



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Estabilización de suelos arcillosos con mucilago de penca de tuna y ceniza de madera, en la carretera Cangari, Ayacucho, 2020”**

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

**AUTOR:**

Huamán Oré, Leinster Stafford (ORCID: [0000-0003-4978-2296](https://orcid.org/0000-0003-4978-2296))

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarme por cada paso que doy y darme las ganas de seguir adelante

A mi familia querida, quienes siempre estuvieron en mi lado apoyándome en cada dificultad que se me presentaba en el camino, gracias a ellos culmino mi sueño anhelado.

## **AGRADECIMIENTO**

Al catedrático por compartir su conocimiento y brindar sus experiencias profesionales.

A mi familia por brindarme su apoyo condicional en cada obstáculo obtenido en todo el recorrido profesional.

A mi padre por su comprensibilidad y su orientación en todo el proceso de formación profesional.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras.....	.vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	19
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	46

## Índice de Tablas

Tabla N° 01. Cantidad de hornos en Huamanga.....	13
Tabla N° 02. Porcentajes de materiales utilizados.....	13
Tabla N° 03. Detalle de calicatas según el IMDA.....	18
Tabla N° 04 Numero de ensayos de CBR según el IMDA.....	18
Tabla N° 05. Resultados del suelo nativo ensayados en el laboratorio .....	25
Tabla N° 06. Ensayo de Atterberg con la incorporación de CMF y MPT.....	28
Tabla N° 07. (OCH) y (MDS) con la incorporación de Ceniza de madera de fondo y Mucilago de penca de tuna.....	30
Tabla N° 08. Tabla N° 13: Ensayo de CBR con la incorporación de CMF y MPT.....	32

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura N° 01. Mapa del Perú.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura N° 02. Mapa de la Región Ayacucho.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura N° 03. carretera cangari-huanta.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura N° 04. Calicata 01.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura N° 05. Calicata 02.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura N° 06. Calicata 03.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura N° 07. Curva Granulometrica del ensayo por tamizado de la calicata 01.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura N° 08. Curva Granulometrica por tamizado de la calicata 02.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura N° 09. Curva Granulometrica por tamizado de la calicata 03.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura N° 10. Grafico del limite de consistencia de la muestra natural.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura N° 11. Grafico del OCH inicial.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura N° 12. Grafico del MDS del suelo nativo.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura N°13. Grafico del California Bearing Ratio (CBR) del suelo Nativo.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura N° 14. Grafico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de CMF y MPT.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura N° 15 Grafico del OCH con la incorporación de CMF+ MPT.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura N° 16. Gráfico de la Máxima densidad Seca con la incorporación de CMF+MPT.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura N° 17. Grafico del Ensayo de CBR con la incorporación de CMF + MPT.....</b>	<b>33</b>

## Resumen

El presente proyecto de investigación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se realizó con la finalidad de buscar una alternativa en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas en los suelos arcillosos, teniendo como objetivo evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020. Es una investigación de tipo Aplicada, de tipo cuasi experimental, método donde el investigador puede manipular las variables de estudios; los ensayos que se realizaron en la investigación son: Limite de atterberg, Proctor modificado y California Bearing Ratio(CBR), recíprocamente se dosificaron diferentes porcentajes de Ceniza de madera de fondo (CMF) y mucilago de penca de tuna (MPT) para adherirlo al suelo, teniendo como resultados: en el ensayo de Atterberg, se pudo reducir el índice de plasticidad considerablemente con todas las dosificaciones pertinentes, siendo el más favorable el 21% de CMF más 70% DE MPT, asimismo en el ensayo de proctor modificado se redujo el contenido de humedad en dos primeras dosificaciones y en la última se obtuvo un gran incremento, finalmente en el CBR todas las dosificaciones son óptimos para la estabilización.

**Palabras clave:** Estabilización, Ceniza de madera de fondo, mucílago de penca de tuna, suelos arcillosos.

## **Abstract**

The present research project to obtain the professional title of Civil Engineer, was carried out with the purpose of looking for an alternative in the improvement of the physical-mechanical properties in clay soils, with the objective of evaluating the application of background wood ash and prickly pear leaf mucilage to improve the properties of clay soils in the sub-grade of the Cangari highway, Ayacucho, 2020. It is an Applied type research, of a quasi-experimental type, a method where the researcher can manipulate the study variables; The tests that were carried out in the investigation are: Atterberg limit, modified Proctor and California Bearing Ratio (CBR), reciprocally different percentages of bottom wood ash (CMF) and prickly pear stalk mucilage (MPT) were dosed to adhere it to the soil, having as results: in the Atterberg test, the plasticity index could be reduced considerably with all the pertinent dosages, being the most favorable 21% of CMF plus 70% of MPT, also in the modified proctor test the moisture content in the first two dosages and in the last one a large increase was obtained, finally in the CBR all dosages are optimal for stabilization.

**Keywords:** Stabilization, Background wood ash, prickly pear leaf mucilage, clay soils.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A nivel internacional la red vial en cada país es primordial para el crecimiento y el desarrollo porque es el único medio que facilita el transporte del ser humano, mediante ellos es admisible el traslado de pertenencias, materias primas y productos realizados. En Latinoamérica se muestra defectos en la infraestructura vial y esto representa un retraso competitivo, en ciudades que cuenten con un buen desarrollo en transporte, la vida sería más fácil ya que reduciría el costo de movilización, pero tenemos situaciones muy desastrosas donde los accesos de transporte están deteriorados y es por el cual incrementan el costo de traslado, las carreteras permiten satisfacer necesidades primordiales en los ámbitos laborales, educación, salud, alimentación; son necesidades primordiales para cada país. Es importante que un país tenga estrategias para desarrollar su sistema vial y de ese modo cumplir con las necesidades primordiales de la población, con carreteras adecuadas para cada población se tendrá resultados positivos ante la reducción de los índices de pobreza y aumentar la recesión económica.

Es fundamental que toda obra vial tenga los parámetros de resistencia bien establecidos para llegar a una óptima duración, pero hay situaciones donde se encuentran patologías a nivel de la subrasante, cuyo defecto sucede por el alto índice de contenido de humedad, razón por la cual los países como Colombia, Ecuador y España vienen buscando una solución realizando experimentos para una posible solución adicionando productos como la ceniza del carbón de fondo, ceniza de cascara de arroz, etc. Con el propósito de dar mejora a las características físicas y mecánicas del suelo.

En el ámbito nacional, contamos con diferentes problemas que afectan a las vías que podrían ser de carácter constructivas o por las variedades de suelos que se tiene en la Subrasante, estos podrían ser arcillosos, arenosos, etc. Por ello en los lugares de Ayacucho, Huancayo y Cajamarca se encontraron suelos inestables con deficiencias en la Subrasante debido a las constantes lluvias y los cambios climáticos que se producen en las provincias del país, por el cual se planificó diversas metodologías para estabilizar el suelo con productos que son desechables o vegetales que se encuentran en el entorno de la vía, productos como la ceniza de madera de fondo, ceniza de cascara de arroz y el mucilago de la penca de tuna.

La combinación de suelos o llamado también estabilización mecánica, se viene sustituyendo por métodos nuevos de estabilización en los cuales se están empleando componentes químicos, utilizadas comúnmente para el mejoramiento de suelos y para el desempeño en el buen desarrollo, al estabilizar con adiciones químicas mejora sus propiedades geotecnicas, pero también malogra las propiedades del suelo.

En el ámbito local, Ayacucho está ubicado en la sierra sur a un 2761 m.s.n.m, tiene una superficie 48814.80 km<sup>2</sup>, donde alberga el 10% de las vías del Perú y solo un 15% de carreteras se encuentran asfaltado, donde se viene impulsando la construcción de nuevas vías y realizando mantenimiento en las zonas rurales y urbanas, por la cantidad de deficiencias en la Subrasante debido a las constantes lluvias que se presentan en la sierra y la circulación de vehículos con carga pesada, es la situación que encontró en el distrito de Iguain, donde se encuentra deficiencias en la carretera hacia la comunidad de Cangari, perteneciente al mencionado distrito. es por ello que se realizó esta investigación con la finalidad de estabilizar suelos con alto porcentaje de plasticidad utilizando el mucilago de penca de tuna y la ceniza de madera, con la finalidad de mejorar la resistencia del suelo y reducir gastos, ya que el producto del nopal se encuentra en gran cantidad en la zona y la ceniza de madera que también podemos encontrar en cantidad en zonas ladrilleras que se encuentran cerca del lugar de estudio, por el cual este producto se desecha y no se hace un uso secundario.

### **Formulación del Problema**

Al describir la realidad problemática localidad de Cangari, distrito de Iguain, provincia de Huanta. Donde presentó problemas a nivel de la Subrasante debido a la demanda de vehículos de alto tonelaje y la constante presencia de humedad en cambios climáticos, que perjudica a la población en su libre tránsito debido a la presencia de asentamiento por el cual se realizó el adicionamiento de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca tuna para estabilizar el suelo arcilloso, obteniendo mejoras en las propiedades físico-mecánicas.

### **Problema general**

¿Cuánto influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo y el mucílago de penca de tuna en las propiedades físicas - mecánicas de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuánto influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para mejorar el límite consistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020?
- ¿Cuánto influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para disminuir el contenido de humedad de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020?
- ¿Cuánto influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para mejorar la resistencia de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020?

### **Justificación del estudio**

Esta investigación se realizó con el fin de buscar mejoras en las características de los suelos arcillosos, aplicando insumos naturales encontrados en la zona, altamente estabilizante y económico.

El proyecto está basado en la aplicación de mucilago de penca de tuna y ceniza de madera de fondo, la penca de tuna es un producto natural encontrado en las zonas desérticas de la sierra del Perú, donde las propiedades son esenciales para la compactación y la disminución de la porosidad en el suelo arcilloso, se aplica de manera líquida, segundo, la ceniza se encuentra en las ladrilleras artesanales de la zona, cuyo estabilizante se encuentra en gran cantidad, una de las propiedades de la ceniza es la resistencia que se obtiene al mezclar con un líquido, donde se aplica para reducir el contenido de humedad, Por el cual se busca una alternativa de solución en las deficiencias del suelo arcilloso.

## **Hipótesis General**

La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejora las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.

## **Hipótesis Específicas**

- La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejora el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.
- La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna disminuye el contenido de humedad de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.
- La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejora la resistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.

## **Objetivo General**

Evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.

## **Objetivo Específicos**

- Evaluar La aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para determinar el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.
- Evaluar La aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para determinar el contenido de humedad de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.
- Evaluar La aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para determinar la resistencia de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Cajaleón y Mondragón (2018), su investigación tiene como **objetivo**: determinar si el uso de ceniza de cascaras de arroz estabiliza los suelos arcillosos en la subrasante del km+17 Pimpingos, Choros 2018. Tiene un **estudio** de tipo Experimental. La **población** es considerada los 37 km de la carretera Pimpingos, departamento de Cajamarca, su **muestra** es el km +17 de la carretera Pimpingos, el **muestreo** es no probabilístico. Los **instrumentos** vienen a ser las calicatas que se realizó y las plantillas de cálculo para los ensayos en laboratorio, Los **resultados** que se obtuvieron al combinar la muestra con la ceniza en porcentajes de 10% y 15% arrojaron que la muestra tiene 2.5g/cm<sup>3</sup> como máxima densidad seca y un 9.4% de optimo contenido de humedad. **Se concluyó**, que al realizar el adicionamiento en mayor porcentaje de ceniza de cascara de arroz aumenta el CBR.<sup>1</sup>

Mendizábal (2018), su investigación tiene como **objetivo**: determinar los efectos en la subrasante por la adición del mucilago de penca de tuna para la estabilización de los suelos arcillosos en el jirón La unión, Chilca, Huancayo, Junín, 2018. Tiene un **estudio** de tipo Experimental, descriptivo - explicativo y aplicada. La **población** jirón La unión, Chilca, Huancayo, Junín, al que conforman 11 cuadras, su **muestra** es la cuadra 10 y 11 del jirón La unión, Chilca, Huancayo, Junín, el **muestreo** es no probabilístico. Los **instrumentos** vienen a ser formatos que brinda el laboratorio de los ensayos, ficha de análisis. Los **resultados** que se evidenciaron fue que al adicionarse el mucilago en un porcentaje de 25%,50% y 75%, aumento su CBR en un 7.6%, 9.4% y 11.8%. **Llegando a concluir** que la adición de 75% de mucilago de penca de tuna mejora las características físico mecánicas de la subrasante del Jirón la Unión<sup>2</sup>.

Mamani y Yataco (2017), dentro de su investigación tiene como **objetivo**: realizar una estabilización de un material arcilloso con ceniza procesada de las ladrilleras artesanales en la ciudad de Ayacucho. La **metodología** es una investigación experimental, Aplicada, de un enfoque Cuantitativo, de nivel Descriptivo. El lugar en que se realizó el estudio fue en la localidad de pacaicasa, distrito perteneciente a la región Ayacucho, donde existen hornos de ladrilleras artesanales. Donde se obtuvo como **muestra** a 17 hornos y el suelo arcilloso de un talud en el km 17 del mismo lugar. Los **instrumentos** utilizados fueron la ceniza de fondo, el suelo

arcilloso y ensayos de laboratorio. Sus **resultados** que se evidenciaron al realizar la adición de la ceniza en un 10%, 20%, 30%, 40% y 50% disminuyeron considerablemente el índice de plasticidad. **En conclusión**, al adicionar la ceniza fonda con el material arcilloso se evidenció el aumento de la gravedad específica de los suelos así elevando sus componentes físicos del suelo y la disminución del índice de plasticidad al realizar el ensayo de límites de consistencia<sup>3</sup>.

**Cañar (2017)**, dentro de su investigación tiene como **objetivo**: fue determinar la conducta al aplicar ceniza de carbón en las estabilizaciones del suelo arcillosos y arenosos finos. La **metodología** es de carácter Experimental, ya que busca incorporar cenizas de carbón en los porcentajes: 20%, 23% y 25% para obtener la capacidad de soporte (CBR). La **población** es la ciudad de Ambato la Vía Puyo. La **muestra** fue la parroquia Santa Rosa y el Km 2 de la vía Puyo. El **instrumento** utilizado fue ensayos de compresión para obtener la resistencia al corte, ensayo de Proctor modificado. Su **resultado** obtenido al combinar la muestra (CH) con 20% y 23% de ceniza de carbón no fue muy favorable ya que el CBR aumentó en 1%, por ello solo al combinar el 25% de ceniza se obtuvo un CBR de 11.20% siendo así una sub rasante de rango bueno. Al realizar la incorporación de ceniza de carbón en los suelos arcillosos se obtuvo un suelo compactado satisfactoriamente y aumentó la compactación así su CBR<sup>4</sup>.

**Barragán y Cutervo (2019)**, su investigación tiene como **objetivo**: Analizar los factores físico-mecánicos asociados a la resistencia de un suelo areno arcilloso al adicionarse ceniza de cascarilla de arroz con respecto a un suelo virgen del mismo tipo. La **metodología** es experimental y descriptivo, de un enfoque cuantitativo-cualitativo. La **muestra** se realizó en el suelo de la finca el Triunfo situada en la Vereda San José, de la municipalidad de Agua de Dios. El instrumento utilizado fue los ensayos de laboratorio, cascarilla de arroz, excavación de a sub-rasante. Los **resultados** que se obtuvo por límites de Atterberg nos dio que al aplicar la cascarilla de arroz se redujo su límite plástico y su índice de plasticidad, se obtuvo un suelo de precaria plasticidad que pertenece a un suelo de tipo arcilloso arenoso (SCL). Se **concluye** que al realizar la incorporación de la ceniza de fondo con el material arcilloso, aumenta el peso de los sólidos, favoreciendo los componentes físicos del suelo, disminuyó el índice de plasticidad al realizar el ensayo de límites de consistencia<sup>5</sup>.

**Morales(2015)**, su investigación tiene como **objetivo**: determinar la conducta de la ceniza de carbón al incorporar en la combinación de un suelo que será activadas alcalinamente, teniendo como prueba por el método curado, cuya finalidad es para mejorar las vías no pavimentadas. Metodología tipo experimental, ya que se realiza ensayos como el límite de consistencia, ensayos de proctor modificado, ensayos de fluorescencia de rayos X, donde se realiza a través de probetas para saber la resistencia a la compresión y la granulometría para obtener los porcentajes de LL LP y el IP, se realizó las mezclas en un 7% 14% y 21% con el material (CC), que es la ceniza de carbón, pero esta se realizó un tamizado por una malla N°4. Al realizar el proctor modificado se obtuvo como resultado al adicionar el material CC se obtuvo un aumento en el OCH y una disminución en la MDS, donde el suelo arcilloso presento una conducta menos favorable que el suelo de Urrao. Se concluyo que al mezclar la ceniza de carbón con la adición de Hidróxido de sodio en una cantidad de 3.5M en el suelo arcilloso se tuvo resultados favorables obteniendo más del 95% de humedad cuando se ponen a una temperatura de 40% y 50%, llegando a tener una resistencia de 270 kpa, por ello al realizar una comparación se determinó que el material CC tiene un impacto negativo en el curado, para el cual se recomienda realizar estudios con adición del CC en mayores porcentajes y realizar un tamizaje de la ceniza de carbón para separar los materiales inquemados y emplear más cantidad de molaridades para obtener un resistencia satisfactoria<sup>6</sup>.

Solórzano, Zambrano, Vacca y Larrahondo (2019), en su artículo científico tiene como **objetivo**: cuantificar en el laboratorio la degradación del módulo ante la presencia de RPCC, La metodología empleada fue descriptiva y experimental, se realizó la preparación de tres mezclas a proporción de la masa en 10, 20 y 40% de RPCC de 25 kg aproximadamente cada muestra. Se obtuvo como resultado la reducción del (límite líquido) con el aumento de RPCC. La muestra al 100% RPCC dio como resultado no plástico, los resultados arrojaron un incremento de límite plástico con adiciones de RPCC de 10, 20% pero redujo con 40%. En conclusión, el límite de consistencia, el IP, el área de superficie específica la gravedad específica reduce con el aumento de RPCC<sup>7</sup>.

Muñoz, Quintero, Pérez, Valdez, García y Rojas (2015), en su artículo científico tiene como **objetivo**: la influencia que tiene el nopal en suelos arcillosos y arenosos. La metodología es experimental y descriptivo. Los resultados obtenidos al aplicar tres tipos de porcentajes de mucilago de penca de tuna; 20-80,60-40.90-10(agua - mucilago), tienen un desempeño en los 21 días en los suelos arcillosos, con el tratamiento 80% de mucilago - 20% de agua. En conclusión, al colocar el mucilago de nopal en el suelo arcilloso y el suelo arenosos se obtuvo un aumento en componentes enzimáticos: invertasa, celulasa lipasa y amilasa, obteniendo resultado más favorable al aplicar más cantidad de mucilago, ya que incrementa su actividad enzimática que influye en incremento de degradación de componentes orgánicos<sup>8</sup>.

Suarez, Aranda y Zúñiga (2018), en su artículo científico tiene como **objetivo**: exponer el análisis mecánico realizado a una estructura tipo losa y los efectos de dosificación de estabilizantes en el coeficiente de difusividad térmica. Para esto se realizó el diseño conformada por una mezcla de tierra estabilizada con mucílago de nopal y fibras de ixtle. Es una investigación experimental, ya que se elaboran ensayos. Los resultados al realizar mezclas de prueba con mucílago de nopal y goma xantana dosificados, no se encontraron diferencias significativas de resistencia mecánica a la compresión. Se encontró que la difusividad térmica de la mezcla de tierra estabilizada con fibra natural es menor comparada con aquella observada en losas construidas con concreto, además que su peso volumétrico también es menor. Lo anterior puede deberse a la reducción de los espacios vacíos entre los componentes de la mezcla. Simultáneamente se encontró que cuando la densidad es mayor la transferencia de calor también es mayor, siendo inversamente proporcional a los valores de tiempo de pulso ultrasónico observados<sup>9</sup>.

Xiong (2019), The objective is to find a more favorable binder combination model to stabilize a mass in situ and the combination in a soft clay, this experiment is carried out to reduce settlement problem. The test was carried out, of four out of seven clay cubes that were chosen to be tested and obtain the average of the clay values, the soil with a depth of 3.0-33,3.5-5.0 was classified as soft day according to the norm, obtaining a Ph. 7.7. in comparison of depths it was obtained that the deeper the

lower moisture content, the binders were used, the HELEN fly ash has a higher unit weight and lower density, while Ecolan ash shows a negative result, both groups of ashes have a value greater than 12 of alkalinity, the component of VTT has a Ph OF 10.1, the most outstanding thing is the mixture of the components of Econlan Oy that when controlled in a lower porcentaje, greater resistance is obtained. However, increasing from 50 kg/m<sup>3</sup> to 75 kg/m<sup>3</sup> has a better resistance over a long time. Esta tesis nos habla que como objetivo es buscar un ligante favorable para estabilizar un suelo arcilloso ya que sufren asentamientos, por el cual se realizó orificios de 3 metros y 5 metros de profundidad donde al realizar el ensayo se terminó que a más profundidad el contenido de humedad es menor, por ello se buscó alternativas para estabilizar con cenizas volantes, uno de ellas es el Econlan dicho componente al aplicar un pequeño porcentaje se obtiene una mayor Resistencia<sup>10</sup>.

Chhachhia (2015), the objective aims to study the effect of sugarcane bagasse, ashes as a material to improve the characteristics of clay soil. For parental soils, an optimal moisture content and a maximum dry density have been obtained observed as 25.31% and 1.7 gm / cc respectively. and the Standard Proctor Test Results, which clearly shows that the soil stabilized at 4% sugarcane bagasse ash. With increase in sugarcane bagasse ash value of 4% to 8% has been observed to be optimal the moisture content increases up to 26.33% and the maximum dry density decreases up to 1.60 gm / cc. } Esta tesis nos explica el objetivo del estudio que es la estabilización del suelo arcillosos con ceniza de bagazo de caña en un 0%,4%,8%,12%,16%,20%,24% y 28% para mejorar la resistencia del suelo, donde se realizó el ensayo de atterberg, prueba de gravedad específica por picnómetro, cbr, etc. al estabilizar con un 4% se obtuvo el aumento del óptimo contenido de humedad en un 25.81 y la densidad seca máxima disminuye a 1.65 gm/cc. Con un 8% se obtuvo un aumento al 26.33% y la densidad seca disminuye hasta un 1.60 gm/cc, con eso podemos decir que el OCH y la DMS se relaciona inversamente proporcional<sup>11</sup>.

## **Estabilización de Suelos Arcillosos**

Es el proceso donde el suelo arcilloso sufre un cambio al incorporar un material estabilizante que puede ser un producto natural o un producto químico para mejorar sus propiedades físicas-mecánicas.

