



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas-  
mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-  
Andaymayo, Ancash 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR**

Hurtado Flores, Edwin Walter ([ORCID: 0000-0003-4896-1911](https://orcid.org/0000-0003-4896-1911))

**ASESOR**

Mg. Ing. 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**

En primer lugar, dedico con este trabajo a dios por brindarme una vida llena de alegría y aprendizajes permitiéndome vivir una grata experiencia en mi etapa universitaria. Por guiarme siempre a lo largo de mi vida para tomar decisiones correctas, levantándome de los tropiezos y darme la oportunidad para llegar hasta esta etapa tan importante de mi vida

Este proyecto de investigación va dedicado a mis padres y mis hermanos que admiro, lo quiero que siempre me han enseñado buenos valores, me han guiado y cuidado con mucho amor, gracias de corazón por toda la oportunidad que me han brindado para ser como la persona que soy en la actualidad, ya que constantemente me motivaron para alcanzar mis metas anhelados.

A los catedráticos de la Facultad de la Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo filial Lima norte, con sus aportes académicos obtuvimos más conocimientos y ser profesionales competitivos en este mundo tan globalizado, finalmente a todos mis compañeros ya que fueron un gran grupo en esta investigación compartiendo sus previos conocimientos.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de este camino, ser el apoyo y fortaleza en todo el momento tan difícil.

Gracias a mi madre Elena Flores Alejos, y a mis hermanos Cesar Hurtado Flores, Rubén Hurtado Obregón por el apoyo que me brindaron con mucha capacidad y sabiduría y ser los principales iniciadores de mis sueños, por confiar y creer en mi expectativa, por los consejos, buenos valores y principios que me han inculcado en cada día de mi vida para lograr mis metas anhelados.

Agradezco a mi asesor de tesis al ingeniero Carlos Danilo Minaya Rosario por brindarme su apoyo y compartir sus previos conocimientos e inculcarme y darme ánimos cada día, para seguir adelante con esta investigación.

A todos mis compañeros de la Universidad Cesar Vallejo de la carrera de la ingeniería, por aquellos buenos momentos que pasamos compartiendo conocimientos, experiencias, oportunidades de capacitación y desarrollo permanente, finalmente a todas las personas que de alguna u otra manera formaron por parte de esta investigación.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Indice de contenido .....	iv
Indice de tablas .....	v
Indice de gráficos y 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, operacionalización .....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos .....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN .....	33
VI. CONCLUSIONES .....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
ANEXOS .....	45

## Índice de tablas

Tabla 1. Numero de calicatas según el tipo de carretera.....	17
Tabla 2. Numero de ensayos N° Mr y CBR.....	18
Tabla 3. Índice de plasticidad con adicción de CCA.....	22
Tabla 4. Índice de plasticidad con adicción de cenizas en (%).....	23
Tabla 5. Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con CCA.....	24
Tabla 6. MDS gm/cm <sup>3</sup> con cenizas de rastrojo de maíz en (%).....	25
Tabla 7. Óptima humedad % con cenizas de rastrojo de maíz en (%).....	27
Tabla 8. MDS y óptima humedad % por cenizas de rastrojo de maíz en %.....	27
Tabla 9. Ensayo CBR (California Bearing Ratio) con CCA.....	29
Tabla 10. CBR al 95 % y 100% con cenizas de rastrojo de <i>maíz</i> en (%).....	31

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Rastrojo de maíz.....	13
Figura 2. Cenizas de rastrojo de maíz.....	13
Figura 3. Vista del tramo de la carretera Pasacancha –Andaymayo.....	16
Figura 4. Mapa político de la provincia de Sihuas.....	17
Figura 5. Índice de plasticidad con cenizas de rastrojo de maíz.....	23
Figura 6. MDS gr/cm <sup>3</sup> con Cenizas de rastrojo de maíz en (%)......	26
Figura 7. Óptimo humedad en % con Cenizas de rastrojo de maíz en %.....	27
Figura 8. Máxima densidad seca / Humedad óptima.....	28
Figura 9. CBR al 95 % y 100% con cenizas de rastrojo de maíz en (%)......	31

## Resumen

La presente tesis tiene como objetivo principal evaluar el uso de cenizas de rastrojo de maíz en diferentes porcentajes en el mejoramiento de las propiedades físicas – mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha – Andaymayo. Además, disminuirá la contaminación ambiental.

La metodología científica para esta investigación fue de enfoque cuantitativo, tipo de estudio aplicada, nivel de investigación correlacional y el diseño experimental. La población y la muestra estuvo conformada por los suelos arcillosos en la carretera Pasacancha – Andaymayo que se encuentra ubicado en el distrito de San Juan, provincia de Sihuas con una extensión de 24 km de longitud.

Los resultados muestran que el uso de cenizas de rastrojo de maíz permite disminuir a un 9.970% índice de plasticidad, con la adición de 21% de cenizas a la muestra natural, y en el ensayo de proctor modificado aumento la máxima densidad seca a un 1.85 gr/cm<sup>3</sup> con un balance 9.44% de optima humedad con la adición de 21% de cenizas a la muestra natural, y cuanto la capacidad portante aumento alcanzando 14.704% de CBR, con la adición de 21% de cenizas a la muestra natural.

Finalmente, con los ensayos se vio que es factible con la adición de cenizas de rastrojo de maíz en porcentajes, ya que logró mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos, logrando la reducción de índice de plasticidad a 9.970%, aumentado la máxima densidad seca a 1.85gr/cm<sup>3</sup> con una óptima humedad 9.44%, e incrementado la capacidad portante a un 14.704% CBR.

**PALABRAS CLAVES:** Cenizas de rastrojo de maíz, suelos arcillosos natural, Proctor Modificado, Limite de Atterberg

## **Abstract**

The main objective of this thesis is to evaluate the use of corn stubble ash in different percentages in the improvement of the physical - mechanical properties of clay soils on the Pasacancha - Andaymayo highway. In addition, environmental pollution will decrease.

The scientific methodology for this research was a quantitative approach, type of applied study, level of correlational research and experimental design. The population and the sample consisted of clay soils on the Pasacancha - Andaymayo highway, which is located in the district of San Juan, province of Sihuas with an extension of 24 km in length.

The results show that the use of corn stubble ash allows a plasticity index to be reduced to 9.970%, with the addition of 21% ash to the natural sample, and in the modified proctor test, the maximum dry density increased to 1.85 gr / cm<sup>3</sup> with a 9.44% optimum moisture balance with the addition of 21% ash to the natural sample, and how much the bearing capacity increased reaching 14,704% CBR, with the addition of 21% ash to the natural sample.

Finally, with the tests it was seen that it is feasible with the addition of corn stubble ash in percentages, since it managed to improve the physical and mechanical properties of clayey soils, achieving a reduction of the plasticity index to 9.970%, increasing the maximum dry density to 1.85gr / cm<sup>3</sup> with an optimum humidity of 9.44%, and increasing the bearing capacity to 14.704% CBR.

**KEYWORDS:** Corn Stubble Ash, Natural Clay Soils, Modified Proctor, Atterberg Limit.

## I. INTRODUCCIÓN

Anteriormente se ha visto el crecimiento cada vez que se realiza las construcciones, de esta manera se genera el aumento del impacto ambiental en nuestro planeta, por lo que se buscó el mejoramiento de las vías se ha encontrado con el avance de la tecnología nuevos estudios con respecto a la estabilización de suelos. Por este suceso hubo presentaciones tomando las estrategias sobre los suelos y los aditivos que se busca la manera eficaz que las construcciones tengan menor impacto sobre el cambio climático.

Los aditivos sólidos como líquidos son elementos muy fundamentales a nivel de la construcción para contribuir las ciudades de futuro con la disminución del impacto ambiental. Las acciones ya tomadas en el área de la ingeniería de mecánica de suelos, lo cual a través de las innovaciones estamos buscando con la utilización de los residuos naturales más beneficios al medio ambiente.

A nivel mundial ha estudiado los suelos agregando aditivos y fibras como productos innovadores generando el mejoramiento, aumentando la capacidad portante, disminución del contenido de humedad respectivamente. Por estas razones los países como Colombia, Guatemala y Brasil han visto cómo solucionar que los suelos obtengan mayor soporte en las cargas utilizando los aditivos sólidos y líquidos como Ceniza cascara de café, Ceniza de cascarilla de arroz, cal y extracto de cabuya productos naturales y minerales, obteniendo mayor soporte y resistencia de suelos lo cual permite conocer el comportamiento funcional de la estructura. En los últimos años ha ligado el crecimiento y mejoramiento de las vías de la comunicación en el sector constructivo tanto carreteras pavimentadas y no pavimentadas. Debido la construcción de la infraestructura vial en el 2018, un estudio ha sido realizado lo cual se encuentran con la mayor cantidad de las carreteras no pavimentadas, lo cual esto ha generado un grave problema para los vehículos de cargas pesadas, En la américa latina Colombia construye una calidad en su infraestructura de transporte.

En cuanto a nivel nacional, en nuestro país ha aumentado las construcciones de las vías. Lo cual según los estudios realizados en 2018 encontramos 79.1% de carreteras pavimentadas a nivel nacional y cuanto la localidad se encuentra en 13.2% de las vías pavimentadas. Por este suceso presentan hundimientos, fallas

perjudicando a los vehículos y la sociedad, lo cual los investigadores de los departamentos de Cajamarca, Huaraz y Libertad (Trujillo) han realizado estudios del suelo para mejorar la capacidad portante, índice de plasticidad y la máxima densidad seca respectivamente, para realizar aquellos estudios han hecho agregando al suelo aditivos sólidos y líquidos donde se generó un aporte fundamental a las propiedades de suelos en cuanto su calidad en la construcción de las infraestructuras viales. Como también una manera de reciclar utilizaron productos naturales y minerales como Ceniza cascarilla de arroz, Ceniza bagazo de caña de azúcar, cal y carbón mineral donde aportó mayor capacidad soporte de suelo.

En parte de la localidad en el departamento de Ancash de la provincia Sihuas, distrito San Juan, que está ubicado parte sur-norte en una altitud de 3500 msnm, es parte de los distritos que no cuenta con la pavimentación donde que se observó ciertas carreteras con la uniformidad, hundimientos lo cual presentan las diversas fallas en las carreteras, dando que ciertas zonas del distrito de San Juan presentaron un daño mayor en las infraestructuras viales, por esta circunstancia esta investigación realizó estudios entre los tramos centro poblado de Pasacancha hasta el centro Poblado de Andaymayo.

### **Solución del problema**

La presente investigación permitió dar alternativas de solución para beneficiar las propiedades de suelos empleando cenizas de rastrojo de maíz en porcentajes, es un aditivo sólido lo cual no se ha utilizado frecuentemente ya que es un producto de la zona, pero ha ayudado para proporcionar un mejor desempeño al comportamiento de suelos aumentando la capacidad portante, aumentando la máxima densidad seca y disminución del índice de plasticidad. Se escogió este material por el motivo de disminuir la contaminación ambiental y mejorar la estabilización de suelos para soportar mayores cargas debido a la circulación constante de los vehículos en el tramo Pasacancha -Andaymayo que se ubica en la provincia Sihuas - San Juan. Con esta investigación se otorgó la oportunidad de mejorar las características físicas y mecánicas de suelos, que cumpla con la resistencia apropiada, para así combatir desniveles y fallas en las vías en el Distrito de San Juan.

## Problema General

¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas-mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020?

Problemas específicos de esta investigación son

¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020?

¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en la máxima densidad seca de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020?

¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020?

## **Justificación de la investigación**

Esta investigación se argumenta en los siguientes aspectos como social, económico, metodológico, teórico y ambiental. Justificación económica por que buscó la manera de beneficiar al sector constructivo y la población vecinal utilizando este material como un costo módico ya que se encuentra en la misma localidad, justificación social se utilizó este material con el fin que se mejore la calidad aplicando en porcentajes de fibras en los suelos para mejorar su comportamiento, las fallas y las características de los suelos inestables ya que las cenizas rastrojo de maíz contiene un gran porcentaje de sílice. Justificación teórica los suelos arcillosos cumplieron con las normativas requeridas E.O50 suelos y cimentaciones, MTC (ministerio de transportes y comunicaciones), así para solucionar los inconvenientes que se muestran en la construcción de las carreteras en las zonas urbanas, así mismo para ayudar con el diseño a los nuevos proyectos de la infraestructura vial. Por último, justificación ambiental es muy esencial, ya que en este evalúa los posibles problemas que podrán causar en efecto a la naturaleza, lo cual se utilizó las cenizas de rastrojos de maíz para la mejora de las carreteras pobres que tengan una baja capacidad portante, ya que estos productos desperdician en los botaderos, por esta razón generó un menor impacto ambiental.

## Hipótesis General

El uso de cenizas de rastrojo de maíz mejora las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.

Hipótesis específicas de esta investigación son:

El uso de cenizas de rastrojo de maíz disminuye el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.

El uso de cenizas de rastrojo de maíz aumenta la máxima densidad seca de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

El uso de cenizas de rastrojo de maíz incrementa la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.

Objetivo General

Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas-mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Objetivos específicos de esta investigación son:

Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la máxima densidad seca de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Llamoga (2016), dentro de sus tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada ***“Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasates al adicionar ceniza de cascarilla de arroz”***, de la **universidad** privada del Norte, tuvo como **objetivo** evaluar la capacidad del suelo arcilloso, al adicionar los porcentajes de 4%,7% y 10% de ceniza de cascarilla de arroz. Fue estudio de **tipo** experimental. La **Población** de estudio fue la carretera yanamango. La **muestra** fue obtenida de los suelos arcillosos en la carretera de yanamango. Los **instrumentos** usados fueron proctor modificado, límite de atterberg. Los principales **resultados** fueron al adicionar 7% de ceniza de cascarilla de arroz, el CBR incrementa favorablemente de 2.85% a 7.8% llegando a un máximo 4.95% en comparación de otros estudios. Se **concluyó** después de realizar los ensayos con ceniza de cascarilla de arroz y agregando el 7% se logró incrementar el CBR con un valor de 2.85% a 7,8% y agregando 4% y 10% se disminuyó el CBR de 2.85% a 4.52% y 2.00%<sup>1</sup>.

Espinoza y Velásquez (2018), dentro de sus tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada ***“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el Tramo de Pinar – Mirian, distrito de Independencia 2018***. De la **universidad** Cesar Vallejo, tuvo como **objetivo de investigación** determinar el índice de plasticidad de suelos arcillosos al adicionar ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Mirian, distrito de Independencia 2018. Fue un estudio se **tipo** experimental. La **población** fue conformada por los suelos arcillosos en la carretera pobre del tramo Pinar a Mirian, la **muestra** fue realizado tres calicatas en 1.149 km de estudio tramo Pinar-Mirian. Los **instrumentos** empleados fueron CBR, proctor modificado y límite de atterberg Los principales **resultados** fueron al adicionar 20% ceniza de caña de azúcar disminuye favorablemente la índice plasticidad a 9.73%, también se obtuvo 9.567% de optima humedad con una densidad seca de 1.859 gr/cm<sup>3</sup> y 15.18% de CBR. Se **concluyó** luego de realizar ensayos con CBR, proctor modificado y límite de atterberg agregando 20% de CCA se incrementó un CBR al 95% de 15.180%, una densidad seca de 1.859gr/cm<sup>3</sup> con un balance de humedad 9.567% y reduciendo la índice plasticidad de 16.11% a 9.73%<sup>2</sup>.

Terrones (2018), dentro de sus tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada ***“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar para el mejoramiento de subrasante sector Barraza, Trujillo - 2018”***, de la **universidad** privada del norte, tuvo como **objetivo** realizar ensayos correspondientes a los propiedades de los suelos, como proctor modificado y comprensión simple no confinada a la muestra con adición de 5%, 10%, 15% ceniza de bagazo de caña de azúcar. El estudio fue **tipo** experimental descriptivo, la **población** fue 42 probetas elaboradas en el laboratorio de suelos para CBCA, la **muestra** fue realizada a 09 probetas para cada porcentaje de CBCA con una variación de 5%,10%,15%, los **instrumento** empleados fueron límite de atterberg, análisis granulométrico los principales **resultados** fueron con respecto a las calicatas 01, 03, 04 y 05 con adición de 5%, 10% y 15% de CBCA según la norma NTP 339.167, se aumentó la capacidad portante del suelo y la máxima densidad seca con un balance de óptimo contenido humedad hasta llegar a una mejor compactación. Se **concluyó** el subrasante mejoró adicionando el 15% de ceniza de caña de azúcar con la máxima densidad seca de 2.091 gr/cm<sup>3</sup> y con el agua de 13.60%<sup>3</sup>.

Barragán y Cuervo (2019), dentro de sus tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada ***“Análisis de comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno - arcilloso”***. De la universidad piloto de Colombia sección alto Magdalena. Tuvo como **objetivo** analizar la resistencia de un suelo areno-arcilloso natural con la aplicación de las cenizas de cascarilla de arroz. El estudio fue de **tipo** experimental y descriptivo, la **población** fue 20 ensayos de laboratorio para comparar la estabilización de caolín con cal y ceniza volante, la **muestra** se realizó a 3 cuerpos de prueba con cal y ceniza para esfuerzo máximo, la deformación máxima y módulo de elasticidad, los **instrumentos** empleados fueron la granulometría, y CBR, los **resultados** del suelo fueron con la adición de 1% de la ceniza por debajo del suelo natural disminuyo la densidad máxima seca en un 0.7% pasando de 1.726 gr/cm<sup>3</sup> a 1.714 gm/cm<sup>3</sup>. Tuvo como **conclusión** adicionando las cenizas de cascarilla de arroz al 1% a la muestra de suelo arenoso-arcilloso disminuyó la densidad máxima seca en un 0.7% pasando de 1,726 gr/cm<sup>3</sup> a 1,714 gr/cm<sup>3</sup><sup>4</sup>.

