,020	
2		0,10	0,006	-0,001		199,98	0,003	-0,018	-0,017	
3		0,09	0,004	-0,009		199,97	0,004	-0,029	-0,020	
4		0,09	0,003	-0,008		199,98	0,002	-0,017	-0,009	
5		0,09	0,004	-0,009		199,97	0,004	-0,029	-0,020	
Temp. (°C)									Inicial	Final
									26,7	26,7
									Error máximo permitido : ± 0,3 g	

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100	0,09	0,004	-0,009						
0,200	0,19	0,003	-0,008	0,001	0,19	0,002	-0,007	0,002	0,1
20,000	19,97	0,004	-0,029	-0,020	19,94	0,004	-0,059	-0,050	0,1
50,000	49,96	0,002	-0,037	-0,028	49,94	0,004	-0,059	-0,050	0,1
70,000	69,96	0,004	-0,039	-0,030	69,94	0,003	-0,058	-0,049	0,2
100,000	99,96	0,003	-0,038	-0,029	99,93	0,004	-0,069	-0,060	0,2
150,000	149,96	0,003	-0,038	-0,029	149,94	0,004	-0,059	-0,050	0,2
200,000	199,94	0,004	-0,059	-0,050	199,94	0,002	-0,057	-0,048	0,2
400,001	399,94	0,002	-0,058	-0,049	399,94	0,003	-0,059	-0,050	0,3
500,000	499,93	0,003	-0,068	-0,059	499,93	0,002	-0,067	-0,058	0,3
600,000	599,92	0,004	-0,079	-0,070	599,92	0,004	-0,079	-0,070	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

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

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,43 \times 10^{-4} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{1,52 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 7,86 \times 10^{-10} \times R^2}$$

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

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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

Anexo 4-W: Certificado de calibración de tamices



TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608  
Loveland, CO 80539-0608  
In USA 1-800-323-1242  
Worldwide (970) 663-9780  
Fax: (970) 663-9781  
E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)  
Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park  
Leighton Buzzard  
Bedfordshire, LU7 8WG, England  
Phone: +44 1525 249200  
Fax: +44 1525 249249  
E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)  
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565  
ISO 3310-1

BS  
410

Serial Number: 174726877



## TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608  
Loveland, CO 80539-0608  
In USA 1-800-323-1242  
Worldwide (970) 663-9780  
Fax: (970) 663-9781  
E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)  
Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park  
Leighton Buzzard  
Bedfordshire, LU7 8WG, England  
Phone: +44 1525 249200  
Fax: +44 1525 249249  
E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)  
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

**ASTM E 11**

**ISO 565  
ISO 3310-1**

**BS  
410**

Serial Number: 174726798



## TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608

Loveland, CO 80539-0608

In USA 1-800-323-1242

Worldwide (970) 663-9780

Fax: (970) 663-9781

E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)

Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park

Leighton Buzzard

Bedfordshire, LU7 8WG, England

Phone: +44 1525 249200

Fax: +44 1525 249249

E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)

<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565  
ISO 3310-1

BS  
410

Serial Number: 173210305



## TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608  
Loveland, CO 80539-0608  
In USA 1-800-323-1242  
Worldwide (970) 663-9780  
Fax: (970) 663-9781  
E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)  
Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park  
Leighton Buzzard  
Bedfordshire, LU7 8WG, England  
Phone: +44 1525 249200  
Fax: +44 1525 249249  
E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)  
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

**ASTM E 11**

**ISO 565  
ISO 3310-1**

**BS  
410**

Serial Number: 161127389



## TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608

Loveland, CO 80539-0608

In USA 1-800-323-1242

Worldwide (970) 663-9780

Fax: (970) 663-9781

E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)

Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park  
Leighton Buzzard

Bedfordshire, LU7 8WG, England

Phone: +44 1525 249200

Fax: +44 1525 249249

E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)