### **Límites de consistencia**

Están basados en el concepto de que los suelos pueden presentarse en diferentes estados dependiendo el contenido de humedad, estos se describen como estado sólido, semisólido, plástico, semi líquido y líquido. Los límites de consistencia se plasma mayormente en los suelos finos que presenta la naturaleza ya que son los que tienen mayor plasticidad. [17]

### **Índice de plasticidad (IP)**

Viene a ser la sustracción entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP), donde al realizar se demuestra la cantidad de suelo seco en porcentajes, [al presenciar un elevado índice de plasticidad se puede decir que el material tiene un exceso de plasticidad], si se tiene un límite plástico mayor o similar al límite líquido el valor será nulo<sup>19</sup>.

### **Límite de atterberg (ASTM D4318)**

El límite de atterberg es un ensayo preciso a diferencia del ensayo de equivalente de arena ya que ambos llegan a obtener los estados de consistencia de un suelo arcilloso, los cuales son: estados plástico, semisólido y líquido. Es importante realizar el ensayo para definir de manera correcta el suelo ante la presencia de agua. [20]

### **Contenido de humedad**

Está compuesto por la adición de agua libre y capilar, es de suma importancia para informar la conducta de un suelo que tienen una textura fina, que podría tener cambios en la estabilización mecánica y el volumen. Donde el método típico para obtener el contenido de humedad es el proceso de secado en horno para luego llevar a una relación que será expresada en porcentajes. [22]

### **Humedad Óptima**

Es un valor de la humedad que nos resulta al ser sometido la muestra a una fuerza de compactación definida, para obtener su máxima densidad seca. [23]

### **Densidad máxima seca (DMS)**

“infiere a la correspondencia de la mayor densidad que puede alcanzar un suelo al ser compactado a la humedad Optima”... [23]

La normativa ASTM D1883 se aplica en dos ensayos las cuales son: el CBR y el Proctor modificado. Este se realiza para hallar el peso específico seco máximo mediante una curva de compactación y también se obtiene la humedad óptima [24].

### **Capacidad de soporte**

Viene ser una de las características más importantes de los suelos, es verificar su comportamiento al estar sometido a fuerzas (tensiones) y como consecuencia sufre deformaciones que no solo dependen del tipo de suelo, sino también por el contenido de humedad que presente, grado de compactación, etc. Al alcanzar su límite de resistencia sufre una rotura o falla por corte. [25]

### **California Bearing Ratio (CBR)**

Es aquel método que se realiza en la evaluación de la condición perteneciente del suelo para la base, sub-base y la Subrasante. Fue desarrollado en el año 1964 en California en el Departamento de Carreteras realizados por los ingenieros Stanton y Porter. En el año 1964 se crea dos versiones; para el campo la norma ASTM D 1883 y el ASTM D 4429 que es para el laboratorio [26].

### **Ceniza de madera de fondo**

Es la ceniza que se obtiene previo un proceso de selección por un tamiz que dicho material primario es una combinación de la mezcla de ceniza de madera y ceniza de carbón, ya que al extraerlo está compuesto que se encuentra en cantidades en las ladrilleras artesanales.

### **Origen y proceso de Obtención**

En la región Ayacucho encontramos un aproximado de 170 empresas dedicadas a la producción de ladrillos artesanales, teniendo con mayor concentración en el distrito de Pacaicasa, como se puede apreciar en la tabla N° 01, se tiene 80 hornos que generan un aproximado de 2.120 toneladas de ceniza de fondo<sup>29</sup>

**Tabla N° 01:** Cantidad de hornos en Huamanga

PROVINCIA	ZONAS	EMPRESAS
Huamanga	Compañía	60
	Pacaicasa	80
	Paraíso	30
<b>TOTAL</b>		<b>170</b>

Fuente :Elaboracion Propia.

**Tabla N° 02** Porcentajes de materiales utilizados.

MATERIALES	TOTAL(Kg)	SE UTILIZA	%
Madera(Eucalipto)	4000	2400	60
Carbón	3000	1500	40

Fuente :Elaboracion Propia.

### **Mucilago de Penca de tuna**

El mucilago viene a ser la sustancia de consistencia viscosa comúnmente conocido como hidrocoloide o mucilago, está compuesto por carbohidratos de peso molecular alto. Dicha planta cuenta con polímeros naturales y orgánicos como la amilasa y el amilo pectina. El polímero amilasa está conformado por una cadena helicoidal, que cuenta con la propiedad de formar películas pequeñas que al secar tiene alta rigidez<sup>30</sup>

La penca de la tuna es arborescente de 3 a 5m de superficie, tiene características de un tronco con ramas aplanadas que tiene cutícula de un tamaño mayor, es de color verde y es una planta que almacena liquido en sus tejido<sup>23</sup>, También indica que la planta de la tuna se puede obtener en lugares que cumplan con las siguientes características :

- ✓ En zonas áridas y semiáridas hay causas que acortan el crecimiento de dichas plantas, como las bajas y altas temperaturas.
- ✓ Se adaptan a todo tipo de suelos que tienes diferente composición, pero tiene más desarrollo en suelos que contienen poca humedad, como los suelos sueltos y arenosos que contengan media profundidad, además que tenga un PH alcalino.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

##### Tipo de investigación

**Aplicada:** Conocido también con el nombre de activa, practica o dinámica. Se le conoce porque tiene como objetivo la utilización de los conocimientos que se obtienen. [...] La investigación aplicada busca enfrentar la realidad con la teoría. Es la aplicación y el estudio a investigaciones concretas, que se lleva a realizar su aplicación de forma inmediata y no a la ejecución de sus teorías [31]

##### Diseño de investigación

Es de tipo **cuasi experimental** puesto que el que investiga puede manipular las variables de estudio, un experimento llega a cambiar el valor de una variable (variable independiente) y mirar el cambio que surge en la otra variable (variable dependiente). Se realizan estrictamente vigiladas con la finalidad de obtener la causa que se produce o una situación en particular [32].

##### Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

Es una investigación de enfoque cuantitativo ya que es un grupo de procesos continuos. Cada fase es siguiente al otro, donde no se puede omitir los pasos ya que se sigue un orden de manera secuencial, dándose de una idea que va aumentando una vez teniendo todo concretizado se derivan objetivos y preguntas respecto a la investigación, una vez obtenido las preguntas se realizan la hipótesis, con ello se determinan las variables y se finaliza con las conclusiones que se realiza respecto la hipótesis [33]

#### 3.2. Variable, Operacionalización

##### Variable independiente V1.1: Ceniza Madera de fondo

##### Definición conceptual:

Es la ceniza que se obtiene previo un proceso de selección por un tamiz que dicho material primario es una combinación de la mezcla de ceniza de madera y ceniza de carbón, ya que al extraerlo está compuesto que se encuentra en cantidades en las ladrilleras artesanales.

##### Definición operacional:

Es la ceniza que se obtiene previo un proceso de selección por un tamiz que dicho material primario es una combinación de la mezcla de ceniza de madera y ceniza de carbón, ya que al extraerlo está compuesto que se encuentra en cantidades en las ladrilleras artesanales.

**Variable independiente V1.2:** Mucilago de Penca de Tuna

**Definición conceptual**

Es una sustancia con viscosidad que comúnmente es conocido como hidrocoloide o mucilago, en su composición encontramos carbohidratos que tienen altos niveles de peso molecular. Dicha planta cuenta con amilo pectina y amilasa, a su vez con polímeros naturales y orgánicos.

**Definición operacional**

Para estudiar el mucilago de penca de tuna se considera necesario las dosificaciones correspondientes basado en antecedentes (proyectos de investigación y artículos científicos similares) para la combinación con el suelo arcilloso en un porcentaje definido.

**Variable dependiente V2:** Estabilización de suelos arcillosos

**Definición conceptual**

Es el proceso en el cual se realizan tratamientos o manipulación a los suelos naturales con la finalidad de aprovechar sus virtudes, llegando a tener un suelo compactado y estable para soportar las cargas que generan el paso de vehículos, como también soportar los cambios climáticos. [2]

**Definición operacional**

Se realiza la mejora de la subrasante de la vía con la mezcla de diversos porcentajes de dosificaciones de ceniza de madera y mucilago de penca de tuna, se hará un estudio detallado a las respuestas de estas combinaciones en cuanto al límite de consistencia. contenido de humedad y la resistencia.

## Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
V. Dependiente					
ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO	Es el proceso en el cual se realizan tratamientos o manipulación a los suelos naturales con la finalidad de aprovechar sus virtudes, llegando a tener un suelo compactado y estable para soportar las cargas que generan el paso de vehículos, como también soportar los cambios climáticos. [2]	Para mejorar la subrasante de la vía se mezclará con diferentes dosificaciones de ceniza de madera y mucilago de penca de tuna y se hará un análisis detallado a las respuestas de estas combinaciones en cuanto al límite de consistencia, contenido de humedad y la resistencia.	LIMITES DE CONSISTENCIA	Análisis granulométrico, Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad	Ensayo de Límite de Atterberg, Análisis granulométrico por tamizado
			CONTENIDO DE HUMEDAD	Humedad Óptima y Densidad seca.	Proctor modificado (ASTM D1557/ASTMD1883)
			RESISTENCIA	CAPACIDAD DE SOPORTE	CBR ASTM D1883
V. Independiente					
CENIZA DE MADERA	Es la ceniza que se obtiene previo un proceso de selección por un tamiz que dicho material primario es una combinación de la mezcla de ceniza de madera y ceniza de carbón, ya que al extraerlo está compuesto que se encuentra en cantidades en las ladrilleras artesanales.	Para estudiar la ceniza de madera se considera necesario las dosificaciones correspondientes basado en antecedentes (proyectos de investigación y artículos científicos similares) para la combinación con el suelo arcilloso en un porcentaje definido.	Origen y proceso de obtención	17% de ceniza de madera	Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
				14% de ceniza de madera	Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
				21% de ceniza de madera	Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
V. Independiente					
MUCILAGO DE PENCA DE TUNA	Sustancia viscosa comúnmente conocido como hidrocoloide o mucilago, que está compuesto por carbohidratos de alto peso molecular. Dicha planta contiene polímeros naturales orgánicos como el amilopectina y la amilasa. El polímero amilasa está conformado por una cadena helicoidal, que tiene la propiedad de formar películas pequeñas que al secar tiene alta rigidez.	Para estudiar el mucilago de penca de tuna se considera necesario las dosificaciones correspondientes basado en antecedentes (proyectos de investigación y artículos científicos similares) para la combinación con el suelo arcilloso en un porcentaje definido.	Propiedades físicas	50% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del suelo arcilloso
				60% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del suelo arcilloso
				70% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del suelo arcilloso

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Población, Muestra y Muestreo

#### Población

Llamado también universo, son sinónimos que se utiliza para describir al conjunto total de componentes. En particular se habla de población al total de unidades de donde se extrae la muestra, donde se pueden extrapolar los resultados [35].

Para el proyecto la población es toda la carretera de Huanta a Cangari constituida con un total **de 9 kilómetros** de distancia y un carril de 5 metros; también se tiene en cuenta las calicatas que resulten para la realización de ensayos que requiere la carretera Huanta - Cangari.

#### Muestra

Es una pequeña parte representativa de la población que fue tomado por el conocimiento del investigador, dónde está representado con los defectos más relevantes de la carretera.

Para determinar la muestra se revisó el Manual de Carreteras específicamente la sección de suelos y pavimentos, en la figura N°05 se tiene un cuadro representativo para calcular la cantidad de calicatas que se tiene que emplear dentro de la investigación; donde se tiene que realizó 1 calicata como mínimo en cada kilómetro con una profundidad mínimo de 1.50 metros debido a que la carretera tiene **IMDA  $\leq 200$  veh/día**, pertenece a una carretera de bajo volumen de tránsito. Pero hay una excepción donde nos indica hacer más calicatas en terrenos que evidencian cambios significativos en sus componentes.

En la figura También indica que se debe realizar 3 ensayos CBR para cada kilómetro.

Por el cual se elaboró 03 calicatas en un kilómetro según la norma de carretera.

Por ello se realizó la muestra en el Km **6 + 020 al 9 + 020** de la carretera principal de Huanta - Cangari.

**Tabla N° 03: Detalle de calicatas según el 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	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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 ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: Manual de carreteras sección de suelos y pavimentos R.D.N°10-2014 MTC

**Tabla N° 04: número de ensayos de CBR según el IMDA.**

Tipo de Carretera	N° Mr 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 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr 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 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr 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>Cada 1 km se realizará un CBR</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> </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> </ul>
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: 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 de suelos y pavimentos R.D.N°10-2014 MTC

### Muestreo

Método que utiliza para distinguir cada elemento de la muestra del general de la población, es un muestreo **no probabilístico** porque el número de ensayos es la igual a la cantidad de muestras. “Es un método donde no todos tienen la posibilidad de ser escogida, por la que se desconoce la probabilidad de selección de cada elemento o unidad de población” [36]

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

La técnica de recolección de datos que se utiliza para esta investigación son ensayos de laboratorio, la técnica que se emplea para el recojo de datos es mediante el estudio de mecánica de suelos y el instrumento que se utiliza para la recolección de datos son los formatos de los ensayos de laboratorio, fichas de análisis, con el cual se confrontará los datos conseguidos y serán sujetas a las normas designadas para cada tipo de ensayo.

### **3.5. Procedimientos**

Se realiza el análisis de la carretera Cangari-Huanta, donde en el km 6+020 al 9+020 encontramos deficiencias al nivel de la sub-rasante y fue nuestra zona de estudio.

Se realizó 3 calicatas en cada kilómetro con una profundidad de 1.5 metros, para luego llevar a analizar al laboratorio y realizar las pruebas de límite de Atterberg, Proctor modificado y CBR, donde se realizó el primer ensayo que es la muestra patrón y seguidamente los 3 ensayos adicionando mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%,70% y ceniza de madera en un 14%,17% y 21%, realizando una cantidad de 12 ensayos.

### **3.6. Método de Análisis de datos**

Para obtener los datos se llevó a cabo la observación directa, donde se puede observar cada uno de los ensayos que se realizaron en el laboratorio y tomar datos que se necesitan para realizar los resultados y confrontar con la hipótesis planteada.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Siendo alumno de la carrera profesional de ingeniera civil, estoy comprometido a desarrollar la presente investigación con toda la disciplina y siguiendo los pasos de los formatos, resoluciones de la universidad e instrumentos que se usó para determinar el objetivo de estudio, como también no cometer el plagio con la información que se encuentra en otras tesis, donde toda información extraída será citado y referenciado bibliográficamente según la norma ISO-2010.

#### IV. RESULTADOS

##### Nombre de la tesis:

Estabilización de suelos arcillosos con mucilago de penca de tuna y ceniza de madera de fondo en la carretera Cangari - Huanta, 2020.

##### Ubicación:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huanta

Distrito : Iguain

Ubicación : Carretera Huanta-Cangari



Figura N°01: Mapa del Perú

Fuente: Google Search.



Figura N°02: Mapa de la región Ayacucho

Fuente: Google Search.

##### Localización:



Figura N°03: Carretera cangari - huanta.

Fuente: Google Maps.

Se realizó el presente estudio en la carretera Huanta - Cangari, que se encuentra a 30 minutos de la provincia de Huanta, realizamos 03 calicatas en las siguientes progresivas.

### **Calicata 01**

Lado de vía: Izquierda

Dimensiones: 1.20m x 1.00m

Profundidad: 1.50m

Progresiva: 6 + 020 km



*Figura 04* : Calicata 01

Fuente: Elaboración propia.

### **Calicata 02**

Lado de vía: Derecha

Dimensiones: 1.20m x 1.00m

Profundidad: 1.50m

Progresiva: 7 + 020 km



*Figura 05* : Calicata 02

Fuente: Elaboración propia.

*Figura 06*: Calicata 03



### **Calicata 03**

Lado de vía: Izquierda

Dimensiones: 1.20m x 1.00m

Profundidad: 1.50m

Progresiva: 8 + 020 km

Fuente: Elaboración propia.

## Trabajo de laboratorio

Se realizó 03 calicatas en diferentes progresivas, de acuerdo a las indicaciones del manual de carreteras donde nos señala que al pertenecer a una carretera de bajo volumen de tránsito se tiene que realizar una calicata por kilómetro, razón por la cual se realizara 03 en ensayos granulométricos para observar la muestra menos favorable para realizar los ensayos de mejoramiento con los aditivos y su respectiva dosificación.

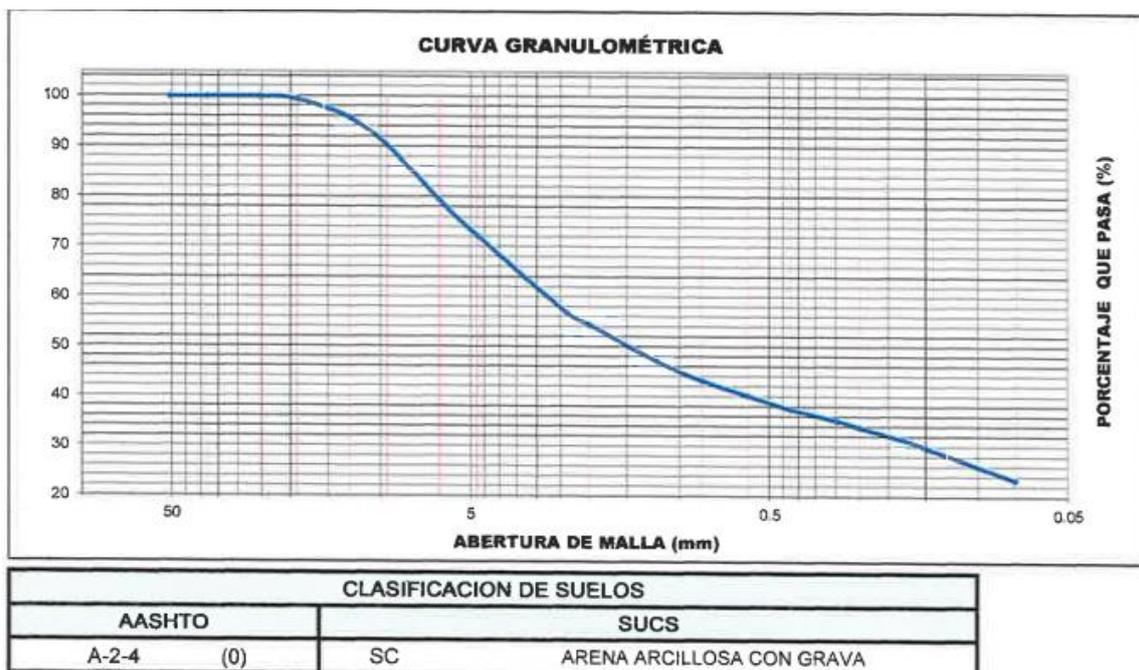
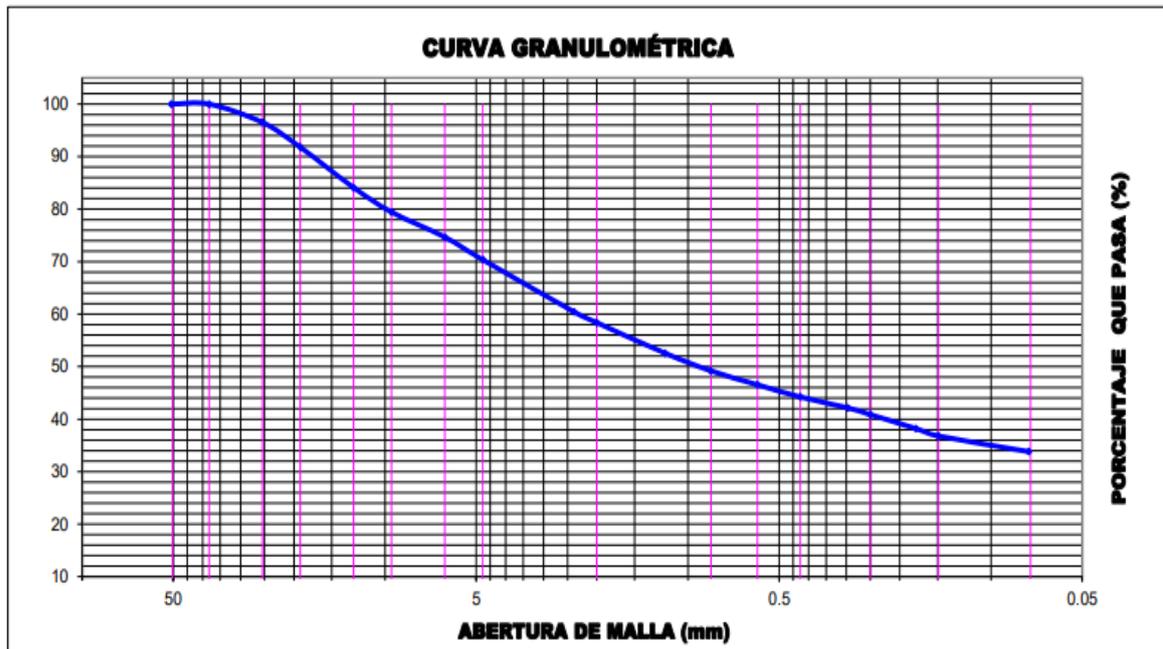


Figura N°07: Curva granulométrica del ensayo por tamizado de la calicata 01

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** De acuerdo al ensayo de clasificación por la granulometría que se realizó por tamizado se demostró que la muestra de la calicata 01 cuenta con 27.63% de gravas ya que un 23.45% pasa por la malla N° 200 siendo un material con poca cantidad de finos y el 48.93% paso por la malla N° 04 considerando así como material arenoso.

De acuerdo al material obtenido de la calicata 01 de la progresiva del km 6 + 020 de la carretera Huanta - Cangari, en el laboratorio (SOILTEST PERU S.R.L) se indica según SUCS la muestra es ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC) por el AASHTO se clasifica en A-2-4 (0).