Hernández y Herrera (2019), dentro de sus tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada ***“Análisis de la relación de soporte y resistencia a la comprensión de un suelo arcillo – limoso en la vereda de Liberia del Municipio de Vióta – Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarillas de café”***. De la universidad de la Salle Bogotá, tuvo como **objetivo** analizar la incidencia en la plasticidad con la aplicación de las cenizas de cascarillas de café en suelos arcillosos en la función de la plasticidad y gravedad física. El estudio fue de tipo cuantitativo, la **población** fue representada por el Municipio de Vióta - Cundinamarca, la **muestra** fue realizado en la vereda del Municipio de Vióta, como **instrumentos** empleados fueron el límite de atterberg y la granulometría, los principales **resultados** fueron con la muestra natural un 20% de I.P y al adicionar CCC en combinación de suelos de 4%, 6% 8% empezó disminuirse, sin embargo, el mejor resultado obtuvo con la adición de 4% CCC disminuyendo el índice de plasticidad a un 17%, se **concluyó** al adicionar 4%, 6% y 8% de cenizas disminuye de 20% a 17% el índice de plasticidad, por otra parte la gravedad específica pesa 2.47 gm/cm<sup>3</sup> del suelo natural, con la adición de la cenizas pesa 2.56 gm/cm<sup>3</sup>, entonces al adicionar más porcentajes de cenizas aumenta la gravedad específica<sup>5</sup>.

Clavería, Triana, Varón (2018), dentro de sus tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada ***“Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante”***. De la **universidad** cooperativa de Colombia, tuvo como **objetivo** establecer los patrones comparativos de los resultados obtenidos con los dos tipos de ceniza de biomasa con relación a los ensayos de CBR, el estudio fue **tipo** experimental; la **población** fue representada por la vía Manizales km4, la **muestras** fue 4 especimenes alternadas en moldes de CBR en km 4 vía Manizales; los **instrumentos** emplearon fueron, hidrometría, límite de atterberg, los principales **resultados** fueron agregando el 5% CCA se aumentó el porcentaje de CBR en un 26.56% y 13.41%, también se puede apreciar el mayor aumento de CBR agregando 15% de CBCA en un 22.46% y 20.11%. y con el 5% CBA 15% CCA disminuyó CBR, se **concluyó** aplicando el porcentaje optimo 15% CBC y 10% CCA incrementa la mejora de las propiedades de un subrasante, valor que genero la mayor aportación en las propiedades del suelo<sup>6</sup>.

Evangelista (2018), dentro de sua tese para escolher o título profissional de engenheiro civil **“uso de cinza da casca de arroz na estabilização de solos para uso de em pavimento rodoviário”**, da **universidade** de Brasília, cujo **objetivo** foi, determinar a composição química do resíduo da cinza de arroz usado na pesquisa, o **tipo** de investigação foi quantitativo y experimental, **instrumentos** estavam proctor modificado y limites de atterberg, os **resultados** estavam aumento da resistência á tração como o aumento a unidade e do grau de saturação, aumentos esses contrários ao esperado que eles podem ser explicados pela redução em pesquisa, teve como **conclusão** com a adição de cinza da casca de arroz obtiveram una reação não esperada, mas ao mesmo tempo justificável uma vez que o tempo de 96 horas entre confecção. Esta tesis tuvo como objetivo determinar la composición química del residuo con ceniza de arroz, tipo fue cuantitativa, los instrumentos fueron limite atterberg. los resultados se incrementaron la resistencia de suelos y el grado de saturación del subrasante, se concluyó que la inclusión de la ceniza en 96 horas no fue suficiente para que ocurrieran las reacciones químicas<sup>7</sup>.

Budny (2018), dentro de su tese para escolher o título profissional de engenheiro civil **“verifica do potencial de estabilicao de um solo laterifico com uso de ácido fosfórico, ácido cítrico de cinza de casca de arroz”**, da **universidade** de Alberto Luís Coimbra (COPRE UFRJ), cujo **objetivo** foi avaliar o comportamento mecânico das misturas compactadas de solo, cinza de casca de arroz, **tipo** foi experimental, **instrumento** estavam difratograma de DRX y límites de atterberg, os **resultados** estavam gerados tende a aumentar em todos os períodos de cura, os valores são cerca de 70% maior que os do solo puro adicionando 5% de cinza de asca de arroz, teve como **conclusão** a adição de 5% de cinza de arroz apresentou características satisfatórias em termos de deformação permanente, onde se apresentou menos de 1 mm de deformação permanente. Esta tesis tuvo como objetivo analizar el comportamiento mecánico de mezclas compactadas de suelos arcillosas, el tipo de estudio fue experimental, cuantitativo y los instrumentos empleados fueron Límites de Atterberg, Proctor modificado, y el CBR, el principal resultado se aumentó del periodo 70% con más alto de suelos y se concluyó que la adición de ceniza 5% mostró características en la deformación permanente<sup>8</sup>.

Jijo (2019), within your thesis to choose the professional title of civil engineer entitled **"Resistance benefit of wood sawdust / ash amendment in cement stabilizing of clay soil"**. From the **University** of Tamil Nadu, he **aimed** to analyze the resistance benefits acquired by modifying the cement stabilization of a clays soils through the use of sawdust ash (SDA), It was a descriptive, quantitative experimental **study**, the study **population** is expansive soil, for the study **sample** Cement content tests in percentages of SDA content 5%, 10% and 20% to stabilize soils. The **instruments** used are tests in accordance with BIS regulations. The main **results** An increase in both resistance was generated with the initial 8% at 7 days of curing and a 19% increase in retardation at 28 days of curing. It was **concluded** that the patterns of the increase in resistance show a marked difference with respect to the stabilization of clays with lime, which results in an acquired resistance. El programa implicó enmendar el suelo estabilizado con cemento con SDA y evaluar su UCS, para predecir su CBR y analizar los ahorros en el espesor del pavimento. Por ende, los resultados de la investigación muestran un análisis de los espesores del pavimento como los valores de CBR pronosticados, y el grosor del pavimento que se podría reducir hasta un 8,3%<sup>9</sup>.

Galicia, Velázquez (2016). En su artículo científico titulado **"Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de la cantera de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>"**, De la **universidad** Andina del Cusco, tuvo como **objetivo** analizar el uso de las cenizas de rastrojo de maíz para mejorar la resistencia a flexión y compresión del concreto. El estudio fue **tipo** experimental, cuantitativa y aplicada, la **población** fue conformada con 112 especímenes del concreto prefabricado, la **muestra** fue una dosificación que hace 96 briquetas, los principales **instrumentos** empleados fueron la granulometría, Proctor Modificado y el CBR, los principales **resultados** fueron con adición de 7.5% de cenizas de rastrojos de maíz en los 7 días aumento favorablemente la resistencia alcanzando a un porcentaje 210.35%, tuvo como **conclusión** con la aplicación en porcentajes 2.5%, 5% y 7.5% de las cenizas de rastrojo de maíz a los 7 días se alcanzó una resistencia a la compresión y de tal manera se logró el aumento del 50%, 55% y 110%, referente al concreto patrón<sup>10</sup>.

Towers (2018) in his scientific article entitled “**Valorization of Fly Ash from Energy Production Plants and Construction and Demolition Waste in Industrial Mortars**”. From the **University** of Córdoba, Spain, its **objective** was to evaluate the viability using recycled aggregates for construction and demolition (RCD), the **methodology** was experimental, the **sample** is represented in tests of specimens of 40mm x 40mm x160mm, for 2, 7, 14 and 28 days, the **instruments** used diffractometer and granulometry, the **results** with the addition of volates ash improves the mechanical properties and workability of the mortar by 11.04%, likewise , detrimental to the properties of durability and had the **conclusion** to improve the reliability and workability of the mortar, allowing the use of less water, which will increase resistance to 180 days of age by 17.6% and 8.1% in mortars. Esta tesis tuvo como objetivo fue evaluar la viabilidad utilizando agregados reciclados para construcción y demolición (RCD), el tipo fue experimental, y el instrumento utilizado fue la granulometría, CBR, los principales resultados fueron con la adicción de cenizas volantes mejora las propiedades mecánicas y la trabajabilidad del mortero alcanzando a un porcentaje de 11.04%, se concluyó que la confiabilidad y trabajabilidad mejoró permitiendo menos uso de agua, por ende aumentó favorablemente la resistencia a los 180 días en porcentajes de 17.6% y 8.1% en morteros<sup>11</sup>.

Landa y Torres (2019) en su artículo científico titulado “**Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal**”. De la **Universidad** Peruana de Ciencias Aplicadas, tuvo como **objetivo** utilizar los residuos agroindustriales en conjunto de cal para estabilizar la subrasante pobre de una carretera, el estudio fue **tipo** experimental. La **población** fue considerada los suelos arcillosos, la **muestra** fueron ensayos de suelos en combinación de la ceniza. Los **instrumentos** empleados fueron CBR y el AASHTO estándar, los **resultados** fueron con la incidencia 5% en combinación 50% de cal y ceniza, se mejoró el comportamiento y las características del suelo aumentando un valor de CBR en un 110.81% respecto a la del suelo natural. se **concluyó** al agregar que la combinación de 50% cal y 50% CBCA con una proporción global como Material Estabilizante de 5%, con un CBR de 7.8% resulta más factible de implementar, siendo la CBCA la mitad del material estabilizante<sup>12</sup>.

## **Variable dependiente: propiedades físicas-mecánicas de suelos arcillosos**

**Suelos arcillosos.** La proporción de minerales arcillosos son filosilicatos, a veces con la cantidad de variables que el aluminio hidratado varía con el tamaño del gránulo, para la determinación de la arcilla haciendo segregaciones de tamaño, por ende son aquellas partículas cuya composición se denomina con un diámetro menor de 0.005 mm, lo cual caracterizan una baja capacidad portante y absorción de agua, lo cual no predominan una trabajabilidad suficiente, están formados por el silicato de aluminio o de magnesios hidratados, y posee una alta capacidad de contenido de retención de agua y con muchas partículas de arcilla y pocas partes porosas, por ello es necesario elevar sus características<sup>13</sup>.

**Clasificación de suelos.** Los suelos se clasifican en el orden en diferentes criterios caracterizados en la composición, capacidad y textura, y las partículas minerales que forman el suelo tienen diferentes tamaños como limo, arcilla y arena<sup>14</sup>.

**Composición de los minerales de arcilla.** The proportion of clay minerals are phyllosilicates and the determination of the clay can only be achieved by making segregations by size. La proporción de los minerales de arcilla son filosilicatos, el cuál a veces con la cantidad de variables aluminio hidratado varía en el tamaño<sup>15</sup>.

**Propiedades de suelos.** “Es la proporción de los componentes que determina y evalúa una serie de propiedades físicas y mecánicas, así mismo enfatizando en las propiedades físicas tenemos, color, textura, estructura, porosidad, consistencia, densidad, profundidad y propiedades térmicas [...]” [16].

**Estabilización de suelos.** La estabilización es la frecuencia para estabilizar las carreteras en los suelos inestables como las arcillas son incapaces por su naturaleza de sostener la estructura de un pavimento, y tiene como objetivo perfeccionar el comportamiento y desempeño estructural logrando una mejor distribución de esfuerzos en la vía para mantenerse firme y resistente<sup>17</sup>.

**Límite de atterberg.** Se considera como los ensayos que permiten obtener límites líquidos, límite plástico y límite de contracción mediante ellos se obtiene un índice de plasticidad, fluidez, liquidez, lo cual cada uno de ellos son una vista importancia caracterizando el comportamiento de los suelos finos basando en la norma ASTM 4318<sup>18</sup>.

**Índice de plasticidad.** Se denomina o nombra índice de plasticidad los cambios volumétricos y expansivos que sufre el subrasante arcillosa, más aún si los suelos son arenosos y limosos, lo cual los diversos suelos se extienden o se reducen dependiendo del agua y nivel de flexibilidad estos tendrán una vida útil<sup>19</sup>.

**Contenido de humedad.** “Es la cantidad de agua contenida por un terreno tales como suelos, rocas, cerámicas que concurren entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural, y la humedad optima varía de acuerdo del suelo ya que puede ser arcilloso, así mismo el contenido de humedad es generado de las filtraciones elevado a nivel friático, cual la humedad producirá imperfecciones<sup>20</sup>.”

**Proctor modificado.** Se utiliza un molde 94.3 cm y se compacta en 5 capas con un martillo que pesa 44.5 N y tiene una caída 457.2 mm. Así también el método está establecido en la evaluación y determinación de las densidades secas de diversas probetas compactadas similares, pero con un contenido de humedad representados en coordenadas cartesianas proporcionando la curva proctor<sup>21</sup>.

**California Bearing Ratio (CBR).** El CBR es un ensayo principal que mide la resistencia de los suelos para poder calcular la calidad de terreno para subrasante, por ende, este ensayo es muy importante para determinar la resistencia y el corte de la capacidad portante, bajo los estándares de humedad y densidad, con CBR se establece una capacidad de resistencia para generar cargas de resistencia y penetración<sup>22</sup>.

**Capacidad portante.** Son capas de la tierra y tipos de suelos, características del material del suelo, gravas. Limos y arcillas. Como también denomina como la capacidad que tiene los suelos para aguantar las cargas entre contacto de la cimentación y el terreno.

#### **Variable independiente: Cenizas de rastrojo de maíz**

**Rastrojos de maíz.** “Es un alimento que tiene muchos carbohidratos por su mayor productividad y se ha convertido alimento con más productividad a nivel mundial [...] considerando la taralla que representa el 61.5% y su grano constituye el 60%, además los sobrantes de tallos y hojas que se queda en la chacra tras cortar el cultivo, eso se conoce como rastrojos, esta fibra nutricionalmente es bajo proteína (5.04%), alto en fibra (73%) como un producto de fibra neutro detergente” [23].

**Ceniza de rastrojos de maíz.** La planta seca de maíz es rastrojo al ser carbonizado a 400°C, obtiene un nivel de composición de caolinita ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ),  $\text{Na}_4\text{Ca}(\text{So}_4)_3$ ,  $\text{KCa}(\text{PO}_3)_3$ ; y sanidina ( $\text{Na, k} \text{AlSi}_3\text{O}_8$ ); Las cenizas se obtienen de la quema de rastrojo de maíz, y para obtener la ceniza se queman los rastrojos en hornos al aire libre y que se va obteniendo la puzolana<sup>24</sup>.

**Composición química.** Las cenizas de rastrojos de maíz es el elemento más importante con el porcentaje de sílice en la ceniza, este producto es el que otorga la mayor capacidad puzolanicas<sup>25</sup>.

**Dosificación.** Es un estudio para el tratamiento de un suelo donde que se determina la cantidad del material en la disposición de la fibra natural que se realiza en cualquier suelo acorde la intensidad y magnitud.

**Utilización de rastrojos de maíz.** Podemos definir de esta manera donde se puede utilizar en todas las categorías, lo cual es necesario tener en cuenta el recurso fibroso, por ende, se podrá usar antes de roturar el suelo por lo tanto al incluir este producto se puede fluctuar dependiente de la propiedad de rastrojo y de los elementos de la fibra<sup>26</sup>.



*Figura 1. Rastrojo de maíz*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 2. Cenizas de rastrojo de maíz*  
Fuente: Elaboración propia

**Cenizas de bagazo caña de azúcar.** Se define como un subproducto del reciclaje de la fabricación de azúcar y se usa como combustible para calentar las calderas de las fábricas, de tal manera ser usado como material puzolánica, que perfecciona las propiedades de los productos con los que se sustituye, además hay que conocer que la fibra de la caña de azúcar presenta un 40–50% de su volumen de toda la planta <sup>27</sup>.

### **III. METODOLOGÍA**

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

El método científico nos llevó investigar y reglamentar, permitiéndonos para alcanzar definiciones o explicaciones lógicas y coherentes. Los pasos son plantear problema, formulación de hipótesis, metodología y posteriormente para discutir los resultados, finalmente dar una conclusión y recomendación<sup>28</sup>.

Se utilizó el método científico en la investigación para llegar a dar una conclusión con respecto las hipótesis planteadas sobre ello para hacer recomendaciones.

#### **Tipo de investigación de acuerdo al enfoque**

Enfoque cuantitativo es un conjunto de técnicas y procesos, esenciales y probatorios que está relacionado en cantidad, su principal elemento es la medición de cálculos y se analizan los cotejos mediante los cálculos obtenidos utilizando métodos estadísticos para despegar una serie de conclusiones<sup>29</sup>.

El enfoque es cuantitativo, lo cual se llevará en ensayos para obtener resultados en valores cuantificables (numéricos) así comparar y verificar los resultados del estudio, mediante a ellos mejorar las muestras y usar los datos en el diseño del proceso constructivo.

#### **Tipo de investigación de acuerdo al fin**

“El tipo de investigación es aplicada lo que busca es conocer para crear, para construir para proceder, para cambiar, la inquieta aplicación inmediata sobre una realidad concreta [...]” [30].