<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565  
ISO 3310-1

BS  
410

Serial Number: 191022895





## TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608  
Loveland, CO 80539-0608  
In USA 1-800-323-1242  
Worldwide (970) 663-9780  
Fax: (970) 663-9781  
E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)  
Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park  
Leighton Buzzard  
Bedfordshire, LU7 8WG, England  
Phone: +44 1525 249200  
Fax: +44 1525 249249  
E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)  
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565  
ISO 3310-1

BS  
410

Serial Number: 173220933



## TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608

Loveland, CO 80539-0608

In USA 1-800-323-1242

Worldwide (970) 663-9780

Fax: (970) 663-9781

E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)

Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park  
Leighton Buzzard

Bedfordshire, LU7 8WG, England

Phone: +44 1525 249200

Fax: +44 1525 249249

E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)

<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565  
ISO 3310-1

BS  
410

Serial Number: 174726830



## TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608  
Loveland, CO 80539-0608  
In USA 1-800-323-1242  
Worldwide (970) 663-9780  
Fax: (970) 663-9781  
E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)  
Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park  
Leighton Buzzard  
Bedfordshire, LU7 8WG, England  
Phone: +44 1525 249200  
Fax: +44 1525 249249  
E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)  
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565  
ISO 3310-1

BS  
410

Serial Number: 173620702



**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

**to specifications of**

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

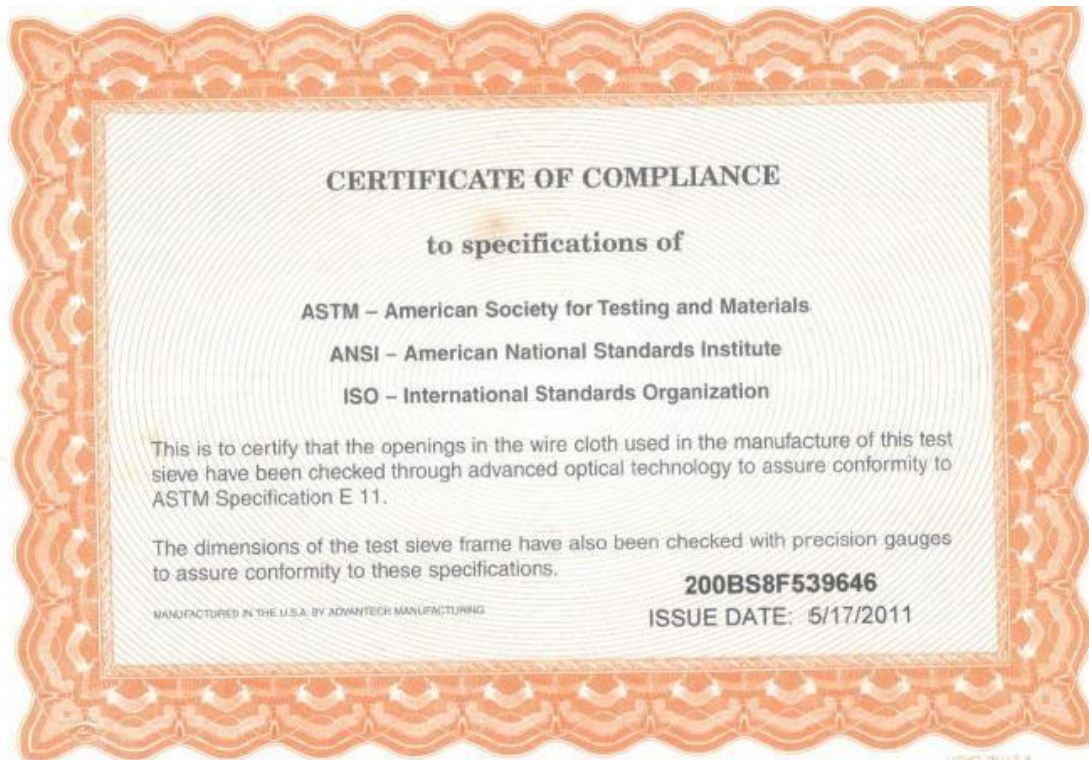
This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