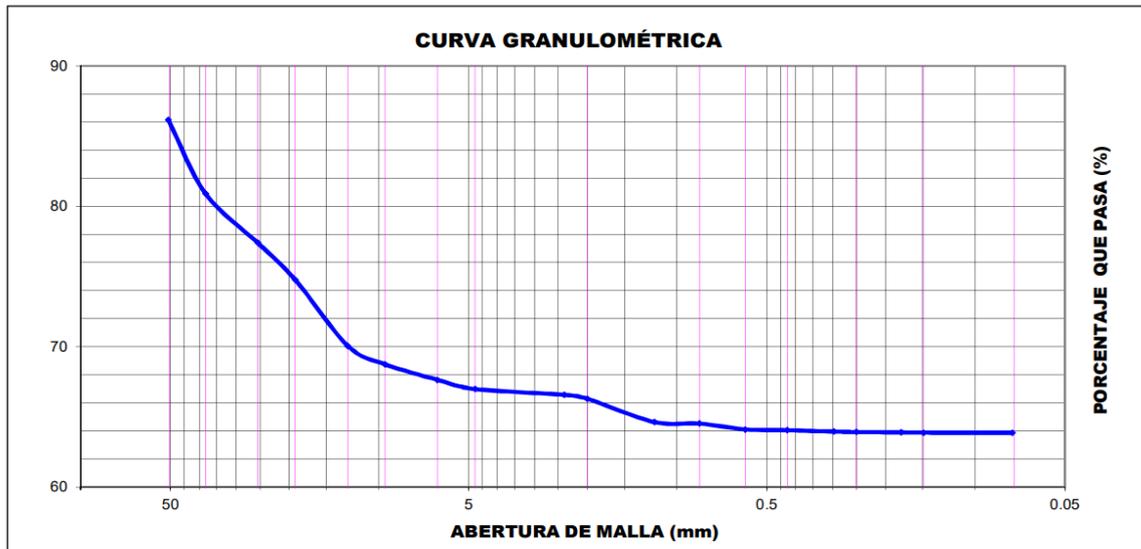
CLASIFICACION DE SUELOS			
AASHTO		SUCS	
A-2-7	(2)	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

Figura N°08: Curva granulométrica del ensayo por tamizado de la calicata 02.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** Según el ensayo granulométrico por tamizado se puede demostrar que la muestra obtenida de la calicata 02, Pudo pasar 29.67% de gravas ya que un 33.81% pasa por la malla N° 200 siendo un material con poca cantidad de finos y el 36.52% paso por la malla N° 04 considerando así como material arenoso.

De acuerdo al material obtenido de la calicata 02 de la progresiva del km 7 + 020 de la carretera Huanta - cangari, en el laboratorio (SOILTEST PERU S.R.L) se indica según SUCS la muestra es ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC) por el AASHTO se clasifica en A-2-7 (2).



CLASIFICACION DE SUELOS			
AASHTO		SUCS	
A-4	(2)	CL	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA

Figura N°09: Curva granulométrica del ensayo por tamizado de la calicata 03.  
 Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** Según el ensayo granulométrico por tamizado se puede demostrar que la muestra obtenida de la calicata 03, Pudo pasar 33.02% de gravas ya que un 63.86% pasa por la malla N° 200 siendo un material con poca cantidad de finos y el 3.12% paso por la malla N° 04 considerando así como material arenoso. De acuerdo al material obtenido de la calicata 03 de la progresiva del km 8 + 020 de la carretera Huanta - Cangari, en el laboratorio (SOILTEST PERU S.R.L) se indica según SUCS la muestra es ARENA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA (CL) por el AASHTOO se clasifica en A-4 (2).

Se llega a concluir que la muestra menos favorable es la de la calicata 02, razón por la cual se procede a realizar los ensayos de CBR, Proctor Modificado y ensayos de límites de Atterberg.

**Tabla 05 : Resultados del suelo nativo ensayados en el laboratorio.**

ENSAYOS		CALICATA N°02
CONTENIDO DE HUMEDAD		40 %
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	43.16%
	Limite plastico	21.43%
	Índice de plasticidad	21.73%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	SC -ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
	AASHTO	A-2-7
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	18.13
	Densidad Maxima Seca (DMS)	1.68 g/cm3
California Bearing Ratio (CBR)		10.6 %

Fuente: Elaboración propia.

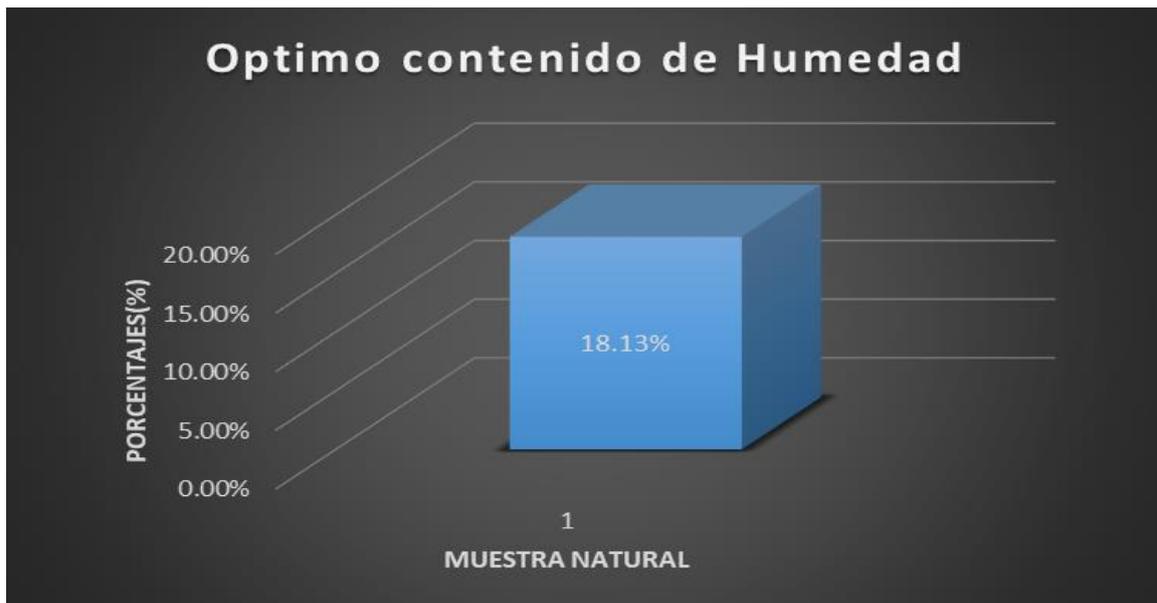


*Figura N°10 : Grafico del limite de consistencia de la muestra natural.*

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** Se observa que el suelo nativo de la calicata 02 cuenta con 40% de OCH, 43.16% de Limite Liquido, 21.43% de Limite Plastico y un 21.73% de Indice de Plasticidad. Esto se debe a la presencia de puquiales y ojos de agua en la zona por ende el suelo siempre se mantiene humedo.

Se visualiza que el suelo es altamente arcilloso y se corrobora con los ensayos realizados la alta presencia de humedad, motivo por el cual se metio al horno a 110+/- 5°C de temperatura para obtener una diferencia.



*Figura N° 11:* Grafico del OCH inicial.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** Al realizar el ensayo de Proctor Modificado del suelo nativo , se obtuvo un 18.13% de Optimo contenido de humedad.

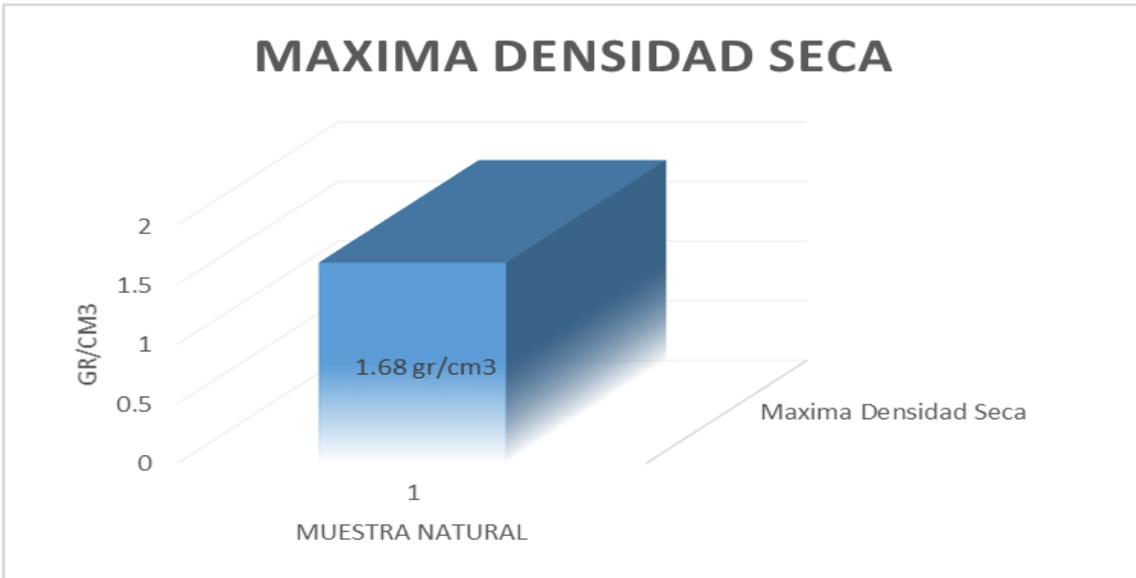


Figura N° 12: Grafico de MDS del suelo nativo.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** Al realizar el ensayo de Proctor Modificado del suelo nativo , se obtuvo un 1.68 gr/cm<sup>3</sup> de MDS.

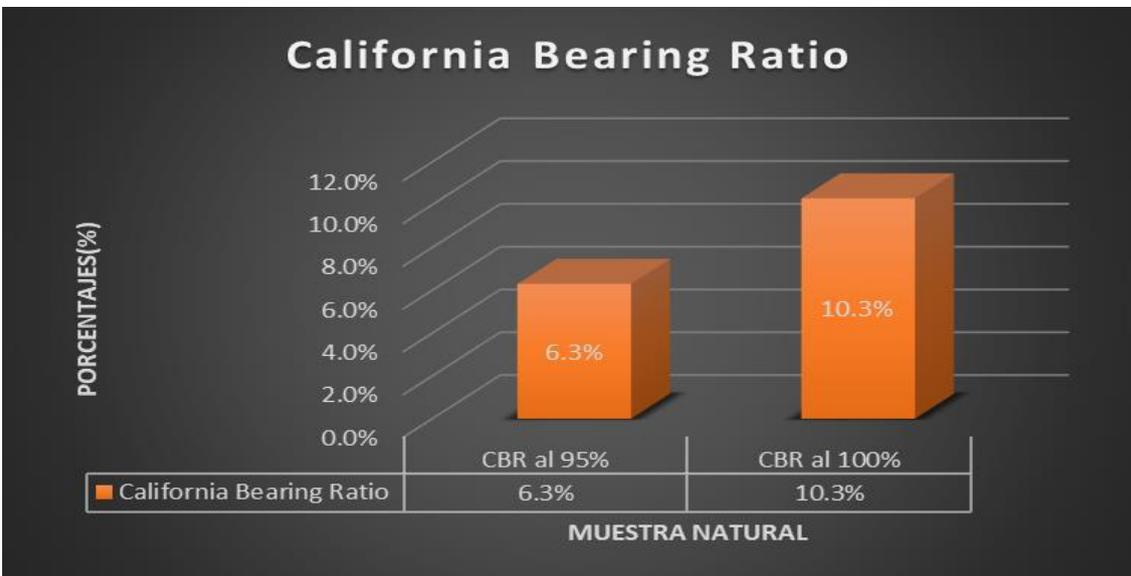


Figura N° 13: Grafico del California Bearing Ratio (CBR) del suelo nativo

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** El ensayo del CBR se tiene como referencia al suelo nativo que cuenta con un MDS de 1.815 g/cm<sup>3</sup> y un OCH de 15.3 %. Las probetas al ser llevadas a saturación para medir la capacidad portante o resistencia con penetración de 0.1” dándonos como resultado CBR al 95% un 6.3% y CBR al 100% un 10.2%.

Este resultado obtenido nos indica que el suelo nativo es muy pobre para el uso de subrasante.

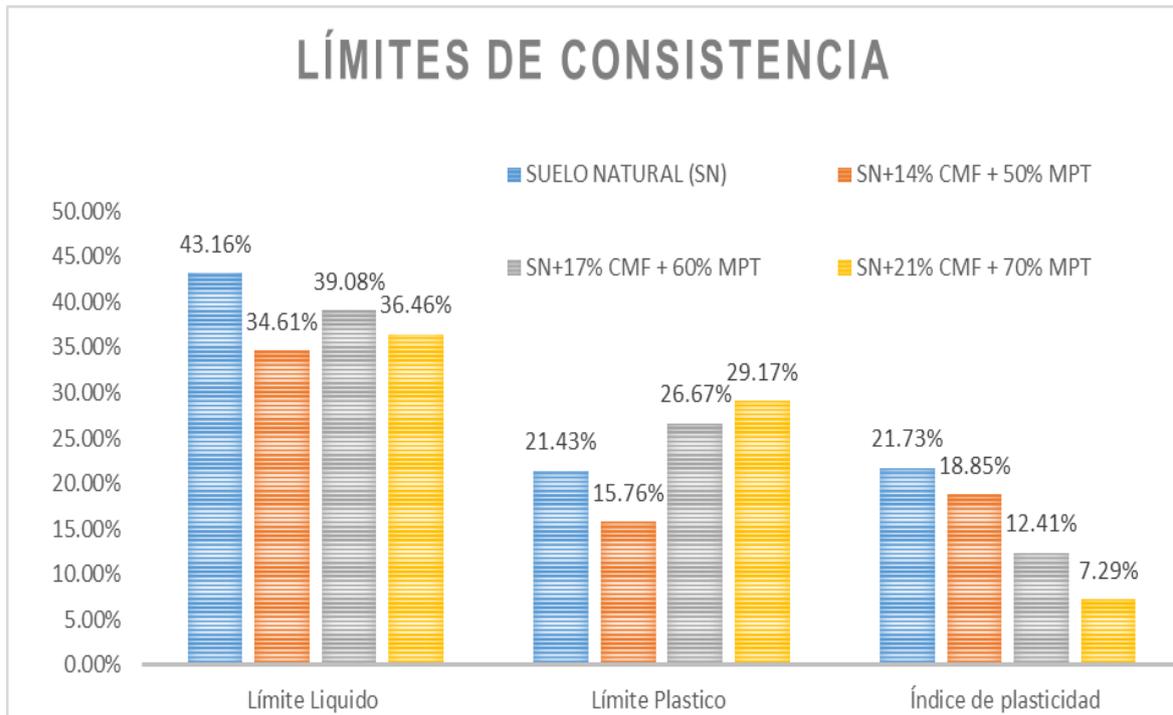
**Objetivo 1 :**

**Evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de cascara de tuna en un 50%, 60%, 70% para determinar el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.**

**Tabla N° 06:** *Ensayo de Atterberg con la incorporación de CMF y MPT.*

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
SUELO NATURAL (SN)	43.16%	21.43%	21.73%
SN+14% CMF + 50% MPT	39.40%	24.60%	14.80%
SN+17% CMF + 60% MPT	35.20%	26.50%	8.70%
SN+21% CMF + 70% MPT	34.17%	28.15%	6.02%

Fuente: Elaboración propia.



*Figura N° 14:* Grafico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de CMF y MPT.  
Fuente: Elaboración propia.

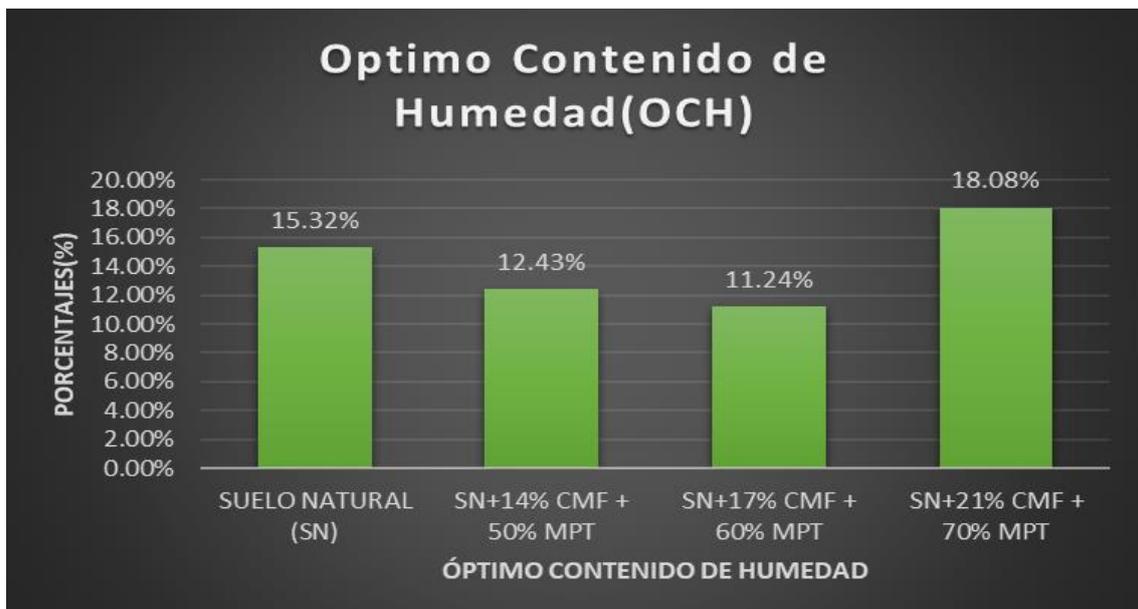
**Interpretación:** el ensayo de limite de consistencia con las docificaciones de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mostraron resultados optimos para un suelo SC (Arenoso Arcilloso con Grava) puesto que disminuyo el IP del suelo nativo. Al inicio se obtuvo que el IP de la calicata N° 02 fue un 21.73 %, sin embargo, al añadir mayor porcentaje de Ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna se puede verificar una reducción del IP del suelo nativo, tal es el caso que al incorporar un 21% de ceniza de madera de fondo y un 60 % de mucilago de penca de tuna redujo considerablemente el Indice de plasticidad de un 21.73 % a un 7.29%, mejorando asi sus características mecanicas del suelo de tipo SC.

**Objetivo 2: Evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de cascara de tuna en un 50%, 60%, 70% para determinar el contenido de humedad de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.**

**Tabla 07 . (OCH) y (MDS) con la incorporación de Ceniza de madera de fondo y Mucilago de penca de tuna .**

<b>CALICATA N°02</b>	Optimo Contenido de Humedad(OCH)	Máxima Densidad Seca(MDS)
SUELO NATURAL (SN)	15.32%	1.820 gr/cm3
SN+14% CMF + 50% MPT	12.43%	1.630 gr/cm3
SN+17% CMF + 60% MPT	11.24%	1.710 gr/cm3
SN+21% CMF + 70% MPT	18.08%	1.680 gr/cm3

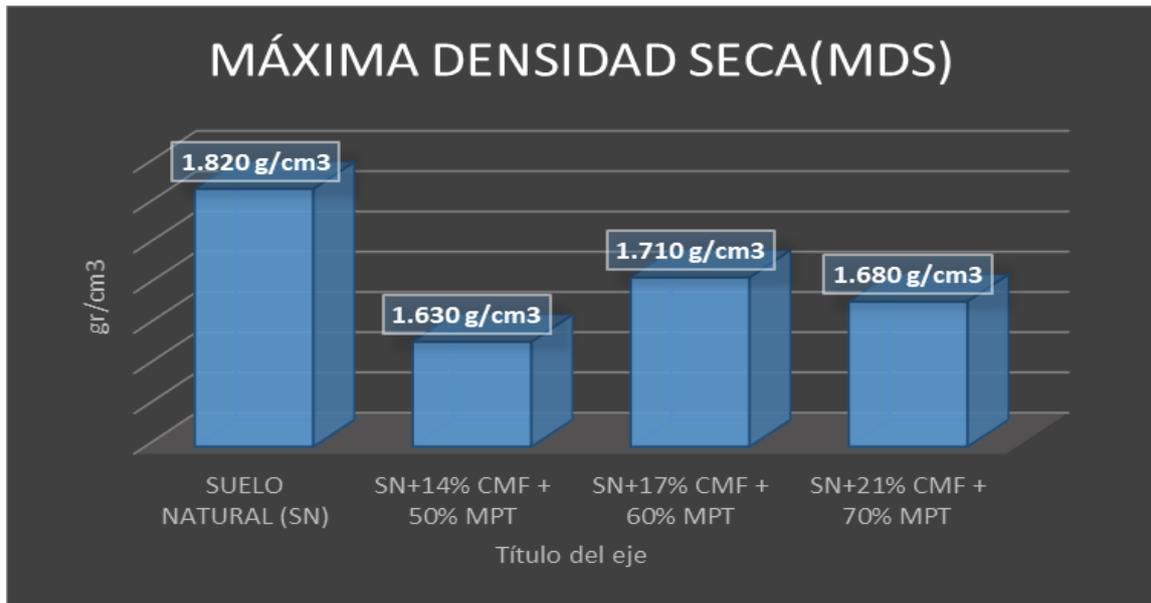
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°15:** Grafico del OCH con la incorporación de CMF+ MPT.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** El OCH viene a ser inversamente proporcional en cuanto a la adición de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna, infiere a que a más sea la incorporación del aditivo y el polímero, menos será el OCH, por ejemplo, al incorporar un 21% de CMF más un 70% de MPT a la muestra natural se redujo el Optimo contenido de Humedad de 18.13 % a un 16.50%.



*Figura N° 16:* Grafico de la Máxima densidad Seca con la incorporación de CMF+ MPT.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** La MDS es inversamente proporcional en cuanto a la adición de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna, es decir, a mayor dosificación de CMF más MPT resulta menos MDS, por ejemplo, al incorporar un 21% de ceniza de madera de fondo y 70% de mucilago de penca de tuna a la muestra patrón aumenta la Máxima Densidad Seca de 1.68 g/cm<sup>3</sup> a 1.92 g/cm<sup>3</sup>.

### Objetivo 3:

Evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de cascara de tuna en un 50%, 60%, 70% para determinar la resistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020.

Tabla N° 08: Ensayo de CBR con la incorporación de CMF y MPT.

CALICATA N°02	California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	6.3%	10.2%
SN+14% CMF + 50% MPT	19.8%	23.6%
SN+17% CMF + 60% MPT	43.0%	54.4%
SN+21% CMF + 70% MPT	56.5%	67.1%

Fuente: Elaboración propia.