La presente investigación es aplicada, con este proyecto se realizó estudios experimentales para analizar y dar conclusiones a los problemas reales y para dar las soluciones.

#### **Tipo de investigación de acuerdo el nivel**

De acuerdo su nivel de estudio es correlacional porque el investigador ya que evalúa la correlación de dos variables como porcentaje de cenizas de rastrojo de maíz y la optimización de estabilización de suelos arcillosos para fines de mejoramiento de sus propiedades, la investigación se realizará ingresando deliberadamente una variable que no existe normalmente en los suelos.

#### **Diseño de investigación**

El diseño de investigación es de tipo cuasi experimental, por ende, es el manejo premeditada de una o más variables que actúan como principios, ya que manipulan

las variables en porcentajes, la fibra natural (independiente) con el propósito de modificar las propiedades físicas - mecánicas del suelo arcilloso (dependiente) dentro del parámetro del investigador<sup>31</sup>.

El diseño de investigación es cuasi experimental porque es un estudio empírico para estimar el impacto causal, ya que mi población no es aleatoria.

### **3.2. Variables, operacionalización**

#### **Definición conceptual**

The dependent variable is the degree of response, since the personalization literature does not point towards a certain response tone, such as positive, neutral or negative, all different and to test the hypothesis, it must first be operated, el cuál propone desarrollar el contenido del concepto de cada variable identificando elementos empíricos, lo cual el material se ingresará en % y kg<sup>32</sup>.

V1: Fibra natural: Es un alimento que contiene carbohidratos con mejor productividad a nivel mundial, lo cual ayuda evaluar las propiedades físicas y mecánicas de subrasante arcillosa.

V2: Suelos arcillosos: Arcillas por su naturaleza sostiene la estructura de un pavimento, de esta manera perfecciona el comportamiento y el desempeño estructural logrando mejor distribución de esfuerzos en la vía.

#### **Dimensiones**

La dimensión es una propiedad latente del concepto de la variable, ya que también son componentes y aspectos, estos se obtienen del concepto teórico de cada variable que queremos investigar. como también la dimensión es una propiedad latente del concepto de la variable, como también son componentes y aspectos, estos se obtienen teoría de cada variable que queremos investigar<sup>33</sup>.

V1: Dosificación de la fibra natural (% , kg, cm)

V2: Propiedades físicas - mecánicas de suelos arcillosos: Índice de plasticidad, contenido de humedad, capacidad portante.

#### **Indicadores**

Son los elementos que nos permiten observar y medir la realidad, y tenemos dos variables como dependiente y independiente.

V1: Aplicación de la fibra natural: 14%, 21% y 28%

V2: Próctor modificado, CBR, Limite líquido, limite plástico

### **Instrumentos (escala de medición)**

Registra datos cuantificables representativos de una variable y deberá ser confiable (laboratorio) y tener validez (normativa, reglamento).

V1: Aplicación 14%, 21% y 28% de la fibra natural al volumen del suelo.

V2: Ensayos de próctor modificado, límite atterberg, CBR.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población.**

Define que la población es el conjunto de todo el elemento que pertenece a las (unidades de análisis. De la población se extrae muestras representativas del universo<sup>34</sup>. Por ende, la población se tomará las calicatas en los tramos y está constituida por los ensayos y estudios de mecánica de suelos. según manual de carreteras – 2014, este proyecto se encuentra en una zona rural con IMDA < 200 veh/día, carretera de una sola calzada.

La población es toda la carretera del tramo Pasacancha hasta Andaymayo con una longitud de 24 km, donde predomina el suelo arcilloso en la provincia Sihuas del distrito de San Juan.

#### **Descripción de la zona de estudio.**

Lugar: Pasacancha – Andaymayo

Longitud: 24 km

Altitud: 3400 msnm



*Figura 3. Vista del tramo de la carretera Pasacancha –Andaymayo*

Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Mapa político de la provincia de Sihuas  
Fuente: Elaboración propia

### Muestras.

Sostiene que la muestra es el sub conjunto o parte representativa de la población elegida que representa al universo<sup>35</sup>. Entonces es un sub conjunto de la población concretada por los objetivos planteados para la presente investigación, ensayando con el proctor modificado, límite de atterberg, CBR.

Tabla 1. Numero de calicatas según el tipo de carretera

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

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones 2014.

De acuerdo establecido por el manual de carretas 2014, en la tabla 1, sección de suelos y pavimentos, la presente investigación es calificada como carretera de bajo volumen de tránsito IMDA < 200 veh/día de una sola calzada, indicando la realización de una (01) calicata por 1km a una profundidad no menor de 1.5 m del nivel de la subrasante y se tomará 3 km para efecto de las calicatas de la muestra, por ello, se realizarán tres (03) calicatas para efectos de la muestra, para poder realizar cuatro (04) Ensayos CBR, Próctor Modificado y Límite de Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico) para medir las propiedades físicas - mecánicas según los porcentajes de 14%, 21% y 28%.

**Tabla 2. Numero de ensayos N° Mr y CBR**

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: Ministerio de transportes y comunicaciones 2014.

### Tipo de muestreo.

Se define que el muestreo es el método que se utiliza para seleccionar o adquirir muestras con una clara finalidad o por un criterio preestablecido<sup>36</sup>.

El tipo de muestreo no es probabilístico, lo cual la elección de datos no depende de la probabilidad, puede influenciarse por las personas que seleccionan las muestras para ser ensayadas relacionadas con las características de la investigación.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

“Se utilizan diferentes instrumentos para recopilar datos, por lo tanto, la calidad de estos instrumentos es muy crítica porque las conclusiones extraídas por los investigadores se basan en la información para medir la confiabilidad [...]” [37].

Retrospectivo: Método para obtener datos fue mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las tesis presentes que se encuentra en repositorios de las Universidades que contaban con la Ingeniería como nacional e internacional y se obtendrá la teoría de los Artículos Científicos, cuales se encontraban en las páginas web de las revistas de investigación on-line.

### **3.5. Procedimientos**

Retrospectivo: Las cenizas de rastrojo de maíz van a adicionar con el propósito de mejorar los suelos arcillosos, mediante la mezcla con el suelo natural (muestra patrón) de la subrasante, lo cual logra una mejora incrementando la capacidad portante del terreno. Para ellos se realizó la búsqueda de las tesis similares o referentes a nuestra investigación por nuestra técnica documental, en base a las similitudes condiciones de tipo de suelo que se encuentra, también tipo de aditivos y tipos de ensayos que va realizar, de tal manera tomando similar altitud y similar lugar, para posteriormente a ello obtener sus datos mediante la interpolación respetando los aportes, para luego poder realizar nuestros propios análisis de resultados los mismos que serán presentando en tablas y gráficos referente de cada ensayo.

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

El procedimiento son las pruebas directas, es un complejo que se extrae por varias partes y caracteres con el propósito de alcanzar los objetivos de estudio, de esta manera el análisis se permitirá el fraccionamiento de sus variables<sup>38</sup>.

Retrospectivo: Para la selección de datos se ejecutará mediante la comparación a dos grupos de investigación un primer grupo que fueron realizados con una causa y efecto contra otro grupo, en muy similar condición, pero que no podrán ser realizados, pero si podrán ser comparados de manera (análisis documental), para ello permitiendo tomar apuntes de sus resultados del primero en forma de datos interpolados y asemejarlos a una posible solución, lo cual tiene similar antecedente e igual condición experimental.

### **3.7. Aspectos éticos**

It is an aspect that has the most direct connection, it is also very relevant with restrictions, parameters and limits, to prescribe some types of inherently incorrect or causal actions and a moral commitment<sup>39</sup>. Para elaborar este trabajo de investigación se obtuvo antecedentes de diversas tesis, similares a las variables de estudio, mediante a ellos obtenemos conocimientos sobre el tema que se está desarrollando sobre ceniza de rastrojos de maíz. Este trabajo se desarrolló con la honestidad y referenciándose de acuerdo de la norma ISO 690-2010 con sus respectivas resoluciones. Al final serán comparados por la herramienta web Turnitin.

## **IV. RESULTADOS**

### **4. Trabajo De Obtención de Datos**

Durante el proceso de realizar esta investigación el Perú se decretó en estado de emergencia (inmovilización total domiciliaria), así mismo se dictó emergencia sanitaria, nos tocó vivir, donde el virus del Covid\_19 estuvo convirtiendo en una Pandemia, y en septiembre de 2020 que modifica el Decreto Supremo N° 116-2020-PCM, norma con las respectivas medidas que debe proseguir el Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que presentan la vida de la nación a consecuencia del covid-19, por ende esta prohibida viajar en transporte público, buses local e interprovincial y las construcciones paralizaron y los laboratorios de concreto y de suelos se mantuvieron cerrados, lo cual no se puede para el traslado de la muestra a los laboratorios para realizar los ensayos correspondientes, por el cual, el presente investigación opto por la técnica de análisis documental, través de esta técnica recolecto la información de fuentes secundarias para elaborar el desarrollo del proyecto, método que se dio la oportunidad de obtener teoría de artículos científicos, libros que se encontraban en las páginas web, así para obtener datos de los ensayos realizados de las tesis presentes en los repositorios de las universidades de la carrera de ingeniería civil tanto nacional e internacionales.

Los ensayos de suelos de Límite de Atterberg, Proctor Modificado y CBR que se muestran a continuación fueron obtenidos por medio del análisis documental los cuales para estos ensayos de cenizas de rastrojo de maíz está presente en la tesis de Espinoza y Velásquez (2018) en su tesis titulado “Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018”, para obtener el título profesional de ingeniería civil de la universidad Cesar Vallejo realizado en la ciudad de Huaraz<sup>40</sup>.

### **LUGAR DE UBICACIÓN**

PAIS : PERÚ  
DEPARTAMENTO: ANCASH  
PROVINCIA : HUARAZ  
DISTRITO : INDEPENDENCIA  
LUGAR : PINAR – MIRIAN  
ALTITUD : 3374 MSNM

### Interpolación lineal

La interpolación es un proceso de estimación de valores entre los puntos conocidos. Por ende, los puntos serán estimados de acuerdo los datos de la tesis que realizaron ensayos con la mezcla estabilizante ceniza de caña de azúcar con relación a suelos arcillosos, lo cual se podrá corroborar los datos respetando los gráficos y tablas de la tesis. La interpolación es la aproximación de datos lo cual se llama obtener nuevos puntos basados en el conocimiento de un conjunto de puntos, también la interpolación es una técnica muy útil para aproximar funciones.

### Resultados comparativos del laboratorio encontrado de la respectiva tesis:

“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018”  
Espinoza Chuquino Alexis Euler y Velásquez Pérez Jhonatan Julián (2018)

### LIMITE DE ATTERBRG ASTM D 4318 (NTP 339.129)

Tabla 3: Índice de plasticidad con adicción de CCA.

MUESTRA	% DE ADICION	LL %	LP%	IP%
SUELO ARCILLOSO + CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR	0%	18.190%	2.080%	16.110%
	10%	13.280%	1.690%	11.590%
	20%	10.560%	0.830%	9.730%
	30%	12.920%	0.780%	12.140%

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián. 2018

### Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Se presenta los resultados de los ensayos realizados mediante la incorporación adicionando cenizas de rastrojo de maíz en distintos porcentajes que fue usada con respecto a la muestra de patrón, al agregar ya que logró un resultado favorable obtenidos del ensayo de límite de atterberg. El cálculo se procedió a encontrar el valor del índice de plasticidad (mediante la diferencia del límite líquido y limite plástico), interpolando los datos de los ensayos de laboratorio de la tesis, ensayo Límite de Atterberg que fue realizado mediante ASTM-D4318<sup>41</sup>.

## Interpolación de índice de plasticidad

1. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

PARA 14 %	
10	11.59
14	<b>Y1</b>
20	9.93

$$Y1 = 11.59 + \left( \frac{9.73 - 11.59}{20 - 10} \right) * (14 - 10)$$

$$Y1 = 10.846 \%$$

2. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

PARA 21 %	
20	9.73
21	<b>Y2</b>
30	12.14

$$Y2 = 9.73 + \left( \frac{12.14 - 9.73}{30 - 20} \right) * (21 - 20)$$

$$Y2 = 9.971 \%$$

3. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

PARA 28 %	
20	9.73
28	<b>Y3</b>
30	12.14

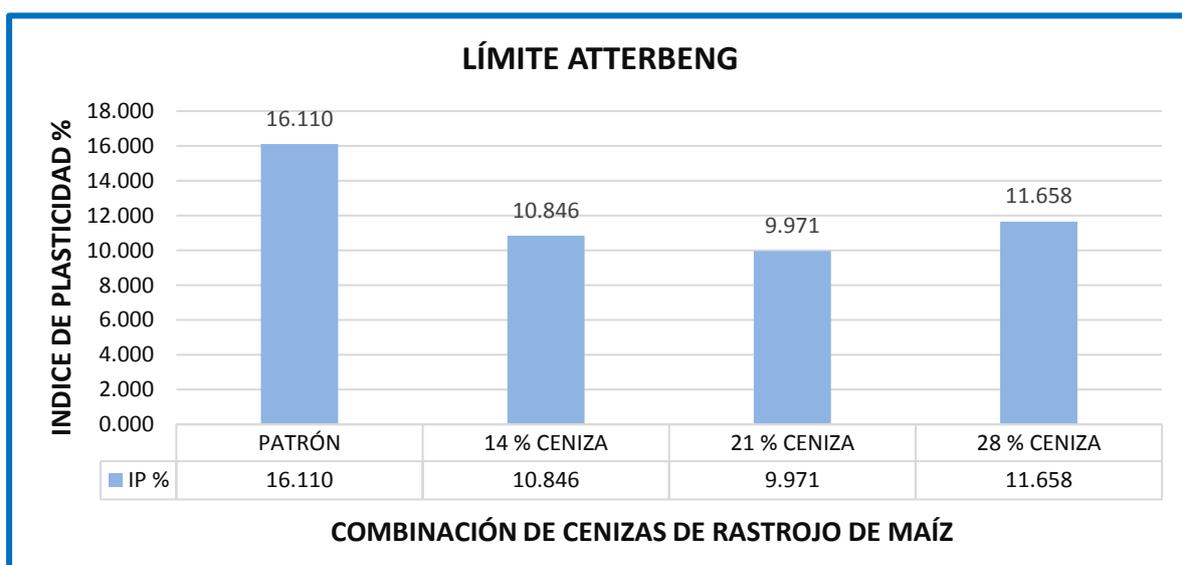
$$Y3 = 9.73 + \left( \frac{12.14 - 9.73}{30 - 20} \right) * (28 - 20)$$

$$Y3 = 11.658 \%$$

**Tabla 4.** Índice de plasticidad *con adicción de cenizas en (%)*

MUESTRA	% DE ADICION	LL %	LP %	IP %
SUELOS ARCILLOSOS + CENIZAS DE RASTROJO DE MAÍZ	0%	18.190%	2.080%	16.110%
	14%	13.280%	1.690%	10.846%
	21%	10.560%	0.830%	9.971%
	28%	12.920%	0.780%	11.658%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 5.** Índice de plasticidad con cenizas de rastrojo de maíz.

Fuente: Elaboración propia

## DESCRIPCIÓN:

Con respecto al gráfico se destaca que el límite de atterberg hubo la mayor deficiencia siendo la muestra patrón de 16.11% de índice de plasticidad. A esta se le agregó cenizas de rastrojo de maíz en porcentajes, lo cual podemos observar al adicionar un porcentaje de 21% de cenizas de rastrojo de maíz se obtiene una mayor la reducción en el índice de plasticidad 9.97%, seguido al adicionar el 14% de cenizas de rastrojo de maíz se logra obtener un índice de plasticidad de 10.846% y por último al adicionar el 28% de cenizas de rastrojo de maíz, se obtiene un índice de plasticidad de 11.658%.

## INTERPRETACIÓN.

Se demuestro que la muestra de patrón se obtiene un índice de plasticidad elevado con 16.115, por ende, a la muestra de patrón se adicionó un aditivo sólido en porcentajes, lo cual se demostró al adicionar 21% de cenizas de rastrojo de maíz se disminuye favorablemente con 9.97% de índice de plasticidad de la calicata, ya que con la muestra de patrón fue un resultado deficiente.

Cabe precisar que al adicionar el 14% y 28% cenizas de rastrojo de maíz también disminuye su índice de plasticidad con un porcentaje menor con respecto a la muestra de patrón.

## Resultados comparativos del laboratorio encontrado de la respectiva tesis:

“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018”  
Espinoza Chuquino Alexis Euler y Velásquez Pérez Jhonatan Julián (2018)

## PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 (NTP 339.141)

Tabla 5. Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con CCA

MUESTRA	% DE ADICION	COMPACTACIÓN	
		M.D.S (kg/cm <sup>3</sup> )	O.C.H (%)
SUELO ARCILLOSO + CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR	0%	1.656 gr/cm <sup>3</sup>	6.382%
	10%	1.802 gr/cm <sup>3</sup>	8.708%
	20%	1.859 gr/cm <sup>3</sup>	9.567%
	30%	1.776 gr/cm <sup>3</sup>	8.321%

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián. 2018

**Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.**

Mediante el ensayo de proctor modificado para la zona de estudio se pudo comprobar la relación de la máxima densidad seca y el óptimo contenido humedad de suelos arcillosos con la adición de cenizas de rastrojo de maíz, en el cual obtiene los respectivos datos que se muestra mediante la interpolación con los porcentajes de 14%, 21% y 28%.