**20BS8F717375**

**ISSUE DATE: 6/5/2015**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING



**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

**to specifications of**

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

**200BS8F539646**

**ISSUE DATE: 5/17/2011**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**



Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	830,17	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	855,43	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	561,29	µm
MALLA No. MESH No.	20	
SERIE No. SERIAL No.	81852	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 11,15	µm
FECHA DATE	2021 / 03 / 17	FIRMA SIGN


ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**Planta**

km 2 vía Puente Piedra  
Parque Industrial **San Isidro**  
Bodega C1  
(Madrid, Cundinamarca).  
**TEL: (571) 7454555**  
**www.pinzuar.com.co**

**PINZUAR**  
WWW.PINZUAR.COM.CO

Anexo 4-X: Certificado de calibración N° LFP-237-2023 – Maquina de ensayo Uniaxial



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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-237-2023**

Página : 1 de 2

**Expediente** : 066-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-04-01

**1. Solicitante** : JMF LABCON SAC

**Dirección** : MZA. RR LOTE. 8 SEC. HUERTOS DE LURIN - PACHACAMAC - LIMA

**2. Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

**Marca de Prensa** : UTEST  
**Modelo de Prensa** : UTC-4131  
**Serie de Prensa** : 17/001659  
**Capacidad de Prensa** : 1500 kN  
**Código de Identificación** : JMFPREN01

**Marca de indicador** : UTEST  
**Modelo de Indicador** : BC100

**Marca de Transductor** : KELLER  
**Modelo de Transductor** : PA-21R/600bar/80853.01  
**Serie de Transductor** : 222135.0091

**Bomba Hidraulica** : ELÉCTRICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
MZA. RR LOTE. 8 SEC. HUERTOS DE LURIN - PACHACAMAC - LIMA  
**31 - MARZO - 2023**

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

**5. Trazabilidad**


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS HIGH WEIGHT	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29.8	30.7
Humedad %	64	60

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

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



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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-237-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,095	99,194	0,91	0,81	99,14	0,86	-0,10
200	200,032	198,241	-0,02	0,88	199,14	0,43	0,90
300	301,358	301,211	-0,45	-0,40	301,28	-0,43	0,05
400	400,249	400,905	-0,06	-0,23	400,58	-0,14	-0,16
500	501,021	500,081	-0,20	-0,02	500,55	-0,11	0,19
600	600,834	601,490	-0,14	-0,25	601,16	-0,19	-0,11
700	703,597	702,862	-0,51	-0,41	703,23	-0,46	0,11

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlación :  $R^2 = 1$

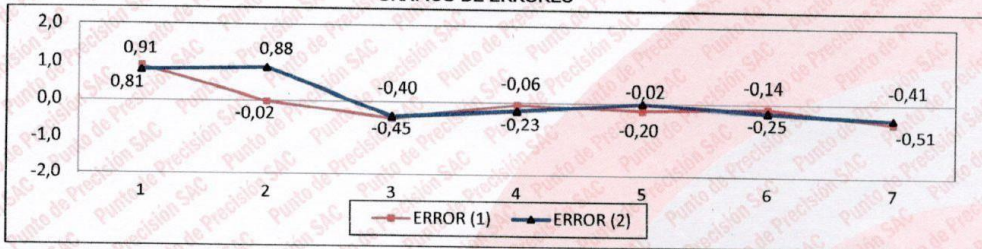
Ecuación de ajuste :  $y = 0,9945x + 1,4944$

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

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

Anexo N°5: Tablas del Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos

Anexo N°5-A: Número de calicatas a ser exploradas según su IMDA

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: Manual de Carreteras - Sección: Suelos y Pavimentos (2014, p.28)



Anexo N°5-B: Tabla de cantidad de estudios de CBR a realizar por kilometro

Tipo de Carretera	N° M <sub>R</sub> y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 M<sub>R</sub> cada 3 km y 1 CBR cada 1 km</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>• (*)</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>• (*)</li> </ul>
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: Manual de Carreteras - Sección: Suelos y Pavimentos (2014, p.30)

Anexo N°5-C: Categorías de Subrasante según su CBR

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras - Sección: Suelos y Pavimentos (2014, p.37)

Anexo N° 6: Conteo de vehículos por día en la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023.