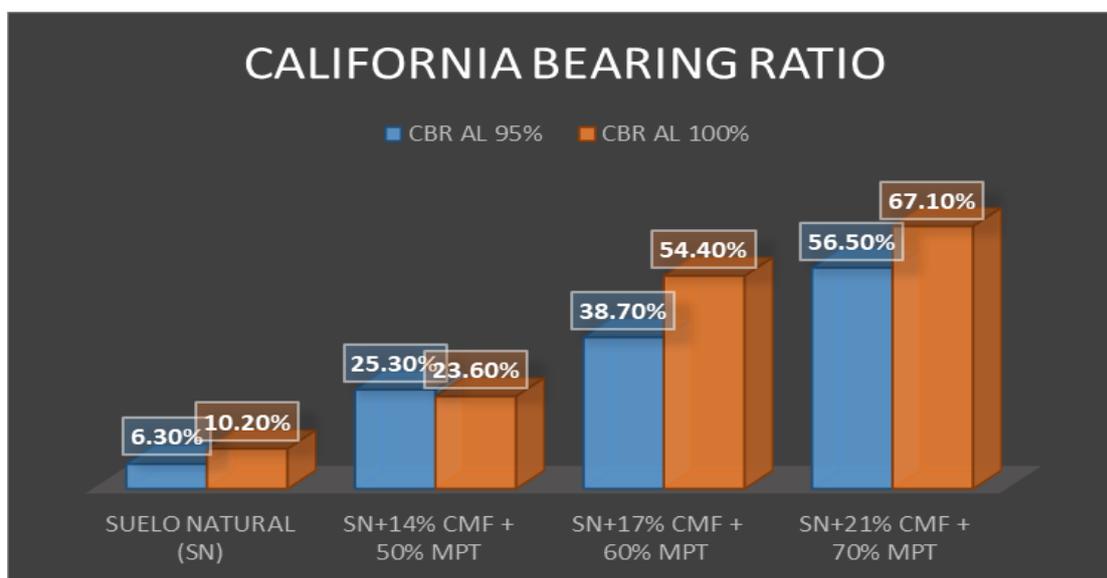


Figura N°17: Gráfico del Ensayo de CBR con la incorporación de CMF+ MPT.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** Al realizar el ensayo de CBR se observó el impacto positivo de los estabilizantes en el suelo natural, ya que el porcentaje de CBR es directamente proporcional a la cantidad de aditivo y el polímero. Teniendo inicial al 95% un 6.30% y finalizando con 56.50 %, al 100% se tiene un porcentaje de 10.20% inicial y al terminar se obtiene un 67.10%, siendo un aditivo muy bueno para la estabilización de una Subrasante de un suelo con características arcillosas.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Influencia de la aplicación de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna en los resultados obtenido en el ensayo de Limite de Atterberg.

**Resultados:** Al incluir 21% de ceniza de madera de fondo y 70 % de mucilago de penca de tuna se logró disminuir el índice de plasticidad del suelo arcillosos de un 21.73% a 6.02%.

**Antecedente:** Mendizábal (2018), en su investigación agregó mucilago de penca de tuna en porcentajes de 25%, 50% y 75% a un suelo arcilloso, teniendo como resultado un índice de plasticidad inicial de 22.78% y al incorporar los dichos porcentajes se obtiene un 19.41%, 18.28%, 18.12% donde al aumentar más mucilago de penca de tuna disminuye el índice de plasticidad, pero aumentando su límite líquido de la muestra.

**Hipótesis:** La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejora el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020. Por medio de los ensayos de límite de atterberg se puede indicar que al dosificar la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna disminuye considerablemente el índice de plasticidad, asimismo el límite líquido y el límite plástico.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para mejorar el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020?

El terreno natural tiene un contenido de humedad de 40%, dicho material es un suelo altamente arcilloso, por ello al realizar el ensayo patrón para ver las cualidades de suelo se obtuvo un índice de plasticidad de 21.73 %. Por lo tanto, se realizó la adición de ceniza de madera de fondo en 14% 17% 21% y mucilago de penca de tuna en 50% 60% y 70%, obteniendo un índice de plasticidad de 18.55%, 12.41%, 7.29%. Obteniendo una considerable influencia de los aditivos en la disminución del índice plasticidad con la adición de 21% de ceniza de madera de fondo y 70% de mucilago de penca de tuna.

## **5.2 Influencia de la aplicación de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna en los resultados obtenidos en el ensayo de Proctor Modificado.**

**Resultados:** Al adicionar 17% de ceniza de madera y mucilago en 60% se logró disminuir el contenido de humedad que inicialmente se obtuvo en un 15.32% a un 11.24 % y una densidad máxima de 1.710 gr/cm<sup>3</sup>.

**Antecedente:** Cajaleon y Mondragón (2018), en su investigación agregó cascarilla de arroz en porcentajes de 10%,15% y donde realizo ensayo de proctor modificado obteniendo resultado de 2.006 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad optima de 9.4%, dicho resultado es igual en ambos porcentajes, por ello se puede precisar que al realizar la adición en cualquier porcentaje del material no tendrá variaciones.

**Hipótesis:** La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna disminuye el contenido de humedad de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020. Mediante el ensayo de proctor modificado se determinó que al adicionar la ceniza de madera de fondo en 17% y mucilago de penca de tuna en 60% se obtuvo una reducción del contenido de humedad del suelo arcilloso, cabe resaltar que al aumentar la dosificación el contenido de humedad empieza a subir y por ello su densidad seca disminuye.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para disminuir el contenido de humedad de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020? En base a los resultados obtenidos al dosificar en los tres porcentajes se obtuvo un 12.43%,11.24%,18.08% y una densidad máxima seca de 1.630 gr/cm<sup>3</sup>. 1.710 gr/cm<sup>3</sup>., 1.680. Teniendo como resultado de la muestra patrón un 15.32% y al hacer un análisis se puedo decir que al realizar con los dos primeros porcentajes se obtuvo una disminución del contenido de humedad, pero en la última adición que fue de 21%CMF más 70% de MPT, se obtuvo un 18.08% siendo un mayor contenido de humedad.

## **5.3 Influencia de la aplicación de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna en los resultados obtenidos en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).**

**Resultados:** Al incorporar 21% de ceniza de madera de fondo y 70% mucilago de penca se logró aumentar la resistencia de la Subrasante de un porcentaje inicial de 6.3 % a un 56.5% a un 95% y un 67.1% al 100%.

**Antecedente:** Barragán y Cutervo (2019), en su investigación adicionó ceniza de cascarilla de arroz en 1% en un suelo areno arcilloso, obteniendo un resultado de CBR al 95% de un 30% con respecto a la muestra natural pasando de 1 a 1.3 y al 100% de un 48% con respecto a la muestra natura pasando de 1 al 1.6.

**Hipótesis:** La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejora la resistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020. Por medio de los ensayos de California Bearing Ratio (CBR) se afirma que las dosificaciones de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejora el nivel de Subrasante, ya que aumentó su cbr considerablemente.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para mejorar la resistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020? De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos de la adición en porcentajes de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna, se pudo apreciar el aumento del CBR de manera ascendente, teniendo como inicial un CBR del terreno natural 95% de 6.3%, al 100% de 10.2% y con la adición al 95% de 19.8%, 43.0%, 56.5% y al 100% un 23.6%, 54.4%, 67.1%. Teniendo una mejoría óptima para la estabilización de un Subrasante.

## **VI. CONCLUSIONES**

**Objetivo General.** Se evaluó la aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, obteniendo resultados positivos en sus propiedades al adicionar distintos porcentajes de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna, teniendo mejorías en la disminución del índice de plasticidad en los Limites de Atterberg, también se redujo el contenido de humedad con los dos primeros ensayos, pero en la tercera se obtuvo un elevado contenido de humedad. Por último, se logró elevar la resistencia del suelo siendo catalogado como un suelo muy bueno para una Subrasante.

### **1 Límite de consistencia:**

Inicial: IP = 21.73%, 14% CMF+ 50% MPT (IP=18.85%), 17% CMF+ 60% MPT (IP=12.41%), 21% CMF+ 70% MPT (IP=7.29%)

**Objetivo específico 1.** Se estableció un porcentaje en específico de la mezcla de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna en los ensayos de Atterberg, ya que aportó en la disminución de su índice de plasticidad de un 21.73% hasta un 7.29% al adicionarse un 21% de ceniza de madera de fondo y 70% de mucilago de penca de tuna, siendo el porcentaje más favorable, Se concluye que al adicionar más ceniza de madera de fondo disminuye el índice de plasticidad, lo cual queda comprobada.

### **2 Optimo Contenido de Humedad**

Inicial: OCH = 15.32%, 14% CMF+ 50% MPT (OCH=12.43%), 17% CMF+ 60% MPT (OCH=11.24%), 21% CMF+ 70% MPT (OCH=18.08%)

**Objetivo específico 2.** Se obtuvo los porcentajes óptimos de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna en los ensayos de proctor modificado, ya que los dos primeros porcentajes disminuyeron el contenido de humedad a diferencia del último que se elevó en un porcentaje alto. Se concluyó que las adiciones de 14%, 17 % de CMF y 50%, 60% de CMF propuestos tuvieron una influencia que se

esperó, a diferencia de la adición de 21% CMF y 70% MPT donde se obtuvo mayor contenido de humedad.

### **3 Resistencia:**

Inicial: CBR al 95% = 6.3%, 14% CMF+ 50% MPT (CBR=19.8%), 17% CMF+ 60% MPT (CBR=43.0%), 21% CMF+ 70% MPT (CBR=56.5%)

Inicial: CBR al 100% = 10.2%, 14% CMF+ 50% MPT (CBR=23.6%), 17% CMF+ 60% MPT (CBR=54.4%), 21% CMF+ 70% MPT (CBR=67.1%)

**Objetivo específico 3.** Se estableció la dependencia del porcentaje de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna en el ensayo del CBR, ya que influyo en el aumento de la resistencia de la subrasante, ya que al adicionar en el mayor porcentaje que es 21% ceniza de madera y 70% MPT aumento la resistencia de un 6.3 al 56.5 % siendo al 95% y en un 67.1 % al 100%. Se concluyó que al adicionar más porcentaje de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna se obtiene resultados positivos, lo cual quedó demostrado.

## VII. RECOMENDACIONES

### 1) Límite de consistencia:

Inicial: IP = 21.73%, 14% CMF+ 50% MPT (IP=18.85%), 17% CMF+ 60% MPT (IP=12.41%), 21% CMF+ 70% MPT (IP=7.29%)

**Objetivo Especifico 1**, En la presente investigación al elegirse porcentajes de ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna que iban desde un 14% hasta un 21% y del 50% al 70% respectivamente. En todas ellas se logró la disminución del índice de plasticidad, lo que hace la ceniza es volver menos plástico a un suelo arcilloso, Por lo tanto, se recomienda usar toda la dosificación continua ya que siempre disminuirá el índice de plasticidad.

### 2) Optimo contenido de humedad:

Inicial: OCH = 15.32%, 14% CMF+ 50% MPT (OCH=12.43%), 17% CMF+ 60% MPT (OCH=11.24%), 21% CMF+ 70% MPT (OCH=18.08%)

**Objetivo Especifico 2**, En la presente investigación al elegirse porcentajes de ceniza de madera de fondo de 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en 50% 60%, 70%, de los cuales en dos porcentajes obtiene una disminución de contenido de humedad y el ultimo porcentaje se obtiene un aumento, por el cual se recomienda hacer ensayos en el rango de 17 al 21% para obtener el óptimo contenido de humedad. Asimismo, disminuir la cantidad de mucilago.

### 3) Resistencia:

Inicial: CBR al 95% = 6.3%, 14% CMF+ 50% MPT (CBR=19.8%), 17% CMF+ 60% MPT (CBR=43.0%), 21% CMF+ 70% MPT (CBR=56.5%)

Inicial: CBR al 100% = 10.2%, 14% CMF+ 50% MPT (CBR=23.6%), 17% CMF+ 60% MPT (CBR=54.4%), 21% CMF+ 70% MPT (CBR=67.1%)

**Objetivo Especifico 3**, En la presente investigación al elegirse porcentajes de ceniza de madera de fondo de 14%, 17, 21% y mucilago de penca de tuna en 50%, 60%, 70%, en todas las dosificaciones se obtuvo un resultado sobresaliente por lo tanto se recomienda usar más ceniza de madera de fondo y disminuir el mucilago de penca tuna en menor porcentaje.

4) Se recomienda realizar más ensayos con la ceniza de madera de fondo debido a que la región de Ayacucho se desecha alrededor de 15 mil toneladas anuales y eso afecta a la naturaleza

## REFERENCIAS

1. CAJALEON SALAS, O y MONDRAGON DIAZ, D. Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la Subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú, 2018.
2. MENDIZABAL HOBISPO, K. Adición del mucílago de penca de tuna para Estabilizar suelo arcilloso, Chilca. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana los Andes, Huancayo – Perú, 2018.
3. MAMANI BARRIGA, L y YATACO QUISPE, A. Estabilización De Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza De Madera De Fondo, Producto De Ladrilleras Artesanales En El Departamento De Ayacucho. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de San Martín de Porres, Lima – Perú, 2017.
4. CAÑAR TIVIANO, E. Análisis Comparativo De La Resistencia Al Corte Y Estabilización De Suelos Arenosos Finos Y Arcillosos Combinadas Con Ceniza De Carbón. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Técnica De Ambato - Ecuador, 2017.
5. BARRAGAN GARZON, C y CUERVO CAMACHO, H. Análisis Del Comportamiento Físico Mecánico De La Adición De Ceniza De Cascarilla De Arroz De La Variedad Blanco A Un Suelo Areno – Arcilloso. Tesis para tener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Piloto De Colombia Sección Alto Magdalena, 2019.
6. MORALES ZULUAGA, D. Valoración De Las Cenizas De Carbón Para La Estabilización De Suelos Mediante Activación Alcalina Y Su Uso En Vías No Pavimentadas. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Medellín - Colombia, 2015.
7. SOLORZANO, C., ZAMBRANO, D., VACCA, H., y LARRAHONDO, J. Resilient-modulus degradation of low-plasticity clays due to coal combustion residuals (Degradación del módulo resiliente, debida a residuos producto de combustión de carbón, en arcillas de baja plasticidad). Revista Ingeniería de Construcción. 2019, Vol 34 N°3, PAG 225-241.

8. MUÑOZ BOJORGES, J., QUINTERO LIZAOLA, R., PÉREZ NIETO, J., VALDÉS VELARDE, E., GARCÍA FAVELA, B., y ROJAS ACOSTA, M. Comportamiento De La Actividad Enzimática Del Suelo Al Aplicar Mucílago De Nopal (Opuntia Spp.), Behavior of Soil Enzyme Activity to Apply Cactus Mucilage (Opuntia spp.), Terra Latinoamericana. 2015, VOLUMEN 33 NÚMERO 2, PAG 161-167.
9. SUAREZ DOMINGUEZ, E., ARANDA JIMENEZ, Y. y ZUÑIGA LEAL, C. Resistencia Mecánica Y Conductividad Térmica De Suelo Cemento Plástico Con Adición De Fibra Vegetal, Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. 2018, PAG. 192-198. Disponible en:[https://www.researchgate.net/publication/340903546\\_RESISTENCIA\\_MECANICA\\_Y\\_CONDUCTIVIDAD\\_TERMICA\\_DE\\_SUELO\\_CEMENTO\\_PLASTICO\\_CON\\_ADICION\\_DE\\_FIBRA\\_VEGETAL](https://www.researchgate.net/publication/340903546_RESISTENCIA_MECANICA_Y_CONDUCTIVIDAD_TERMICA_DE_SUELO_CEMENTO_PLASTICO_CON_ADICION_DE_FIBRA_VEGETAL).
10. Tianlingzi Xiong. The use of recycled materials as binders to stabilize soft clay in laboratory. Master's Programme in Geoengineering, Aalto University School of Engineering - Spoo, 2019.
11. ASHISH CHHACHHIA. Improvement Of Clayey Soil Stabilized With Bagasse Ash. Master Of Technology In Civil Engineering, Department Of Civil Engineering National Institute Of Technology Kurukshetra session 2013-2015.
12. CUADROS SURICHAQUI, *Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la Subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio-2016*, clase de tesis de titulación inédita, universidad de los andes, 2017.
13. VALLES AREAS, W. Estabilización De Suelos Arcillosos Plásticos Con Mineralizadores En Ambientes Sulfatados O Yesíferos. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Politécnica de Madrid, 2010.
14. QUEZADA OSORIA, S. Estudio Comparativo De La Estabilización De Suelos Arcillosos Con Valvas De Moluscos Para Pavimentación. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Piura– Perú, 2017.

15. Ministerio de transportes y comunicaciones (2004). Norma Técnica De Estabilizadores Químicos Dirección General De Caminos Y Ferrocarriles. Recuperado de : <http://www.ageecovias.net/files/Norma-tecnica-de-estabilizadores-quimicos---MTC.pdf>
16. QUEZADA OSORIA, S. Estudio Comparativo De La Estabilización De Suelos Arcillosos Con Valvas De Moluscos Para Pavimentación. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Piura– Perú, 2017.
17. BEHAR, D. Metodología De La Investigación. Edición: A. Rubeira, Diseño: M. Sanabria, 2008. ISBN 978-959-212-783-7
18. SEMBENELFI, P. Los Límites De Atterberg Significado En La Industria Cerámica Y Ladrillera, Materiales de Construcción. 1966, Vol. 16, nº 124, PAG 42.
19. ESPINO GONZÁLEZ, H y BENAVIDES GONZALES, F. Diseño De Pavimento Articulado Adoquín De 1365 Metros Lineales Del Tramo De Calle Que Une A Los Barrios Lucidia Mantilla Y Sor María Romero. Monografía para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional De Ingeniería. Managua, 2017.
20. ARAUJO NAVARRO, W. Ecuaciones De Correlación Del Cbr Con Propiedades Índice De Suelos Para La Ciudad De Piura. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Piura– Perú, 2014.
21. QUEZADA OSORIA, S. Estudio Comparativo De La Estabilización De Suelos Arcillosos Con Valvas De Moluscos Para Pavimentación. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Piura– Perú, 2017.
22. CAJALEON SALAS, O y MONDRAGON DIAZ, D. Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú, 2018.
23. CARDENAS PIUCOL, A y DONODO MONTERO, A. Proposición De Una Metodología Particular Para Obtener La Capacidad De Soporte. Trabajo De Titulación Para El Grado De Ingeniero Constructor, Universidad De Magallanes – Chile, 2008.

24. LABORATORIO DE SUELOS COMPACTADOS. Método de prueba estándar para la CBR (relación de producción de radios de california), Recuperado de: <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf>
25. ALONSO SERRANO, A y OTROS. Métodos De Investigación De Enfoque Experimental. Recuperado de: [http://ingeconuvdocs.weebly.com/uploads/8/9/4/7/8947127/capacidad\\_de\\_s\\_oporte\\_del\\_suelo.pdf](http://ingeconuvdocs.weebly.com/uploads/8/9/4/7/8947127/capacidad_de_s_oporte_del_suelo.pdf)
26. QUEZADA OSORIA, S. *Estudio Comparativo De La Estabilización De Suelos Arcillosos Con Valvas De Moluscos Para Pavimentación*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Piura– Perú, 2017.
27. ARAUJO NAVARRO, W. Ecuaciones De Correlación Del Cbr Con Propiedades Índice De Suelos Para La Ciudad De Piura. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Piura– Perú, 2014.
28. Ministerio de la Producción Y Programa Regional de Aire Limpio. Estudio Diagnóstico Sobre las Ladrilleras Artesanales en el Perú. Recuperado de: [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/Caso\\_de\\_estudio\\_Detras\\_de\\_los\\_ladrillos.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/Caso_de_estudio_Detras_de_los_ladrillos.pdf)
29. SORIANO GIRALDO, C. Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal, Recuperado de: <http://www.redladrilleras.net/assets/files/08f34d2be1d32a80a13a48f2633dd73c.pdf>
30. OROZCO SILVAS, E. Elaboración Y Caracterización De Películas De Mucilago De Nopal-Pectina: Efecto De La Concentración Del Mucilago De Nopal En Las Propiedades Fisicoquímicas Y Mecánicas. Tesis para obtener el título profesional de Químico En Alimentos, Universidad Autónoma Del Estado De México, 2017. BEHAR, D. Metodología De La Investigación. Edición: A. Rubeira, Diseño: M. Sanabria, 2008. ISBN 978-959-212-783-7
31. R. Hernández Sampieri, C y OTROS. *Metodología de investigación*. pag. 86 Recuperado de: [https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612mtis\\_sampieri\\_unidad\\_1-1.pdf](https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf)

32. UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL. *Los Enfoques Cuantitativos Y Cualitativos En La Investigación Científica*. CAPITULO 1-17,2017. RECUPERADO DE: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
33. UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL. *Los Enfoques Cuantitativos Y Cualitativos En La Investigación Científica*. CAPITULO ,2017. RECUPERADO DE: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
34. LÓPEZ ROLDÁN, P. Y FACHELL, S. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA*, Edición digital: <http://ddd.uab.cat/record/129382>. 1ª edición, Barcelona – España. Febrero de 2015
35. LUIS LOPEZ, P. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO, *PUNTO CERO*. PAG 69 -74. RECUPERADO DE: [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)
36. LUIS LOPEZ, P. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO, *PUNTO CERO*. PAG 43. RECUPERADO DE: [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)
37. MONTERO, M. Comparison of the hydromechanical behavior of statically and dynamically compacted boom clay. Spain: Technical University of Catalonia, 2014.
38. HERNÁNDEZ, HERRERA. "Analysis of the relationship of support and resistance to compression of a clay-silty soil in the village of Liberia in the municipality of Viotá- Cundinamarca stabilized with coffee husk ash". De La Salle University - Bogotá - Colombia, 2019.
39. VALDERRAMA, S. pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: San Marcos,2014,495, pp 31 ISSN 9788-7012
40. OSSIDY Y CHARAM Marakon associates & economicst intelligence unit. Artículo en línea. pag.25. [consultado 13 octubre del 2020]. [recuperado en

línea]. disponible en: <http://cicap.ucr.ac.cr/sitiomigrado/gestion-del-desempeno-competencias-orientado-resultados/>

**Anexo 2. Matriz de operacionalización.**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
V.Dependiente					
ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO	Es el proceso en el cual se realizan tratamientos o manipulación a los suelos naturales con la finalidad de aprovechar sus virtudes, llegando a tener un suelo compactado y estable para soportar las cargas que generan el paso de vehículos, como también soportar los cambios climáticos. [2]	Para mejorar la subrasante de la vía se mezclara con diferentes dosificaciones de ceniza de madera y mucilago de penca de tuna y se hara un analisis detallado a las respuestas de estas combinaciones en cuanto al limite de consistencia.contenido de humedad y la resistencia .	LIMITES DE CONSISTENCIA	Analisis granulometrico ,Limite liquido, limite plástico e indice de plasticidad	Ensayo de Limite de Atterberg ,Analisis granulometrico por tamizado
			CONTENIDO DE HUMEDAD	Humedad Optima y Densidad seca.	Proctor modificado (ASTM D1557/ASTMD1883)
			RESISTENCIA	CAPACIDAD DE SOPORTE	CBR ASTM D1883
V.Independiente					
CENIZA DE MADERA	Es la ceniza que se obtiene previo un proceso de selección por un tamiz que dicho material primario es una combinación de la mezcla de ceniza de madera y ceniza de carbón, ya que al extraerlo está compuesto que se encuentra en cantidades en las ladrilleras artesanales.	Para estudiar la ceniza de madera se considera necesario las dosificaciones correspondientes basado en antecedentes(proyectos de investigacion y articulos científicos similares ) para la combinacion con el suelo arcilloso en un porcentajes definidos.	procesos de obtención	17% de ceniza de madera	Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
				14% de ceniza de madera	Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
				21% de ceniza de madera	Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
V.Independiente					
MUCILAGO DE PENCA DE TUNA	Sustancia viscosa comúnmente conocido como hidrocoloide o mucilago, que está compuesto por carbohidratos de alto peso molecular. Dicha planta contiene polímeros naturales orgánicos como el amilo pectina y la amilasa. El polímero amilasa está conformado por una cadena helicoidal, que tiene la propiedad de formar películas pequeñas que al secar tiene alta rigidez22	Para estudiar el mucilago de penca de tuna se considera necesario las dosificaciones correspondientes basado en antecedentes(proyectos de investigacion y articulos científicos similares ) para la combinacion con el suelo arcilloso en un porcentajes definidos .	Propiedades físicas	50% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del suelo arcilloso
				60% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del suelo arcilloso
				70% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del suelo arcilloso

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3. Matriz de consistencia.