#### Interpolación de la máxima densidad seca

4. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

PARA 14 %	
10	1.802
14	<b>Y1</b>
20	1.859

$$Y1 = 1.80 + \left( \frac{1.859 - 1.802}{20 - 10} \right) * (14 - 10)$$

$$Y1 = 1.825 \text{ gr/cm}^3$$

5. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

PARA 21 %	
20	1.859
21	<b>Y2</b>
30	1.776

$$Y2 = 1.86 + \left( \frac{1.776 - 1.859}{30 - 20} \right) * (21 - 20)$$

$$Y2 = 1.851 \text{ gr/cm}^3$$

6. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

PARA 28 %	
20	1.859
28	<b>Y3</b>
30	1.776

$$Y3 = 1.86 + \left( \frac{1.776 - 1.859}{30 - 20} \right) * (28 - 20)$$

$$Y3 = 1.793 \text{ gr/cm}^3$$

**Tabla 6.** MDS gm/cm<sup>3</sup> por cenizas de rastrojo de maíz en %

MUESTRA	% DE ADICION	COMPACTACIÓN
		M.D.S (kg/cm <sup>3</sup> )
SUELOS ARCILLOSOS + CENIZAS DE RASTROJO DE MAÍZ	0%	1.656 gr/cm <sup>3</sup>
	14%	1.825 gr/cm <sup>3</sup>
	21%	1.851 gr/cm <sup>3</sup>
	28%	1.793 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

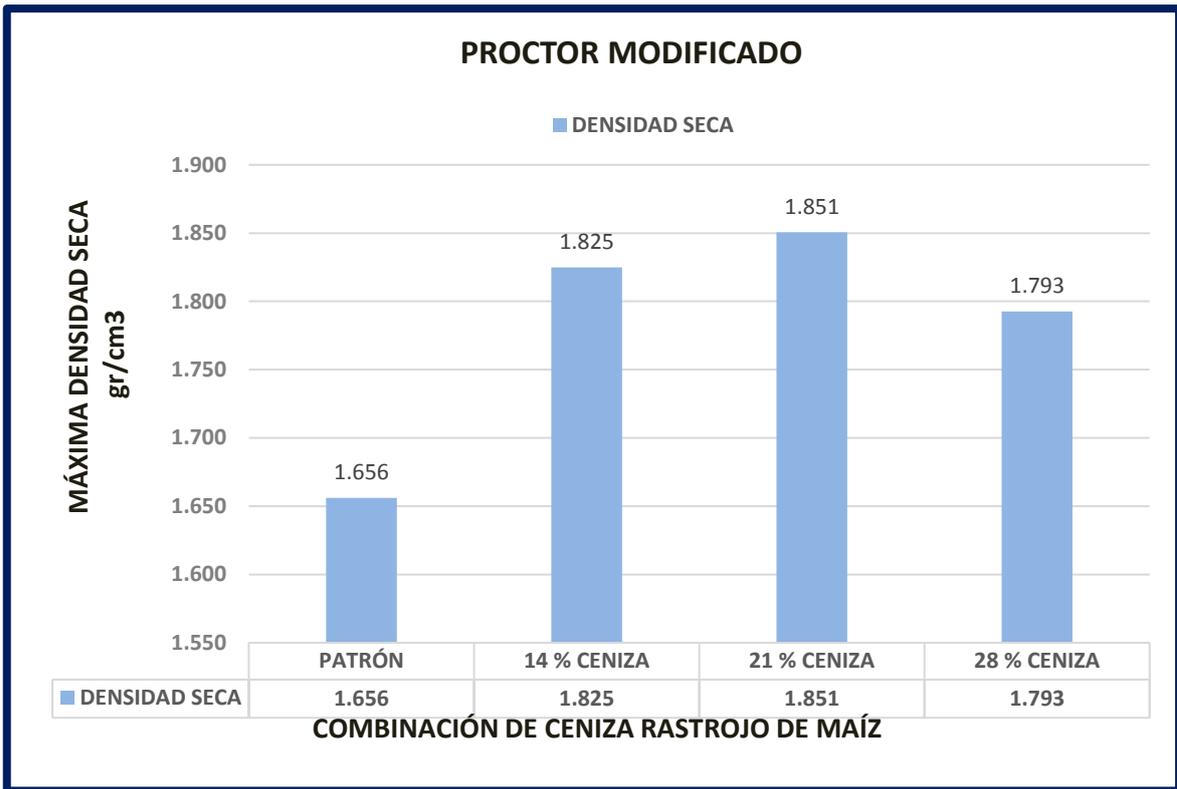


Figura 6. MDS gr/cm<sup>3</sup> por Cenizas de rastrojo de maíz en (%)  
Fuente: Elaboración propia

### Interpolación del óptimo contenido de humedad

1. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

PARA 14 %	
10	8.708
14	<b>Y1</b>
20	9.567

$$Y1 = 8.71 + \left( \frac{9.567 - 8.708}{20 - 10} \right) * (14 - 10)$$

$$Y1 = 9.052 \%$$

2. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

PARA 21 %	
20	9.567
21	<b>Y2</b>
30	8.321

$$Y2 = 9.57 + \left( \frac{8.321 - 9.567}{30 - 20} \right) * (21 - 20)$$

$$Y2 = 9.442 \%$$

3. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

PARA 28 %	
20	9.567
28	<b>Y3</b>
30	8.321

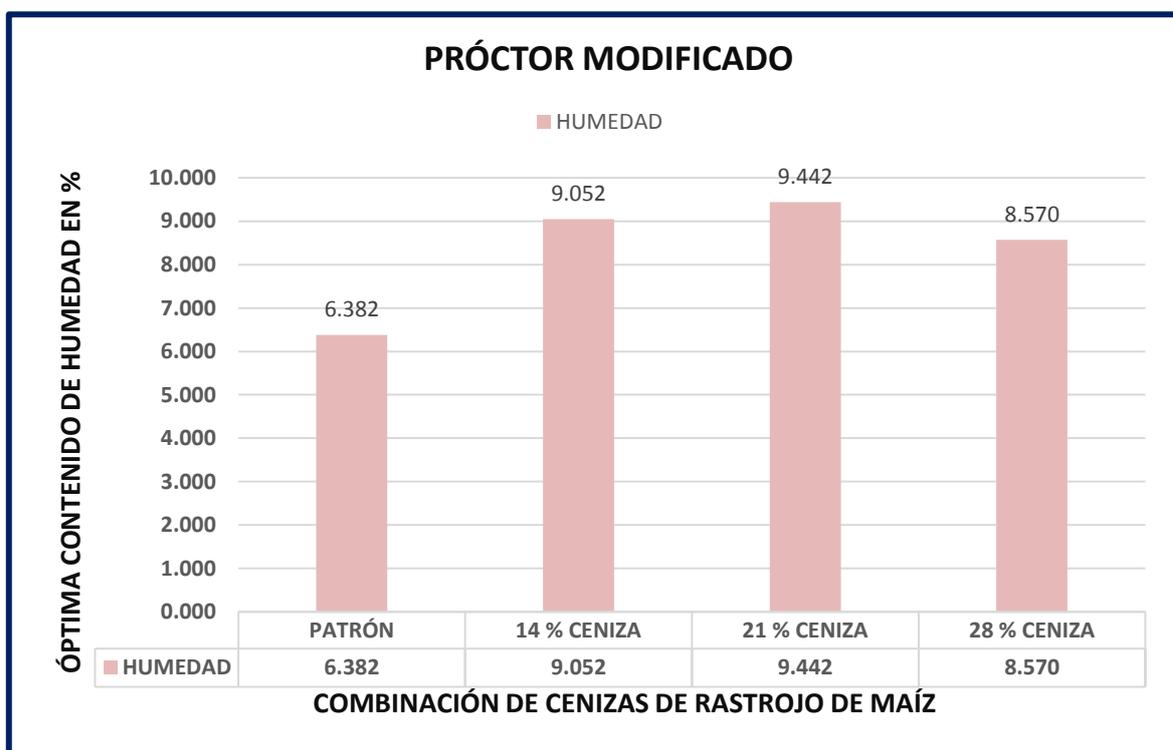
$$Y3 = 9.57 + \left( \frac{8.321 - 9.567}{30 - 20} \right) * (28 - 20)$$

$$Y3 = 8.570 \%$$

**Tabla 7. Óptima humedad % con cenizas de rastrojo de maíz en %**

MUESTRA	% DE ADICION	COMPACTACIÓN
		O.C.H (%)
SUELOS ARCILLOSOS + CENIZAS DE RASTROJO DE MAÍZ	0%	6.382%
	14%	9.052%
	21%	9.442%
	28%	8.570%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7. Óptima humedad en % con Cenizas de rastrojo de maíz en %**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8. MDS y óptima humedad % por cenizas de rastrojo de maíz en %**

MUESTRA	% DE ADICION	COMPACTACIÓN	
		M.D.S (kg/cm <sup>3</sup> )	O.C.H (%)
SUELOS ARCILLOSOS + CENIZAS DE RASTROJO DE MAÍZ	0%	1.656 gr/cm <sup>3</sup>	6.382%
	14%	1.825 gr/cm <sup>3</sup>	9.052%
	21%	1.851 gr/cm <sup>3</sup>	9.442%
	28%	1.793 gr/cm <sup>3</sup>	8.570%

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de los resultados de proctor modificado

El cálculo se procedió a encontrar el valor del Proctor modificado (densidad máxima seca por humedad óptima) cada porcentaje adicionado de cenizas de rastrojo de maíz encontrado en las interpolaciones de datos de los ensayos de laboratorio de la tesis se llega a una conclusión:

A continuación, se muestra los resultados de la tabla.

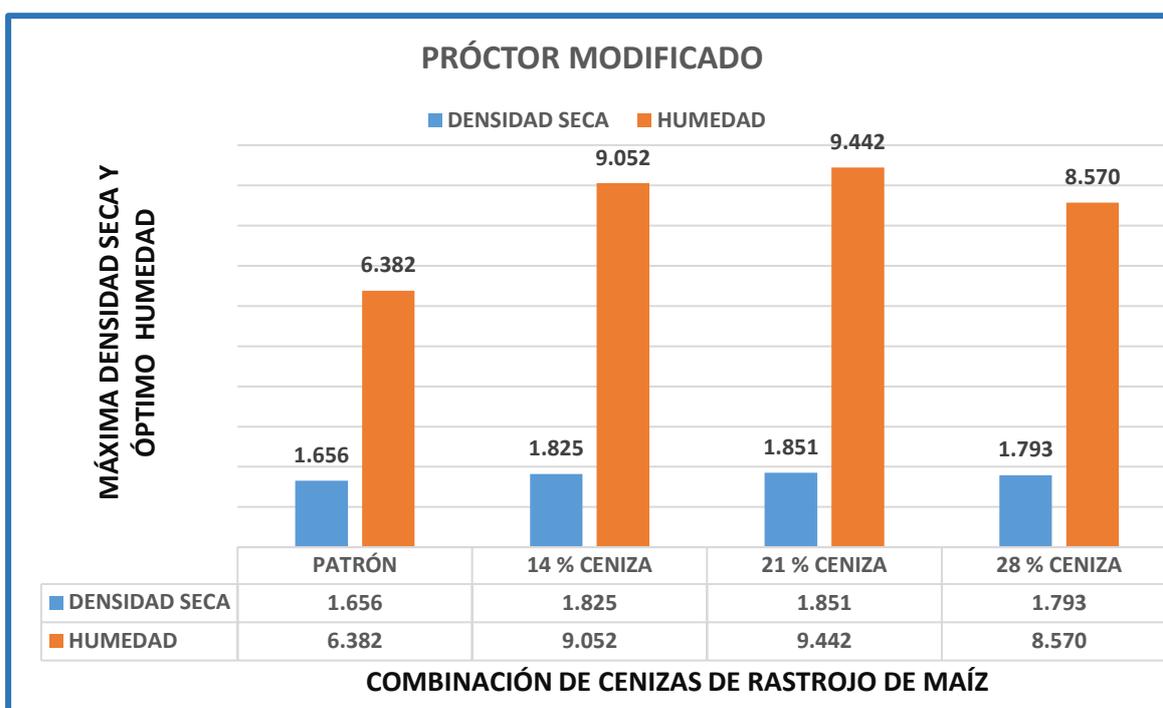


Figura 8. Densidad máxima seca / Humedad óptima.

Fuente: Elaboración propia

## DESCRIPCIÓN:

En el gráfico se observa los resultados del ensayo proctor modificado con respecto a la máxima densidad seca y su óptimo contenido humedad, tomando como referencia la muestra de patrón con su densidad de 1.656 gr/cm<sup>3</sup> con una óptima humedad de 6.382 %, y para obtener una mejor compactación de la subrasante se agregó cenizas de rastrojo de maíz. Al adicionar el 14% del aditivo la MDS aumentó con 1.825 gr/cm<sup>3</sup> con 9.052% de agua. Seguidamente al adicionar el 21% de aditivo de cenizas de rastrojo de maíz la MDS aumentó a 1.851 gr/cm<sup>3</sup> con un 9.442% de agua. Finalmente, al adicionar el 28% de cenizas de rastrojo de maíz la MDS aumentó a 1.793 gr/cm<sup>3</sup> con un 8.570% de agua, lo cual fueron aplicados en un suelo arcilloso, para obtener una mejor compactación de la subrasante de la carretera pobre.

## INTERPRETACIÓN.

Mediante el ensayo de proctor modificado se puede observar que el suelo arcillo de la zona de estudio con adición y sin adición de cenizas de rastrojo de maíz, se ha logrado obtener mediante porcentajes de agua, un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, por ende se eligió a través de una curva encontrado su máxima densidad seca, teniendo como mejor resultado de la adición de 21% de cenizas de rastrojo de maíz con 9.442% de agua alcanzando una densidad seca de 1.859 gr/cm<sup>3</sup>.

### Resultados comparativos del laboratorio encontrado de la respectiva tesis:

“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018”  
Espinoza Chuquino Alexis Euler y Velásquez Pérez Jhonatan Julián (2018)

## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883 (NPT 339.145)

Tabla 9. Ensayo CBR (California Bearing Ratio) con CCA

MUESTRA	% DE ADICION	CBR 0,1" AL	
		95% DE M.D.S	100% DE M.D.S
SUELO ARCILLOSO + CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR	0%	4.810%	6.670%
	10%	11.560%	12.930%
	20%	15.180%	16.970%
	30%	10.420%	11.490%

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián. 2018

### Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Este ensayo se realizó ya que la carretera de estudio que se encuentra con suelos arcillosos, y para obtener los resultados del ensayo se realizó mediante la interpolación de los datos de los ensayos de laboratorio de la tesis, con la muestra de patrón agregando un aditivo cenizas de rastrojo de maíz con los respectivos porcentajes 14%, 21% y 28%, se hará una combinación de las cenizas con suelos arcillosos para incrementar la baja capacidad portante de la subrasante.

### Interpolación de CBR 95% MDS

1. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

PARA 14 %	
10	11.560
14	<b>Y1</b>
20	15.180

$$Y1 = 11.56 + \left( \frac{15.18 - 11.56}{20 - 10} \right) * (14 - 10)$$

$$Y1 = 13.008 \%$$

2. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

PARA 21 %	
20	15.180
21	<b>Y2</b>
30	10.420

$$Y2 = 15.18 + \left( \frac{10.42 - 15.18}{30 - 20} \right) * (21 - 20)$$

$$Y2 = 14.704 \%$$

3. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

PARA 28 %	
20	15.180
28	<b>Y3</b>
30	10.420

$$Y3 = 15.18 + \left( \frac{10.42 - 15.18}{30 - 20} \right) * (28 - 20)$$

$$Y3 = 11.372 \%$$

### Interpolación de CBR 100 % MDS

1. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

PARA 14 %	
10	12.930
14	<b>Y1</b>
20	16.422

$$Y1 = 12.93 + \left( \frac{16.42 - 12.93}{20 - 10} \right) * (14 - 10)$$

$$Y1 = 14.327 \%$$

2. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

PARA 21 %	
20	16.970
21	<b>Y2</b>
30	11.490

$$Y2 = 16.97 + \left( \frac{11.49 - 16.97}{30 - 20} \right) * (21 - 20)$$

$$Y2 = 16.422 \%$$

3. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

PARA 28 %	
20	16.422
28	<b>Y3</b>
30	11.490

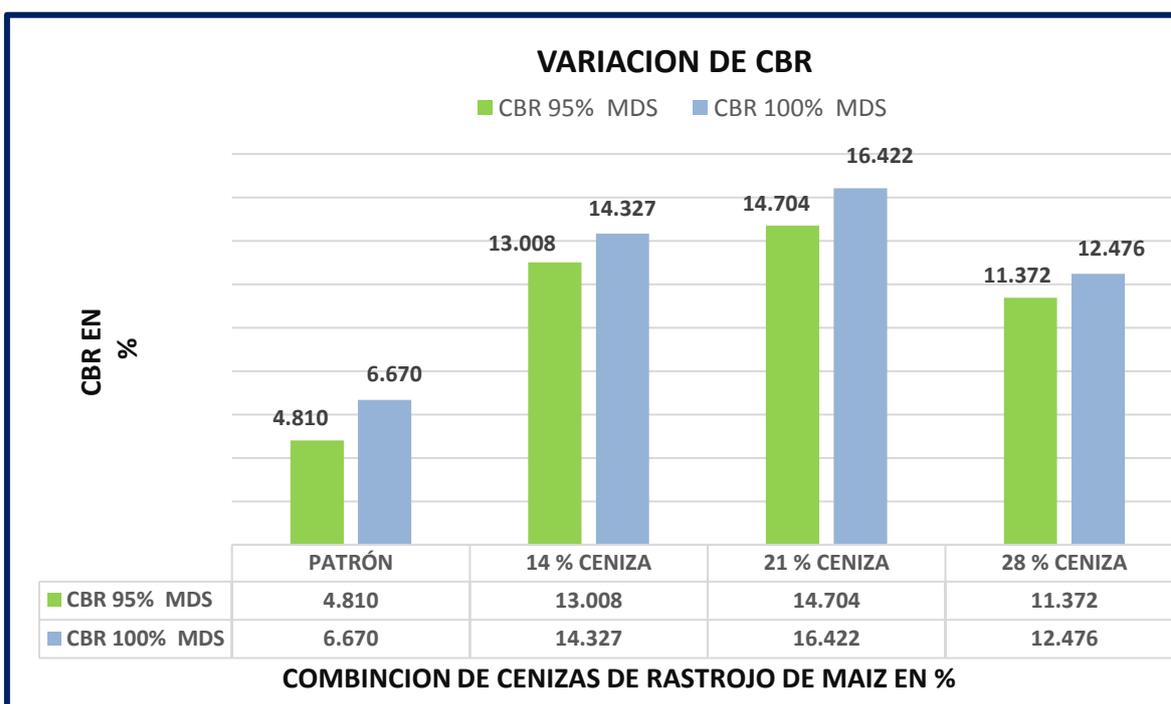
$$Y3 = 16.42 + \left( \frac{11.49 - 16.422}{30 - 20} \right) * (28 - 20)$$

$$Y3 = 12.476 \%$$

**Tabla 10.** CBR al 95 % y 100% con cenizas de rastrojo de maíz en %

MUESTRA	% DE ADICION	CBR 95 %	CBR 100 %
SUELOS ARCILLOSOS + CENIZAS DE RASTROJO DE MAÍZ	0%	4.810%	6.670%
	14%	13.008%	14.327%
	21%	14.704%	16.422%
	28%	11.372%	12.476%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 9.** CBR al 95 % y 100% con cenizas de rastrojo de maíz en (%)