Anexo N° 6-A: Conteo de vehículos por día en la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023 – Fecha 18-09-2023



### CONTEO DE VEHICULOS DIARIOS

"Influencia del mucilago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023"

CARRETERA	AV. Santo Domingo de los Olleros
DIA	18/09/23
ELABORADO POR	Andrés Saicos Torres Flores

CONTROL VEHICULAR	AUTO CAMIONETA		MINIVAN BUS COUSTER		VOLQUETE CISTERNA		TRAILERS		
	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	
Inicio: 8:00 am Fin: 9:00 am	Oeste a Este	III	23	III	22	I	16	III	28
	Este a Oeste	III	27	III	14	I	20	II	7
	Oeste a Este	III	9	III	3	II	12	I	6
Inicio: 10:00 am Fin: 11:00 am	Este a Oeste	III	18	/	0	II	17	III	4
	Oeste a Este	II	12	I	6		5	III	30
Inicio: 11:00 am Fin: 12:00 pm	Este a Oeste	II	15	II	10	II	15	III	9
	Oeste a Este	II	7	II	5	III	8	III	9
	Este a Oeste	III	9	II	2	II	10	II	17
Inicio: 12:00 pm Fin: 1:00 pm	Oeste a Este	III	8	III	8	II	12	II	5
	Este a Oeste	III	4	II	9	II	14	III	18
	Oeste a Este	III	4	II	11	"	2	III	9
Inicio: 2:00 pm Fin: 3:00 pm	Este a Oeste	III	4	II	11	"	2	III	9
	Oeste a Este	III	4	II	11	"	2	III	9
	Este a Oeste	III	4	II	11	"	2	III	9
Inicio: 3:00 pm Fin: 4:00 pm	Oeste a Este	III	4	II	11	"	2	III	9
	Este a Oeste	III	4	II	11	"	2	III	9
	Oeste a Este	III	4	II	11	"	2	III	9
Inicio: 5:00 pm Fin: 6:00 pm	Este a Oeste	III	4	II	11	"	2	III	9
	Oeste a Este	III	4	II	11	"	2	III	9
	Este a Oeste	III	4	II	11	"	2	III	9
<b>PARCIALES</b>		158		118		149		143	
<b>TOTAL</b>		568 Vehículos							

Anexo N° 6-B: Conteo de vehículos por día en la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023 – Fecha 19-09-2023



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONTEO DE VEHICULOS DIARIOS

"Influencia del mucilago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023"

CARRETERA	AV Santo Domingo de los Olleros
DIA	19/09/23
ELABORADO POR	Andrés Scott Torres Flores