Título:		Estabilización de suelos arcillosos con mucilago de penca de tuna y ceniza de madera, en la carretera Cangari, Ayacucho,2020				
Autor:		LEINSTER STAFFORD HUAMÁN ORÉ				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO		TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN METODOLOGÍA	
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>V. DEPENDIENTE: ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO</b>		<b>Metodo:</b> (Científico) <b>Tipo:</b> (Aplicada) <b>Nivel:</b> (Explicativo) <b>Diseño:</b> (Experimental) <b>Enfoque:</b> (Cuantitativo) <b>Población:</b> los 9km de la carretera Huanta-cangari. <b>Muestra:</b> el km 6+020 al km 8+020 de la carretera Cangari- Huanta <b>Muestreo:</b> es un muestreo no probabilístico. <b>Técnica:</b> Observación Directa. <b>Instrumentos:</b> Formatos de los ensayos realizados.	
			<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>		<b>INSTRUMENTOS</b>
¿De qué manera influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejoraría las propiedades de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho,2020?	Evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho,2020.	La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejoraría las propiedades de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho,2020.	D1: LIMITES DE CONSISTENCIA	Análisis granulométrico ,Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad		Ensayos de Limites de Atterberg,Análisis granulométrico por tamizado
			D2: CONTENIDO DE HUMEDAD	Humedad Óptima y Densidad seca.		Proctor modificado (ASTM D1557ASTMD1883)
			D3: RESISTENCIA	CAPACIDAD DE SOPORTE		CBR ASTM D1883
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	<b>V. INDEPENDIENTE : CENIZA DE MADERA</b>			
			<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>		<b>INSTRUMENTOS</b>
¿De qué manera influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en 50%, 60%, 70% para mejorar el contenido de humedad de los suelos	Evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para mejorar el contenido de humedad de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari,	La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejoraría el contenido de humedad de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari,	proceso de obtención	14% de ceniza de madera		Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
				17% de ceniza de madera		Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
				21% de ceniza de madera		Experimento aplicando cenizas en porcentaje al volumen del suelo arcilloso
<b>V. INDEPENDIENTE : MUCILAGO DE PENCA DE TUNA</b>			<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
¿De qué manera influye la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de penca de tuna en un 50%, 60%, 70% para mejorar el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho,2020?	Evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo en un 14%, 17%, 21% y mucilago de cascara de tuna en un 50%, 60%, 70% para mejorar el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho-2020.	La aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tuna mejoraría el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la sub rasante de la carretera Cangari, Ayacucho,2020.	Propiedades físicas	50% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del suelo arcilloso	
				60% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del	
				70% de mucilago de penca de la tuna	Experimento aplicando mucilago de penca de tuna en porcentajes al volumen del suelo arcilloso	

Fuente: Elaboración propia.

#### Anexo 4: Panel fotográfico.



Fuente: Google Maps0.

Ubicación geografía del estudio. Donde se realizó las 3 calicatas, en las progresivas 6+020,7+020,8+020.



Se realizó la excavación y extracción de la primera muestra de la calicata N° 01, realizado en el kilómetro 6+020.



Se realizó la excavación y extracción de la primera muestra de la calicata N° 02, realizado en el kilómetro 7+020.



Se realizó la excavación y extracción de la tercera muestra de la calicata N° 03, realizado en el kilómetro 8+020.



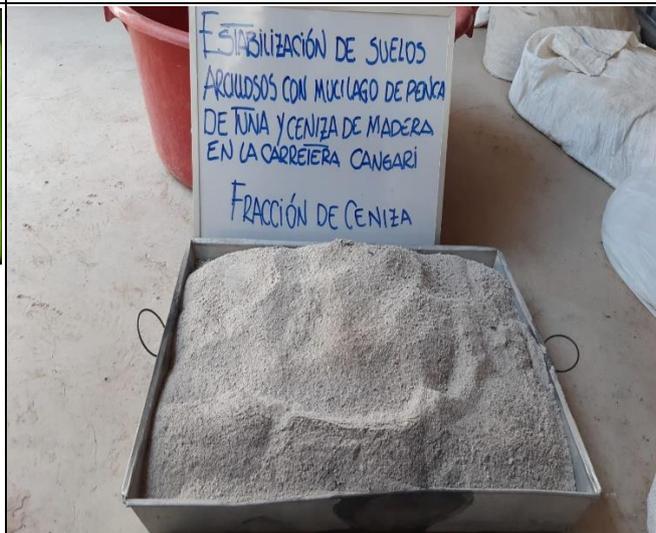
Se llevó la muestra de 150 kg de muestra para el laboratorio para realizar las respectivas muestras.



Se realizó el recojo y la extracción de la penca de tuna para la obtención del mucilago.



Se realizó el análisis del lugar, asimismo la toma de muestra de la ceniza de madera de fondo en la localidad de compañía, perteneciente al distrito de Jesús Nazareno.



## Anexo 5: Ensayo Granulométrico



Al realizar el ensayo granulométrico, lo primero se realizó el tamizado del material arcilloso en las mallas que es desde la medida de 3" hasta la malla N°200.



Se tiene que identificar cada tamiz y anotar el peso en una hoja de cálculos.



Al extraer cada tamiz se tiene que hacer una sacudida para que así todas la muestra este en su malla correspondiente .



Obtención del material según las medidas de los tamices, donde cada material tiene su peso indicado para poder realizar la curva granulométrica y así identificar según la norma ASHTO Y SUCS.

## Anexo 5: Limite de consistencia.



Se realiza un lavado del material con la finalidad de desechar todo el limo que tiene el material, después de ello llevar al horno para un secado.



Para el límite de consistencia se realiza una tamizada con la malla N° 40 para obtener 100g de para el límite líquido y 20g para el limite plástico.



Una vez que se tiene la cantidad requerida de la muestra, se tiene que agregar líquido de manera controlada, la finalidad es buscar una cantidad para que pueda cumplir en el ensayo de Casagrande y hallar el limite líquido. En total se realiza 3 muestras: 15-25 g; 20-30; 25-35. (golpes).

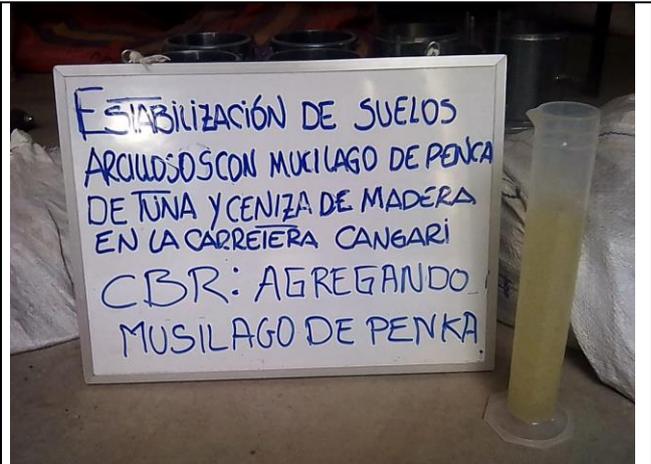


Se obtiene en totalidad 3 muestras del límite líquido, donde se llevó a un horno por 12 horas, para obtener los resultados.



Se realiza una mezcla del material seleccionado con adición de líquido moderadamente calculado para poder hacer 2 muestras, se realiza de manera cilíndrica de 3.2 mm (un parecido de una mina de un lapicero). Luego llevarlo al horno para su secado y obtener la cantidad de líquido que se incorporó. Y así obtener su límite plástico.

## ANEXO 6: PROCTOR MODIFICADO

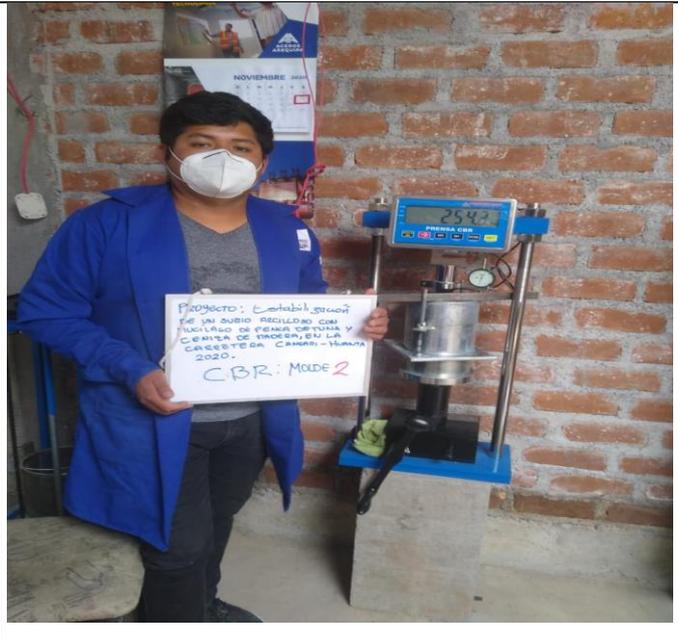


El proctor modificado determina la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos

Existen 3 métodos, de los cuales se realiza por el método "B" ya que más del 20% del material es retenido por la mala N° 04. Donde se utiliza 16 kilogramos de material para el método.

Se realizó el ensayo de proctor modificado en el terreno natural y con los aditivos respectivos. Donde se obtuvo una disminución en su contenido de humedad.

## ANEXO 7: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

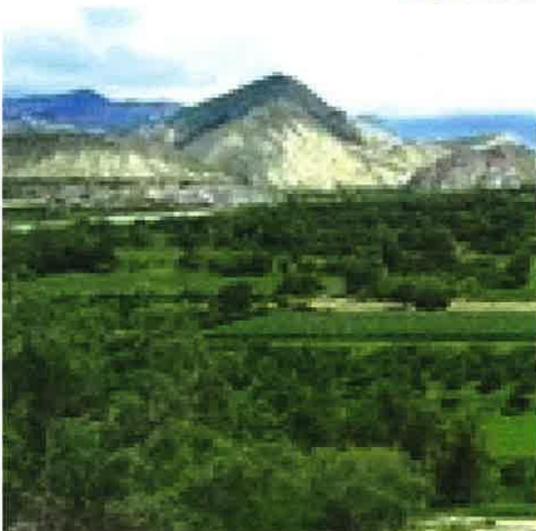


El CBR se realiza después de hacer el proctor modificado y esta debe estar sumergido en agua durante 4 días para poder calcular su Resistencia. La prueba se realiza con un equipo que tiene un pistón en el medio, prácticamente una prensa, donde se tiene que girar de acuerdo a un cronómetro y poder ver su comportamiento. En total se realiza 3 pruebas y son variables dependiendo a los golpes que se dio en el proctor modificado.



**"ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE  
PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA  
GANGARI "**

**ESTUDIO DE MECANICA DE  
SUELOS**



**Región : AYACUCHO**

**Provincia: HUANTA**

**Distrito : HUANTA**

**SOLICITANTE:  
HUAMAN ORE, LEINSTER  
STAFFORD.**

**NOVIEMBRE - 2020**

**SOILTEST PERU S.R.L.**  
GEOTECNIA, CONSULTORIA, GEOLOGIA Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMAN  
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
CIP: 272451

**ENSAYOS: EN TERRENO  
NORMAL**





Proyecto

: ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI \*

Solicitante

: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD

Calicata

: CALICTA-02 / KM-1+800

Estrato

: E - 02 / TERRENO NORMAL

Fecha

: NOVIEMBRE - 2020

Region : AYACUCHO

Provincia : HUANTA

Distrito : HUANTA

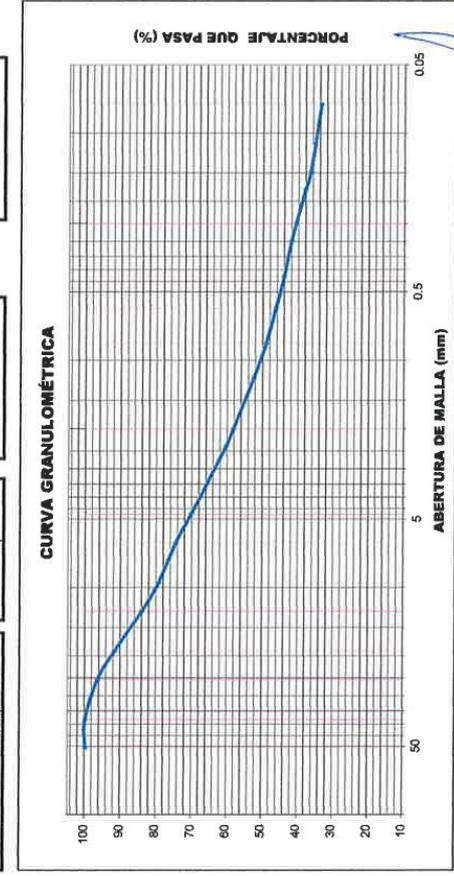
Lugar : GANGARI

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)**

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				100.00
2 1/2"	63.500				96.51
2"	50.800				91.79
1 1/2"	38.100	54.00	3.49	3.491	84.10
1"	25.400	73.00	4.72	8.209	79.44
3/4"	19.050	119.00	7.68	15.902	74.66
1/2"	12.700	72.00	4.65	20.556	70.33
3/8"	9.525	74.00	4.78	25.339	60.44
1/4"	6.350	67.00	4.33	29.670	56.37
Nº 4	4.750	153.00	9.89	39.560	52.55
Nº 8	2.380	32.00	2.07	41.629	49.19
Nº 10	2.000	90.00	5.82	47.447	46.54
Nº 16	1.190	52.00	3.36	50.808	44.21
Nº 20	0.840	41.00	2.65	53.458	42.15
Nº 30	0.590	36.00	2.33	55.785	38.20
Nº 40	0.426	32.00	2.07	57.854	36.78
Nº 50	0.297	20.00	1.29	59.147	33.81
Nº 60	0.250	41.00	2.65	61.797	33.81
Nº 80	0.177	22.00	1.42	63.219	0.00
Nº 100	0.149	46.00	2.97	66.193	
Nº 200	0.075	523.00	33.81	100.000	
FONDO LAVADO		1547.00			
TOTAL					

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			
D10 (mm)	0.022	D30 (mm)	0.067
D15 (mm)	0.033	D50 (mm)	0.924
Cu = 103.64		Cc = 0.09	

DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)	1547.00	% Grava	29.67
peso seco lavado (gr)	1024.00	% Arena	36.52
Pérdida por lavado (gr)	523.00	% Finos	33.81



CLASIFICACION DE SUELOS	
AA-SH-7	(2)
SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA



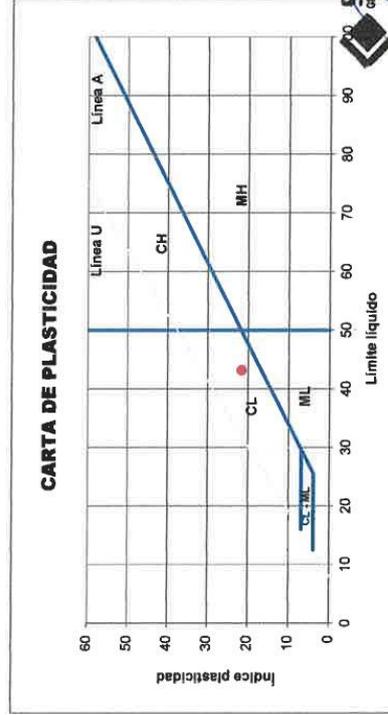
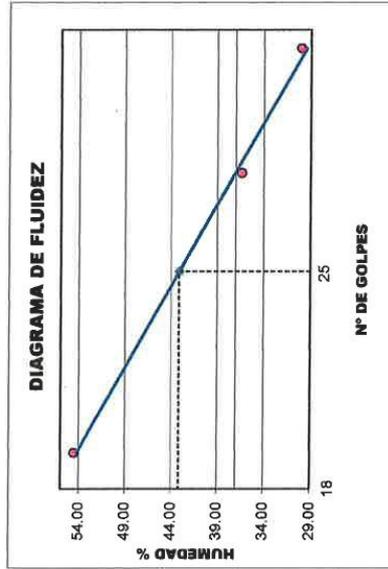


**SOILTEST PERU S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI"

Solicitante: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD  
 Calicata: CALICATA - 02 / PROG. 7+020  
 Estrato: E - 02 / TERRENO NORMAL  
 Fecha: NOVIEMBRE - 2020  
 Region: AYACUCHO  
 Provincia: HUANTA  
 Distrito: HUANTA  
 Lugar: CANGARI

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)			LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Recipiente	Unidades	75	68	73	10	14	29.00	30.00	LL (%) =
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	41.00	38.00	34.00	29.00	30.00	28.00	28.00	43.16
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	35.00	34.00	31.00	28.00	28.00	21.00	21.00	LP (%) =
Peso del Recipiente	gr	24.00	23.00	21.00	21.00	21.00	7.00	7.00	LL - LP = IP (%) =
Peso del Suelo Seco	gr	11.00	11.00	10.00	7.00	7.00	1.00	2.00	21.73
Peso del Agua	gr	6.00	4.00	3.00	1.00	2.00	14.29	28.57	
Contenido de Humedad	%	54.55	36.36	30.00					
Número de Golpes		19	29	35					



DIRECCION: ASOC. COVADONGA MZ T- LT N°4 - Huamanga - Ayacucho, CEL: 99660864, TEL: 065-260683, EMAIL: andy.zevallos16@gmail.com

**SOILTEST PERU S.R.L.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMAN  
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
P.06-74742871

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI. Registro N°: PT-LF-064-20  
 Propietario : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD Muestreado por : Jean P.  
 Código del Proyecto : 0 Ensayado por : Willy J.  
 Ubicación de Proyecto : CANGARI Fecha de Ensayo : 09/11/2020  
 Material : BASE Turno : Diurno

Identificación : TERRENO NATURAL Profundidad: 1.50 m  
 Sondaje / Calicata : C-2 Norte:  
 N° de Muestra : M-2 Este:  
 Progresiva : 07+020 Cota:



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

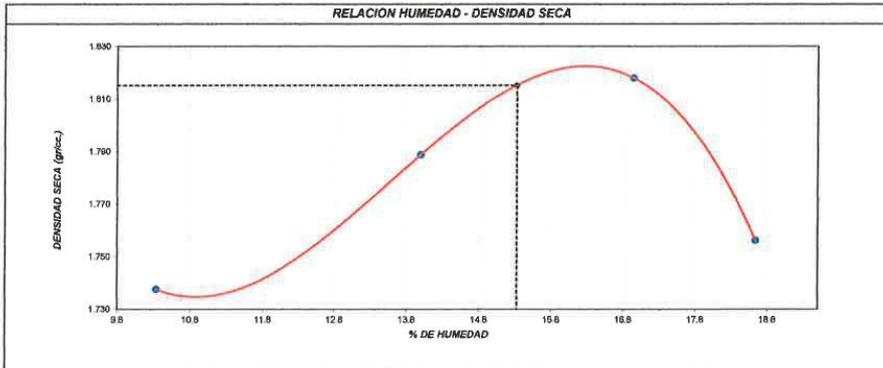
Volumen Molde 944 cm<sup>3</sup>  
 Peso Molde 1829 gr.

**METODO - B**

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	3,639	3,581	3,846	3,731	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,810	1,925	2,007	1,967	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,917	2,039	2,126	2,084	
Recipiente Numero		4	14	8	12	
Peso de la Tara	gr.	45.0	42.0	42.0	47.0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	109.0	99.0	111.0	117.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	103.0	92.0	101.0	106.0	
Peso del agua	gr.	6.0	7.0	10.0	11.0	
Peso del suelo seco	gr.	58	50	59	59	
Contenido de agua	%	10.34	14.00	16.95	16.84	
Densidad Seca	gr/cc	1.738	1.769	1.816	1.766	

**Densidad Máxima Seca:** 1.82 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Optima:** 15.32 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

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

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOTECNICA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 N° 222151

**SOILTEST PERU S.R.L.**

<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>STP-50</b>
<b>RESUMEN PROCTOR MODIFICADO</b>	<b>Serie</b>	<b>HS201809118</b>
	<b>Fecha</b>	<b>14/09/2020</b>
	<b>Página</b>	<b>2 - 4</b>

**Proyecto** : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI". **Registro N°:** PT-LF-064-2020  
**Propietario** : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD **Muestreado por :** Jean P.  
**Código del Proyecto** : 0 **Ensayado por :** Willy J.  
**Ubicación de Proyecto** : CANGARI **Fecha de Ensayo:** 09/11/2020  
**Material** : BASE **Turno:** Diurno  
**Identificación** : TERRENO NATURAL **Profundidad:** 1.50  
**Procedencia** : C-2 **Norte:** 0 m  
**N° de Muestra** : M-2 **Este:** 0 m  
**Progresiva** : 07+020 **Cota:** 0 m s.n.m.

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1857 / ASTM D1853**

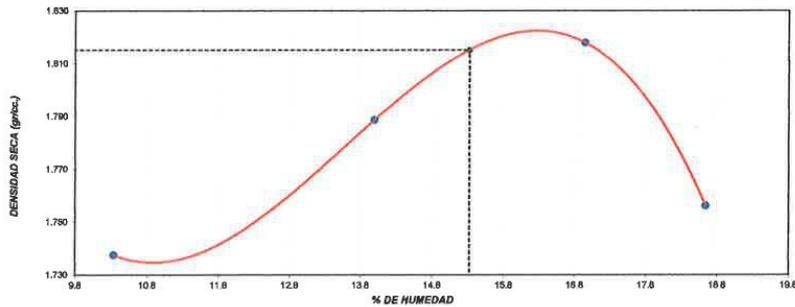
Volumen Molde	944	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	1829	gr.

**METODO - B**

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.917	2.039	2.126	2.084
Contenido de agua	%	10.3	14.0	16.9	16.6
Densidad Seca	gr/cc	1.738	1.789	1.816	1.756

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.82</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>15.32</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 de INGEOCONTROL.