Fuente: Elaboración propia

### DESCRIPCIÓN:

Se muestran los resultados de la muestra de patrón con la máxima densidad seca de 1.656 gr/cm<sup>3</sup> con un 6.382% de agua, que realizó en un molde de proctor modificado después de medir su resistencia de 95% de CBR nos arrojó un resultado de 4.81% y con 100% de CBR resultado de 6.67%

Se aprecia el mejor CBR que logra obtener con la adición de cenizas de rastrojos de maíz el más predomina es el 21% con la máxima densidad seca de 1.825 gr/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 9.442%, realizada mediante el molde proctor modificado después de medir su resistencia de 95% de CBR lo cual nos arrojó un resultado de 14.704% y de 100% CBR resultado de 14.33%.

La muestra con adición del 14% de cenizas de rastrojo de maíz con la máxima densidad seca de 1.825 gr/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 9.052%, realizada mediante el molde de proctor modificado después de medir su resistencia al 95% de CBR, se logró obtener un resultado de 13.008% y de 100% CBR resulto 16.42%.

Por ultimo con al agregar de 28% de cenizas de rastrojo de maíz con la máxima densidad seca de 1.793 gr/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 8.570%, realizada mediante el molde de proctor modificado y después de medir su resistencia al 95 % de CBR, se logró obtener un resultado de 11.372% y de 100% CBR resulto 12.48%.

### **INTERPRETACIÓN.**

El ensayo de CBR es fundamental para concretar si el suelo es bueno o malo para ser utilizado cumpliendo con los requerimientos de la norma (MTC), mediante los ensayos se muestra los resultados de CBR para esta investigación se obtuvo los resultados mediante la interpolación, tomando en cuenta la muestra de patrón de la tesis que arrojó un CBR al 4.810 %, lo cual es una subrasante malo, y nos damos cuenta con la adicción de 14% de cenizas de rastrojo de maíz vemos que el porcentaje de CBR incrementa alcanzando un 13.008 %. Con la adición de 21% de cenizas de rastrojo de maíz logró incrementar favorablemente alcanzado un 14.704 % de CBR, siendo el resultado más predominante para esta investigación, por ultimo al adicionarle el 28% de cenizas de rastrojo de maíz el material sufre una descompensación disminuyendo a 11.372 % de CBR.

## **V. DISCUSIONES**

### **5.1 El uso de cenizas de rastrojo de maíz en los Límites de Atterberg.**

**Resultado.** - Al incluir 21% cenizas de rastrojo de maíz se disminuyó el índice de plasticidad de 16.11% a 9.70%.

**Antecedente,** Hernández y Herrera (2019) en su investigación agregaron porcentajes de cenizas de cascara de café en las propiedades de los suelos arcillosos trabajando con una dosificación de 4%, 6% y 8% donde obtuvieron que al mezclar las cenizas en un 4% con los suelos arcillosos, produce una disminución considerable de 20% a 17% de índice de plasticidad, también al adicionar el 6% y 8% cenizas de cascarilla de café disminuye su índice de plasticidad con un porcentaje menor.

**Hipótesis:** El uso de cenizas de rastrojo de maíz disminuye el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020. Por medio de la interpolación aplicada como parte del método de análisis documental se afirma la influencia que tuvo las dosificaciones de cenizas de rastrojo de maíz adicionando en porcentajes de 14%, 21% y 28%. con relación del terreno natural, ya que disminuyó considerablemente el índice de plasticidad

**Pregunta:** ¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020?, durante el desarrollo del presente estudio se ejecutó un análisis de las propiedades de suelos (en base a los resultados del Tesista), el terreno natural fue clasificado como arcilloso de baja plasticidad, así mismo el terreno natural presentaba un índice de plasticidad de 16.11%, pero al incorporar cenizas de rastrojo de maíz de 14% (10,846% I.P), 21% (9.970% I.P) y 28% (11.658 I.P), por ende, el que mejor disminuye el índice de plasticidad es con adición del 21% de cenizas que lo hizo llegar hasta un 9.970%, finalmente los resultados del estudio de suelos arcillosos de los antecedentes comparten una relación de similitud con respecto los estudios de mi proyecto de investigación.

### **5.2 El uso de cenizas de rastrojo de maíz en el proctor modificado.**

**Resultado.** - Al adicionar 21% cenizas de rastrojo de maíz se aumentó la máxima densidad seca de 1.656 gr/cm<sup>3</sup> a 1.851 gr/cm<sup>3</sup> con 6.382% a 9.442% de óptimo contenido de humedad para alcanzar su mejor compactación.

**Antecedente**, Terrones (2018) en su investigación agregó porcentaje de cenizas de bagazo de caña de azúcar en las propiedades de los suelos arcillosos trabajando con una dosificación de 5%, 10% y 15%, donde obtuvieron que al mezclar las cenizas en un 15% con el suelo arcilloso, produce un aumento de la máxima densidad seca a 2.091 gr/cm<sup>3</sup>, con un 13.60% de óptimo contenido de humedad dando un mejor resultado.

**Hipótesis:** El uso de cenizas de rastrojo de maíz aumenta la máxima densidad seca y disminuye el óptimo contenido de humedad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020. Por medio de la interpolación aplicada como parte del método de análisis documental se afirma la influencia que tuvo las dosificaciones de cenizas de rastrojo de maíz adicionando en porcentajes de 14%, 21% y 28% con relación del terreno natural, ya que aumentó la máxima densidad seca con un balance de óptimo contenido de humedad para dar como resultado una mejor compactación.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en la máxima densidad seca de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020?, durante el desarrollo del presente estudio se ejecutó un análisis de las propiedades de suelos (en base a los resultados del Tesista), el terreno natural fue clasificado como arcilloso, así mismo el terreno natural presentaba una máxima densidad seca de 1.656 gr/cm<sup>3</sup> con un balance de óptimo contenido de humedad de 6.382%, pero al incorporar cenizas de rastrojo de maíz 14% (1.825 gr/cm<sup>3</sup> MDS con 9.052% de agua), 21% (1.851 gr/cm<sup>3</sup> MDS con 9.442% de agua) y 14% (1.793 gr/cm<sup>3</sup> MDS con 8.570% de agua), por ende, el que mejor que aumenta la máxima densidad seca es el 21% que lo hizo llegar hasta un 1.851 gr/cm<sup>3</sup> con 9.442% de agua. Finalmente se observa que los resultados del estudio de suelos arcillosos de los antecedentes comparten una relación de similitud con respecto al estudio de mi proyecto de investigación en cuanto los datos de la máxima densidad seca con un balance de óptimo contenido de humedad.

### **5.3 El uso de cenizas de rastrojo de maíz en California Bearing Ratio (CBR).**

**Resultado.** - Al incluir 21% cenizas de rastrojo de maíz se incrementó la capacidad portante de 4.810% de CBR a 14.704 % de CBR.

**Antecedente,** Llamoga (2016) en su investigación agregó porcentaje de cenizas de cascarilla de arroz en las propiedades de los suelos arcillosos trabajando con una dosificación de 4%, 7% y 10%, donde obtuvieron que al combinar las cenizas en un 7% con el suelo arcilloso, produce un incremento de la capacidad portante alcanzado de 2.85% a 7.8% de CBR.

**Hipótesis:** El uso de cenizas de rastrojo de maíz incrementa la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020. Por medio de la interpolación aplicada como parte del método de análisis documental se afirma la influencia que tuvo las dosificaciones de cenizas de rastrojo de maíz adicionando en porcentajes de 14%, 21% y 28% con relación del terreno natural, ya que logró incrementar considerablemente la capacidad portante con un resultado más predominante.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020?, durante el desarrollo del presente estudio se ejecutó un análisis de las propiedades de suelos (en base a los resultados del Tesista), el terreno natural fue clasificado como arcilloso, así mismo el terreno natural presentaba 4.810% de CBR, pero al incorporar cenizas de rastrojo de maíz de 14% (13.008% CBR), 21% (14.704% CBR) y 28% (11.372% CBR), por ende, el que mejor logró incrementar la capacidad portante es el 21% que lo hizo llegar un 14.704% de CBR, finalmente los resultados del estudio de suelos arcillosos de los antecedentes comparten una relación de similitud con respecto al estudio de mi proyecto de investigación.

## VI. CONCLUSIONES

**Objetivo general**, Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas-mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Se evaluó los ensayos, que la estabilización de la subrasante con la adición de cenizas de rastrojo de maíz, mejoran las características de la subrasante encontrado en la carretera tramo Pasacancha–Andaymayo, observando su evaluación en sus propiedades físicas - mecánicas: se disminuyó el índice de plasticidad en el límite atterberg; aumentó la máxima densidad seca en el ensayo proctor modificado e incrementó la capacidad portante del terreno en ensayo CBR.

**Objetivo específico 1**, Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

IP natural = 0% (16.11), 14% (10,846% I.P), 21% (9.970% I.P) y 28% (11.658 I. P)  
Se estableció la dependencia de los porcentajes de cenizas de rastrojo de maíz en los ensayos del límite de atterberg, ya que influyeron en la disminución de índice de plasticidad hasta un 6.14% menos del terreno en estado natural al emplearse el 21% de cenizas de rastrojo de maíz; entonces la influencia está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, el cual queda comprobada.

**Objetivo específico 2**, Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la máxima densidad seca de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Natural MDS = 0% (1.65gr/cm<sup>3</sup>), (14% (1.82gr/cm<sup>3</sup>), 21% (1.85gr/cm<sup>3</sup>) y 28% (1.79gr/cm<sup>3</sup>)

Natural OCH = 0% (6.38), (14% (9.05%), 21% (9.44%), 28% (8.57%).

Se estableció la dependencia de los porcentajes de cenizas de rastrojo de maíz en el ensayo de proctor modificado, ya que influyeron el aumento de la máxima densidad seca hasta un 0.195 gr/cm<sup>3</sup> con una óptima contenido de humedad de 3.06% más del terreno en estado natural, al adicionarse el 21% de cenizas de rastrojo de maíz; entonces el mejoramiento de la subrasante está directamente relacionado con los porcentajes propuestos, por lo que el mejoramiento es positivo con respecto la máxima densidad seca, el cual queda comprobada.

**Objetivo específico 3**, Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Natural CBR = 0% (4.810), 14% (13.008% CBR), 21% (14.704% CBR) y 28% (11.372% CBR)

Se estableció la dependencia del porcentaje de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante, ya que influyeron en el ensayo del CRB al aumentarlo en un 9.814% más del terreno en estado natural, al adicionarse hasta un 21% de cenizas de rastrojo de maíz; entonces el mejoramiento de la subrasante está directamente relacionado con los porcentajes propuestos, por lo que el mejoramiento es positivo con respecto a la capacidad portante del terreno, el cual queda comprobada.

## VII. RECOMENDACIONES

**Objetivo específico 1**, Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

IP natural = 0% (16.11), 14% (10,846% I.P), 21% (9.970% I.P) y 28% (11.658 I. P)

En la presente investigación al elegirse los porcentajes de cenizas rastrojo de maíz que iban desde un 14% hasta un 28%, sin embargo, con los porcentajes de 14% y 21% se logró la disminución del índice de plasticidad; y con el porcentaje de 28% empieza aumentarse el índice de plasticidad, para continuar la investigación recomendamos emplear el aditivo a solo hasta un 21% que es el óptimo calculado, hasta obtener el diagrama de fluidez para los suelos arcillosos.

**Objetivo específico 2**, Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la máxima densidad seca de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Natural MDS = 0%(1.65gr/cm<sup>3</sup>), 14%(1.82gr/cm<sup>3</sup>), 21%(1.85gr/cm<sup>3</sup>) y 28% (1.79gr/cm<sup>3</sup>)

Natural OCH = 0% (6.38), 14% (9.05%), 21% (9.44%) y 28% (8.57%).

En la presente investigación al elegirse los porcentajes de cenizas rastrojo de maíz que iban desde un 14% hasta un 28%, sin embargo, con los porcentajes de 14% y 21% se logró aumentar la máxima densidad seca con un balance de óptimo contenido de humedad; y con el porcentaje de 28% empezó disminuirse la máxima densidad seca; para continuar con la investigación se recomienda emplear el aditivo a solo hasta un 21% que es el óptimo calculado y que producirá mejor compactación de suelo arcillosos.

**Objetivo específico 3**, Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020.

Natural CBR = 0% (4.10), 14% (13.008% CBR), 21% (14.704% CBR) y 28% (11.372% CBR)

En la presente investigación al elegirse los porcentajes de cenizas rastrojo de maíz que iban desde un 14% hasta un 28%, sin embargo, con los porcentajes de 14% y 21% se logró incrementar la capacidad portante del terreno; y con el porcentaje de

28% la capacidad portante empezó a disminuirse ya que el material sufre descompensación y empieza variar el modulo, para continuar con la investigación se recomienda emplear el aditivo a solo un 21% que es el óptimo calculado y que producirá mejor incremento de la capacidad portante del terreno.

## REFERENCIAS

1. Llamoga Vásquez, L.Y. *Evaluación del suelo potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016*. Tesis de grado inédita: Universidad privada del Norte, 2016.
2. Espinoza Chuquino, A.E y Velásquez Pérez, J.J. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar – Miriam, distrito de Independencia 2018*. Tesis de grado inédita: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
3. Terrones Cruz, A.T. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018*. Tesis de grado inédita: Universidad Privada del Norte, 2018.
4. Barragán Garzón, C.A y Cuervo Camacho, H.A. *Análisis de comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso*. Tesis de grado inédita: Universidad Piloto de Colombia sección alto Magdalena, 2019.
5. Hernández García, A.F y Herrera Vargas, M.F *Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcilloso-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viota-Cundimarca estabilizado con la ceniza de cascarilla de café*. Tesis de grado inédita: Universidad de la Salle, 2019.
6. Clavería Vázquez, P.A, Triana Mendoza, D.F, Varón Ospina, Y.A. *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para el subrasante*. Tesis de grado inédita: Universidad cooperativa de Colombia, 2018.
7. Evangelista De Freitas, J. *Uso de cinza da casca de arroz na estabilização de solos para uso em pavimento rodoviário*. Tese de graduação não publicada: Universidade de Brasília, 2018.
8. Budny, J. *Verificação do potencial de estabilização de um solo laterítico com uso de ácido fosfórico, ácido cítrico e cinza de casca de arroz*. Tese de graduação não publicada: Universidade de Alberto Luís Coimbra (COPRE UFRJ), 2018.