CONTROL VEHICULAR	AUTO CAMIONETA		MINIVAN BUS COUSTER		VOLQUETE CISTERNA		TRAILERS	
	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL
Inicio 6:00 am Fin 7:00 am Este a Oeste	HTT HTT HTT HTT IIII	24	HTT HTT HTT HTT	21	HTT HTT HTT HTT II	22	HTT HTT III	13
	HTT HTT HTT HTT HTT	25	HTT HTT II	13	HTT HTT HTT III	18	HTT HTT	10
Inicio 8:00 am Fin 9:00 am Este a Oeste	HTT HTT HTT III	18	HTT HTT HTT IIII	19	HTT HTT HTT III	18	HTT III	8
	HTT III	9	HTT IIII	9	HTT HTT	10	HTT II	7
Inicio 10:00 am Fin 11:00 am Este a Oeste	HTT HTT HTT	10	HTT II	7	HTT IIII	9	HTT HTT II	12
	HTT HTT II	12	HTT HTT	10	HTT HTT II	12	HTT IIII	9
Inicio 1:00 pm Fin 2:00 pm Este a Oeste	HTT HTT HTT HTT	20	HTT HTT IIII	14	HTT HTT IIII	14	HTT HTT I	11
	HTT HTT IIII	14	HTT HTT HTT I	16	HTT HTT II	13	HTT HTT	10
Inicio 3:00 pm Fin 4:00 pm Este a Oeste	HTT HTT HTT	15	HTT III	8	HTT HTT I	11	HTT HTT III	13
	HTT IIII	9	HTT II	7	HTT HTT IIII	14	HTT HTT I	11
Inicio 5:00 pm Fin 6:00 pm Este a Oeste	HTT HTT HTT HTT	22	HTT HTT HTT HTT II	22	HTT HTT HTT	15	HTT III	8
	HTT HTT	10	HTT HTT II	13	HTT I)	7	HTT IIII	9
Inicio 8:00 pm Fin 1:00 pm Este a Oeste	HTT III	8	HTT HTT	10	HTT HTT	10	HTT HTT III	13
	HTT HTT HTT HTT I	21	HTT HTT HTT III	18	HTT HTT HTT II	17	HTT HTT II	12
<b>PARCIALES</b>		217	187	190	146			
<b>TOTAL</b>		740 Vehículos						

Anexo N° 6-C: Conteo de vehículos por día en la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023 – Fecha 21-09-2023



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CONTEO DE VEHICULOS DIARIOS**

**"Influencia del mucllago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023"**

CARRETERA	Av. Santo Domingo de los olros
DIA	21/09/23
ELABORADO POR	Andrés Jacobs Torres Flores

CONTROL VEHICULAR	AUTO CAMIONETA		MINIVAN BUS COUSTER		VOLQUETE CISTERNA		TRAILERS	
	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL
Inicio 6:00 AM Fin 7:00 AM	Oeste a Este	19	23	20	9			
	Este a Oeste	17	13	12	8			
Inicio 8:00 AM Fin 9:00 AM	Oeste a Este	20	19	17	14			
	Este a Oeste	12	10	18	13			
Inicio 10:00 AM Fin 11:00 AM	Oeste a Este	9	8	9	17			
	Este a Oeste	11	13	10	12			
Inicio 12:00 PM Fin 1:00 PM	Oeste a Este	17	14	13	10			
	Este a Oeste	10	12	9	7			
Inicio 2:00 PM Fin 3:00 PM	Oeste a Este	13	8	15	8			
	Este a Oeste	16	6	13	6			
Inicio 5:00 PM Fin 6:00 PM	Oeste a Este	22	22	17	9			
	Este a Oeste	23	15	11	11			
Inicio 6:00 PM Fin 7:00 PM	Oeste a Este	17	18	10	7			
	Este a Oeste	19	7	8	9			
<b>PARCIALES</b>		225	188	182	140			
<b>TOTAL</b>		735 Vehículos						

Anexo N° 6-D: Conteo de vehículos por día en la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023 – Fecha 22-09-2023



**CONTEO DE VEHICULOS DIARIOS**

"Influencia del mucilago de penca de tuna en la subrasante de la Av. Santo Domingo de los Olleros, Chilca 2023"

CARRETERA	Av. Santo Domingo de los Olleros
DIA	22/09/23
ELABORADO POR	Andrés Jacob Torres Flores