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEOLÓGIA, GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 015 772854

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>PF-002</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		<b>Versión</b>	<b>HS201809118</b>
			<b>Fecha</b>	<b>18/09/2020</b>
			<b>Página</b>	<b>3 - 4</b>
<b>Proyecto</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI.		Registro N°: PT-LF-064-2020	
<b>Propietario</b>	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD		Muestreado por : Jean P.	
<b>Código del Proyecto</b>	: 0		Ensayado por : Willy J.	
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: CANGARI		Fecha de Ensayo: 13/11/2020	
<b>Material</b>	: Sub rasante		Turno: Diurno	
<b>Identificación</b>	: Sub rasante		<b>Profundidad:</b>	1.50 m
<b>Procedencia</b>	: C-2		<b>Norte:</b>	0 m
<b>N° de Muestra</b>	: M-2		<b>Este:</b>	0 m
<b>Progresiva</b>	: 07+020		<b>Cota:</b>	0 ms.n.m.

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

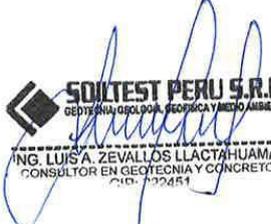
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	3		2		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,931		12,726		12,494	
Peso molde (gr.)	8,475		8,296		8,351	
Peso suelo compactado (gr.)	4,456		4,428		4,143	
Volumen del molde (cm³)	2,127		2,131		2,128	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,095		2,078		1,947	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,787		1,756		1,632	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	44.0		47.0		48.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	146.0		131.0		153.0	
Tara + suelo seco (gr.)	131.0		118.0		136.0	
Peso de agua (gr.)	15.0		13.0		17.0	
Peso de suelo seco (gr.)	87.0		71.0		88.0	
Humedad (%)	17.2		18.3		19.3	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0,01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 3				Molde N° 2				Molde N° 1			
		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		4.3	0.2			3.7	0.2			2.1	0.1		
0.050		18.9	0.9			15.4	0.8			8.5	0.4		
0.075		58.7	2.9			53.5	2.6			23.6	1.2		
0.100	70.307	95.7	4.8	7.2	10.2	89.6	4.4	6.3	9.0	37.3	1.8	2.1	3.0
0.150		147.5	7.3			138.4	6.9			43.8	2.2		
0.200	105.480	191.2	9.5	11.2	10.8	164.2	8.1	9.9	9.4	56.2	2.8	4.1	3.9
0.300		236.0	11.7			198.7	9.8			78.4	3.9		
0.400		285.2	14.1			265.5	13.1			112.2	5.6		
0.500		312.1	15.5			296.7	14.7			148.3	7.2		

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

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEODINAMICA, GEOFISICA Y MEDIO AMBIENTE  
**ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACAHUAMAN**  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 C.I.C. 177451

**SOILTEST PERU S.R.L.**

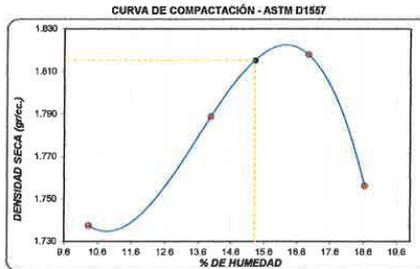
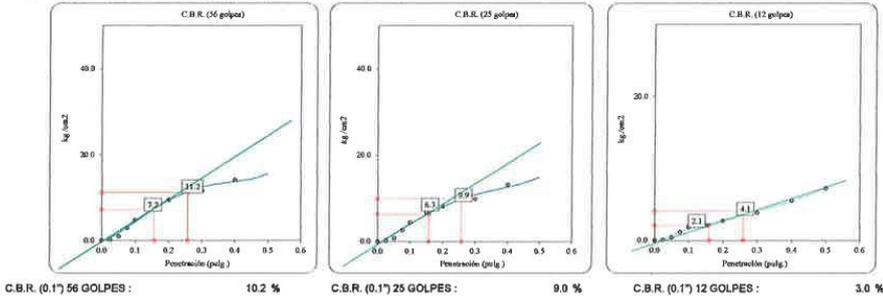
DIRECCION: ASOC. COVADONGA MZ "T" LT N°4 - Huamanga - Ayacucho, CEL: 999600084, TEL: 086-280903, EMAIL: andy.zevallos5@gmail.com

	<b>INFORME</b>		Código	PF-002
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	HS201809118
			Fecha	18/09/2020
			Página	4 - 4
Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI".		Registro N°:	PT-LF-064-2020
Propietario	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD		Muestreado por :	Jean P.
Código del Proyecto	: 0		Ensayado por :	Willy J.
Ubicación de Proyecto	: CANGARI		Fecha de Ensayo:	13/11/2020
Material	: BASE		Turno:	Diuño
Identificación	: TERRENO NATURAL		Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-2		Norte:	0 m
N° de Muestra	: M-2		Este:	0 m
Progresiva	: 07+020		Cota:	0 ms.n.m.

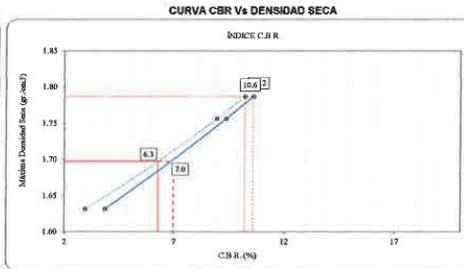
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.815 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 15.3 %  
Máxima Densidad Seca al 85% \_\_\_\_\_ 1.724 gr./cm<sup>3</sup>



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":      10.2 %  
C.B.R. ( 85% M.D.S.) 0.1":      9.3 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":      10.8 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2":      7.0 %

**OBSERVACIONES:**

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

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 QUÍMICA, GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACLAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 C.I. 27241

**ENSAYOS: ESTABILIZADOS  
CON CINIZA Y MUCILAGO**





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA Y MATERIALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI \*

Region : AYACUCHO  
 Provincia : HUANTA  
 Distrito : HUANTA  
 Lugar : CANGARI

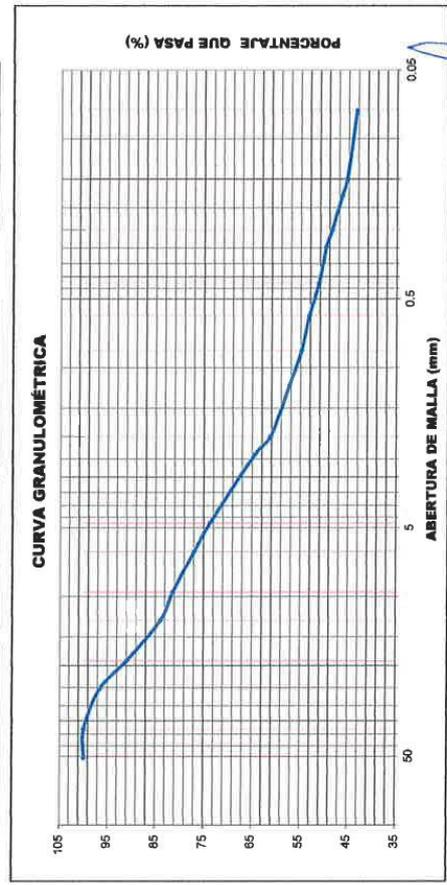
Proyecto : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD  
 Solicitud : CALICATA-01 / PROG. 6+020  
 Calicata : E-01 / CON 14% CENIZA MADERA DE FONDO Y 50% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA  
 Estrato :  
 Fecha : NOVIEMBRE - 2020

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS**  
 (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA	
D10 (mm)	0.017
D30 (mm)	0.052
D60 (mm)	1.726
D15 (mm)	0.026
D50 (mm)	0.312
D85 (mm)	13.547
Cu = 100.06	
Cc = 0.09	

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)	1720.00	% Grava	26.22
Peso seco lavado (gr)	972.00	% Arena	30.29
Pérdida por lavado (gr)	748.00	% Finos	43.49

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				100.00
2 1/2"	63.500				96.74
2"	50.800				91.05
1 1/2"	38.100				84.07
1"	25.400	56.00	3.26	3.256	81.45
3/4"	19.050	98.00	5.70	8.953	77.03
1/2"	12.700	120.00	6.98	15.930	73.78
3/8"	9.525	45.00	2.62	18.547	64.48
1/4"	6.350	76.00	4.42	22.965	61.34
Nº 4	4.750	56.00	3.26	26.221	57.38
Nº 8	2.380	180.00	9.30	35.523	54.94
Nº 10	2.000	54.00	3.14	38.663	53.31
Nº 16	1.190	68.00	3.95	42.616	51.34
Nº 20	0.840	42.00	2.44	45.058	49.83
Nº 30	0.590	28.00	1.63	46.686	48.60
Nº 40	0.426	34.00	1.98	48.663	46.51
Nº 50	0.297	26.00	1.51	50.174	45.47
Nº 60	0.250	21.00	1.22	51.395	43.49
Nº 80	0.177	36.00	2.09	53.488	0.00
Nº 100	0.149	18.00	1.05	54.535	
Nº 200	0.075	34.00	1.98	56.512	
FONDO LAVADO		748.00	43.49	100.000	
TOTAL		1720.00			



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	A-6 (0)
SUCS	SC
ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	

**SOIL TEST PERU S.A.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA Y MATERIALES  
 ING. LUIS ALBERTO VILLALBA  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO

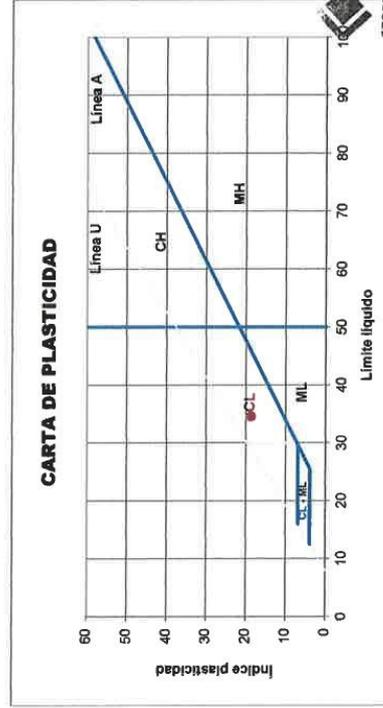
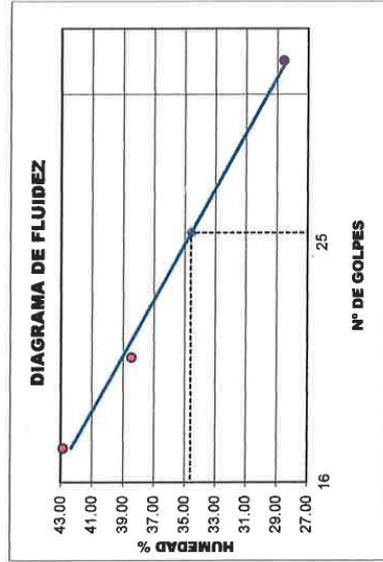
DIRECCION: ABCD, COVADONGA, N° 1114 - Huamanga - Ayacucho, CEL: 9800004, TEL: 086-22001, EMAIL: any.zavala@stperu.com



Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI "

Solicitante : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD Region : AYACUCHO  
 Calicata : CALICATA-01 / PROG. 6+020 Provincia : HUANTA  
 Estrato : E-01 / CON 14% CENIZA MADERA DE FONDO Y 50% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Distrito : HUANTA  
 Fecha : NOVIEMBRE - 2020 Lugar : GANGARI

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)				LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
recipiente	Unidades	2	3	6	89	78	LL (%) =	LP (%) =	LL - LP = IP (%) =
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	40.00	41.00	39.00	38.00	34.00	34.61		
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	34.00	36.00	35.00	36.00	32.00		15.76	
Peso del Recipiente	gr	20.00	23.00	21.00	21.00	21.00			
Peso del Suelo Seco	gr	14.00	13.00	14.00	15.00	11.00			
Peso del Agua	gr	6.00	5.00	4.00	2.00	2.00			
Contenido de Humedad	%	42.86	38.46	28.57	13.33	18.18			18.85
Número de Golpes		17	20	34			BAJA PLASTICIDAD		



**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GENERAL, TECNOLÓGICA, GERENCIAL Y DE VENTAS  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTA-HUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 C.D. 772451

DIRECCION: ASOC. COVADONGA N° 11, LT. N° 4 - Huamanga - Ayacucho, CEL: 996668884, TEL: 065-280063, EMAIL: andy.zevallos@gmail.com

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI". Registro N°: PT-LF-064-20  
**Propietario** : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD Muestreado por : Jean P.  
**Código del Proyecto** : 1.0 Ensayado por : Willy J.  
**Ubicación de Proyecto** : CANGARI Fecha de Ensayo : 20/11/2020  
**Material** : BASE Turno: Diurno

**Identificación** : TERRENO MEJORADO CON 14% CENIZA MADERA DE FONDO Y 50% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Profundidad: 1.50 m  
**Sondaje / Calicata** : C-1 Norte:  
**N° de Muestra** : M-1 Este:  
**Progresiva** : 06+020 Cota:

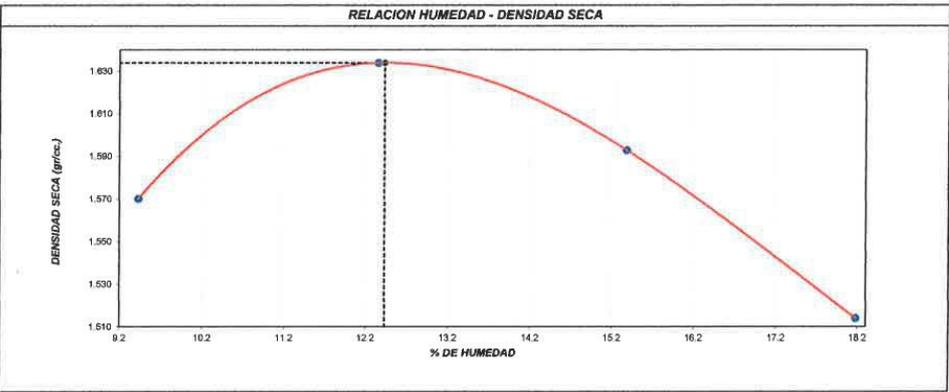


**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	944	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	1829	gr.

METODO - B						
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	3,387	3,562	3,574	3,345	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,622	1,733	1,735	1,689	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,718	1,836	1,838	1,789	
Recipiente Numero		73	17	65	66	
Peso de la Tara	gr.	41.0	45.0	44.0	44.0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	128.0	145.0	134.0	148.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	120.5	134.0	122.0	132.0	
Peso del agua	gr.	7.5	11.0	12.0	16.0	
Peso del suelo seco	gr.	80	89	78	88	
Contenido de agua	%	9.43	12.38	15.38	18.18	
Densidad Seca	gr/cc	1.570	1.634	1.593	1.514	

**Densidad Máxima Seca:** 1.63 gr/cm<sup>3</sup>.      **Contenido Humedad Optima:** 12.43 %



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERÚ S.R.L.

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEODINAMICA Y BIENESTAR AMBIENTE  
 ING. LUISA ZEVALLOS LLACTAYUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 N° 102451

INFORME		Código	STP-50
RESUMEN PROCTOR MODIFICADO		Serie	HS201809118
		Fecha	14/09/2020
		Página	2 - 4

**Proyecto** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI". Registro N°: PT-LF-064-2020  
**Propietario** : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD Muestreado por : Jean P.  
**Código del Proyecto** : 0 Ensayado por : Willy J.  
**Ubicación de Proyecto** : CANGARI Fecha de Ensayo: 20/11/2020  
**Material** : BASE Turno: Diurno

**Identificación** : TERRENO MEJORADO CON 14% CENIZA MADERA DE FONDO Y 50% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Profundidad: 1.50  
**Procedencia** : C-1 Norte: 0 m  
**N° de Muestra** : M-1 Este: 0 m  
**Progresiva** : 06+020 Cota: 0 ms.n.m.

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

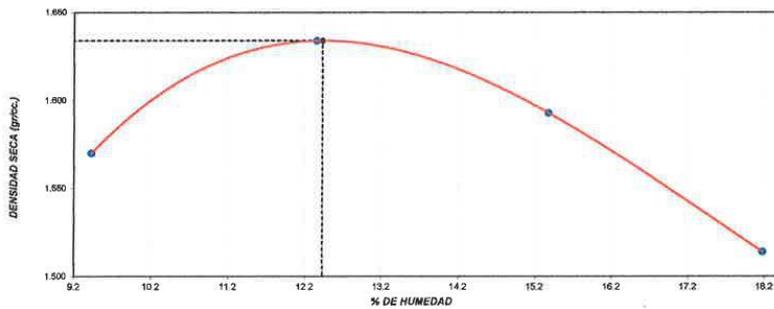
Volumen Molde 944 cm<sup>3</sup>  
 Peso Molde 1829 gr.

**METODO - B**

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.718	1.836	1.838	1.789
Contenido de agua	%	9.4	12.4	15.4	18.2
Densidad Seca	gr/cc	1.570	1.834	1.593	1.514

**Densidad Máxima Seca:** 1.83 gr/cm<sup>3</sup> **Contenido Humedad Optima:** 12.43 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERÚ S.R.L.


**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEODINAMICA, GEOTERMOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 CIP 222451

**SOILTEST PERÚ S.R.L.**

	<b>INFORME</b>	Código	PF-002
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	Versión	HS201809118
		Fecha	18/09/2020
		Página	3 - 4

Proyecto	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI*	Registro N°:	PT-LF-064-2020
Propietario	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD	Muestreado por :	Jean P.
Código del Proyecto	: 0	Ensayado por :	Willy J.
Ubicación de Proyecto	: CANGARI	Fecha de Ensayo:	24/11/2020
Material	: Sub rasante	Turno:	Diurno
Identificación	: Sub rasante	Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-1	Norte:	0 m
N° de Muestra	: M-1	Este:	0 m
Progresiva	: 06+020	Cota:	0 m s.n.m.

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

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	3		2		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,458		12,034		11,771	
Peso molde (gr.)	8,430		8,350		8,343	
Peso suelo compactado (gr.)	4,028		3,684		3,428	
Volumen del molde (cm³)	2,127		2,131		2,128	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,894		1,729		1,611	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,591		1,497		1,301	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	42.0		45.0		42.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	117.0		88.0		94.0	
Tara + suelo seco (gr.)	105.0		80.0		84.0	
Peso de agua (gr.)	12.0		8.0		10.0	
Peso de suelo seco (gr.)	63.0		35.0		42.0	
Humedad (%)	19.0		22.9		23.8	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 3				Molde N° 2				Molde N° 1			
		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		15.3	0.8			7.7	0.4			4.2	0.2		
0.050		82.1	4.1			65.3	3.2			24.5	1.2		
0.075		156.6	7.8			98.4	4.9			47.8	2.4		
0.100	70.307	278.9	13.6	16.6	23.6	143.7	7.1	10.0	14.2	77.3	3.8	4.2	8.0
0.150		456.2	22.6			258.9	12.8			103.7	5.1		
0.200	105.460	637.4	31.6	32.0	30.3	398.4	19.7	20.0	19.0	147.5	7.3	7.5	7.1
0.300		928.0	41.0			467.2	23.1			177.5	8.8		
0.400		1087.6	53.9			645.3	32.0			235.1	11.6		
0.500		1235.8	61.2			757.1	37.5			265.2	13.1		

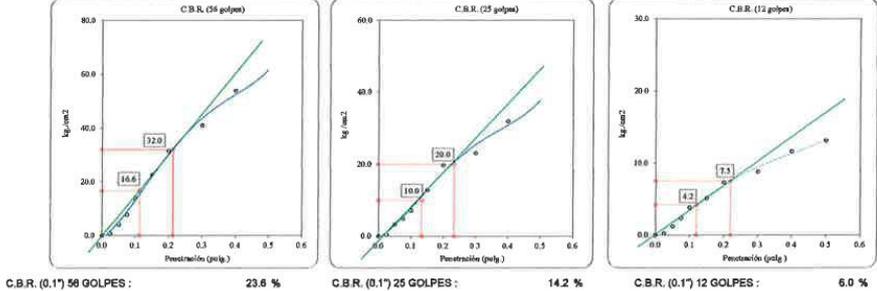
**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERU S.R.L.

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEOLÓGIA, GEOFÍSICA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLAHTAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 RUC 2020451

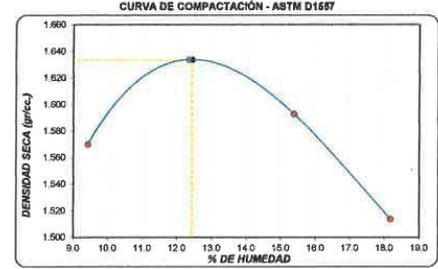
	<b>INFORME</b>		Código	PF-002
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	HS201808118
			Fecha	18/09/2020
			Página	4 - 4
Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI"		Registro N°:	PT-LF-064-2020
Propietario	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD		Muestreado por :	Jean P.
Código del Proyecto	: 0		Ensayado por :	Willy J.
Ubicación de Proyecto	: CANGARI		Fecha de Ensayo:	24/11/2020
Material	: BASE		Turno:	Diurno
Identificación	: TERRENO MEJORADO CON 14% CENIZA MADERA DE FONDO Y 50% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA		Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-1		Norte:	0 m
N° de Muestra	: M-1		Este:	0 m
Progresiva	: 06+020		Cote:	0 ms.n.m.

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

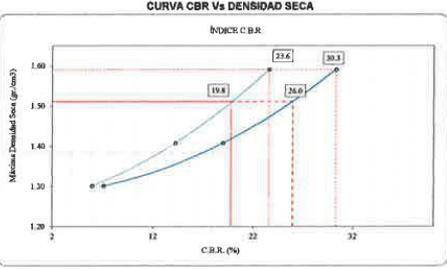
**Datos de muestra**  
Máxima Densidad Seca : 1.634 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad : 12.4 %  
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.592 gr./cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1') 50 GOLPES : 23.8 %      C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 14.2 %      C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 6.0 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 23.8 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 19.8 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 30.3 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 28.0 %

**OBSERVACIONES:**  
\* Muestra provista e identificada por el solicitante  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERÚ S.R.L.

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
GEOTECNIA, GEOLÓGIA, GEOFÍSICA Y MEDIO AMBIENTE  
ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMAN  
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
CIP: 222451



Proyecto

: ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI \*

Solicitante

: HUMAN ORE, LEINSTER STAFFORD

Calicata

: CALICITA-03 / PROG. 8-4020

Estrato

: E-02 / CON 17% DE CENIZA MADERA DE FONDO Y 80% MUCILAGO DE PENCA

Fecha

: NOVIEMBRE - 2020

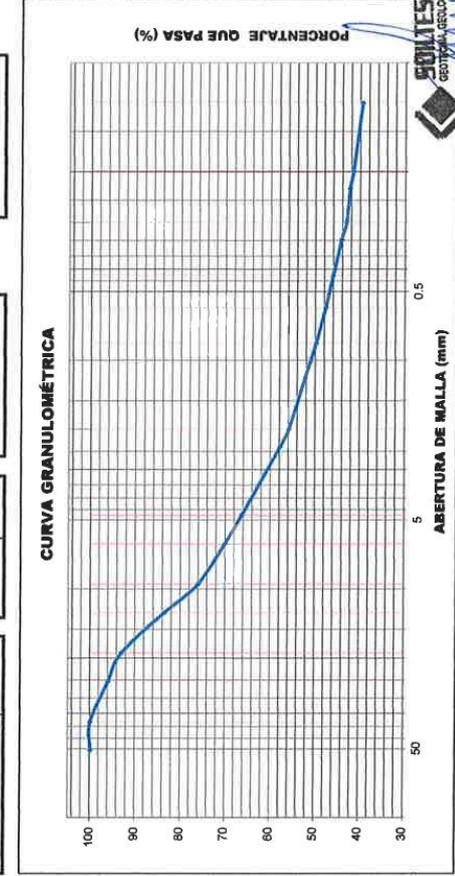
Region : AYACUCHO  
 Provincia : HUANTA  
 Distrito : HUANTA  
 Lugar : CANGARI

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)**

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				100.00
2 1/2"	63.500				96.05
2"	50.800				93.13
1 1/2"	38.100				83.65
1"	25.400	65.00	3.95	3.951	76.17
3/4"	19.050	48.00	2.92	6.869	70.21
1/2"	12.700	156.00	9.48	16.353	66.44
3/8"	9.525	123.00	7.48	23.830	57.93
1/4"	6.350	98.00	5.96	29.787	55.89
Nº 4	4.750	82.00	3.77	33.556	52.34
Nº 8	2.380	140.00	8.51	42.067	49.91
Nº 10	2.000	32.00	1.95	44.012	47.84
Nº 16	1.190	60.00	3.65	47.660	44.32
Nº 20	0.840	40.00	2.43	50.091	42.43
Nº 30	0.590	34.00	2.07	52.168	41.70
Nº 40	0.426	28.00	1.70	53.860	39.64
Nº 50	0.297	30.00	1.82	55.684	0.00
Nº 60	0.250	18.00	1.09	56.778	
Nº 80	0.177	13.00	0.79	57.568	
Nº 100	0.149	12.00	0.73	58.298	
Nº 200	0.075	34.00	2.07	60.365	
FONDO LAVADO		652.00	39.64	100.000	
TOTAL		1645.00			

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.019	D30 (mm)	0.057	D60 (mm)	2.956
D15 (mm)	0.028	D50 (mm)	0.853	D85 (mm)	13.606
Cu = 158.19		Cc = 0.06			

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)	1645.00	% Grava	33.56
Peso seco lavado (gr)	993.00	% Arena	26.81
Pérdida por lavado (gr)	652.00	% Fines	39.64



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	A-5 (0)
GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA

**SOIL TEST PERU S.R.L.**  
 GERENTE GENERAL: GEOLOGIA Y GEOTECNIA

ING. LUIS A. ZELAYA  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 CIP: 7372451



Proyecto : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI "

Solicitante : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD

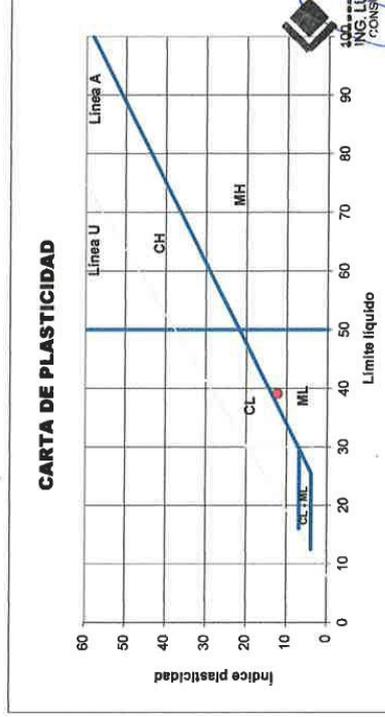
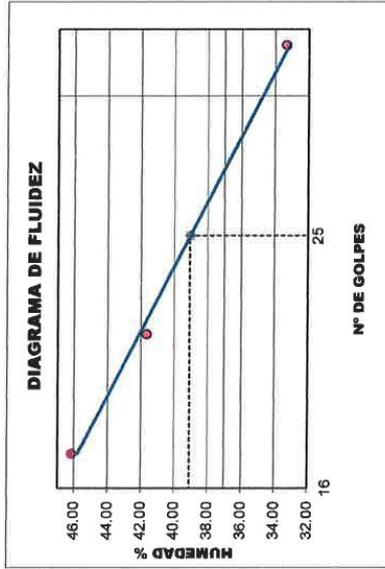
Calicata : CALICTA-03 / PROG. 8+020

Estrato : E-02 / CON 17% DE CENIZA MADERA DE FONDO Y 60% MUISILAGO DE PENCA

Fecha : NOVIEMBRE - 2020

Region : AYACUCHO  
 Provincia : HUANTA  
 Distrito : HUANTA  
 Lugar : CANGARI

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)			LÍMITES DE CONSISTENCIA	
	Unidades	20	45	21	56	60	LL (%) =	LP (%) =
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	41.00	40.00	38.00	18.00	20.00	39.08	
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	35.00	35.00	34.00	17.00	19.00		26.67
Peso del Recipiente	gr	22.00	23.00	22.00	14.00	14.00		
Peso del Suelo Seco	gr	13.00	12.00	12.00	3.00	5.00		
Peso del Agua	gr	6.00	5.00	4.00	1.00	1.00		
Contenido de Humedad	%	46.15	41.67	33.33	33.33	20.00		
Número de Golpes		17	21	35				
								LIGERAMENTE PLÁSTICO



**SOIL TEST PERU S.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 AGUAS CALIENTES - ZEMILLOS LLACTAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 C.D. 077244

**Proyecto:** ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI. **Registro N°:** PT-LF-064-20  
**Propietario:** HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD **Muestreado por:** Jean P.  
**Código del Proyecto:** 0 **Ensayado por:** Willy J.  
**Ubicación de Proyecto:** CANGARI **Fecha de Ensayo:** 20/11/2020  
**Material:** BASE **Turno:** Diurno

**Identificación:** TERRENO MEJORADO CON 17% CENIZA MADERA DE FONDO Y 60% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA **Profundidad:** 1.50 m  
**Sondaje / Calicata:** C-3 **Norte:**  
**N° de Muestra:** M-3 **Este:**  
**Progresiva:** 08+020 **Cota:**



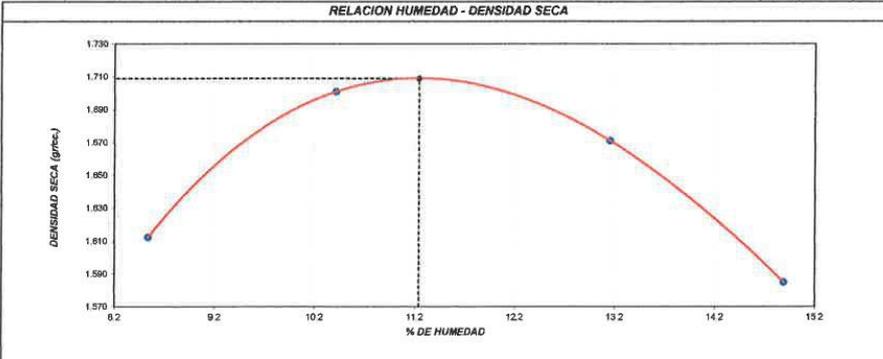
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

**Volumen Molde:** 944 **cm<sup>3</sup>**  
**Peso Molde:** 1829 **gr.**

**METODO - B**

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	3,417	3,602	3,624	3,375	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,852	1,773	1,785	1,719	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,750	1,878	1,891	1,821	
Recipiente Numero		65	20	64	61	
Peso de la Tara	gr.	43.0	44.0	45.0	45.0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	132.0	150.0	131.0	153.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	125.0	140.0	121.0	139.0	
Peso del agua	gr.	7.0	10.0	10.0	14.0	
Peso del suelo seco	gr.	82	96	76	94	
Contenido de agua	%	8.54	10.42	13.16	14.89	
Densidad Seca	gr/cc	1.612	1.701	1.671	1.585	

**Densidad Máxima Seca:** 1.71 **gr/cm<sup>3</sup>** **Contenido Humedad Optima:** 11.24 %



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERÚ S.R.L.

**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GERENCIA, GEOLOGIA, GEOGRAFIA Y MEDIO AMBIENTE  
**ING. LUIS A. ZEVALLOS LLAQTA HUAMAN**  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO



<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	STP-50
<b>RESUMEN PROCTOR MODIFICADO</b>	<b>Serie</b>	HS201809118
	<b>Fecha</b>	14/09/2020
	<b>Página</b>	2 - 4

**Proyecto** : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI". **Registro N°:** PT-LF-064-2020  
**Propietario** : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD **Muestreado por** : Jean P.  
**Código del Proyecto** : 0 **Ensayado por** : Willy J.  
**Ubicación de Proyecto** : CANGARI **Fecha de Ensayo:** 20/11/2020  
**Material** : BASE **Turno:** Diurno  
**Identificación** : TERRENO MEJORADO CON 17% CENIZA MADERA DE FONDO Y 80% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA **Profundidad:** 1.50  
**Procedencia** : C-3 **Norte:** 0 m  
**N° de Muestra** : M-3 **Este:** 0 m  
**Progresiva** : 08+020 **Cota:** 0 ms.n.m.

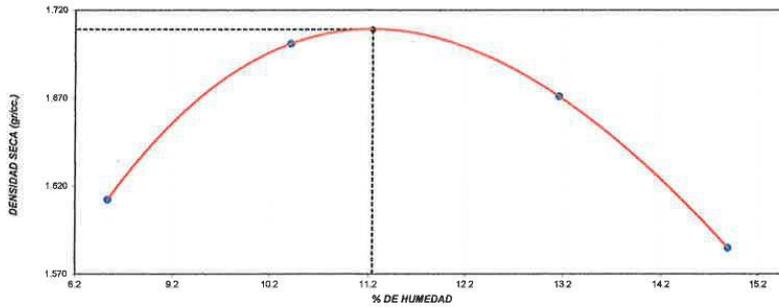
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	944	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	1829	gr.

<b>METODO - B</b>						
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.750	1.878	1.891	1.821	
Contenido de agua	%	8.5	10.4	13.2	14.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.612	1.701	1.671	1.585	

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.71	gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	11.24	%
------------------------------	------	--------------------	----------------------------------	-------	---

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERÚ S.R.L.

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOGRAFIA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUISA ZEVALLOS LLACTA HUAMAN  
 INGENIERA EN GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>INFORME</b>	Código	PF-002
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	Versión	HS201809118
		Fecha	18/09/2020
		Página	3 - 4

Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI".	Registro N°:	PT-LF-064-2020
Propietario	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD	Muestreado por	: Jean P.
Código del Proyecto	: 0	Ensayado por	: Willy J.
Ubicación del Proyecto	: CANGARI	Fecha de Ensayo	: 24/11/2020
Materia	: Sub rasante	Turno	: Diurno
Identificación	: Sub rasante	Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-2	Norte:	0 m
N° de Muestra	: M-2	Este:	0 m
Progresiva	: 07+020	Cota:	0 ms.n.m.

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

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	3		2		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,687		12,271		11,969	
Peso molde (gr.)	8,430		8,350		8,343	
Peso suelo compactado (gr.)	4,257		3,921		3,626	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,127		2,131		2,128	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,001		1,840		1,704	
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1,881		1,498		1,378	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	42.0		45.0		42.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	117.0		88.0		94.0	
Tara + suelo seco (gr.)	105.0		80.0		84.0	
Peso de agua (gr.)	12.0		8.0		10.0	
Peso de suelo seco (gr.)	63.0		35.0		42.0	
Humedad (%)	19.0		22.9		23.8	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 2				Molde N° 1			
		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		22.4	1.1			18.6	0.9			14.5	0.7		
0.050		251.6	12.5			154.3	7.6			148.3	7.3		
0.075		495.3	24.5			256.4	12.7			191.3	9.5		
0.100	70.307	650.4	34.2	55.2	78.5	437.9	21.7	35.5	50.5	220.0	10.9	17.2	24.5
0.150		983.8	48.7			578.7	28.7			265.5	13.1		
0.200	105.460	1195.6	59.2	70.8	67.1	701.0	34.7	44.6	42.3	300.9	14.9	19.4	18.4
0.300		1370.1	67.8			804.8	44.3			341.1	16.9		
0.400		1675.5	83.0			1044.9	51.7			378.1	18.7		
0.500		1753.9	86.8			1130.3	56.0			405.7	20.1		

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

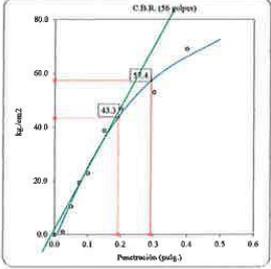
  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GESTIÓN CIVIL, GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>INFORME</b>		Código	PF-002
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	HS201809118
			Fecha	18/09/2020
			Página	4 - 4
Proyecto	: "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI".		Registro N°:	PT-LF-064-2020
Propietario	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD		Muestreado por :	Jean P.
Código del Proyecto	: 0		Ensayado por :	Willy J.
Ubicación de Proyecto	: CANGARI		Fecha de Ensayo:	24/11/2020
Material	: BASE		Turno:	Diurno
Identificación	: TERRENO MEJORADO CON 17% CENIZA MADERA DE FONDO Y 80% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA		Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-3		Norte:	0 m
N° de Muestra	: M-3		Este:	0 m
Progresiva	: 08+020		Cota:	0 ms.n.m.

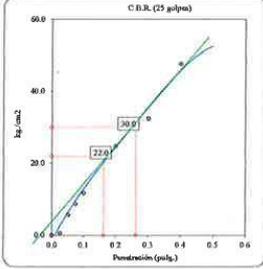
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883**

**Datos de muestra**

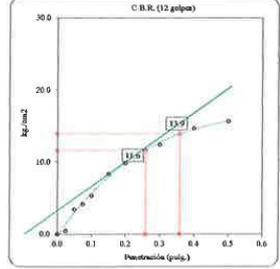
Máxima Densidad Seca 1.709 gr/cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad 11.2 %  
Máxima Densidad Seca al 95% 1.624 gr/cm<sup>3</sup>



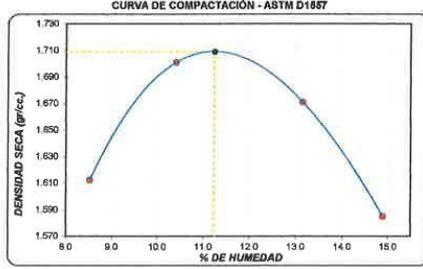
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : **61.6 %**



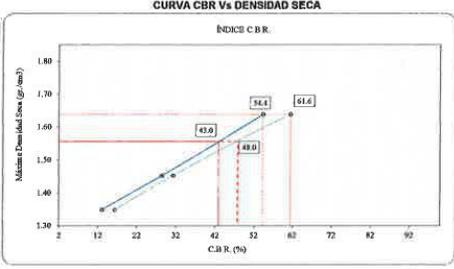
C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : **31.3 %**



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : **16.5 %**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **54.4 %**  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": **43.0 %**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **61.6 %**  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": **48.0 %**

**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERÚ S.R.L.

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOFISICA Y MEDIO AMBIENTE  
**ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMAN**  
INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO



Proyecto : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y GENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI \*

Solicitante : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD  
 Calicata : CALICATA-02 / PROG. 7+020  
 Estrato : E-02 / CON 21% GENIZA MADERA DE FONDO Y 70% DE MUCILAGO DE PENCA  
 Fecha : NOVIEMBRE - 2020

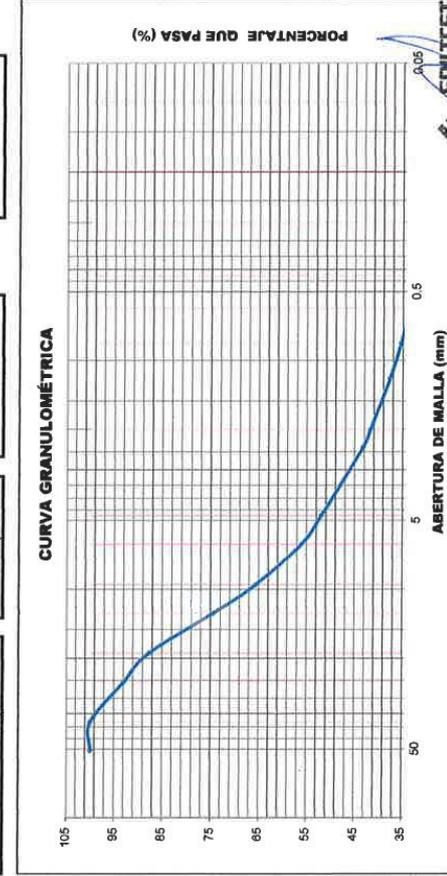
Region : AYACUCHO  
 Provincia : HUANTA  
 Distrito : HUANTA  
 Lugar : GANGARI

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)**

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				100.00
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	120.00	6.98	6.977	93.02
3/4"	19.050	89.00	5.17	12.151	87.85
1/2"	12.700	230.00	13.37	25.523	74.48
3/8"	9.525	151.00	8.78	34.302	65.70
1/4"	6.350	164.00	9.53	43.837	56.16
Nº 4	4.750	71.00	4.13	47.968	52.03
Nº 8	2.380	150.00	8.72	56.688	43.31
Nº 10	2.000	26.00	1.51	58.198	41.80
Nº 16	1.190	70.00	4.07	62.267	37.73
Nº 20	0.840	39.00	2.27	64.535	35.47
Nº 30	0.590	31.00	1.80	66.337	33.66
Nº 40	0.426	27.00	1.57	67.907	32.09
Nº 50	0.297	25.00	1.45	69.360	30.64
Nº 60	0.250	14.00	0.81	70.174	29.83
Nº 80	0.177	26.00	1.51	71.686	28.31
Nº 100	0.149	15.00	0.87	72.558	27.44
Nº 200	0.075	52.00	3.02	75.581	24.42
FONDO LAVADO		372.00	21.63	97.209	0.00
TOTAL		1672.00			

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.031	D30 (mm)	0.260	D60 (mm)	7.628
D15 (mm)	0.046	D50 (mm)	4.197	D85 (mm)	17.697
Cu = 248.35		Cc = 0.29			

DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)	1720.00	% Grava	47.97
Peso seco lavado (gr)	1348.00	% Arena	27.62
Pérdida por lavado (gr)	372.00	% Finos	24.42



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	A-2-4 (0)
GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
SUCS	GC

**SOI TEST PERU S.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 INGENIERIA CIVIL, GEOTECNICA, GEODINAMICA Y GEOMECANICA  
 ING. G. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 C.P. 425251

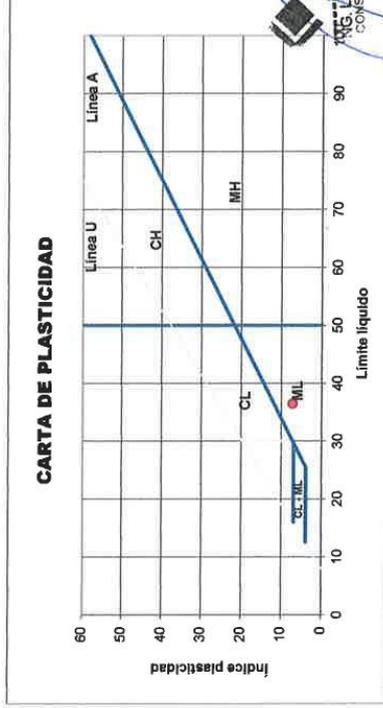
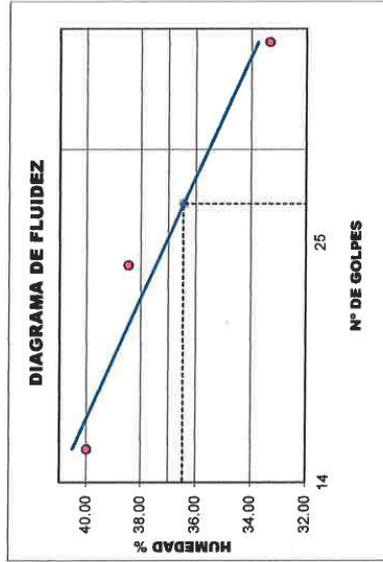


Proyecto : \*ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI \*

Solicitante : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD  
 Calicata : CALICATA-02 / PROG. 7\*020  
 Estrato : E-02 / CON 21% CENIZA MADERA DE FONDO Y 70% DE MUCILAGO DE PENCA  
 Fecha : NOVIEMBRE - 2020

Region : AYACUCHO  
 Provincia : HUANTA  
 Distrito : HUANTA  
 Lugar : CANGARI

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)			LÍMITES DE CONSISTENCIA	
	Unidades	19	7	19	56	72	LL (%) =	36.46
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	42.00	41.00	37.00	18.00	19.00	LP (%) =	29.17
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	36.00	36.00	33.00	17.00	18.00	LL - LP = IP (%) =	7.29
Peso del Recipiente	gr	21.00	23.00	21.00	14.00	14.00	LIGERAMENTE PLÁSTICO	
Peso del Suelo Seco	gr	15.00	13.00	12.00	3.00	4.00		
Peso del Agua	gr	6.00	5.00	4.00	1.00	1.00		
Contenido de Humedad	%	40.00	38.46	33.33	33.33	25.00		
Número de Golpes		15	22	35				



**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO

**Proyecto** : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI" Registro N°: PT-LF-064-20  
**Propietario** : HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD Muestreado por : Jean P.  
**Código del Proyecto** : 0 Ensayado por : Willy J.  
**Ubicación de Proyecto** : CANGARI Fecha de Ensayo : 20/11/2020  
**Material** : BASE Turno: Diurno



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

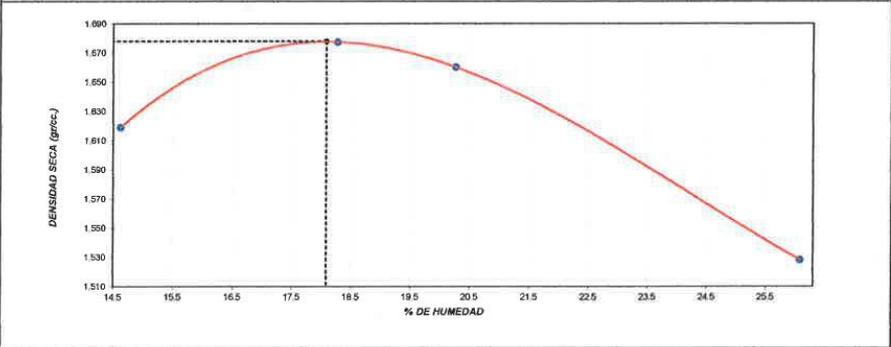
Volumen Molde : 944 cm<sup>3</sup>  
 Peso Molde : 1629 gr.

**METODO - B**

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	3,517	3,702	3,724	3,475	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,752	1,873	1,885	1,819	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,856	1,984	1,997	1,927	
Recipiente Numero		73	17	65	68	
Peso de la Tara	gr.	41,0	45,0	44,0	44,0	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	135,0	155,0	133,0	160,0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	123,0	138,0	118,0	136,0	
Peso del agua	gr.	12,0	17,0	15,0	24,0	
Peso del suelo seco	gr.	82	93	74	92	
Contenido de agua	%	14.63	18.28	20.27	26.09	
Densidad Seca	gr/cc	1.619	1.677	1.660	1.528	

**Densidad Máxima Seca:** 1.69 gr/cm<sup>3</sup>.      **Contenido Humedad Optima:** 18.09 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOLTEST PERU S.R.L.

  
**SOLTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOFISICA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMAN  
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO  
 CIP: 22451



<b>INFORME</b>	Código	STP-60
<b>RESUMEN PROCTOR MODIFICADO</b>	Serie	HS201809118
	Fecha	14/09/2020
	Página	2 - 4

Proyecto	: "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI".	Registro N°:	PT-LF-084-2020
Propietario	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD	Muestreado por :	Jean P.
Código del Proyecto	: 0	Ensayado por :	Willy J.
Ubicación del Proyecto	: CANGARI	Fecha de Ensayo:	20/11/2020
Material	: BASE	Turno:	Diurno
Identificación	: TERRENO MEJORADO CON 21% CENIZA MADERA DE FONDO Y 76% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA	Profundidad:	1.50
Procedencia	: C-2	Norte:	0 m
N° de Muestra	: M-2	Este:	0 m
Progresiva	: 07+020	Cota:	0 ms.n.m.

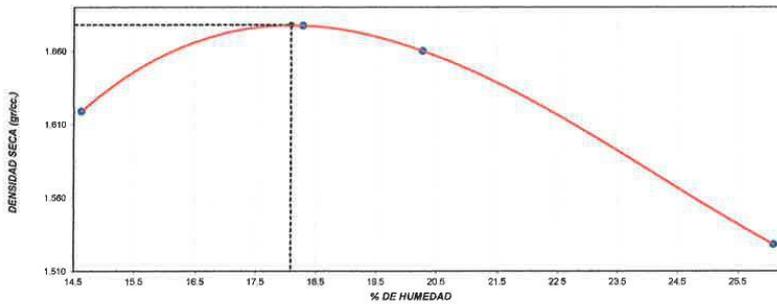
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	944	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	1829	gr.

METODO - B					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.856	1.984	1.997	1.927
Contenido de agua	%	14.6	18.3	20.3	26.1
Densidad Seca	gr/cc	1.619	1.677	1.680	1.528

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.68	gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	18.08	%
------------------------------	------	--------------------	----------------------------------	-------	---

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERU S.R.L.

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
 GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOFISICA Y MEDIO AMBIENTE  
 ING. LUISA ZEVALLOS LLACTAHUAMAN  
 CONSULTORA EN GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>SOILTEST PERU S.R.L.</b> <small>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.</small>	<b>INFORME</b>		Código	PF-002
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	HS201809118
			Fecha	18/09/2020
			Página	3 - 4
Proyecto	: "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI".		Registro N°:	PT-LF-064-2020
Propietario	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD		Muestreado por	: Jean P.
Código del Proyecto	: 0		Ensayado por	: Willy J.
Ubicación de Proyecto	: CANGARI		Fecha de Ensayo	: 24/11/2020
Material	: Sub rasante		Turno	: Diurno
Identificación	: Sub rasante	Profundidad:	1.50 m	
Procedencia	: C-3	Norte:	0 m	
N° de Muestra	: M-3	Este:	0 m	
Progresiva	: 08+020	Cota:	0 m s.n.m.	

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1863**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	3		2		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,578		12,151		11,896	
Peso molde (gr.)	8,430		8,350		8,343	
Peso suelo compactado (gr.)	4,148		3,801		3,553	
Volumen del molde (cm³)	2,127		2,131		2,128	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,950		1,784		1,670	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,638		1,452		1,349	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	42.0		45.0		42.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	117.0		89.0		94.0	
Tara + suelo seco (gr.)	105.0		80.0		84.0	
Peso de agua (gr.)	12.0		8.0		10.0	
Peso de suelo seco (gr.)	63.0		35.0		42.0	
Humedad (%)	19.0		22.8		23.8	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 3				Molde N° 2				Molde N° 1			
		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		19.3	1.0			12.1	0.6			8.7	0.4		
0.050		211.6	10.5			114.6	5.7			68.9	3.4		
0.075		393.3	19.5			176.4	8.7			84.9	4.2		
0.100	70.307	460.4	22.8	43.3	61.6	236.8	11.7	22.0	31.3	108.0	5.3	11.6	16.6
0.150		781.8	38.7			448.3	22.2			168.5	8.3		
0.200	105.460	945.6	46.8	57.4	54.4	501.2	24.8	30.0	28.4	198.7	9.8	13.9	13.2
0.300		1070.1	53.0			654.7	32.4			251.1	12.4		
0.400		1395.4	69.1			961.5	47.6			296.5	14.7		
0.500		1453.9	72.0			1052.3	52.1			315.7	15.6		

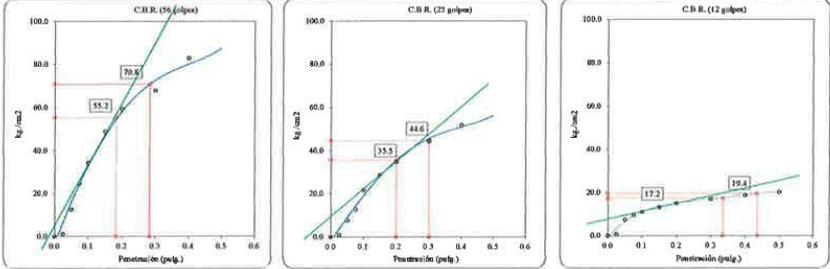
**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERU S.R.L.  
 ---  
 ---

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOFISICA Y MEDIO AMBIENTE  
**ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACTAHUAMANI**  
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO

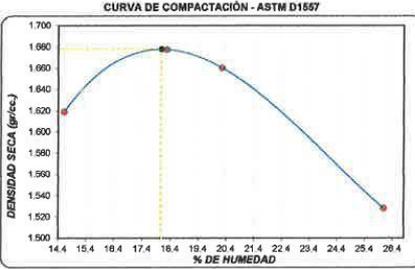
	<b>INFORME</b>		Código	PF-002
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	HS201809118
			Fecha	18/09/2020
			Página	4 - 4
Proyecto	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON MUCILAGO DE PENCA DE TUNA Y CENIZA DE MADERA EN LA CARRETERA GANGARI".		Registro N°:	PT-LF-064-2020
Propietario	: HUAMAN ORE, LEINSTER STAFFORD		Muestreado por :	Jean P.
Código del Proyecto	: 0		Ensayado por :	Willy J.
Ubicación de Proyecto	: CANGARI		Fecha de Ensayo:	24/11/2020
Material	: BASE		Turno:	Diurno
Identificación	: TERRENO MEJORADO CON 21% CENIZA MADERA DE FONDO Y 70% DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA		Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-2		Norte:	0 m
N° de Muestra	: M-2		Este:	0 m
Progresiva	: 07+020		Cota:	0 ms.n.m.

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

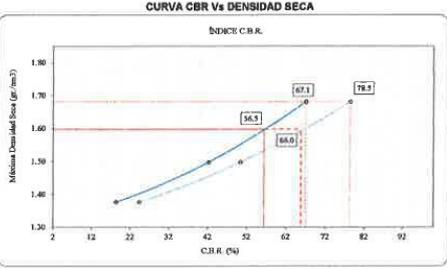
**Datos de muestra**  
Máxima Densidad Seca : 1,678 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad : 18,1 %  
Máxima Densidad Seca al 95% : 1,594 gr./cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 78.5 %      C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 50.5 %      C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 24.5 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 67.1 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 66.6 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 78.5 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 66.0 %

**OBSERVACIONES:**  
\* Muestra provista e identificada por el solicitante  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SOILTEST PERÚ S.R.L.

  
**SOILTEST PERU S.R.L.**  
GEOTECNIA, GEOLOGIA, GEOFISICA Y MEDIO AMBIENTE  
**ING. LUIS A. ZEVALLOS LLACAHUAMAN**  
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO

**CETIFICADO DE  
CALIBRACION**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 002 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	116.1	9.3
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.7	8.3
Estabilidad Medida ( ± )	0.8	0.04
Uniformidad Medida	12.1	8.3

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

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

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

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

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

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

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.**

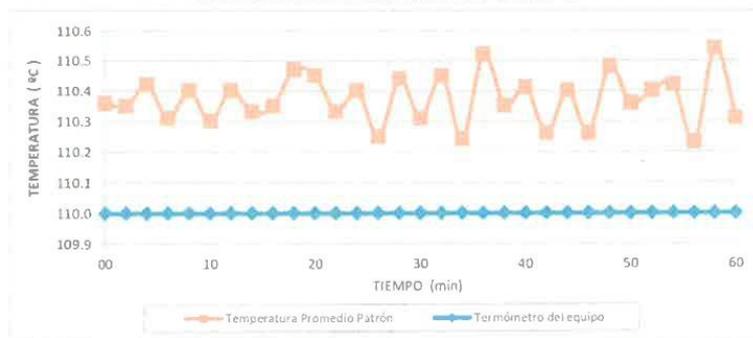


## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 002 - 2020

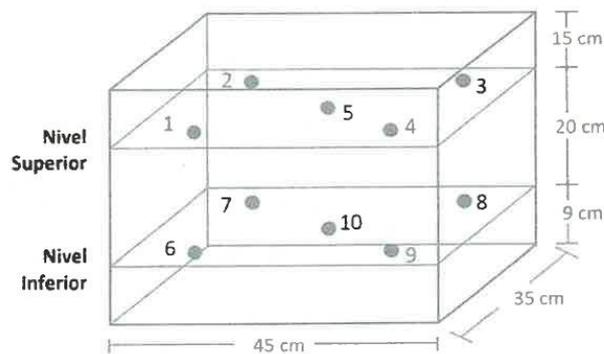
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 7 cm de las paredes laterales y a 7 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

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

Fin del documento



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 064 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	0464-2020	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>LUIS ANDY ZEVALLOS LLACTAHUAMAN</b>	
<b>3. Dirección</b>	A.H. COVADONGA MZ- T2 LOTE 4 - HUAMANGA - AYACUCHO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE ENSAYO CBR</b>	
<b>Capacidad</b>	5000 kgf	
<b>Marca</b>	PERUTEST	
<b>Modelo</b>	PT-CBR	
<b>Número de Serie</b>	1120	
<b>Procedencia</b>	PERU	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	WEIGHING FLOOR SCALE	
<b>Modelo</b>	NLD-SS LCD	
<b>Número de Serie</b>	HS201809118	
<b>Resolución</b>	0.1 kgf	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2020-09-14	

Fecha de Emisión

2020-09-14

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 064 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

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

#### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C  
Jr. La Madrid Mz. D Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	72 % HR	72 % HR

#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
CELDA	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	CMC-041-2020

#### 10. Observaciones

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



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 064 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{promedio}$ (kgf)
%	$F_i$ (kgf)	Patrón de Referencia				
	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)		
10	500	499.4	499.2	499.3		499.3
20	1000	1000.7	1000.6	1000.6		1000.6
30	1500	1500.3	1500.4	1500.7		1500.4
40	2000	2001.8	2002.3	2004.8		2003.1
50	2500	2500.0	2500.0	2500.4		2500.2
60	3000	2999.4	2999.5	2999.8		2999.6
70	3500	3499.5	3499.6	3499.7		3499.6
80	4000	3999.8	3999.9	3999.9		3999.9
90	4500	4499.9	4499.8	4500.1		4500.0
100	5000	4999.5	5000.0	5000.4		4999.9
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
500	0.13	0.04	-0.04	0.02	0.34
1000	-0.06	0.01	0.01	0.01	0.34
1500	-0.03	0.03	0.01	0.01	0.34
2000	-0.15	0.15	-0.05	0.01	0.35
2500	-0.01	0.02	-0.02	0.00	0.34
3000	0.01	0.01	0.00	0.00	0.34
3500	0.01	0.01	0.00	0.00	0.34
4000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
4500	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.34
5000	0.00	0.02	0.01	0.00	0.34

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



#### 12. Incertidumbre

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

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 002 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

<b>1. Expediente</b>	<b>026-2020</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LUIS ANDY ZEVALLOS LLACTAHUAMAN</b>
<b>3. Dirección</b>	Covadonga Mz T2 Lt. 4 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho
<b>4. Equipo</b>	<b>HORNO</b>
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0113
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

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

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

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

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

**5. Fecha de Calibración** 2019-01-11

Fecha de Emisión

2020-01-12

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 002 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de temperatura de PERUTEST S.A.C.  
Calle Yahuar Huaca Nro. 215 Urb San Agustín II Etapa - Comas - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23.5 °C	23.5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %



### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018

### 10. Observaciones

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

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 002 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 23.25 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	115.9	109.7	110.4	11.7
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	115.5	109.7	110.4	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	116.1	109.6	110.4	11.9
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	115.7	109.7	110.3	11.7
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	115.9	109.7	110.4	11.9
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	115.5	109.6	110.3	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	116.1	109.7	110.4	12.1
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	115.7	109.7	110.3	11.6
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	115.9	109.6	110.4	11.7
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	115.5	109.7	110.5	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	116.1	109.7	110.5	11.9
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	115.9	109.6	110.3	11.9
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	115.5	109.7	110.4	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	116.1	109.7	110.3	12.1
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	115.7	109.6	110.4	11.5
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	115.5	109.7	110.3	11.5
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	115.9	109.7	110.5	11.9
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	115.5	109.6	110.2	11.5
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	116.1	109.7	110.5	11.9
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	115.7	109.7	110.4	11.7
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	115.5	109.6	110.4	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	116.1	109.7	110.3	11.9
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	115.7	109.7	110.4	11.7
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	115.9	109.6	110.3	11.7
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	115.5	109.7	110.5	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	116.1	109.7	110.4	11.9
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	115.7	109.6	110.4	11.7
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	115.9	109.6	110.4	11.9
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	115.5	109.7	110.2	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	116.1	109.7	110.5	11.9
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	115.7	109.6	110.3	11.7
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	115.8	109.7	110.4	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	116.1	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	115.5	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR MANUFACTURADO POR

## PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	0101

**El molde para compactación CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883  
NTP 139.145

Lima, 14 de setiembre del 2020

Aprobado:

  
PERUTEST S.A.C.  
ALEJANDRO FLORES MORA  
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR MANUFACTURADO POR

## PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	0100

**El molde para compactación CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883  
NTP 139.145

Lima, 14 de setiembre del 2020

Aprobado:

  
PERUTEST S.A.C.  
ALEJANDRO FLORES MINAY  
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



PERUTEST S.A.C.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR MANUFACTURADO POR

## PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1.58 mm de diam.
serie	099

**El molde para compactación CBR ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883  
NTP 139.145

Lima, 14 de setiembre del 2020

Aprobado:

  
PERUTEST S.A.C.  
ALEJANDRO FLORES MINA  
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE FABRICACION DISCO METALICO ESPACIADOR

MANUFACTURADO POR

**PERUTEST S.A.C.**  
**EQUIPOS DE LABORATORIO**

Diámetro	150.8 ± 0.8 mm
Espesor	61.37 ± 0.25 mm
Serie	039

**El Disco metálico espaciador ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones.**

Norma de ensayo: ASTM D – 1633  
NTP 339.145

Lima, 14 de setiembre del 2020

Aprobado:

  
PERUTEST S.A.C.  
ALEJANDRO FLORES MIMAYA  
DÉP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



**PERUTEST S.A.C.**

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE FABRICACION  
PLACA DE EXPANSION  
MANUFACTURADO POR**

**PERUTEST S.A.C.**  
**EQUIPOS DE LABORATORIO**

Diámetro	149.2 + 1.6 mm
Perforaciones	1,6 mm
serie	0107

**La placa de expansión CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883  
NTP 139.145  
I.N.V. E – 148 – 07

Lima, 14 de setiembre del 2020

Aprobado:

  
**PERUTEST S.A.C.**  
ALEJANDRO FLORES MINAYA  
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE FABRICACION PLACA DE EXPANSION MANUFACTURADO POR

## PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	149.2 + 1.6 mm
Perforaciones	1,6 mm
serie	0106

**La placa de expansión CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883  
NTP 139.145  
I.N.V. E – 148 – 07

Lima, 14 de setiembre del 2020

Aprobado:

  
PERUTEST S.A.C.  
ALEJANDRO FLORES MINAYA  
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE FABRICACION PLACA DE EXPANSION MANUFACTURADO POR

## PERUTEST S.A.C. EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	149.2 + 1.6 mm
Perforaciones	1,6 mm
serie	0105

**La placa de expansión CBR ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883  
NTP 139.145  
I.N.V. E – 148 – 07

Lima, 14 de setiembre del 2020

Aprobado:

  
PERUTEST S.A.C.  
ALEJANDRO FLORES MINAYA  
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



PERUTEST S.A.C.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque



## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE FABRICACION TRIPODE DE EXPANSIÓN

MANUFACTURADO POR

**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS DE LABORATORIO

Serie del Tripode	074
Dial	1 " x 0.001"

**El trípode de expansión para CBR ha sido Fabricado,  
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con  
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo:     **ASTM D- 1883**  
                              **NTP 139.175**

Lima, 14 de setiembre del 2020

Aprobado:

  
**PERUTEST S.A.C.**  
ALEJANDRO FLORES MINAYA  
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 008 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>026-2019</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LUIS ANDY ZEVALLOS LLACTAHUAMAN</b>
<b>3. Dirección</b>	Covadonga Mz T2 Lt. 4 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Capacidad Máxima	<b>30000 g</b>
División de escala (d)	<b>1 g</b>
Div. de verificación (e)	<b>10 g</b>
Clase de exactitud	<b>II</b>
Marca	<b>OHAUS</b>
Modelo	<b>R21PE30ZH</b>
Número de Serie	<b>B845372652</b>
Capacidad mínima	<b>20 g</b>
Procedencia	<b>U.S.A.</b>
Identificación	<b>NO INDICA</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2020-01-11</b>

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2019-01-12

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - LM - 006 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Verificación

La verificación se realizó tomando en cuenta el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Cuarta Edición.

### 7. Lugar de verificación

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.  
Calle Yahuar Huaca 215 Urb. San Agustín II etapa - Comas - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.9°C	20.9°C
Humedad Relativa	48 %	64 %



### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - LM - 006 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 100 g			Carga L2 = 200 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	100.00	-	5	200.00	-	5	
2	100.00	-	5	200.01	-	15	
3	100.00	-	5	200.01	-	15	
4	100.00	-	5	200.01	-	15	
5	100.00	-	5	200.00	-	5	
Diferencia Máxima			0	Diferencia Máxima			10
Error Máximo Permissible			± 20	Error Máximo Permissible			± 30

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	22.1 °C	22.3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	60	60.00	-	5	0
2		60.00	-	5	0
3		60.00	-	5	0
4		60.00	-	5	0
5		60.00	-	5	0
Error máximo permisible					± 20



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 008 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	23.9 °C	23.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (±g)
	l (g)	Δl (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.6	-0.1						
20	20	0.5	0.0	0.1	20	0.4	0.1	0.2	10.0
500	500	0.4	0.1	0.2	500	0.5	0.0	0.1	10.0
2000	2000	0.6	-0.1	0.0	2000	0.7	-0.2	-0.1	10.0
5000	5000	0.5	0.0	0.1	5000	0.6	-0.1	0.0	20.0
10000	10000	0.4	0.1	0.2	10000	0.5	0.0	0.1	20.0
12000	12001	0.8	0.7	0.8	12000	0.4	0.1	0.2	20.0
15000	15001	0.7	0.8	0.9	15000	0.6	-0.1	0.0	20.0
20000	20000	0.6	-0.1	0.0	19999	0.5	-1.0	-0.9	30.0
25000	25000	0.5	0.0	0.1	25000	0.6	-0.1	0.0	30.0
30000	30001	0.8	0.7	0.8	30001	0.8	0.7	0.8	30.0

\*\* error máximo permisible

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

Δl: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.379611 \text{ g}^2 + 0.000000000070)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000174 R$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



## ANEXO 09: COSTO DEL ENSAYO DE LABORATORIO.



Ruc: 20604324000

### COTIZACION

Asesor Técnico: Ing. Luis Andy Zevallos LL  
Oficina: GEOTECNIA, GEOLOGIA Y GEOFISICA  
Referencia: Manual de Esayo de Materiales del MTC - RD 037-2008-MTC/14

FECHA:	15/11/2020
COTIZACIÓN Nº:	033
CLIENTE ID:	-
VALIDO HASTA:	30/11/2020

#### CLIENTE:

Nombre: LEINSTER STAFFORD HUAMAN ORE  
Referencia: MG. ING. CARLOS DANILO MINAYA ROSARIO - ASESOR  
Dirección:  
Ayacucho - Huamanga - Ayacucho  
Telefono:

Item	DESCRIPCIÓN	NTP-otros	CANT.	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
1	ENSAYOS ESTANDAR EN SUELOS:				
1.1	Estabilización de un suelo arcilloso con CMF+MPT				
1.1.1	Límite de atterberg(ensayo granulométrico,LL.LP.IP)		4.00	S/ 200.00	S/ 800.00
1.1.2	Proctor Modificado		4.00	S/ 250.00	S/ 1,000.00
1.1.3	CBR (California Bearing Ratio)		4.00	S/ 300.00	S/ 1,200.00

Son: Tres Mil con 00/100 Soles

S/ 3,000.00

#### TÉRMINOS Y CONDICIONES

1. Los precios incluyen los impuestos de ley (IGV)

Nota: Si usted tiene alguna pregunta sobre esta cotización, por favor, póngase en contacto con nosotros.

Ing. Luis Andy Zevallos Liactahuaman  
Representante

Dirección: AA. HH. COVADONGA MZ "T2" LT 04 - Distrito de Ayacucho - Huamanga - Ayacucho

*Gracias por hacer negocios con nosotros!*