9. Jijo, J. *Resistance benefit of wood sawdust / ash amendment in cement stabilizing of clay soil*. Unpublished degree thesis: University of Tamil Nadu, 2019.
10. Galicia Pérez M.A y Velásquez Curo M.A. *Análisis comparativo de la resistencia a la comprensión de un concreto adicionando con ceniza de rastrojos de maíz elaborado con agregados de la cantera cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón*. Tesis de grado inédita Universidad Andina de Cusco, 2016.
11. Towers Gomez A. *Valuation of flying ash from energy production plants and construction and demolition waste in industrial mortars*. University of Córdoba. Spain, 2018.
12. Landa Alarcón J.Y y Torres Montesinos S. F. 2019. *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal.*: Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima: Págs. 1-34.
13. Crespo, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa, 2004. ISBN 968-18-6489-1, pág.22. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecánica-suelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>.
14. Buringh, P. *Introduction to the study of soils in tropical and subtropical regions* [online]. Wageningen, 1970 [review date 1970] [consultation date 11 de may 2020], Pag.24. Available in: <https://edepot.wur.nl/214911>.
15. Besoain, E. *Mineralogy of soil clays*. Lica, 1995. ISBN 92-9039-067-0, pág.14. Available in: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9804e/A9804e.pdf>.
16. Terrones Cruz, A.T. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018*. Tesis de grado inédita: Universidad Privada del Norte, 2018, pag.22.
17. Durham, H. *laboratory experiments in the stabilization of clay with gypsum* [en línea]. University of New Hampshire. Estados Unidos, 1960, [review date 1960] [consultation date 12 may 2020], pág.12. Available in: <https://shareok.org/bitstream/handle/11244/27980/Thesis.1992m425l.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
18. Sembenelli, P. 1996. *The limits of atterberg and its meaning in the ceramic and brick industry*. Member of the American Society of Civil Engineers. Italy, Vol.5,

- n.124, págs 5-25. Hall id 0465-2746. Available in: <http://materconstrucc.revistas.>
19. Verruijt, A. *soil mechanics* [Online]. Delft University of Technology. Holland, 2011 [review date 2011] [consultation date 12 may 2020], pág.16. Available in: <https://ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/SoilMechBook.pdf>.
  20. Terrones Cruz, A.T. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018*. Tesis de grado inédita: Universidad Privada del Norte, 2018, pág.24.
  21. Chittarang.P. *Prediction of modified Proctor compaction characteristics using Atterberg limit tests and gradation tests for laterite soils*. India: National institute of technology, 2019, pág. 2. ISBN 978-9935-9436-1-3. Available in: [https://www.ecsmge-2019.com/uploads/2/1/7/9/21790806/0425-ecsmge-2019\\_atalar.pdf](https://www.ecsmge-2019.com/uploads/2/1/7/9/21790806/0425-ecsmge-2019_atalar.pdf).
  22. Iqbal. F, Kumar. A, Murtaza, A. 2018. *Co-Relationship between California Bearing Ratio and Index Properties of Jamshoro Soil*. Mehran University of Engineering and Technology. Asia: Vol.1, n.15, Pags. 5 -10, Hall id 01676724. Available in: [file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/CoRelationship\\_between\\_California\\_Bearing\\_Ratio\\_a.pdf](file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/CoRelationship_between_California_Bearing_Ratio_a.pdf).
  23. Galicia Pérez, M.A y Velásquez Curo, M.A. *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionando ceniza de rastrojos de maíz elaborado con agregado de las canteras de Cunyac y Vichu con respecto a un concreto de patrón de calidad  $f'c=210\text{kgcm}^2$* . Tesis de grado inédita: Universidad andina del Cusco, 2016. Pág.37.
  24. Galicia Pérez, M.A y Velásquez Curo, M.A. *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionando ceniza de rastrojos de maíz elaborado con agregado de las canteras de Cunyac y Vichu con respecto a un concreto de patrón de calidad  $f'c=210\text{kgcm}^2$* . Tesis de grado inédita: Universidad andina del Cusco, 2016, pág.38.
  25. Manterola. H, Dina. C, Mira. J. *Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes*. Santiago de Chile: Fundación para la innovación agraria, 1999, pág.40. ISBN 956-7874-01-8. Disponible en: [file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/020500\\_M291\\_1999%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/020500_M291_1999%20(2).pdf).

26. Manterola. H, Dina. C, Mira. J. *Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes*. Santiago de Chile: Fundación para la innovación agraria, 1999, pág.40. ISBN 956-7874-01-8. Disponible en: [file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/020500\\_M291\\_1999%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/020500_M291_1999%20(2).pdf).
27. Manterola H, Dina C, Mira J. *Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes*. Santiago de Chile: Fundación para la innovación agraria, 1999, pág.43. ISBN 956-7874-01-8. Disponible en: [file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/020500\\_M291\\_1999%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/020500_M291_1999%20(2).pdf).
28. Vara, A. *La lógica de la investigación en las ciencias sociales* [en línea]: Asociación por la Defensa de las minorías. Lima 2008 [fecha de revisión 2012] [fecha de consulta 30 mayo 2020], pág.65. Disponible en: <https://es.slideshare.net/smezab/777-pasos-para-una-tesis-exitosa>.
29. Hernández Jaén, U. *Comportamiento mecánico y físico de mortero a base de ceniza de caña de azúcar como árido en aplanados en muros*. Tesis de grado inédito: Universidad Veracruzana 2011, pag.23.
30. Mendoza, V. *pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica*. Lima: San Marcos, 2014, pág.167. ISBN 978-9972-38-041-9. Disponible en: [http://www.biblioteca.une.edu.pe/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=56846&query\\_desc=an%3A53863](http://www.biblioteca.une.edu.pe/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=56846&query_desc=an%3A53863).
31. Pino, R. *Metodología de la investigación*. 2<sup>da</sup>.ed. Lima: San Marcos, 2018. ISBN 978-997-234-242-4. pág.187.
32. Van Hoffen, V. 2017. *The effect of the personalization of tweets on the degree of response*. Universiteit Leiden. Holland, n. 01, Págs.1-34. Available in: <https://studenttheses.universiteitleiden.nl/access/item%3A2660434/view>.
33. Martínez Olmo, F. y Reguant Álvarez, M. 2014. *Operacionalización de conceptos*: Universidad de Barcelona. España: Vol. 15, n.69, Págs. 1-10. Hall id 1990-8644. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/57883/1/IndicadoresRepositorio.pdf>.
34. Morphol.J. 2017. *Sampling Techniques on a Population Study*: University International Journal of Morphology. Temuco. Araucanía: Vol. 35, n.1, Págs. 227-232, Halla id 0717-9502. Available in: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0717-95022017000100037>.

35. Morphol.J. 2017. *Sampling Techniques on a Population Study*: University International Journal of Morphology. Temuco. Araucanía: Vol. 35, n.1, Págs. 227-232, Hall id 0717-9502. Available in: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?Script=sciarttext&pid=S0717-95022017000100037>.
36. Behar, D. *Introducción de la metodología de la investigación*. Colombia: Shalom, 2008. ISBN 978-959-212-783-1. pag.51. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/004416166f1d9df980e62>.
37. Mohammad Zohrabi. 2013. *Mixed Method Research: Instruments, Validity, Reliability and Reporting Findings*. University of Tabriz. Iran: Vol.3, n.2, pp.254-262. Hall id 1799-2591. Available in: [https://pdfs.semanticscholar.org/73b8/e61a377d101165b56f120ae5501674743ac7.pdf?\\_ga=2.182464165.2068950351.1606581032-707320005.1606581032](https://pdfs.semanticscholar.org/73b8/e61a377d101165b56f120ae5501674743ac7.pdf?_ga=2.182464165.2068950351.1606581032-707320005.1606581032).
38. Johnston Melissa P. 2017. *Secondary data analysis: A method of which the time has come*. University of Alabama. USA: Vol.3, n.3, pp. 619-626. Hall id 2241-1925. Available in: <file:///C:/Users/Hurtado/Downloads/2014 QQML Journal SecondaryAnalysis.pdf>.
39. Bruce Jennings. 2010. *Ethical aspects of sustainability*. Center For Humans & Nature. New York: Vol.3, n.1, págs.934. Available in: [https://www.humansandnature.org/filebin/pdf/minding\\_nature/April\\_2010\\_Ethical\\_Aspects\\_of\\_Sustainability](https://www.humansandnature.org/filebin/pdf/minding_nature/April_2010_Ethical_Aspects_of_Sustainability).
40. Espinoza Chuquino, A.E y Velásquez Pérez, J.J. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar – Miriam, distrito de Independencia 2018*. Tesis de grado inédita: Universidad Cesar Vallejo, 2018, pág. 63.
41. Espinoza Chuquino, A.E y Velásquez Pérez, J.J. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar – Miriam, distrito de Independencia 2018*. Tesis de grado inédita: Universidad Cesar Vallejo, 2018, pág. 72.

**Anexo N° 02:** Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<p>(VARIABLE INDEPENDIENTE)</p> <p>Cenizas de rastrojo de maíz</p>	<p>Según (Manterola, 1999)” El maíz es un alimento que contiene muchos carbohidratos y por su extrema adaptabilidad se ha convertido con más productividad a nivel mundial, lo cual los retos de tallos, hojas se queda en el terreno tras cortar el cultivo se le conoce rastrojos, la ceniza se obtiene mediante quema en el horno que va obteniendo puzolanica”.</p>	<p>Evaluar la influencia de cenizas de rastrojo de maíz teniendo en cuenta los porcentajes que se adicionará al suelo, los cuales están en relación de 14%, 21% y 28%</p>	<p>Dosificación de la fibra natural “ceniza de rastrojos de maíz”</p>	<p>Aplicación 14% de cenizas en relación al peso de la muestra de suelo</p>	<p>Experimento utilizando el porcentaje de cenizas de rastrojo de maíz al volumen de suelos</p>
				<p>Aplicación 21% de cenizas en relación al peso de la muestra de suelo</p>	
				<p>Aplicación 28% de cenizas en relación al peso de la muestra de suelo</p>	

<p>(VARIABLE DEPENDIENTE)</p> <p>Propiedades físicas - mecánicas de suelos arcillosos</p>	<p>Indica (García, 2004), las propiedades físicas - mecánicas del suelo son proporción de los componentes que determinan, densidad, durabilidad, textura, estructura, consistencia, resistencia. Que miden a los ensayos con la importancia de mantener las mejores condiciones físicas-mecánicas de suelos arcillosos cumpliendo las normas de la construcción”</p>	<p>Para mejorar la propiedad de suelos se hará combinaciones con la ceniza de rastrojo de maíz y se analizará las variaciones que tendrán en cuanto el índice de plasticidad, máxima densidad seca y capacidad portante.</p>	Índice de plasticidad	<p>Limite liquido</p> <hr/> <p>Limite plástico</p>	<p>Ensayos con limite atterberg ASTM D 4318 (NTP 339.129)</p>
			Máxima densidad seca	Proctor modificado	<p>Ensayos con proctor modificado ASTM D 1557 (NTP 339.141)</p>
			Capacidad portante	CBR (California Bearing Ratio)	<p>Ensayos con CBR ASTM D 1883 (NPT 339.145)</p>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo N° 03: Matriz de consistencia

Título: <b>Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas-mecánicas de suelos arcillosos en el carretera Pasacancha-Andaymayo, Ancash 2020</b>						
Autor: <b>EDWIN WALTER HURTADO FLORES</b>						
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBEJTIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO</b>			<b>TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>V. DEPENDIENTE: PRPIEDADES FISICAS - MECANICAS DE SUELOS ARCILLOSOS</b>			<p><b>Método:</b> (Científico)  <b>Tipo:</b> (Aplicada)  <b>Nivel:</b> (Correlacional)  <b>Diseño:</b> (Cuasi experimental)  <b>Enfoque:</b> (Cuantitativo)  <b>Población:</b> Todas las carreteras de Pasacancha hasta Andaymayo con una longitud de 24 km.  <b>Muestra:</b> La presente investigación tendrá como muestra 03 calicatas las cuales serán ejecutadas en 3km para efecto de la muestra para realizar los 4 ensayos.  <b>Muestreo:</b> El tipo de muestreo no es probabilístico, elección de datos no depende de la probabilidad  <b>Técnica:</b> Observación Directa. <b>Instrumentos:</b> Formatos de los ensayos realizados.</p>
			<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas-mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020?	Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas - mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.	El uso de cenizas de rastrojo de maíz mejora en las propiedades físicas - mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.	D1: Índice de plasticidad	Limite liquido Limite Plastico	Ensayos con limite atterberg ASTM D 4318 (NTP 339.129)	
			D2: Máxima densidad seca	Próctor modificado	Ensayos con proctor modificado ASTM D 1557 (NTP 339.141)	
			D3: Capacidad portante	California Bearing Ratio (CBR)	Ensayos con CBR ASTM D 1883 (NPT 339.145)	
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	<b>V. INDEPENDIENTE: CENIZAS DE RASTROJOS DE MAIZ</b>			
			<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020?	Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojos de maíz en el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.	El uso de cenizas de rastrojo de maíz disminuye el índice de plasticidad de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.	D4: Dosificación de la fibra natural "ceniza de rastrojos de maíz"	Aplicación 14% de cenizas en relación al peso de la muestra de suelo	Experimento utilizando el porcentaje de cenizas de rastrojo de maíz al volumen de suelos	
¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en la máxima densidad seca de arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020?	Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la máxima densidad seca de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.	El uso de cenizas de rastrojo de maíz aumenta en la máxima densidad seca de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.	D5: Dosificación de la fibra natural "ceniza de rastrojos de maíz"	Aplicación 21% de cenizas en relación al peso de la muestra de suelo		
¿Cuánto influye el uso de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020?	Evaluar la influencia del uso de cenizas de rastrojo de maíz en la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.	El uso de cenizas de rastrojo de maíz incrementa la capacidad portante de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020.	D6: Dosificación de la fibra natural "ceniza de rastrojos de maíz"	Aplicación 28% de cenizas en relación al peso de la muestra de suelo		

Fuente: Elaboración propia

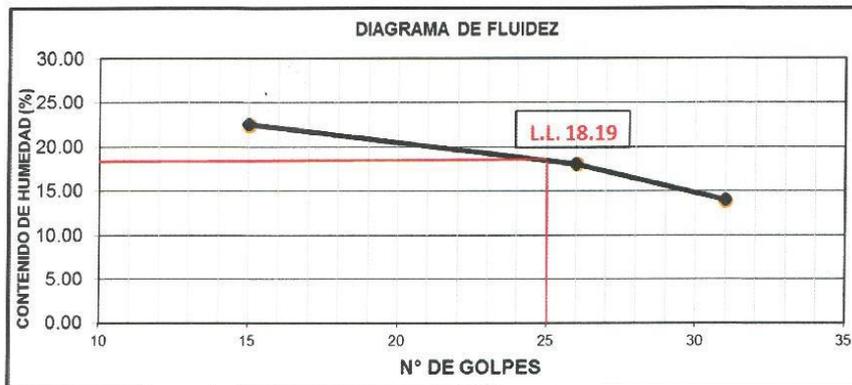
## ANEXO N° 04: Ensayos de laboratorio



### ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:129, ASTM D4318-84)

**TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018  
**TESISTAS:** ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER  
VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN  
**ASUNTO:** ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG  
**LUGAR :** DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH  
**CALICATA:** C-01 **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts



Límites de Consistencia ASTM-D427	
ASTM-D4318	
Límite Líquido	18.19
Límite Plástico	2.08
Índice de Plasticidad	16.11

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por los solicitantes en el laboratorio

**CAMPUS HUARAZ**  
Av. Independencia 1488  
Barrio: Palmira Baja,  
Independencia - Huaraz  
Tel: (043) 483031

ITC VICTOR HUGO VILLANUEVA NAJARRO  
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL  
REG. 52636  
UCV - HUARAZ

Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián

### ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:128, ASTM D422)

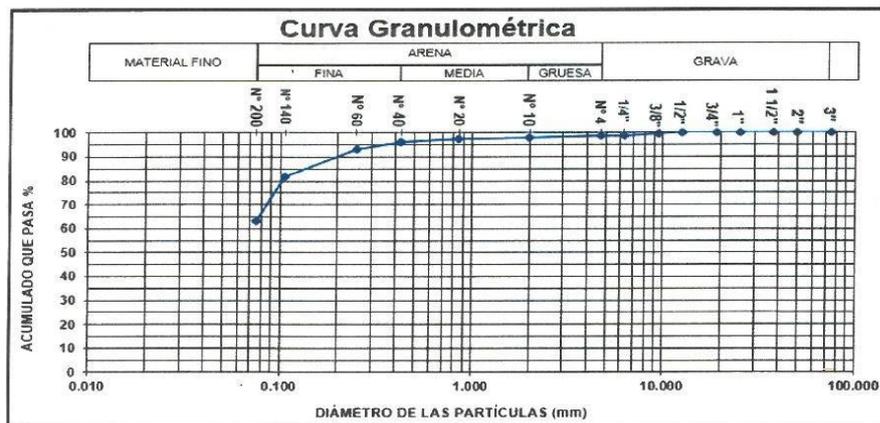
**TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018

**TESISTAS:** ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER  
VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN

**ASUNTO:** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

**LUGAR :** DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH

**CALICATA:** C-01 **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts



Resultados; ASTM-D2487/D3282		
<b>Coefficiente de:</b>	Uniformidad (Cu)	----
	Curvatura	----
	Grava (No 4 < Diam < 2")	1.5
	Arena (No 200 < Diam < No 4)	35.4
	Inicio (Diam < No 200)	63.1
<b>Clasificación:</b>	AASHTO	A-6 (9)
	SUCS	CL
	ES UNA ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	