CONTROL VEHICULAR	AUTO CAMIONETA		MINIVAN BUS COUSTER		VOLQUETE CISTERNA		TRAILERS	
	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL	CONTEO	TOTAL
Inicio 6:00 AM FIN 7:00 AM	Oeste a este HTT HTT HTT HTT 1	21	HTT HTT HTT HTT	15	HTT HTT HTT HTT	15	HTT HTT HTT HTT	7
	Este a Oeste HTT HTT HTT HTT III	13	HTT HTT HTT HTT II	17	HTT HTT HTT HTT III	18	HTT HTT HTT HTT IIII	9
Inicio 8:00 AM FIN 9:00 AM	Oeste a este HTT HTT HTT HTT HTT II	22	HTT HTT HTT HTT HTT HTT	20	HTT HTT HTT HTT HTT IIII	19	HTT HTT HTT HTT I	11
	Este a Oeste HTT HTT HTT HTT	10	HTT HTT HTT HTT II	17	HTT HTT HTT HTT III	13	HTT HTT HTT HTT III	8
Inicio 11:00 AM FIN 12:00 PM	Oeste a Este HTT HTT HTT HTT	15	HTT HTT HTT HTT	15	HTT HTT HTT HTT	10	HTT HTT HTT HTT I	6
	Este a Oeste HTT HTT HTT HTT IIII	9	HTT HTT HTT HTT	10	HTT HTT HTT HTT III	8	HTT HTT HTT HTT III	8
Inicio 2:00 PM FIN 3:00 PM	Oeste a este HTT HTT HTT HTT HTT II	22	HTT HTT HTT HTT III	8	HTT HTT HTT HTT IIII	9	HTT HTT HTT HTT HTT	10
	Este a Oeste HTT HTT HTT HTT HTT III	18	HTT HTT HTT HTT II	7	HTT HTT HTT HTT I	6	HTT HTT HTT HTT HTT I	12
Inicio 4:00 PM FIN 5:00 PM	Oeste a Este HTT HTT HTT HTT HTT II	12	HTT HTT HTT HTT IIII	19	HTT HTT HTT HTT II	12	HTT HTT HTT HTT III	13
	Este a Oeste HTT HTT HTT HTT HTT I	11	HTT HTT HTT HTT HTT	20	HTT HTT HTT HTT I	16	HTT HTT HTT HTT IIII	9
Inicio 5:00 PM FIN 6:00 PM	Oeste a Este HTT HTT HTT HTT HTT	20	HTT HTT HTT HTT I	11	HTT HTT HTT HTT HTT II	17	HTT HTT HTT HTT HTT	15
	Este a Oeste HTT HTT HTT HTT HTT II	12	HTT HTT HTT HTT HTT III	18	HTT HTT HTT HTT HTT IIII	18	HTT HTT HTT HTT HTT IIII	14
<b>PARCIALES</b>		185	177	161	122			
<b>TOTAL</b>		645 Vehiculos						

Anexo 7: Panel Fotográfico





Toma de muestra de la calicata C-2



Verificación de profundidad de calicata C-2



Excavación de calicata C-3



Toma de muestra de la calicata C-3



Verificación de profundidad de calicata C-3



Visita previa a plantaciones de tuna



Selección de pencas



Recojo de pencas de tuna



Pencas recolectadas



Pesado de pencas de tuna



Lavado de pencas de tuna



Corte de pencas de tuna





Vaciado de mucilago en los contenedores



Inicio de macerado



Macerado de pencas de tuna



Batido del macerado



Colado del mucilago



Embotellado del mucilago



Botellas obtenidas



Botellas obtenidas



Granulometría calicata C-1



Granulometría calicata C-2



Granulometría calicata C-1



Horno para secado de muestras



Secado de muestras



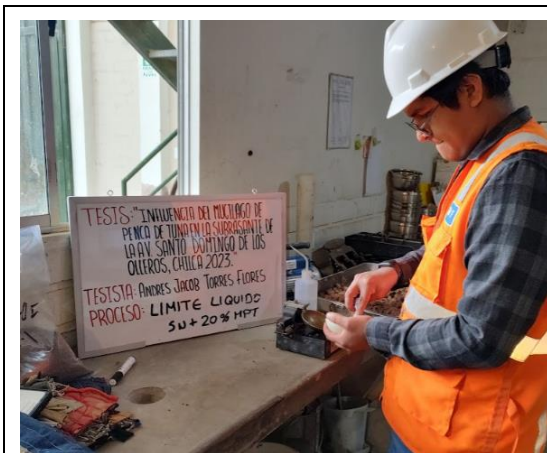
Determinación del contenido de humedad



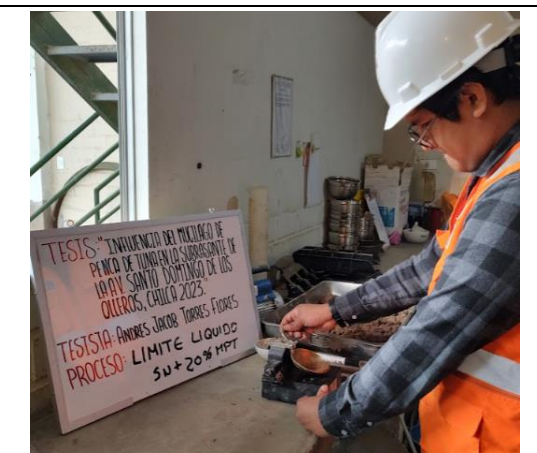
Preparación de muestra para Limite Liquido - Patrón



Limite Liquido - Patrón



Preparación de muestra para Limite Liquido - Patrón + 20% MPT



Limite Liquido - Patrón + 20% MPT



Preparación de muestra para Limite Liquido – Patrón + 45% MPT



Limite Liquido - Patrón + 45% MPT



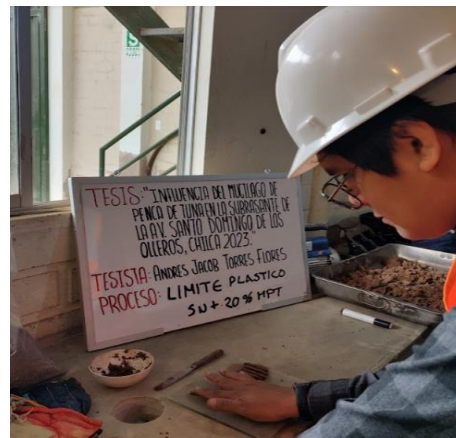
Preparación de muestra para Limite Liquido – Patrón + 75% MPT



Limite Liquido - Patrón + 75% MPT



Limite Plástico - Patrón



Limite Plástico – Patrón + 20% MPT



Limite Plástico – Patrón + 45% MPT



Limite Plástico – Patrón + 75 MPT



Proctor Modificado  
Máxima Densidad Seca - Patrón



Proctor Modificado  
Optimo Contenido de Humedad - Patrón



Proctor Modificado  
Máxima Densidad Seca – Patrón + 20% MPT



Proctor Modificado  
Optimo Contenido de Humedad – Patrón + 20% MPT



Proctor Modificado  
Máxima Densidad Seca – Patrón +  
45% MPT



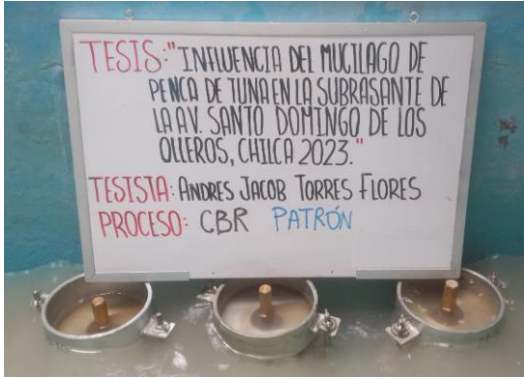
Proctor Modificado  
Optimo Contenido de Humedad –  
Patrón + 45% MPT



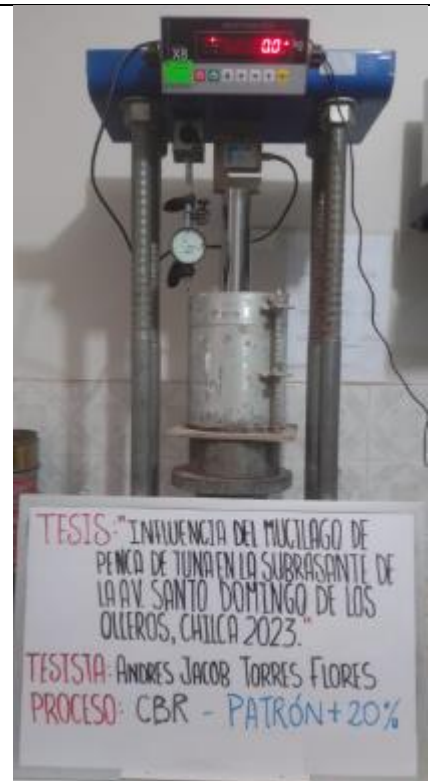
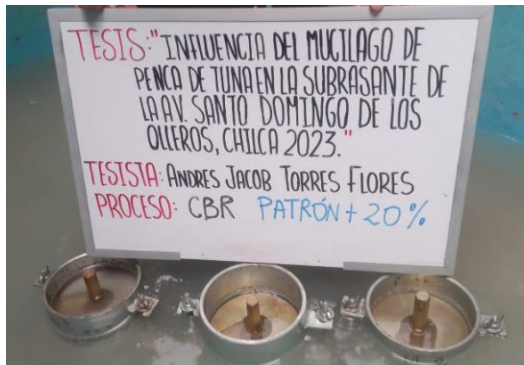
Proctor Modificado  
Máxima Densidad Seca – Patrón +  
75% MPT



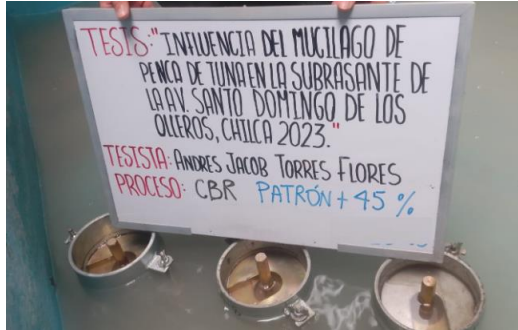
Proctor Modificado  
Optimo Contenido de Humedad –  
Patrón + 75% MPT



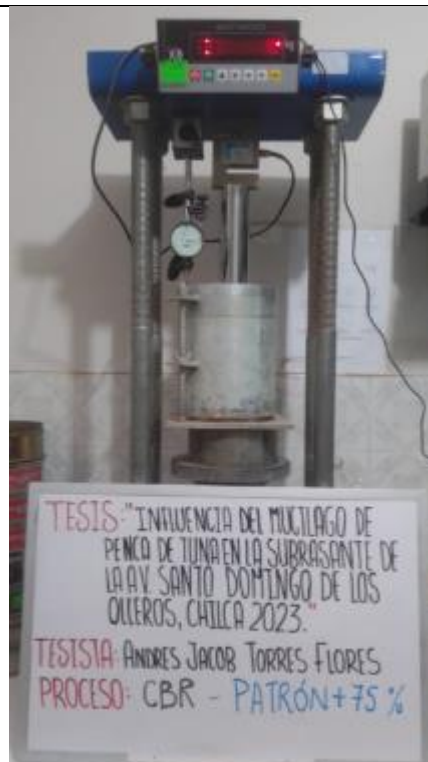
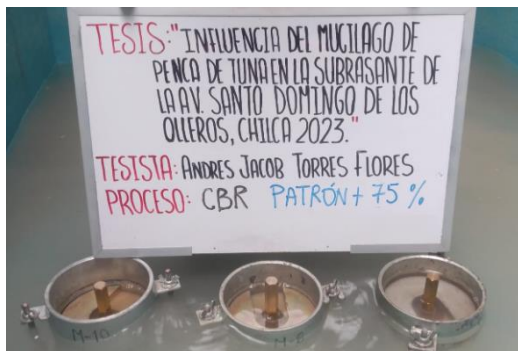
CBR - Patrón



CBR – Patrón + 20% MPT



CBR – Patrón + 45% MPT



CBR – Patrón + 75% MPT