**Nota:** Las muestras fueron analizadas por los solicitantes en el laboratorio

**CAMPUS HUARAZ**  
Av. Independencia 1488  
Barrio: Palma Baja,  
Independencia - Huaraz  
Telf: (043) 483031

  
TEC. VICTOR HUGO VILLANUEVA NAJARRO  
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL  
REG. 62630  
UCV HUARAZ

  
Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil #saliradelante



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
saliradelante  
ucv.edu.pe

**ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:141, ASTM D1557)

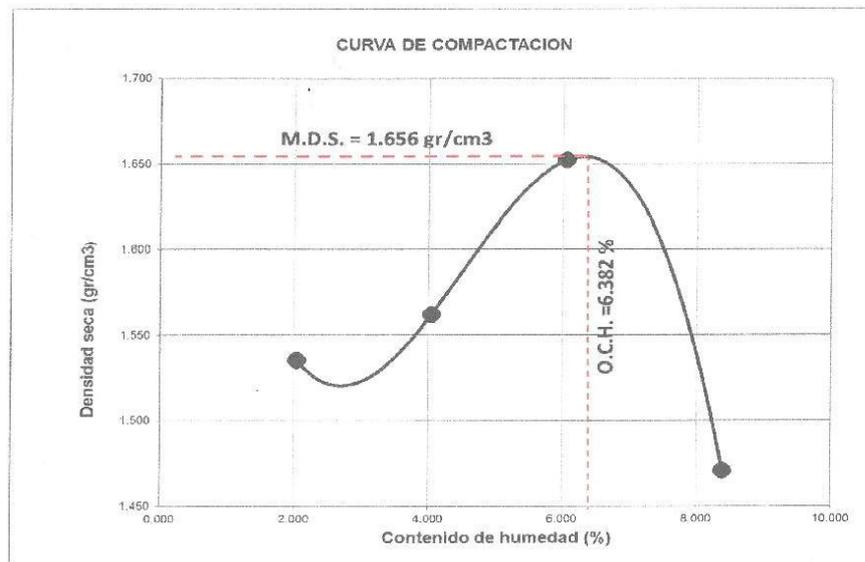
**TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018

**TESISTAS:** ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER  
VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN

**ASUNTO:** ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH

**CALICATA:** C-01 MUESTRA PATRON **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts



**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por los solicitantes en el laboratorio

**CAMPUS HUARAZ**

Av. Independencia 1488  
Barrio: Palmira Baja,  
Independencia - Huaraz  
Telf: (043) 483031



**UCV**  
TEC VÍCTOR HUGO VILLANUEVA NAJARRO  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
REG. 82630  
UCV - HUARAZ



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ENSAYO RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. (NTP 339:145, ASTM D1883)**

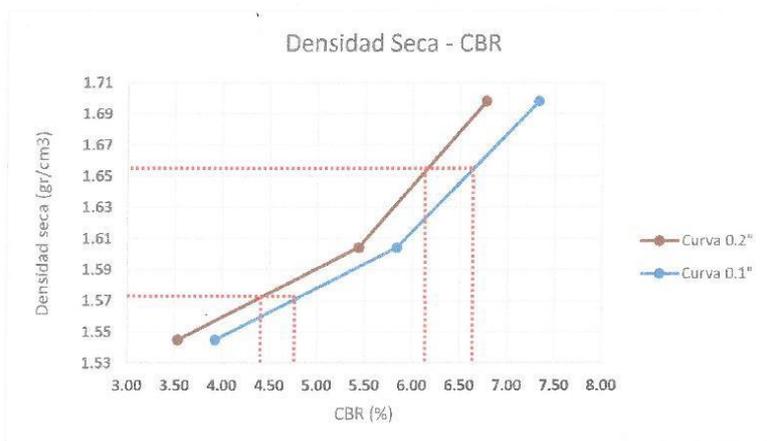
**TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018

**TESISTAS:** ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER  
VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN

**CALICATA:** C-01 MUESTRA PATRON

**PROFUNDIDAD:** 1.50 mts

Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	DS (gr/cm <sup>3</sup> )
56 Golpes	7.32	1.70	6.77	1.70
25 Golpes	5.83	1.60	5.43	1.60
10 Golpes	3.92	1.54	3.53	1.54



	CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max Ds. 100%	1.656	6.67%
95% Max Ds.	1.573	4.81%

CBR DISEÑO	4.81%
------------	-------

**CAMPUS HUARAZ**

Av. Independencia 1488  
Barrio: Palmira Baja,  
Independencia - Huaraz  
Telf: (043) 483031

  
**UCV**  
**TEC VÍCTOR HUGO VILLANUEVA NAJARDO**  
 LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL  
 REG 52630  
 UCV HUARAZ

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

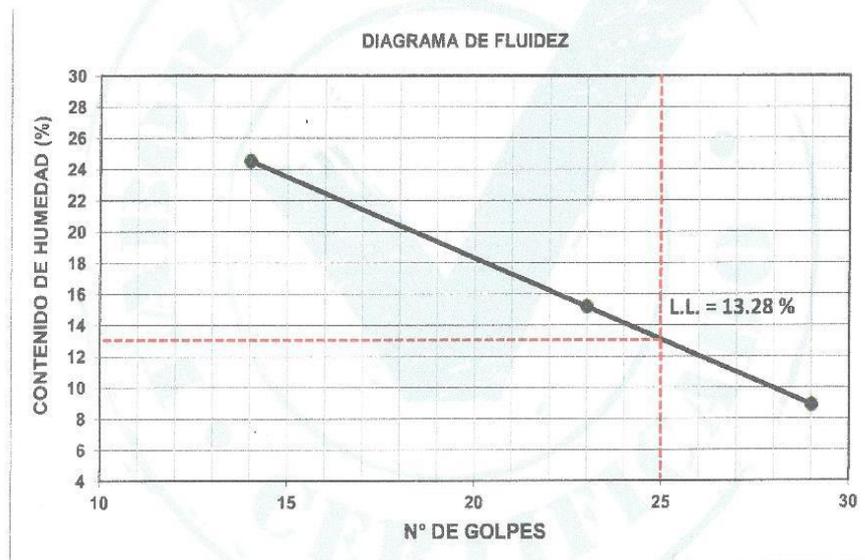
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

**ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG**

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:129, ASTM D4318-84)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
TESISTAS	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
ASUNTO	ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
CALICATA	C-01 CON ADICIÓN DE 10% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR



Límites de Consistencia ASTM-D427		
ASTM-D4318		
Límite Líquido (%)		<b>13.28</b>
Límite Plástico (%)		<b>1.69</b>
Índice de Plasticidad (%)		<b>11.59</b>

  
Victor Hugo Villanueva Rojas  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE SUELOS  
CIP. 98217

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
  
Alberto Villanueva Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 98217

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos  
Telefono : FIJO 916826490 - RPM # 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián

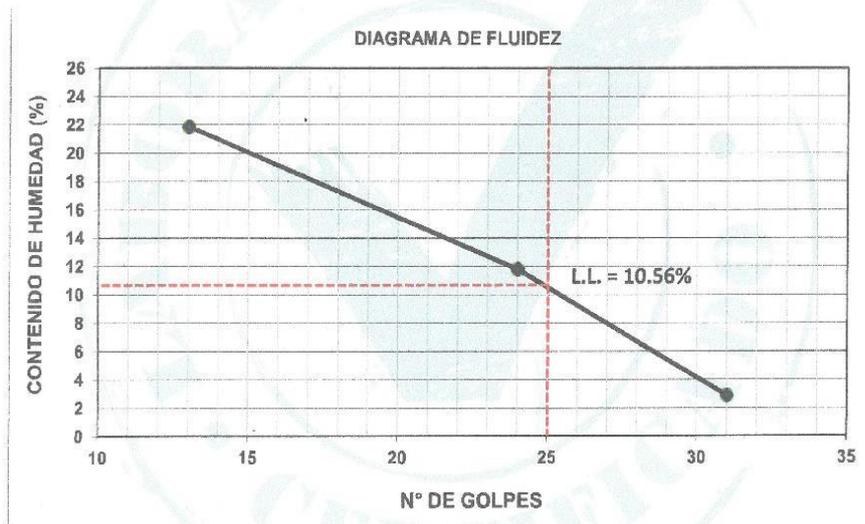


**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD**  
**ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**  
**ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

**ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG**

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:129, ASTM D4318-84)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
TESISTAS	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
ASUNTO	ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
CALICATA	C-01 CON ADICIÓN DE 20% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR



<b>Límites de Consistencia ASTM-D427</b>	
ASTM-D4318	
Límite Líquido (%)	<b>10.56</b>
Límite Plástico (%)	<b>0.83</b>
Índice de Plasticidad (%)	<b>9.73</b>

**Víctor Eusebio Villanueva Najarro**  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
 CONCRETO Y ASFALTO  
 CIP. 92633

**Alberto Villanueva Medina**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 96217

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos  
 Telefono : FIJO 916826490 - RPM # 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
 RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTIF. 95136

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

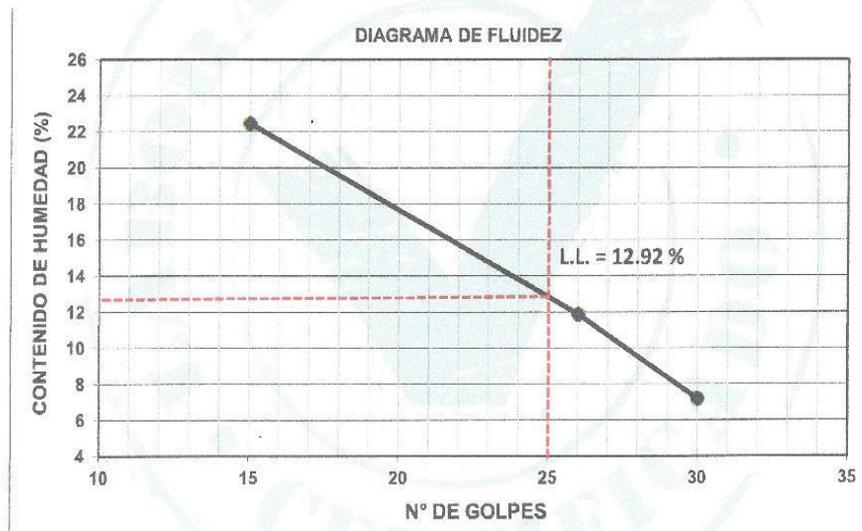
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

**ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG**

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:129, ASTM D4318-84)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
TESISTAS	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
ASUNTO	ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
CALICATA	C-01 CON ADICIÓN DE 30% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR



Límites de Consistencia ASTM-D427	
ASTM-D4318	
Límite Líquido (%)	<b>12.92</b>
Límite Plástico (%)	<b>0.78</b>
Índice de Plasticidad (%)	<b>12.14</b>

Victor Hugo Villanueva Najayo  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
FONDO DE PAGAMENTO  
N.º 52633

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Alberto Villanueva Medina  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 96217

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos  
Teléfono : FIJO 916826490 - RPM # 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

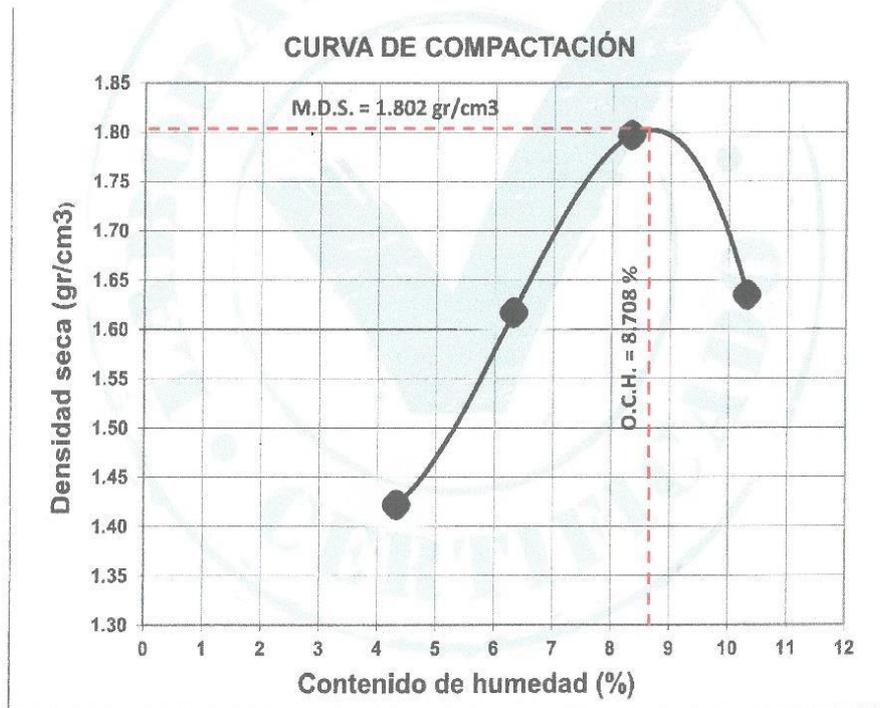
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

### ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:141, ASTM D1557)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
TESISTAS	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
ASUNTO	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
CALICATA	C-01 CON ADICIÓN DE 10% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR



Victor Hugo Villanueva Najarro  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
PERUANO Y PROFESIONAL  
CIP. 9203

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Alberto Villanueva Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 96217

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos

Teléfono : FIJO 916826490 - RPM # 949004338

RUC : 20600954173

E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com

REG. INDECOPI CERTIF. 95136

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

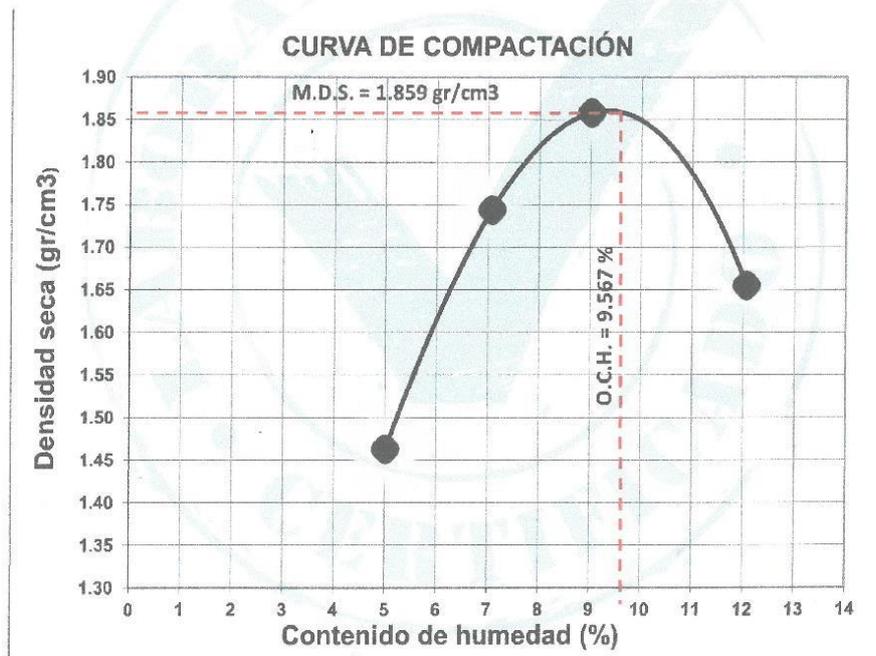
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

### ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:141, ASTM D1557)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
TESISTAS	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
ASUNTO	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
CALICATA	C-01 CON ADICIÓN DE 20% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR



Victor Hugo Villanueva Najarro  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
CIP. 926911

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Alberto Villanueva Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 98217

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos

Telefono : FIJO 916826490 - RPM # 949004338

RUC : 20600954173

E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com

REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián



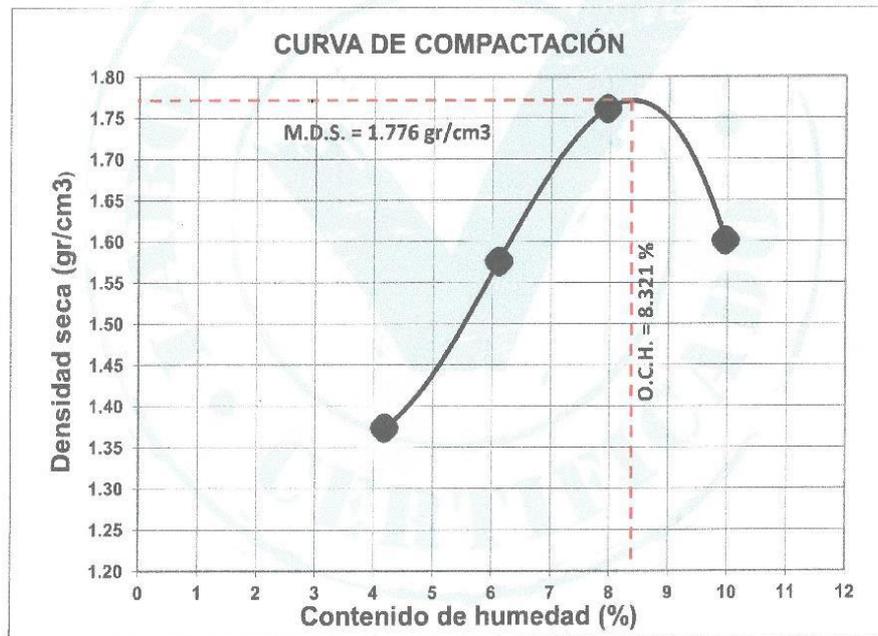
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

### ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339:141, ASTM D1557)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
TESISTAS	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
ASUNTO	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
CALICATA	C-01 CON ADICIÓN DE 30% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR



Victor Hugo Villanueva Najarro  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
PROFESIONAL N.º 2293

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
  
Alberto Villanueva Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIF. 96217

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos  
Teléfono : FIJO 916826490 - RPM # 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTIF. 95136

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián

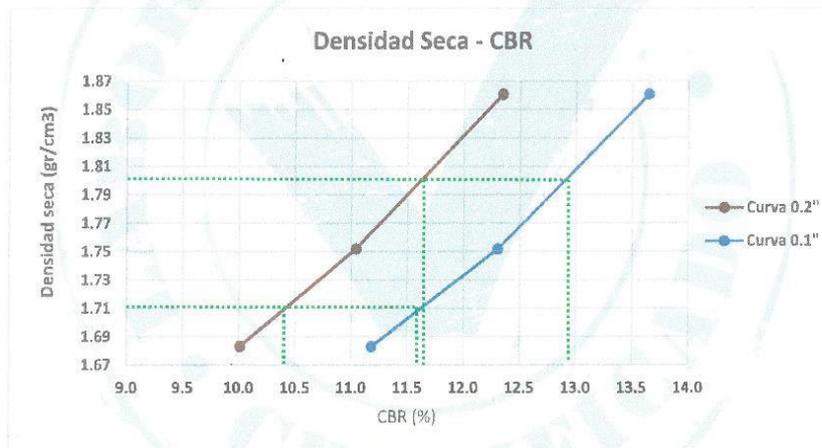


**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD**  
**ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**  
**ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

**ENSAYO RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. (NTP 339:145, ASTM D1883)**

<b>TESIS</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
<b>TESISTAS</b>	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
<b>LUGAR</b>	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
<b>CALICATA</b>	C-01 CON ADICIÓN DE 10% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR

Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	DS (gr/cm <sup>3</sup> )
56 Golpes	13.65	1.86	12.35	1.86
25 Golpes	12.30	1.75	11.04	1.75
10 Golpes	11.18	1.68	10.01	1.68



		CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds. 100%	1.802	12,93%	11,64%
95% Max. Ds.	1.712	11,56%	10,45%

<b>CBR DISEÑO</b>	<b>11.56%</b>
-------------------	---------------

**Victor Hugo Villanueva Najarro**  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
 CBR, CPT Y COMPACTO

**Alberto Villanueva Medina**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 96217

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos  
 Telefono : FJ0 916826490 - RPM # 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
 RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

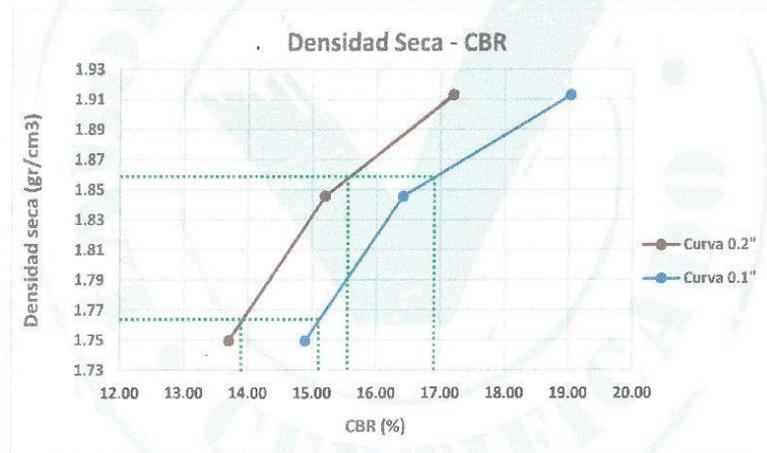
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

**ENSAYO RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. (NTP 339:145, ASTM D1883)**

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
TESISTAS	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
CALICATA	C-01 CON ADICIÓN DE 20% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR

Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	DS (gr/cm <sup>3</sup> )
56 Golpes	19.03	1.91	17.20	1.91
25 Golpes	16.41	1.85	15.20	1.85
10 Golpes	14.89	1.75	13.70	1.75



	CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds. 100%	1.859	16.97%
95% Max. Ds.	1.766	15.18%

<b>CBR DISEÑO</b>	<b>15.18%</b>
-------------------	---------------

*[Firma]*  
Victor Hugo Villanueva Najarro  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
PROV. HUARAZ-ANCASH  
RUC: 20600954173

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
*[Firma]*  
Alberto Villanueva Medina  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 36217



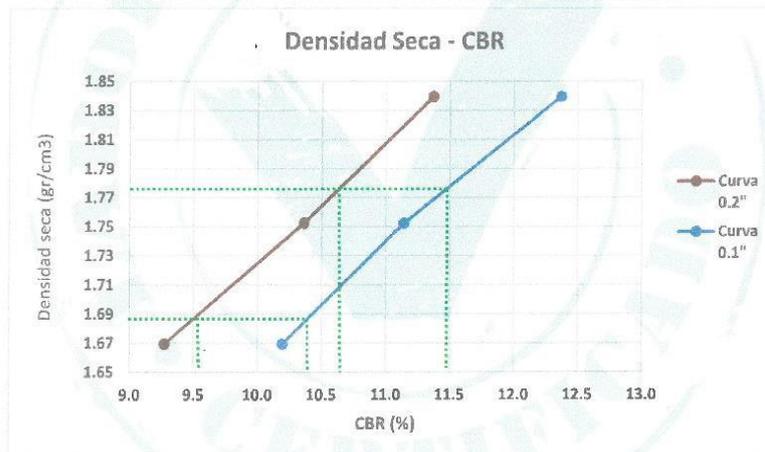
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD**  
**ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**

**ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

**ENSAYO RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. (NTP 339:145, ASTM D188)**

<b>TESIS</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018.
<b>TESISTAS</b>	ESPINOZA CHUQUINO ALEXIS EULER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
<b>LUGAR</b>	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
<b>CALICATA</b>	C-01 CON ADICIÓN DE 30% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR

Molde	Penetración a 0,1"		Penetración a 0,2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	DS (gr/cm <sup>3</sup> )
56 Golpes	12.37	1.84	11.37	1.84
25 Golpes	11.14	1.75	10.36	1.75
10 Golpes	10.19	1.67	9.27	1.67



		CBR 0,1"	CBR 0,2"
Max. Ds. 100%	1.776	11.49%	10.68%
95% Max. Ds.	1.687	10.42%	9.53%

<b>CBR DISEÑO</b>	<b>10.42%</b>
-------------------	---------------

**Víctor Hugo Villanueva Najayo**  
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS  
 C.O.P.E. - 95241917

**Alberto Villanueva Medina**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 98217

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos  
 Telefono : FJCO 916826490 - RPM # 949004338 E-mail: vh\_laboratorio@hotmail.com  
 RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136

Fuente: Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan

**ANEXO N° 05:** Ensayos de laboratorio de suelos arcillosos en distrito San Juan, localidad Pariashpampa.

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
CON FINES DE CIMENTACIÓN**

**"RECUPERACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR N°84228  
JOSÉ ANTONIO ENCINAS DE LA LOCALIDAD  
PARIASHPAMPA DEL DISTRITO DE SAN JUAN,  
PROVINCIA DE SIHUAS, DEPARTAMENTO DE  
ANCASH"**

**Ubicación:**

**Localidad : Pariashpampa**

**Distrito : San Juan**

**Provincia : Sihuas**

**Departamento : Ancash**



**EGEOS** E I R L  
**ESTUDIOS GEOTECNICOS Y CONSULTORIA**

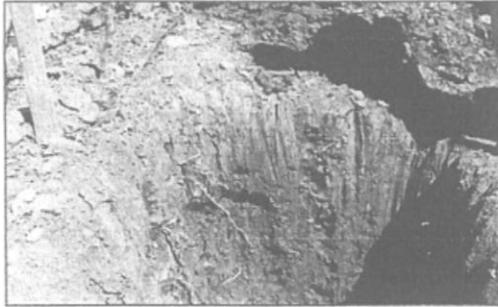
**Solicitado Por: Ing. Julián Moisés Aguilar Villafana**

**Elaborado Por: EGEOS EIRL-Estudios Geotécnicos y  
Consultoría**

**HUARAZ-PERÚ**

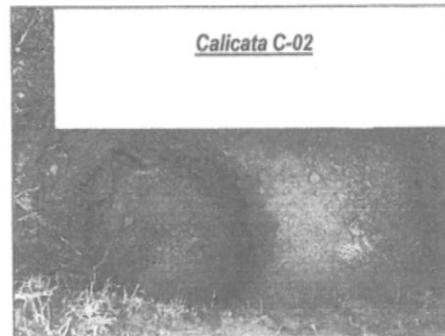
**MARZO-2019**

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos y control de calidad de materiales



Vista 03.-Excavación de  
la Calicata C-02

Vista 04.-Excavación de  
la Calicata C-02



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Consejo Departamental Arequipa Huaraz  
  
LYNDA KAREN ALZAMORA CASTROMONTE  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 19141

**INFORME DE ENSAYO**

PROYECTO : "RECUPERACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR N°84228 JOSÉ ANTONIO ENCINAS DE LA LOCALIDAD PARIASHPAMPA DEL DISTRITO DE SAN JUAN, PROVINCIA DE SIHUAS, DEPARTAMENTO DE ANCASH"  
SOLICITA : JULIAN MOISES AGUILAR VILLAFANA  
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN JUAN, PROVINCIA DE SIHUAS-ANCASH

NTP 400.014  
NTP 339.152

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS**



REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTADO : Natural

Fecha : 08/03/19

CALICATA	DESCRIPCION	CLORUROS (ppm)	SULFATOS (ppm)	SALES TOTALES (ppm)
C-01	ML	285.70	65.30	80.60
C-02	CL	280.43	66.10	79.30
C-03	ML	284.20	64.50	81.90

**Observaciones:** Muestra alterada extraída de la excavación

PROFESIONAL : Ing. Lynda Karen Alzamora Castromonte

TECNICO : Angel Sal y Rosas Cruz

Angel Alexander Sal y Rosas Cruz  
TECNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Angel Sal y Rosas Cruz  
Técnico de Laboratorio  
EGEOS E.I.R.L

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Consejo Departamental Ancash Huáraz  
LYNDA KAREN ALZAMORA CASTROMONTE  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 191424

Ing. Lynda Karen Alzamora Castromonte  
Ingeniera Responsable  
EGEOS E.I.R.L

**INFORME DE ENSAYO**

PROYECTO : "RECUPERACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR N°84228 JOSÉ ANTONIO ENCINAS DE LA LOCALIDAD PARIASHAMPA DEL DISTRITO DE SAN JUAN, PROVINCIA DE SIHUAS, DEPARTAMENTO DE ANCASH"

SOLICITA : ING. JULIAN MOISES AGUILAR VILLAFANA

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN JUAN - SIHUAS

REGIÓN : ANCASH



**HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

CALICATA N° : 02

UBICACIÓN : PARIASHAMPA

MUESTRA N° : mab - 1

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 3.00

FECHA DE ENSAYO : 01.03.2019

GRANULOMETRIA		
	3"	100
	2 1/2"	100
	2"	100
	1 1/2"	100
	1"	100
	3/4"	100
	1/2"	100
	3/8"	100
	1/4"	100
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	N° 4	96.8
	N° 8	92.3
	N° 10	90.6
	N° 16	87.1
	N° 20	81.3
	N° 30	77.8
	N° 40	74.6
	N° 50	72.1
	N° 60	69.8
	N° 80	68.2
	N° 100	66.3
Porcentaje de material	N° 200	64
	GRAVA	3.2%
	ARENA	32.8%
	FINOS	64.0%
Coefficiente de Uniformidad Cu		--
Coefficiente de Concavidad Cc		--
Límites de consistencia	L.L.	25.80
	L.P.	18.27
	I.P.	7.53
Contenido de Humedad Natural (%)		10.4
Clasificación SUCS		CL
Clasificación AASHTO		A-4 (6)

*Angel Alexander Sal y Rosas Cruz*  
Ángel Alexander Sal y Rosas Cruz  
TECNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Angel Sal y Rosas Cruz  
Técnico de Laboratorio  
EGEOS E.I.R.L

*Lynda Karen Alzamora Castromonte*  
COLGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Consejo Departamental Ancash Huaraz  
LYNDA KAREN ALZAMORA CASTROMONTE  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 191424

Ing. Lynda Karen Alzamora Castromonte  
Ingeniera Responsable  
EGEOS E.I.R.L



### Tablestacas

Por el tipo de suelo no es necesario el uso de tablestacas, además la profundidad de cimentación, es del tipo superficial, Df (promedio), por lo que minimiza el riesgo de excavación.

### Muros Diafragma o Muros de Contención

Es necesario evaluar en Obra la necesidad de usar Muros de Contención para la protección de la cimentación de las cunetas existentes.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) Se debe verificar la uniformidad de los suelos antes de realizar los vaciados de cimientos, hasta una profundidad mayor del estrato de cimentación.
- b) Se recomienda diseñar la cimentación mediante una viga de cimentación sobre la cual se apoyarán las columnas, a fin de impedir los desplazamientos de las zapatas y construir con mayor seguridad sobre estratos arena limosos y arcillosos.
- c) Los cálculos de capacidad admisible, se han realizado para suelo uniforme. No se considera el mismo para los tramos con bolsones de material suelto.
- d) En la calicata N°1 del área en estudio, se encuentra un suelo Arena limoso con arcilla (ML) de plasticidad media, que constituye el estrato de apoyo, de capacidad admisible (1.35 Kg/cm<sup>2</sup>).
- e) En la calicata N°2 del área en estudio, se encuentra un suelo Arena arcilloso (CL) de plasticidad alta de plasticidad media, que constituye el estrato de apoyo, de capacidad admisible (1.29 Kg/cm<sup>2</sup>).
- f) En la calicata N°3 del área en estudio, se encuentra un suelo Arena limoso con arcilla (ML) de plasticidad media, que constituye el estrato de apoyo, de capacidad admisible (1.47 Kg/cm<sup>2</sup>).
- g) La estratificación del suelo está conformado por material arena



**ANEXO N° 06:** Estudio de tráfico de la carretera Pasacancha – Andaymayo

**5.8.5 TRAMO 05: DV. PASACANCHA - ANDAYMAYO; PROG. INICIO 0+000, FIN 24+100; ESTACIÓN E-5**

El Índice Medio Diario Anual en este está compuesto por (46 vehículos), compuesto por 76.09% de vehículos ligeros, 4.35% de ómnibus y 19.57% de vehículos pesados. En el siguiente flujograma N° 5.8.5-1 y el Cuadro N° 5.8.5-1 se presentan la composición del IMDS e IMDA el detalle del volumen de tráfico por dirección, día y tipo de vehículo.

**FOTO N° 5.8.5-1, Vista actual de la zona de acceso a los lugares de conteo.**



**CUADRO N° 5.8.5-1, INDICE MEDIO DIARIO ANUAL ESTACIÓN E-5 TRAMO 05: DV. PASACANCHA - ANDAYMAYO**

TRAFICO VEHICULAR E-5 (Veh/día)				
Tipo de Vehículos	FC	IMDs	IMDa	Distrib. %
Autos	1.04204010943001	3	3	6.52
S. Wagon	1.04204010943001	3	3	6.52
Pick Up	1.04204010943001	9	9	19.57
Panel	1.04204010943001	0	0	0.00
C. Rural	1.04204010943001	20	20	43.48
Micro M3	1.04204010943001	0	0	0.00
Omnibus B2	0.998737615015718	2	2	4.35
Omnibus B3	0.998737615015718	0	0	0.00
Omnibus B4	0.998737615015718	0	0	0.00
Camion C2	0.998737615015718	6	6	13.04
Camion C3	0.998737615015718	3	3	6.52
Camion C4	0.998737615015718	0	0	0.00
Camion 8x4	0.998737615015718	0	0	0.00
Semitrayles	0.998737615015718	0	0	0.00
Trayles	0.998737615015718	0	0	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>47</b>	<b>46</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

ING. KARL WELF REDO ROSAS ASMAT  
INGENIERO CIVIL  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 53750  
CONSORCIO CONSULTOR ANCASH

  
**Clay Michael Sena Caya**  
Ingeniero de Transportes  
Esp. en Tráfico  
Reg. CIP N° 088565

Fuente: Consorcio Consultor Ancash

**ANEXO N° 07:** Zona de estudio carretera Pasacancha - Andaymayo (provincia  
Sihuas, distrito San Juan)



Fuente: Elaboración propia

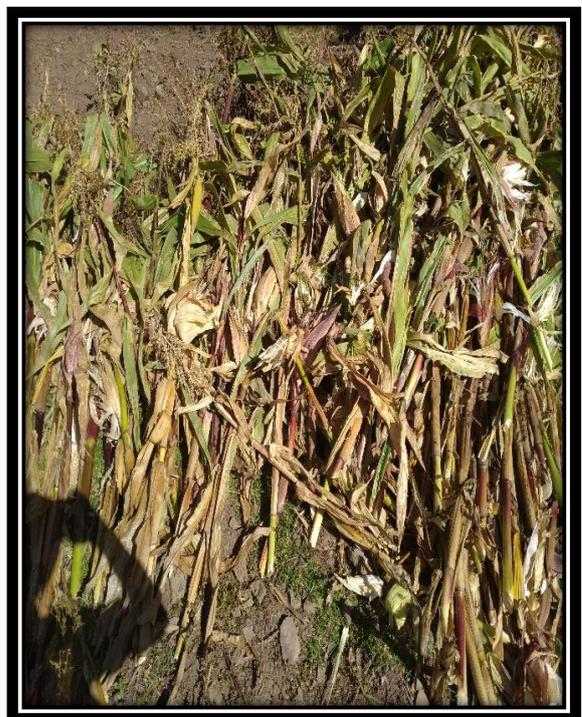


Fuente: Elaboración propia

Rastrojo de maíz en la localidad de Pasacancha



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia