



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de la harina de papa seca en el suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Cabello Saldarriaga, Bryan Stalin (ORCID: 0000-0001-6984-0006)

Guerrero Rosales, Janpaul (ORCID: 0000-0003-4481-7162)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada en primer lugar a Dios que ser nuestro guía en cada paso que damos, a nuestros padres, hermanos y familiares que estuvieron en todo momento apoyándonos a lo largo de toda nuestra carrera para lograr ser profesionales de éxito.

Los Autores

Agradecimiento

Agradecemos primeramente a Dios por brindarnos la fortaleza para seguir adelante y no tropezar en el camino.

A nuestros padres y hermanos por estar siempre con nosotros en todo momento, transmitiéndonos su apoyo incondicional, su paciencia y cariño, que gracias a ellos somos personas de bien.

Al Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo, nuestro asesor temático de la presente tesis, por su enseñanza, paciencia, y su gran disponibilidad para atender nuestras dudas, ya que sin él no se hubiese llevado a cabo este trabajo de investigación.

A nuestras amistades y futuros colegas que están en los buenos y malos momentos, en las que compartimos conocimiento, experiencias a lo largo de toda la carrera de Ingeniería Civil, finalmente para las personas que de una u otra forma influyeron en la realización de esta tesis.

Los Autores

Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TRABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIONES	43
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS	51
ANEXOS.....	60

Índice de tablas

Tabla 1: Ensayo de Límites de Atterberg.....	20
Tabla 2: Valores del Límite Líquido	20
Tabla 3: Resultado con 12% de HPS para el LL.....	20
Tabla 4: Resultado con 16% de HPS para el LL.....	21
Tabla 5: Resultado con 19% de HPS para el LL.....	21
Tabla 6: Valores del límite líquido con % de Harina de papa seca	22
Tabla 7: Valores del Límite Plástico	23
Tabla 8: Resultado con 12% de HPS para el LP	23
Tabla 9: Resultado con 16% de HPS para el LP	24
Tabla 10: Resultado con 19% de HPS para el LP	24
Tabla 11. Valores del límite plástico con % de Harina de papa seca.....	24
Tabla 12: Resultados del ensayo de Límite de Atterberg	26
Tabla 13: Ensayo de Próctor Modificado.....	27
Tabla 14: Óptimo Contenido de Humedad de la CA.....	28
Tabla 15: Resultado con 12% de HPS para el OCH.....	28
Tabla 16: Resultado con 16% de HPS para el OCH.....	29
Tabla 17: Resultado con 19% de HPS para el OCH.....	29
Tabla 18: Óptimo Contenido de Humedad por % de Harina de papa seca.....	29
Tabla 19: Máxima Densidad Seca de la CA	30
Tabla 20: Resultado con 12% de HPS para la MDS.....	31
Tabla 21: Resultado con 16% de HPS para la MDS.....	31
Tabla 22: Resultado con 19% de HPS para la MDS.....	32
Tabla 23: Máxima Densidad Seca por % de Harina de papa seca	32
Tabla 24: Resultados del ensayo de Proctor Modificado	33
Tabla 25: Ensayo de CBR.....	35

Tabla 26: Ensayo de CBR al 95%	35
Tabla 27: Resultado con 12% de HPS para CBR al 95%	36
Tabla 28: Resultado con 16% de HPS para CBR al 95%	36
Tabla 29: Resultado con 19% de HPS para CBR al 95%	37
Tabla 30: CBR al 95% con % de Harina de papa seca.....	37
Tabla 31: Ensayo de CBR al 100%	38
Tabla 32: Resultado con 12% de HPS para CBR al 100%	39
Tabla 33: Resultado con 16% de HPS para CBR al 100%	39
Tabla 34: Resultado con 19% de HPS para CBR al 100%	40
Tabla 35: CBR al 100% con % de Harina de papa seca.....	40
Tabla 36: Resultados del ensayo de CBR para combinación del suelo de la subrasante con la HPS	42

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Número de calicatas para exploración de suelos	15
Figura 2: Número de ensayos M_R y CBR.....	16
Figura 3: Gráfica de valores del límite líquido con % de Harina de papa seca.....	22
Figura 4: Gráfica de Valores del límite plástico con % de Harina de papa seca ...	25
Figura 5: Gráfico del índice de plasticidad.....	26
Figura 6: Gráfica del Óptimo Contenido de Humedad por % de Harina de papa seca	30
Figura 7: Gráfica de la Máxima Densidad Seca por % de Harina de papa seca ...	33
Figura 8: Gráfico de la Máxima Densidad Seca vs. Óptimo Contenido de Humedad	34
Figura 9: Gráfica del CBR al 95% con % de Harina de papa seca	38
Figura 10: Gráfica del CBR al 100% con % de Harina de papa seca.....	41
Figura 11: Gráfico de la variación de CBR al 95% y 100% con la HPS	42
Figura 12: Gráfico del índice de plasticidad de la ceniza de cascarilla de café	43
Figura 13: Gráfico de la curva MDS - OCH	44
Figura 14: Gráfico del CBR al 95% con la ceniza de cáscara de arroz.....	46

Resumen

En este presente trabajo de investigación el objetivo principal fue dar a conocer el efecto que tiene un aditivo natural que no contamina como es la harina de papa seca en las propiedades del suelo de una subrasante, tales como, el índice de plasticidad, la densidad seca, el contenido de humedad y en su capacidad de resistencia.

La metodología de investigación fue de tipo aplicada, para la obtención de los resultados por ser análisis documental se utilizó como referencia a 2 tesis que tuvieron el mismo problema que esta investigación.

Ambas investigaciones empleadas para los datos obtenidos tuvieron como diseño ser experimentales, de las cuales realizaron ensayos, tales como, los Límites de Atterberg, el Proctor Modificado y el California Bearing Ratio (CBR), para evaluar una subrasante con suelo arcilloso. De nuestros resultados podemos decir que nuestro porcentaje más óptimo fue la de 19%, ya que tuvo una mayor influencia en nuestra subrasante, haciéndola mucho más estable.

Finalmente, podemos decir que la adición de la harina de papa seca en el suelo de la subrasante tuvo efectos positivos, lo que la convierte en un estabilizador de suelos, por lo que se recomienda emplearla en diferentes tipos de suelos.

Palabras clave: Harina de papa seca, Subrasante, CBR.

Abstract

In this research work, the main objective was to show the effect that a natural additive that does not contaminate, such as dry potato flour, has on the soil properties of a subgrade, such as, the plasticity index, dry density, moisture content and its resistance capacity.

The research methodology was of an applied type, to obtain the results for being a documentary analysis it was used as reference to 2 theses that had the same problem as this research.

Both investigations used for the obtained data had as design to be experimental, of which they made tests, such as, the Limits of Atterberg, the Modified Proctor and the California Bearing Ratio (CBR), to evaluate a subgrade with clayey soil. From our results we can say that our most optimal percentage was 19%, since it had a greater influence on our subgrade, making it much more stable.

Finally, we can say that the addition of dry potato flour in the soil of the subgrade had positive effects, making it a soil stabilizer, so it is recommended to use it in different types of soils.

Keywords: Dry potato flour, Subgrade, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en diversos países emplearon diversas técnicas con respecto al mejoramiento de la subrasante de un pavimento, esto garantizó que estas estructuras cumplan con las necesidades por las que estas fueron hechas; lamentablemente, en todas partes del mundo no todas las vías gozan de buen estado, ya que presentan fallas por tener problemas con la subrasante a causa de inundaciones, lloviznas, suelos blandos, exceso de cargas, entre muchas más; motivo por el cual se optaron por métodos para mitigar estos problemas que se presentaron, países tales como Colombia, Malasia e India que optaron por emplear productos para optimizar la subrasante en suelos con arcilla como la adición de la ceniza de cascarilla de café, la ceniza de cáscara de arroz y cenizas volantes, para que sus componentes tanto mecánicas como físicas mejoren, el incremento de su resistencia y disminuir la humedad de estas.

Como sabemos, la infraestructura vial es indispensable para el crecimiento y desarrollo de un país, porque facilita el transporte de las personas y vehículos. Además, permite complacer las necesidades básicas de trabajo, educación, salud, alimentación, entre otras, estas necesidades son las actividades notables que se desarrollan en un país. Es ahí donde conlleva a preservarlas y mantenerlas en óptimas condiciones, ya que son muy importantes.

En el Perú, este problema no es ajeno ya que las vías son afectadas en la subrasante, ya sea por condiciones climáticas, inadecuada compactación, entre otras. Por ello, acá también en lugares como Bagua Grande, Huaraz y Trujillo, trabajaron para estabilizar los suelos cohesivos a nivel de la subrasante con productos tales como la ceniza de cáscara de arroz, ceniza de caña de azúcar y cenizas de bagazo de caña respectivamente, con resultados bastante positivos en donde se notaron mejoría en los componentes físicos y también mecánicos en el suelo, productos similares al cual trabajaremos en esta investigación.

Los huecos y baches en el pavimento impactaron en forma negativa la fluidez del tránsito, aumentando la probabilidad de accidentes, ocasionando así daños en los vehículos; el mal estado de los pavimentos no solo se debe a las condiciones

climáticas, sino también a las malas prácticas que se realizaron en los procesos constructivos, como el uso de materiales de calidad baja o la falta de un ingeniero que supervise todo el proceso constructivo, desde la subrasante, hasta la subbase, base y carpeta asfáltica. Lastimosamente, algunos municipios optaron por realizar trabajos de mantenimiento y reparación solo en la superficie del pavimento, cuando estas requirieron ser evaluadas y reparadas en toda la estructura de la vía.

El distrito de Cochapetí se encuentra situada en la provincia de Huarmey, en el departamento de Ancash, Perú. Este lugar está a 3498 msnm. Tiene un área total de 100.02 Km², en la parte de nuestra zona de estudio se observó que presenta suelo arcilloso, esto tendió a deformar el afirmado, convirtiéndola en una especie de trocha; además esto hizo también que el suelo no sea capaz de soportar grandes cargas. Como alternativa de solución se planteó adicionar la harina de papa seca para que la capacidad del terreno aumente y el comportamiento de la subrasante mejore frente a los agentes climatológicos, con esto ayudaremos al mejoramiento del terreno. La aplicación de la harina de papa seca a nivel de subrasante es un nuevo método que empleamos en la zona de estudio, para poder disminuir su índice de plasticidad, disminuir su contenido de humedad por ser una zona lluviosa por temporadas, e incrementar su capacidad portante. Por eso, con este método quisimos mejorar la subrasante y reducir en su totalidad los daños que las ocasionan, y no se vean afectadas estas vías de comunicación.

Formulación del problema

Tomando como punto de partida nuestra realidad problemática donde se observó que la Carretera Santa Cruz del distrito de Cochapetí presenta fuertes precipitaciones por temporadas, eso hace que se encuentre en mal estado, cuente con poca capacidad portante, y al ser suelo arcilloso su índice de plasticidad es alto, visto la situación de la carretera se empleó la alternativa de solución la cual es la aplicación de la harina de papa seca para mejorar las propiedades de la subrasante.

Problema general

¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en el suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?

Problemas específicos

¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?

¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?

¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en la resistencia del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?

Justificación del estudio

Toda obra de ingeniería se requiere que se efectúen de la mejor manera posible, estas se construyen con el fin de ayuda a las personas su calidad de vida y la economía del país. Por ello, se pretendió hacer un aporte en este proyecto de investigación y dar a conocer la importancia de la aplicación de la harina de papa seca en la subrasante, como por ejemplo en la Carretera Santa Cruz del distrito de Cochapetí, y que gracias a esto se obtuvo resultados favorables siendo así la influencia positiva que se dió luego de añadir la harina de papa seca en la subrasante, con esto damos a conocer los beneficios que aporta este producto, además de que es de fácil acceso, no contamina, y solo se emplearía de las papas en mal estado que salen de las cosechas, lo cual contribuye con el medio ambiente y beneficiará a los pobladores de la zona y los vehículos que transitan por allí.. Los procedimientos que se emplearon son los ensayos que se realizaron en laboratorio que dictaminan las normas de ingeniería civil, para la obtención de nuestros resultados. Este proyecto tuvo como finalidad dar un nuevo aporte en el mejoramiento de las vías, colocando la harina de la papa seca en la subrasante, para mejorar su resistencia, disminuyen su contenido de humedad, aumentando su densidad seca de esta, con el propósito de mitigar los problemas que presenta el tramo en el cual estudiaremos, ubicada en el distrito de Cochapetí.

Hipótesis General

La aplicación de la harina de papa seca mejora el suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.

Hipótesis Específicas

La aplicación de la harina de papa seca disminuye el índice de plasticidad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.

La aplicación de la harina de papa seca aumenta la máxima densidad seca y disminuye el óptimo contenido de humedad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.

La aplicación de la harina de papa seca aumenta la resistencia del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.

Objetivo General

Evaluar la influencia de la aplicación de la harina de papa seca en el suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.

Objetivos Específicos

Evaluar la influencia de la aplicación de la harina de papa seca en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.

Evaluar la influencia de la aplicación de la harina de papa seca en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.

Evaluar la influencia de la aplicación de la harina de papa seca en la resistencia del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Díaz (2018), en su investigación titulada ***“Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018”***, de la Universidad César Vallejo, cuyo **objetivo de investigación** fue de evaluar si la ceniza de cáscara de arroz ayuda en la mejora de la subrasante en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018. Fue un estudio de **tipo** aplicada, la **población** de estudio fueron los distintos ensayos que se realizan en el estudio de la mecánica de suelos, tuvo como **muestra** los ensayos de Proctor Modificado y CBR y su **muestreo** fue no probabilístico, los **instrumentos** empleados fueron los ensayos de CBR y Proctor Modificado con propósito de buscar el contenido óptimo de la humedad, densidad máxima seca, la capacidad de soporte del suelo y el porcentaje de absorción. Los principales **resultados** fueron que hundieron tres moldes para cada una de las muestras y se logró que a mayor aplicación de ceniza de cáscara de arroz reduce en el molde 1 de 2.20% hasta 0.98%, en el molde 2 de 2.80% a 1.02 % y para el molde 3 de 3.00% a 1.23 %. Se **concluyó** que las cenizas de la cáscara del arroz absorben menor cantidad de agua, conforme se adicione más ceniza de cascara de arroz al suelo, su porcentaje de absorbimiento reduce de manera considerable¹.

Espinoza y Velásquez (2018), en su investigación titulada ***“Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018”***, de la Universidad César Vallejo, cuyo **objetivo de investigación** fue determinar el estabilizado de suelos arcillosos aplicando la ceniza de caña de la azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018. Fue un estudio de **tipo** aplicada, la **población** de estudio estaba compuesta por suelos arcillosos que se sitúan en la carretera del tramo Pinar a Marian en Ancash, tuvo como **muestra** los suelos de la vía del segmento Pinar-Marian, con una amplitud de 1.149 km de largo por 5 m de ancho, dando área total de 5,745 m² y su **muestreo** fue intencional no probabilístico, los **instrumentos** empleados fueron los ensayos: Contenido de humedad, Límite líquido y límite plástico e Índice de plasticidad y el CBR. Los principales **resultados** fue que el suelo pudo ser estabilizado con la aplicación del 20% de CCA se obtuvo un CBR al 95% de 15.18%, disminuyendo el índice de plasticidad de 16.11% a 9.73%, una

densidad seca de 1.859gr/cm³ con un contenido húmedo óptimo de 9.567%. Se **concluyó** que después de ejecutar la mezcla del suelo con las CCA empleando los ensayos correspondientes se estableció para propósitos de pavimentación el estabilizado de este suelo, adquiriendo favorables resultados en los componentes mecánicos y físicos del suelo, logrando su mejoría².

Terrones (2018), en su investigación titulada ***“Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector barraza, trujillo – 2018”***, de la Universidad Privada del Norte, cuyo **objetivo de investigación** fue determinar el influjo de la aplicación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en muestras de 5%, 10% y 15% en peso del suelo seco en el estabilizado de suelos con arcilla en el sector Barraza, Trujillo – 2018. Fue un estudio de **tipo** experimental - pura, la **población** de estudio fueron las probetas que se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la UPN, la **muestra** fueron 09 probetas para cada uno de los porcentajes de CBCA, determinando 04 porcentajes de CBCA con 5% de variación entre ellas (0%, 5%, 10% y 15%) dando un total 36 probetas. Y para su **muestreo** se realizaron 05 calicatas cada 700 m. aproximado y 04 posteos intermedios entre cada calicata, con una hondura de 1.50 metros, los **instrumentos** empleados fueron el ensayo de Contenido de humedad, Límite líquido y límite plástico y Clasificación de Suelos AASHTO – ASTM D3282. Los principales **resultados** donde inicialmente el suelo era inapropiado, lo que se les adicionó el 15% de CBCA, de modo que el CBR del Km 0+011 aumentó de 1.888% a 22.5%, del Km 1+524 aumentó de 1.843% a 22.4% y del Km 3+529 aumentó de 1.739% a 21.9%, lo que se indica que la CBCA aumentó el CBR del suelo en más de 10 veces. Se **concluyó** que la CBCA mejora los componentes mecánicos de este suelo, con la aplicación del 15% de CBCA da mejores efectos en la capacidad de soporte³.

Hernández y Herrera (2019), en su investigación titulada ***“Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá-Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café”***, de la Universidad de La Salle, cuyo **objetivo de investigación** fue analizar la resistencia a la presión de un suelo arcillo-limoso y la relación del soporte en la vereda de Liberia del municipio de Viotá-Cundinamarca y

con la ceniza de cascarilla de café su respectivo estabilizado. Fue un estudio de **tipo** experimental, la **población** de estudio fue en el municipio de Viotá en Colombia, la **muestra** fue un suelo arcilloso-limoso presente en el municipio de Viotá Cundinamarca, los **instrumentos** empleados fueron los ensayos físicos de límites de consistencia, gravedad específica, ensayo estándar de compactación, CBR y la resistencia a la compresión. Los principales **resultados** fueron que se evidenció que se hace un incremento en el porcentaje de ceniza se vio una mejora en el suelo incrementando su CBR. Se **concluyó** que la ceniza de cascarilla de café aumentó el CBR aumenta, lo cual se nota un incremento alto en el índice de resistencia del suelo arcillo-limoso⁴.

Apolinares (2018), en su investigación titulada ***“Estabilización de la sub-rasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja”***, de la Universidad Peruana Los Andes, cuyo **objetivo de investigación** fue determinar los efectos en la estabilización de la subrasante al incorporar ceniza vegetal para la Av. Huarancayo, Jauja. Fue un estudio de **tipo** aplicada, la **población** de estudio fue todas las vías del barrio San Antonio, Provincia de Jauja, tuvo como muestra la Av. Huarancayo cuadras 6 al 11, del barrio de San Antonio, su **muestro** fue no probabilístico, los **instrumentos** empleados fueron los formatos de los ensayos de laboratorio y las fichas de los análisis de dosificación de la ceniza vegetal. Los **principales** resultados fueron que se agregó la ceniza vegetal en porcentajes de 15%, 25% y 30%, y de los resultados que se pudieron obtener, podemos observar que la adición más óptima fue la de 15%, porque se logró aumentar la densidad seca de 1.820 a 1.875 y se redujo el contenido de humedad de la muestra patrón de 14.50% a 12.02%. Se **concluyó** que el porcentaje más óptimo de la ceniza vegetal fue la de 15%, ya que tuvo una mayor influencia en el aumento de la densidad seca y en la reducción del contenido de humedad, por lo que se puede afirmar que la ceniza vegetal mejoró las propiedades de la subrasante⁵.

Galvez y Santoyo (2019), en su investigación titulada ***“Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cáscara de arroz, Carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo”***, de la Universidad Nacional de Jaén, cuyo **objetivo de investigación** fue determinar la influencia del adicionamiento de la ceniza de cáscara de arroz para estabilizar un suelo cohesivo a nivel de subrasante

en la Carretera Yanuyacu – Señor Cautivo. Fue un estudio de **tipo** aplicada, la **población** de estudio fue el suelo con arcilla que se obtuvo de la Carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo, tuvo como **muestra** la calicata realizada en el KM 1 + 500 de la Carretera Yanuyacu, y su **muestreo** fue no probabilístico, los **instrumentos** empleados fueron los ensayos de granulometría, los Límites de Atterberg, el Proctor Modificado y el CBR. Los principales **resultados** fueron que se agregó la ceniza de cáscara de arroz en porcentajes de 3%, 10% y 15%, de los resultados obtenidos, la adición más favorable fue la de 15% con el CBR al 95%, ya que se aumentó la resistencia de 3.92% hasta 13.77%. Se **concluyó** que el porcentaje más óptimo de la ceniza vegetal fue la de 15%, ya que tuvo una mayor influencia en el aumento de la resistencia del terreno, por lo que se puede afirmar que la ceniza de cáscara de arroz mejoró las propiedades de un suelo cohesivo a nivel de subrasante⁶.

Mohammed (2015), in his research titled **“Soil stabilization with rice husk ash and cement”**, from the Infrastructure University Kuala Lumpur, whose research objective was to determine the maximum dry density, optimum moisture content, shear strength for the percentages of 5%, 10%, 15% rice husk ash and 6% cement admixtures to the soil and choose the optimum percentage. It was an experimental study, the instruments used were CBR, Atterberg limits, Grain size analysis, Proctor compaction test y Direct shear test. The main results were for the optimum moisture content, it can be realized that the control mix sample (sample without additives) has the highest moisture content of 22.4%, then it decreases to 15.49% when 5% of RHA is added, later it further decreases to 15.1% when 10% of RHA is added, finally it increases to 17.7% when using 15% of RHA. It was concluded that clearly shows that the maximum dry density when using 10% rice husk ash had been increased in comparison with the normal sample and optimum moisture content was decreased when using the optimum percentage of rice husk ash (10%). La presente tesis nos dice que la muestra sin aditivos presentaba un contenido de humedad muy alto y adicionando la ceniza de cáscara de arroz este contenido disminuía, tal es el caso cuando se usó un 10% de la cascarilla de arroz, la densidad máxima seca aumentó y el contenido óptimo de la humedad disminuyó en comparación de la muestra normal⁷.

Kumar (2015), in his research titled **“Stabilization of expansive soil using fly ash”**, from the National Institute of Technology, Rourkela, whose research objective was verify the scope of reducing expansion and increasing the value of load capacity by adding additives. It was an experimental study, the instruments used were Standard Proctor test, UCS, CBR, Free swell index test and Liquid & Plastic limit test. The main results were that the plasticity index values were found after these tests, which indicated a constant decreasing pattern with increasing fly ash content. It was concluded that by increasing the fly ash sample in the soil fly ash mixture, the reduction in the value of the free swelling ratio was examined. This reduction was also matched by the values of the plasticity index. La presente tesis nos habla sobre los cambios que ocurren en la microestructura de un suelo expansivo debidos a la aplicación de aditivos tales como los lodos de cal y las cenizas volante, además del constante decrecimiento que muestra el índice de plasticidad del suelo conforme se iba aumentando el contenido de las cenizas volantes⁸.

Amiralian (2013), in his research titled **“Study on soil stabilisation technique using lime & fly ash”**, from Curtin University, whose research objective was make an accurate study of the effect of lime / fly ash on the cut resistance, compaction properties, compressibility and hydraulic conductivity of the composite samples, bone samples prepared with different portions of lime, fly ash, and ash lime ruffles). It was an experimental study, the instruments used were Standard Compaction test, Hydraulic conductivity, Consolidación test and Direct shear test. The main results were the lime had a significant influence on improving the cohesion of the sand. By increasing the proportion of lime, the cohesion compound is mixed. It was concluded that in the samples that stabilized, fly ash was selected, which plays an important role in reducing the compression index of the samples, which seems to be due to the pozzolanic reaction between soil particles and fly ash. La presente tesis nos dice que la aplicación de la cal tuvo un efecto importante en el mejoramiento de la cohesión de la arena, si se aumenta la cal, aumenta más la cohesión. En cuanto a la adición de las cenizas volantes tuvo un efecto inverso y presento una reducción en la arena, ya que al incrementar su contenido la mejora de la resistencia se redujo⁹.

Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018), en su artículo científico titulado ***“Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante”***, de la Revista ALCONPAT, cuyo **objetivo de investigación** fue analizar de qué manera influye como reemplazo del Cemento Portland Compuesto (CPC) la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) para mejorar los componentes de un granular suelo con arena, los **instrumentos** empleados fueron los ensayos de la resistencia a la compresión simple, de compactación AASHTO estándar y el CBR, realizando mezclas en proporciones de 3%, 5% y 7% de cemento portland y haciendo en proporciones de 0%, 25%, 50% y 100% los reemplazos parciales del mismo por CBCA, con respecto al peso del estado seco del suelo. Los principales **resultados** fueron que hubo un mejoramiento en el suelo en las particularidades de resistencia a la compresión, compactación y CBR, disminuyendo hasta un 25% el consumo de este insumo. Se **concluyó** que la sustitución del 25% del cemento por el insumo puede ser determinado como óptimo porcentaje para un suelo granular con arena, el cual se evidenció un buen comportamiento en los ensayos que se le realizaron, mostrándose muy parecido al suelo con el cemento añadido a su 100%, lo que nos dice que si es bueno el empleo de este insumo como reemplazante del cemento para que haya una mejoría en los componentes del suelo¹⁰.

Novoa, Becerra y Vásquez (2016), en su artículo científico titulado ***“La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero”***, de la Universidad Libre, Bogotá - Colombia, cuyo **objetivo de investigación** fue presentar la CCA a un tamaño parecido a un agregado fino en adhesivos parecido a un mortero para el empleo en baldosas cerámicas, debido a su alto contenido de sílice. Fue un estudio de **tipo** experimental, la **muestra** fue la arena de una cantera en Bogotá, los **instrumentos** empleados fueron el análisis granulométrico, el módulo de fineza, humedad, densidad, porcentaje de vacíos, masa unitaria suelta y compacta. Los principales **resultados** fueron que se confirma la opción de empleo de la CCA de modo que disminuye la posibilidad de expansión y ruptura a largo plazo en la materia endurecida a causa de la reacción con los álcalis del cemento. Se **concluyó** que la factibilidad de usar la CCA como sustitución parcial del agregado fino en los adhesivos tipo mortero con muestras en el rango de 20% y 25%¹¹.

Montejo, Raymundo y Chávez (2020), en su artículo científico titulado “**Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura**”, de la Universidad César Vallejo, cuyo **objetivo de investigación** fue exponer la opción de estabilización con CCA como opción de eliminación del residuo y mejorado de un suelo. Fue un estudio de **tipo** descriptiva, la **población** de estudio fue los molinos de arroz en Piura, la **muestra** fue los que administran los molinos de arroz en Piura, los **instrumentos** empleados fueron la ficha de observación, encuesta y análisis de datos. Los principales **resultados** fueron que se muestran los precios y modalidades de venta de la cáscara de arroz, se puede decir que el estabilizado con CCA representaría valores económicos bajos para llevar a cabo este proceso en concepción de carreteras. Se **concluyó** que el aditivo analizado es favorable en el estabilizado de suelos, debido a la optimización de los componentes de los suelos, accesibilidad del material, costo, y características de los suelos encontrados¹².

Papa seca: Es el producto en donde la papa se somete a cocción y deshidratación, presentándose de manera general como papa seca amarilla o negra, ya sea por su variedad o tecnología usada en su realización¹³.

Harina de papa seca: El secado de las papas es método antiguo que se usa hasta la actualidad en el Perú, y para poder realizar esta harina tiene un procedimiento en el cual consiste en cocinar las papas en agua hirviendo, escurrirlas, pelarlas y cortarlas en cuadraditos. Luego estas son secadas al sol hasta que pierdan su humedad y tomen la apariencia de cristales. Después que se realice este proceso, las papas se tendrán que guardar por un buen tiempo (más de un año)¹⁴.

Subrasante: La subrasante es un relleno natural y que esta debe ser un material adecuado de la clasificación y que pueda compactarse bien¹⁵.

La influencia de la subrasante se define por su módulo de reacción (K), y que es la presión que le aplicará a la subrasante que hará que esta se desvíe en 1 mm¹⁶.

Mejoramiento de la subrasante: Para que un material desempeñe como subrasante se pueden añadir materiales que optimicen la granulometría, o si vemos que ya contamos una adecuada granulometría, aplicando un grado mayor de compactación a lo que se tenía¹⁷.

Plasticidad de suelos: La plasticidad es la capacidad que tiene un material para poder ser moldeado sin llegar a fracturarse¹⁸.

Los suelos plásticos (arcillas) a menudo se describen como “cohesivos” para poder distinguirlos de los suelos no plásticos como son las arenas y gravas¹⁹.

Índice de plasticidad (IP): Nos indica el grado de plasticidad del suelo. Cuanto mayor es la resta de los dos límites, el líquido y el plástico, mayor es la plasticidad del suelo²⁰.

Límite líquido (LL): Es la humedad contenida en donde es tan pequeña la resistencia al corte de la muestra de arcilla que el suelo fluye para cerrar el surco en un determinado número de golpes²¹.

El LL de un suelo es el agua contenida en donde el suelo entra del estado plástico al líquido²².

Límite plástico (LP): Está definida como la humedad contenida donde un suelo se desmorona al momento de hacer pequeños enrollamientos de hilos de la muestra con diámetros de 3 mm²³.

El límite plástico es el porcentaje más pequeño de la humedad contenida que tiene un suelo con respecto al resto²⁴.

Densidad Seca: Para lograr un determinado grado de compactación de la densidad seca, esta depende de cantidad de agua que el suelo presente, es decir, su contenido de humedad²⁵.

Humedad natural del suelo: Es una característica que presenta el suelo, y es que la resistencia del suelo de una subrasante, específicamente en finos, esta se encuentra vinculada con las condiciones que presentan estos suelos como es la humedad y la densidad²⁶.

Resistencia: Para adquirir el índice de la resistencia de un suelo, el ensayo del CBR es el procedimiento para hallarlo. Se ejecuta generalmente sobre un suelo que en el laboratorio fue preparado en ciertas restricciones de empapamiento y densidad²⁷.

Capacidad portante de un suelo: La capacidad portante de un terreno está sujeta a la calidad que tiene un suelo y al espesor y calidad que presenta la capa del asiento²⁸.

Ensayo de Límite de Atterberg: Consisten en un LL y un LP, y estos límites son empíricos y solamente pueden definirse en los términos de los métodos que se han determinado²⁹.

Este ensayo examina los efectos que traen los cambios del contenido de humedad en la plasticidad de los suelos arcillosos³⁰.

Ensayo de Próctor Modificado: Para realizar esta prueba, se utiliza un molde de 944 cm³ (1/30 pies³) de volumen, igual que en el Proctor Estándar. El compactado el suelo en 5 capas por 4.54 kg de masa de un martillo, un aproximado de 10 lb. Debido a que el esfuerzo de compactación incrementa, esta prueba da como resultado en el peso unitario máximo seco del suelo un aumento. Este aumento es acompañado de una disminución en el óptimo contenido de humedad³¹.

Ensayo California Bearing Ratio (CBR): En suelos el CBR se determina mediante la prueba de penetración que calcula la fuerza que necesite para causar una penetración dada en el material. Este resultado es expresado en porcentaje como la relación de las 2 fuerzas de penetración³².

Para este ensayo se empuja un émbolo estándar dentro de la arcilla, que fue compactada en un molde, a una rapidez de penetración constante, de modo que la fuerza requerida para mantener esa velocidad se va midiendo. A partir de la relación carga-penetración resultante, se puede tener de la arcilla su valor de CBR en la condición en que se prueba³³.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación de acuerdo al fin:

La presente investigación fue de tipo aplicada, porque se hizo uso de los conocimientos que hemos adquirido, en problemas reales y dar su adecuada solución, como en el caso de mejorar la subrasante con el uso de la harina de papa seca en diferentes porcentajes. Esta investigación se sujeta a sus aportes teóricos y descubrimientos, y que apunta a su uso inmediato³⁴.

Tipo de investigación de acuerdo al nivel:

Esta investigación fue de tipo correlacional porque se buscó que exista una relación entre las variables estudiadas. Este nivel de investigación tiene como fin evaluar la relación que hay entre dos o más variables o conceptos, conocer cómo una variable se comporta sabiendo el comportamiento de las demás variables que están relacionadas a ella³⁵.

Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:

La investigación fue cuasi experimental, este diseño manipula por lo menos una variable independiente deliberadamente para ver su relación o efecto con la variable dependiente³⁶. La harina de papa seca se manipuló intencionalmente en porcentajes de 12%, 16% y 19% en el volumen de la subrasante, con el propósito de analizar sus propiedades físico – mecánicas y el efecto que tiene en esta.

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

Enfoque cuantitativo. Es decir, miden magnitudes, cantidades y que toman un valor cualquiera dentro del rango. Son aquellas que están expresadas de forma numérica, y gracias a su condición estas pueden ser medidas y cuantificadas³⁷.

3.2. Variables y operacionalización

La operacionalización de variables es el proceso que vincula a las variables complejas y que busca establecer significados a los términos que están en forma abstracta a términos que se puedan medir, observar, por medio de la operacionalización de las variables y conceptos a los indicadores que puedan ser capaces de ser medibles³⁸.

Variable Independiente (V1): Harina de papa seca

Variable Dependiente (V2): Suelo de la subrasante

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se refiere a un conjunto de componentes que deseamos sustraer sus generales y específicas características. Es una parte del universo en las que se debe delimitar y donde empezaremos a determinar los resultados³⁹. La población para este proyecto de investigación fueron todas las calicatas para realizar los ensayos de suelos de la Carretera Santa Cruz del distrito de Cochapetí con un total de 17 km.

Muestra

La muestra fueron las 3 calicatas, separadas cada 1 km, de los cuales están dentro de los 3 km de la trocha carrozable del distrito de Cochapetí del km 3+700 al km 6+700, siendo los más críticos. Según indica la figura 1 del Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos para este tipo de vías, el número mínimo de calicatas a realizar es 1 por km, el cual nos sirvió para hacer los ensayos de suelos correspondientes.

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

Figura 1: Número de calicatas para exploración de suelos

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Según el tipo de carretera, para trocha carrozable, en base a la figura 2: Número de Ensayos para CBR del Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, nos indica que para 3 km de carretera se realizará un CBR, de las cuales se extrajo la cantidad suficiente para poder ejecutar los ensayos correspondientes, que son el Límite de Atterberg, Próctor Modificado y el CBR.

Tipo de Carretera	Nº M _R 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"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
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"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
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"> • 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
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"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR • (*)
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"> • Cada 2 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Figura 2: Número de ensayos M_R y CBR

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Muestreo

El tipo de muestreo fue el no probabilístico para esta investigación, porque se eligió la muestra por conveniencia, escogiendo el tramo más crítico. Este tipo de muestreo puede presentarse de los individuos que distinguen la muestra o por el simple hecho de razón de comodidad, desconociendo la probabilidad que tienen los componentes de la población para pertenecer a la muestra, es un procedimiento un poco arbitrario por su informal selección⁴⁰.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica fue retrospectiva, ya que se comparó a dos grupos de investigación: un grupo conformado por una causa (harina de papa seca = VI) y un efecto (suelo de la subrasante = VD), y otro grupo que estuvo en condiciones similares a la nuestra,

de la cual fueron comparados (análisis documental), por tener igual condición experimental.

Esta investigación optó por el método de análisis documental, en el cual para la obtención de los datos nos basamos en los ensayos de tesis antecesoras a la nuestra donde tenían que ver con el mejoramiento de la subrasante, de las cuales estuvieron encontradas en los repositorios de diversas universidades tanto en nivel nacional como internacional, además, nos basamos también de los artículos científicos para un mayor aporte.

3.5. Procedimientos

Para elaborar la investigación por análisis documental se recolectó información de tesis parecidas a la nuestra, donde tuvieron por similitud, el tipo de suelo, la latitud, el tipo de aditivo, los tipos de ensayos, y el lugar, para poder obtener de ello sus datos y así proceder con la interpolación, respetando siempre el aporte del autor; para luego obtener nuestros propios resultados, de las cuales estarán representadas en gráficas y tablas. Con respecto al producto de harina de papa seca que serán utilizadas de las papas que fueron desechas de las cosechas, tendrán un proceso de cocción, pelado y cortado, de las cuales se proceden al secado en el sol hasta que tomen apariencia de cristales, y estas pasarán por una trituradora. Por último, se procederá a tamizar el material por la malla N° 200 para poder seleccionar las partículas y solo quedarnos con el polvo fino, este producto natural entrará con porcentajes de 12%, 16% y 19% en la subrasante para su respectivo mejoramiento, queriendo disminuir su índice de plasticidad, aumentar su densidad seca, disminuir su contenido de humedad y aumentar su capacidad de soporte, para que el suelo de nuestra zona estudiada sea apta para ser empleada como subrasante.

3.6. Método de análisis de datos

Para nuestra selección de datos, por ser análisis documental, se hizo mediante la comparación de dos grupos de investigación en similares condiciones, de las cuales se tomaron los apuntes de los datos interpolados y se asimiló a una factible solución, ya que fueron antecedentes parecidos al nuestro.

3.7. Aspectos éticos

Como alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil y como futuros ingenieros civiles, se debe tener una correcta conducta ética, por lo que este trabajo se elaboró con la total confianza, honestidad, honradez y el respeto de no haber copiado de tesis que pertenecen a otros autores.

Para la información recolectada por las otras tesis (antecedentes) para la elaboración de nuestros resultados, además de los libros y de los manuales, el presente trabajo de investigación ha respetado los aportes mencionados por los autores, y están respaldados por la norma ISO 690-2010, donde nos indica la manera correcta de como citar una fuente.

IV. RESULTADOS

4.1. Trabajo de obtención de datos

Dado que los laboratorios de suelos se mantuvieron cerrados por el tema de la pandemia del virus Covid 19, se había decretado en el país un estado de emergencia, la cual se tenía que estar en una inmovilización domiciliaria total, donde estaba prohibido el uso de transporte público, es por eso que la presente investigación se realizará en base a la técnica del Análisis Documental.

Método en la cual, se obtendrá información de los ensayos de tesis antecesoras a nuestra investigación, encontradas en los diversos repositorios de universidades tanto a nivel nacional como internacional, de igual forma, para las teorías nos basaremos de artículos científicos, de las cuales estarán encontradas en portales web de revistas de investigaciones electrónicas.

4.2. Trabajo De Laboratorio

Las tablas y figuras que se mostrarán a continuación de los ensayos de Límite de Atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), Proctor Modificado y CBR fueron obtenidas mediante el análisis documental en los ensayos que se han practicado y están presentes en las tesis.

Resultados comparativos de laboratorio encontrados de las respectivas tesis:

TESIS 1: “Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018”

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

Ensayo de Límites de Atterberg

En la tabla 1, se puede apreciar los porcentajes de la ceniza de caña de azúcar (CCA), en porcentajes de 10%, 20% y 30% que empleó el tesista para la estabilización de suelos arcillosos, así mismo, se presentan los valores conseguidos por el ensayo de Límites de Atterberg.

Tabla 1: Ensayo de Límites de Atterberg

PORCENTAJES DE CCA	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
0%	18.19	2.08	16.11
10%	13.28	1.69	11.59
20%	10.56	0.83	9.73
30%	12.92	0.78	12.14

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

Cálculo del Límite de Atterberg con los porcentajes de la HPS adicionados al volumen de la subrasante, por el método de interpolación lineal.

LÍMITE LÍQUIDO (LL):

Tabla 2: Valores del Límite Líquido

PORCENTAJES DE CCA	LÍMITE LÍQUIDO (%)
0%	18.19
10%	13.28
20%	10.56
30%	12.92

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

Interpolación para determinar los valores del límite líquido con porcentajes de 12%, 16% y 19% de la HPS

1. Cálculo de Y_1 , Y_2 y Y_3 con la interpolación lineal

Tabla 3: Resultado con 12% de HPS para el LL

Para 12% de HPS	
10	13.28
12	Y_1
20	10.56

Fuente: Elaboración Propia

$$Y_1 = 13.28 + \frac{12-10}{20-10} * (10.56 - 13.28)$$

$$Y_1 = 12.74$$

Tabla 4: Resultado con 16% de HPS para el LL

Para 16% de HPS	
10	13.28
16	Y₂
20	10.56

Fuente: Elaboración Propia

$$Y_2 = 13.28 + \frac{16-10}{20-10} * (10.56 - 13.28)$$

$$Y_2 = 11.65$$

Tabla 5: Resultado con 19% de HPS para el LL

Para 19% de HPS	
10	13.28
19	Y₃
20	10.56

Fuente: Elaboración Propia

$$Y_3 = 13.28 + \frac{19-10}{20-10} * (10.56 - 13.28)$$

$$Y_3 = 10.83$$

Tabla 6: Valores del límite líquido con % de Harina de papa seca

PORCENTAJES DE HPS	LÍMITE LÍQUIDO (%)
0%	18.19
12%	12.74
16%	11.65
19%	10.83

Fuente: Elaboración propia

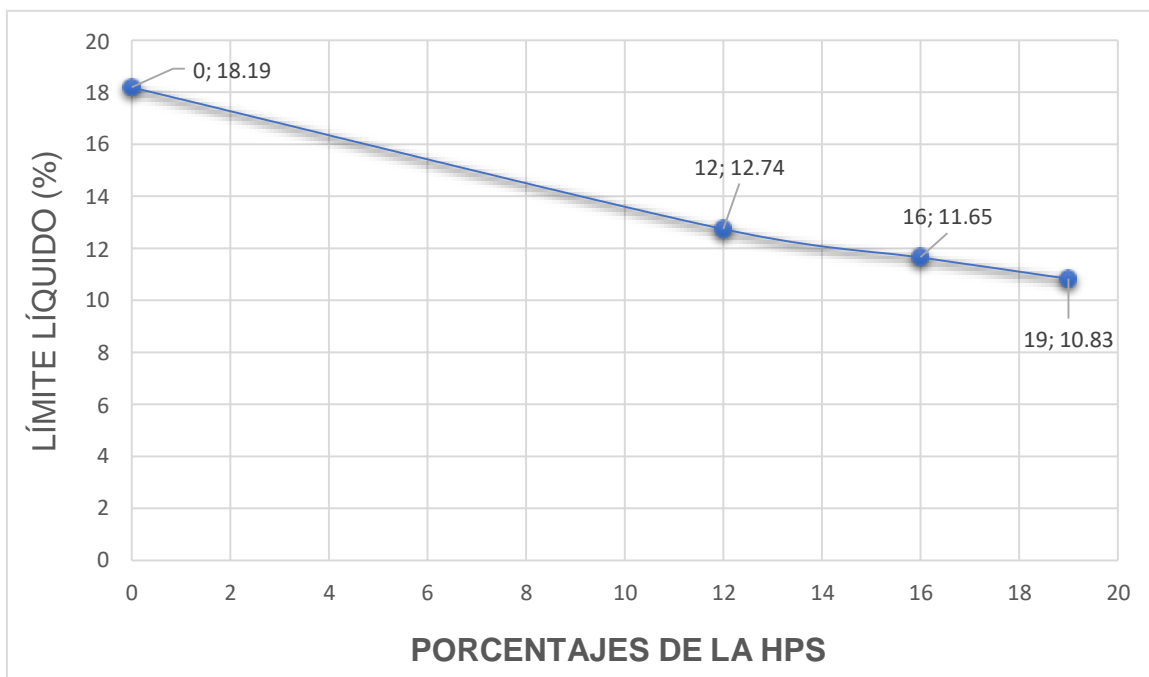


Figura 3: Gráfica de valores del límite líquido con % de Harina de papa seca

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 3, se puede observar que al adicionar la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, los valores del límite líquido tienden a disminuir con respecto al valor del suelo natural, lo que resulta bastante favorable.

LÍMITE PLÁSTICO (LP):

Tabla 7: Valores del Límite Plástico

PORCENTAJES DE CCA	LÍMITE PLÁSTICO (%)
0%	2.08
10%	1.69
20%	0.83
30%	0.78

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

Interpolación para determinar los valores del límite plástico con porcentajes de 12%, 16% y 19% de la HPS

1. Cálculo de Y_1 , Y_2 y Y_3 con la interpolación lineal

Tabla 8: Resultado con 12% de HPS para el LP

Para 12% de HPS	
10	1.69
12	Y_1
20	0.83

Fuente: Elaboración propia

$$Y_1 = 1.69 + \frac{12 - 10}{20 - 10} * (0.83 - 1.69)$$

$$Y_1 = 1.52$$

Tabla 9: Resultado con 16% de HPS para el LP

Para 16% de HPS	
10	1.69
16	Y₂
20	0.83

Fuente: Elaboración propia

$$Y_2 = 1.69 + \frac{16 - 10}{20 - 10} * (0.83 - 1.69)$$

$$Y_2 = 1.17$$

Tabla 10: Resultado con 19% de HPS para el LP

Para 19% de HPS	
10	1.69
19	Y₃
20	0.83

Fuente: Elaboración propia

$$Y_3 = 1.69 + \frac{19 - 10}{20 - 10} * (0.83 - 1.69)$$

$$Y_3 = 0.92$$

Tabla 11. Valores del límite plástico con % de Harina de papa seca

PORCENTAJES DE HPS	LÍMITE PLÁSTICO (%)
0%	2.08
12%	1.52
16%	1.17
19%	0.92

Fuente: Elaboración propia

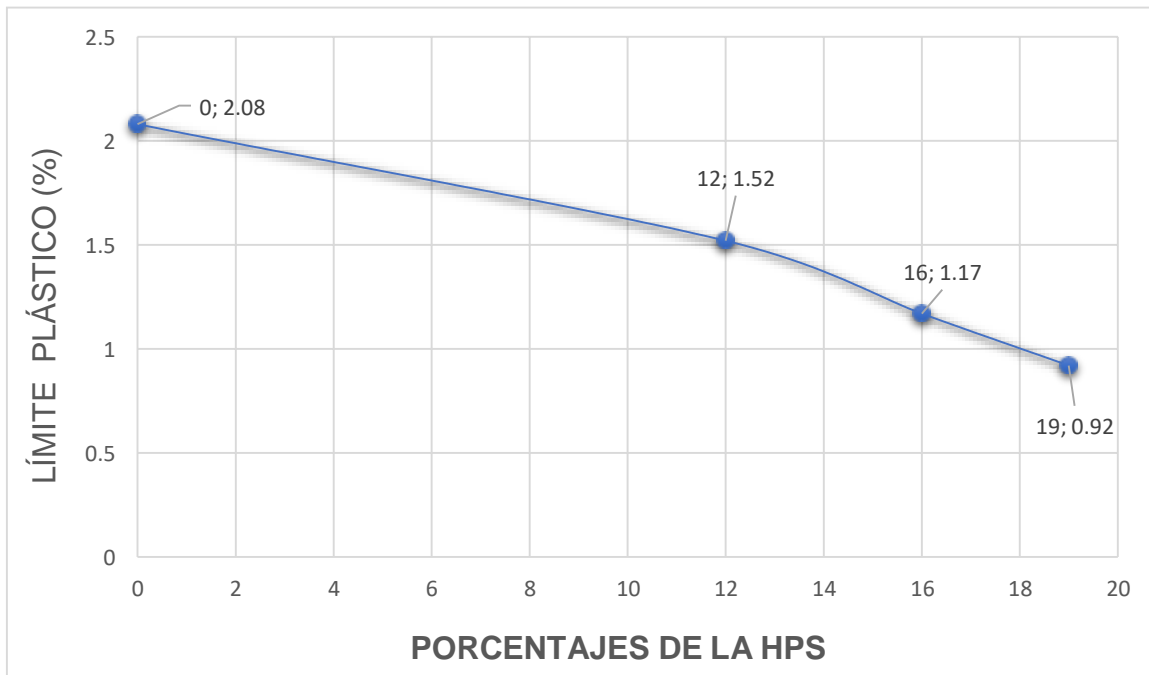


Figura 4: Gráfica de Valores del límite plástico con % de Harina de papa seca
Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 4, podemos visualizar que al adicionar la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, los valores del límite plástico tienden a disminuir con respecto al valor del suelo natural, lo que resulta bastante favorable para el suelo de nuestra subrasante.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):

$$IP = LL - LP$$

Se procedió a encontrar los valores para el Índice de plasticidad con la presente fórmula, con los valores encontrados tanto del Límite Líquido (LL) como del Límite Plástico (LP), de las interpolaciones con los resultados de los ensayos de laboratorio de otra tesis.

Calculando los IP por cada muestra de la HPS.

$$IP = 18.19 - 2.08 = 16.11$$

$$IP = 12.74 - 1.52 = 11.22$$

$$IP = 11.65 - 1.17 = 10.48$$

$$IP = 10.83 - 0.92 = 9.91$$

Por lo tanto, la tabla de resultados del ensayo de Límite de Atterberg queda de la siguiente manera:

Tabla 12: Resultados del ensayo de Límite de Atterberg

ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG			
PORCENTAJES DE CCA	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
0%	18.19	2.08	16.11
12%	12.74	1.52	11.22
16%	11.65	1.17	10.48
19%	10.83	0.92	9.91

Fuente: Elaboración propia

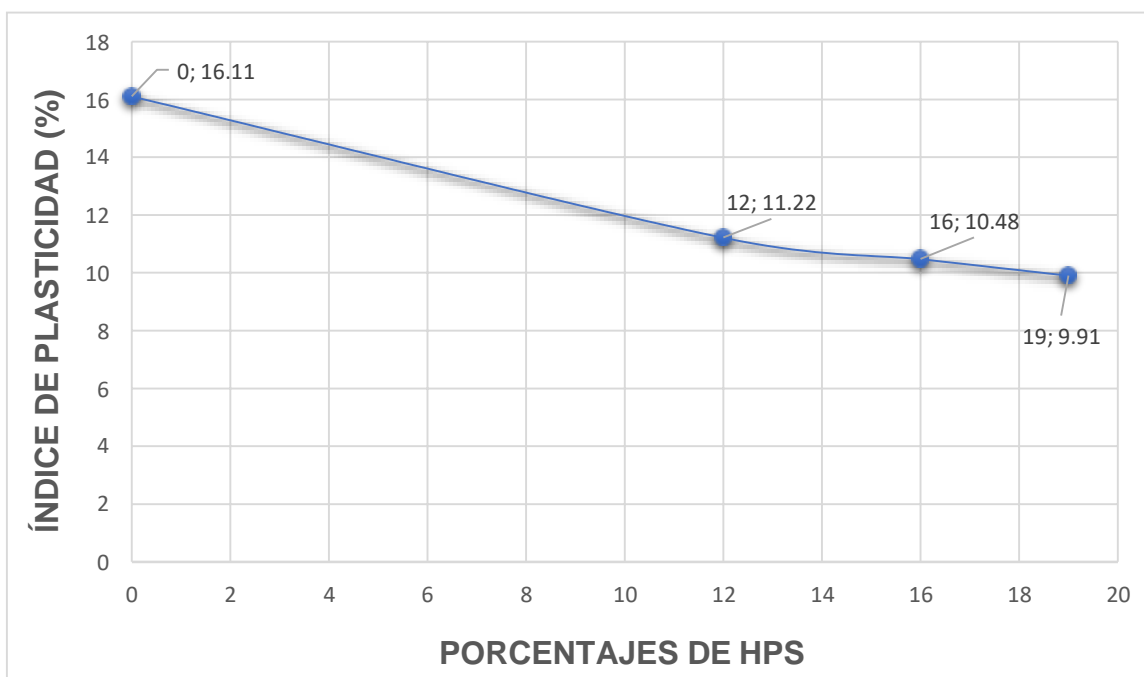


Figura 5: Gráfico del índice de plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 5, se pueden visualizar los resultados que se han obtenido con el ensayo de Límites de Atterberg, y conforme se va adicionando los porcentajes de la harina de papa seca, el índice de plasticidad tiende a disminuir,

lo que resulta bastante conveniente para nuestro suelo de la subrasante. Se concluye que, con el 19% de la HPS obtenemos una mayor disminución favorable en el IP, dando un valor de 9.91%.

TESIS 2: “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018”

Autor: Díaz Vásquez, Fernando

Ensayo de Proctor Modificado

En la tabla 13, se puede apreciar los porcentajes de la ceniza de cáscara de arroz (CA), en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25% que empleó el tesista para la estabilización de suelos arcillosos, así mismo, se muestran los valores obtenidos para el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca con el ensayo del Proctor Modificado.

Tabla 13: *Ensayo de Próctor Modificado*

PORCENTAJES DE CA	PROCTOR MODIFICADO	
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
0%	11.2	1.85
10%	9.4	1.85
15%	8.6	1.86
20%	8.1	1.88
25%	9.6	1.86

Fuente: Díaz Vásquez, Fernando

Interpolación lineal

La interpolación lineal es un procedimiento en la cual se emplea para estimar los valores intermedios de una función en un intervalo de valores que ya conocemos y se encuentran en los extremos, es decir, los nuevos puntos serán en base a un conjunto de puntos ya conocidos.

Cálculo del Óptimo Contenido de Humedad y Máxima Densidad Seca con los porcentajes de la HPS adicionados al volumen de la subrasante, por el método de interpolación lineal.

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD:

Tabla 14: *Óptimo Contenido de Humedad de la CA*

PORCENTAJES DE CA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
0%	11.2
10%	9.4
15%	8.6
20%	8.1
25%	9.6

Fuente: Díaz Vásquez, Fernando

Interpolación para determinar el Óptimo Contenido de Humedad

1. Cálculo de Y_1 , Y_2 y Y_3 con la interpolación lineal

Tabla 15: *Resultado con 12% de HPS para el OCH*

Para 12% de HPS	
10%	9.40
12%	Y_1
15%	8.60

Fuente: Elaboración propia

$$Y_1 = 9.40 + \frac{12 - 10}{15 - 10} * (8.60 - 9.40)$$

$Y_1 = 9.08$

Tabla 16: Resultado con 16% de HPS para el OCH

Para 16% de HPS	
15%	8.60
16%	Y₂
20%	8.10

Fuente: Elaboración propia

$$Y_2 = 8.60 + \frac{16-15}{20-15} * (8.10 - 8.60)$$

$$Y_2 = 8.50$$

Tabla 17: Resultado con 19% de HPS para el OCH

Para 19% de HPS	
15%	8.60
19%	Y₃
20%	8.10

Fuente: Elaboración propia

$$Y_3 = 8.60 + \frac{19-15}{20-15} * (8.10 - 8.60)$$

$$Y_3 = 8.20$$

Tabla 18: Óptimo Contenido de Humedad por % de Harina de papa seca

PORCENTAJES DE HPS	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
0%	11.2
12%	9.08
16%	8.50
19%	8.20

Fuente: Elaboración propia

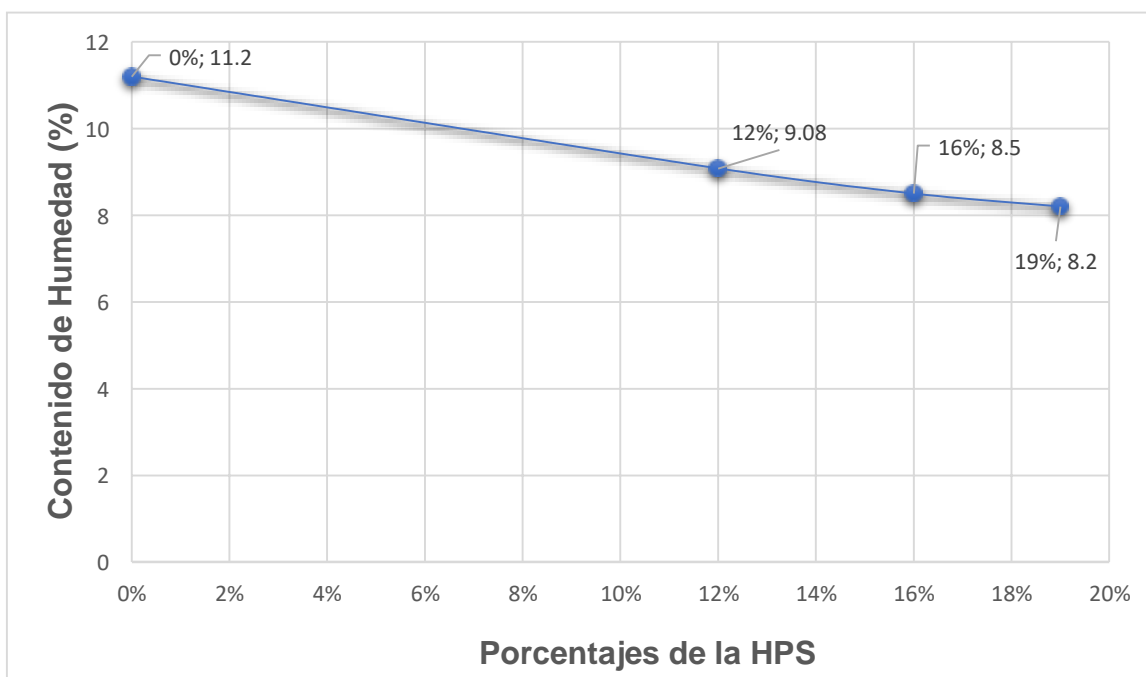


Figura 6: Gráfica del Óptimo Contenido de Humedad por % de Harina de papa seca
Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 6, podemos visualizar que al adicionar la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, el contenido de humedad tiende a disminuir, lo que resulta bastante favorable. Se puede concluir que el porcentaje más óptimo de nuestro producto fue del 19%, ya que hubo mayor reducción de la humedad, con un valor de 8.20%.

MÁXIMA DENSIDAD SECA:

Tabla 19: *Máxima Densidad Seca de la CA*

PORCENTAJES DE CA	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)
0%	1.85
10%	1.85
15%	1.86
20%	1.88
25%	1.86

Fuente: Díaz Vásquez, Fernando

Interpolación para determinar la Máxima Densidad Seca

1. Cálculo de Y_1 , Y_2 y Y_3 con la interpolación lineal

Tabla 20: Resultado con 12% de HPS para la MDS

Para 12% de HPS	
10%	1.85
12%	Y_1
15%	1.86

Fuente: Elaboración propia

$$Y_1 = 1.85 + \frac{12 - 10}{15 - 10} * (1.86 - 1.85)$$

$$Y_1 = 1.85$$

Tabla 21: Resultado con 16% de HPS para la MDS

Para 16% de HPS	
15%	1.86
16%	Y_2
20%	1.88

Fuente: Elaboración propia

$$Y_2 = 1.86 + \frac{16 - 15}{20 - 15} * (1.88 - 1.86)$$

$$Y_2 = 1.86$$

Tabla 22: Resultado con 19% de HPS para la MDS

Para 19% de HPS	
15%	1.86
19%	Y₃
20%	1.88

Fuente: Elaboración propia

$$Y_3 = 1.86 + \frac{19 - 15}{20 - 15} * (1.88 - 1.86)$$

$$Y_3 = 1.88$$

Tabla 23: Máxima Densidad Seca por % de Harina de papa seca

PORCENTAJES DE HPS	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
0%	1.85
12%	1.85
16%	1.86
19%	1.88

Fuente: Elaboración propia

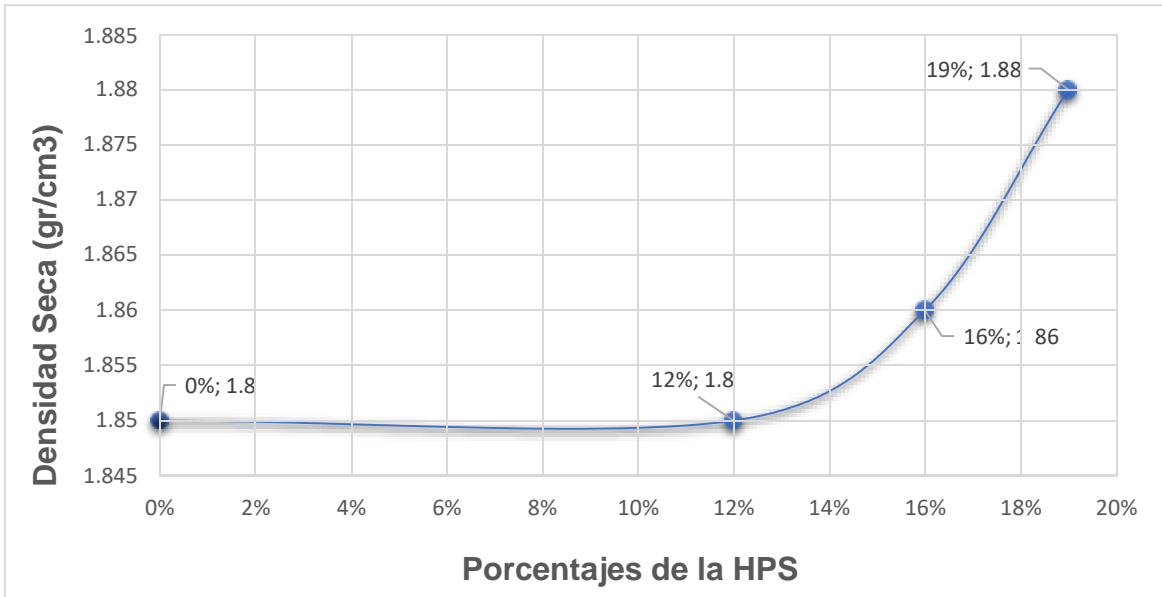


Figura 7: Gráfica de la Máxima Densidad Seca por % de Harina de papa seca
Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 7, podemos visualizar que al adicionar la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, la densidad seca tiende a aumentar, lo que resulta bastante favorable. Se puede concluir que el porcentaje más óptimo de nuestro producto fue del 19%, ya que hubo mayor incremento de la densidad seca, con un valor de 1.88 gr/cm³.

Se procedió a encontrar los valores del Proctor Modificado con los porcentajes de 12%, 16% y 19% adicionado de la HPS, que se encontraron en las interpolaciones de los valores de los ensayos de laboratorio de la otra tesis, la cual se llega a la conclusión:

A continuación, se muestran la tabla con los resultados:

Tabla 24: Resultados del ensayo de Proctor Modificado

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
PORCENTAJE DE HPS	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
0%	11.2	1.85
12%	9.08	1.85
16%	8.50	1.86
19%	8.20	1.88

Fuente: Elaboración propia

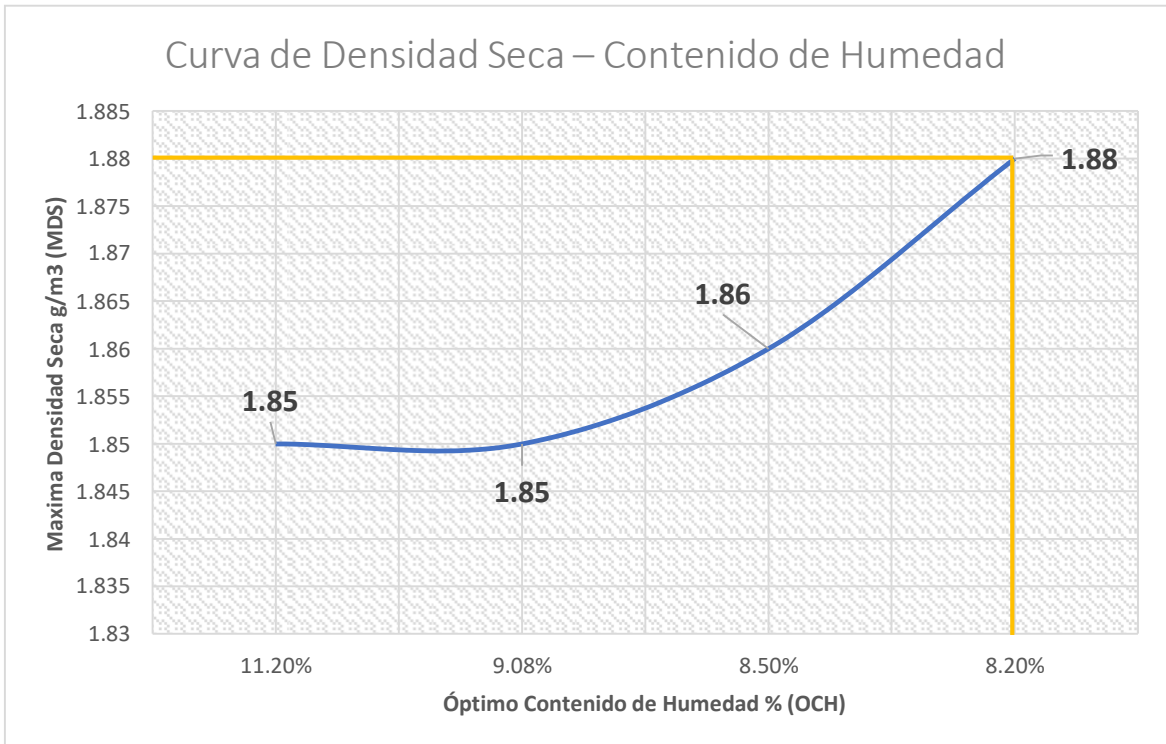


Figura 8: Gráfico de la Máxima Densidad Seca vs. Óptimo Contenido de Humedad
Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 8, se observa los resultados de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad, del cual la máxima densidad seca es de 1.85 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 11.2% del terreno natural, al adicionar un 12% de la HPS la máxima densidad seca alcanzó un valor de 1.85 gr/cm³ y el óptimo contenido de humedad disminuyó a 9.08%, al añadir un 16% la MDS aumentó a 1.86 gr/cm³ y el contenido de humedad disminuyó a 8.50%, y finalmente, al adicionar un 19% se logró una MDS de 1.88 gr/cm³ con una reducción de la humedad de 8.20%. Por lo tanto, el porcentaje más favorable de la HPS fue de 19%, ya que tuvo un mayor incremento de la densidad seca con respecto a las otras, así mismo, hubo una reducción en el contenido de humedad.

TESIS 3: “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018”

Autor: Díaz Vásquez, Fernando

Ensayo de CBR

En la tabla 25, se puede apreciar los porcentajes de la ceniza de cáscara de arroz (CA), en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25% que empleó el tesista para la estabilización de suelos arcillosos, así mismo, se muestran los valores obtenidos del ensayo de CBR.

Tabla 25: *Ensayo de CBR*

PORCENTAJES DE CA	CBR al 95%	CBR al 100%
0%	8.0%	9.7%
10%	9.0%	10.8%
15%	11.5%	13.2%
20%	13.8%	15.2%
25%	11.3%	14.8%

Fuente: Díaz Vásquez, Fernando

Cálculo del CBR al 95% y 100%, con los porcentajes de la HPS adicionados al volumen de la subrasante, por el método de interpolación lineal.

CBR AL 95%:

Tabla 26: *Ensayo de CBR al 95%*

PORCENTAJES DE CA	CBR al 95%
0%	8.0%
10%	9.0%
15%	11.5%
20%	13.8%
25%	11.3%

Fuente: Díaz Vásquez, Fernando

Interpolación para determinar el Ensayo de CBR al 95%

1. Cálculo de Y_1 , Y_2 y Y_3 con la interpolación lineal

Tabla 27: Resultado con 12% de HPS para CBR al 95%

Para 12% de HPS	
10	9.0
12	Y_1
15	11.5

Fuente: Elaboración propia

$$Y_1 = 9.0 + \frac{12 - 10}{15 - 10} * (11.5 - 9.0)$$

$$Y_1 = 10.00$$

Tabla 28: Resultado con 16% de HPS para CBR al 95%

Para 16% de HPS	
15	11.5
16	Y_2
20	13.8

Fuente: Elaboración propia

$$Y_2 = 11.5 + \frac{16 - 15}{20 - 15} * (13.8 - 11.5)$$

$$Y_2 = 11.96$$

Tabla 29: Resultado con 19% de HPS para CBR al 95%

Para 19% de HPS	
15	11.5
19	Y₃
20	13.8

Fuente: Elaboración propia

$$Y_3 = 11.5 + \frac{19 - 15}{20 - 15} * (13.8 - 11.5)$$

Y₃ = 13.34

Tabla 30: CBR al 95% con % de Harina de papa seca

PORCENTAJES DE HPS	CBR al 95%
0%	8.00%
12%	10.00%
16%	11.96%
19%	13.34%

Fuente: Elaboración propia

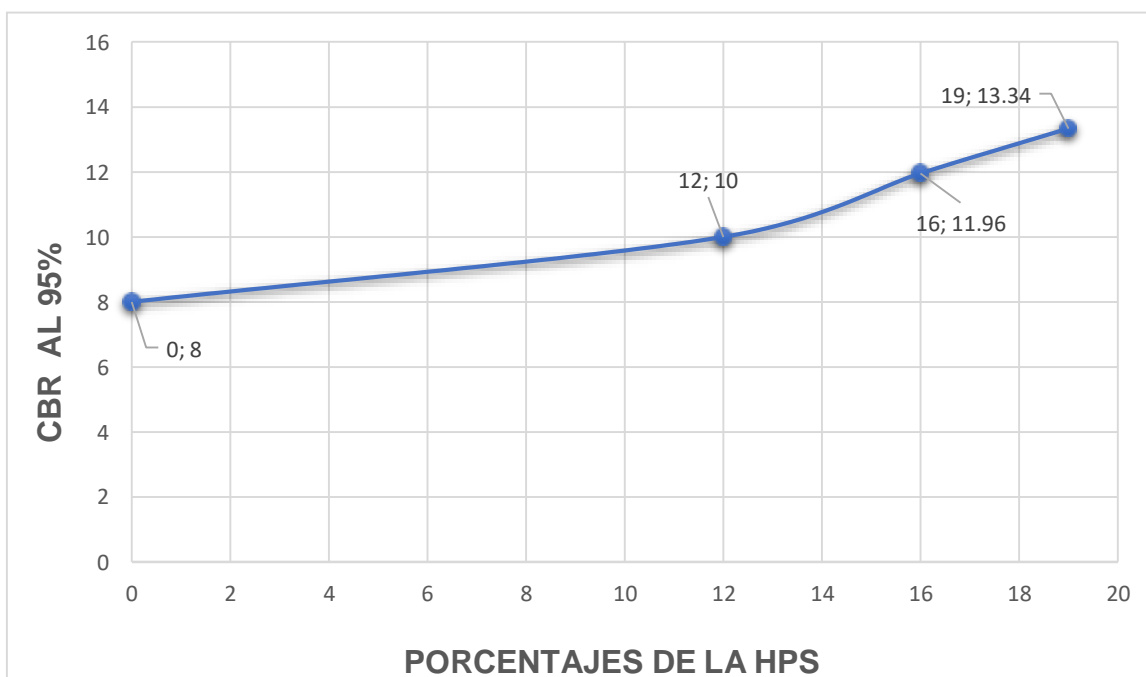


Figura 9: Gráfica del CBR al 95% con % de Harina de papa seca
Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 9, podemos observar que al adicionar la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, los valores del CBR al 95% tienden a aumentar, lo que resulta bastante conveniente. Se puede concluir que el porcentaje más óptimo de nuestro producto fue del 19%, ya que hubo un mayor incremento de la resistencia con un valor de 13.34%, con respecto al 8% del terreno natural, en otras palabras, aumenta 1.668 veces su capacidad de soporte de resistencia.

CBR AL 100%:

Tabla 31: Ensayo de CBR al 100%

PORCENTAJES DE CA	CBR al 100%
0%	9.7%
10%	10.8%
15%	13.2%
20%	15.2%
25%	14.8%

Fuente: Díaz Vásquez, Fernando

Interpolación para determinar el Ensayo de CBR al 100%

1. Cálculo de Y_1 , Y_2 y Y_3 con la interpolación lineal

Tabla 32: Resultado con 12% de HPS para CBR al 100%

Para 12% de HPS	
10	10.8
12	Y_1
15	13.2

Fuente: Elaboración propia

$$Y_1 = 10.8 + \frac{12 - 10}{15 - 10} * (13.2 - 10.8)$$

$$Y_1 = 11.76$$

Tabla 33: Resultado con 16% de HPS para CBR al 100%

Para 16% de HPS	
15	13.2
16	Y_2
20	15.2

Fuente: Elaboración propia

$$Y_2 = 13.2 + \frac{16 - 15}{20 - 15} * (15.2 - 13.2)$$

$$Y_2 = 13.60$$

Tabla 34: Resultado con 19% de HPS para CBR al 100%

Para 19% de HPS	
15	13.2
19	Y₃
20	15.2

Fuente: Elaboración propia

$$Y_3 = 13.2 + \frac{19 - 15}{20 - 15} * (15.2 - 13.2)$$

$$Y_3 = 14.80$$

Tabla 35: CBR al 100% con % de Harina de papa seca

PORCENTAJES DE HPS	CBR al 100%
0%	9.70%
12%	11.76%
16%	13.60%
19%	14.80%

Fuente: Elaboración propia

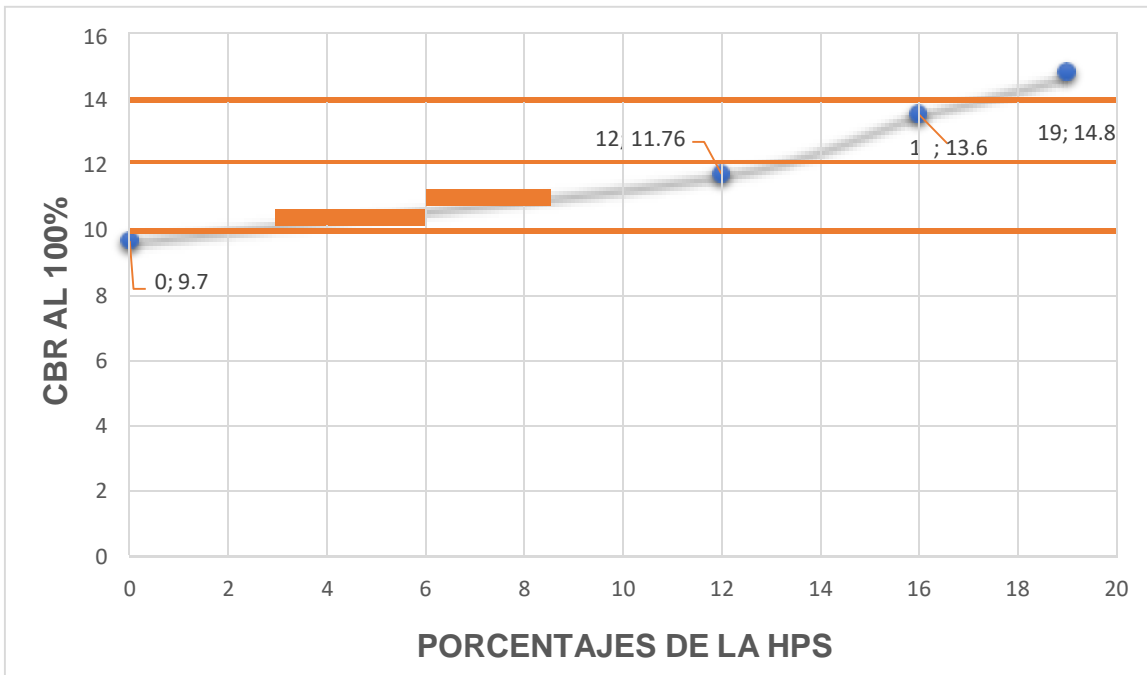


Figura 10: Gráfica del CBR al 100% con % de Harina de papa seca
Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 10, se puede observar que al adicionar la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, los valores del CBR al 100% tienden a aumentar, lo que resulta bastante conveniente. Se puede concluir que el porcentaje más óptimo de nuestro producto fue del 19%, ya que hubo un mayor incremento de la resistencia con un valor de 14.80%, con respecto al 9.70% del terreno natural, en otras palabras, aumenta 1.526 veces su capacidad de soporte de resistencia.

Se procedió a encontrar los valores para el CBR al 95% y CBR al 100% con los porcentajes de 12%, 16% y 19% adicionado de la harina de papa seca (HPS), que se encontraron en las interpolaciones con los valores de los ensayos de laboratorio que se han recopilado de la otra tesis en cuestión, la cual se llegó a la siguiente conclusión:

A continuación, se muestran la tabla con los resultados:

Tabla 36: Resultados del ensayo de CBR para combinación del suelo de la subrasante con la HPS

ENSAYO DE CBR		
PORCENTAJE DE HPS	CBR al 95%	CBR al 100%
0%	8.00%	9.70%
12%	10.00%	11.76%
16%	11.96%	13.60%
19%	13.34%	14.80%

Fuente: Elaboración propia

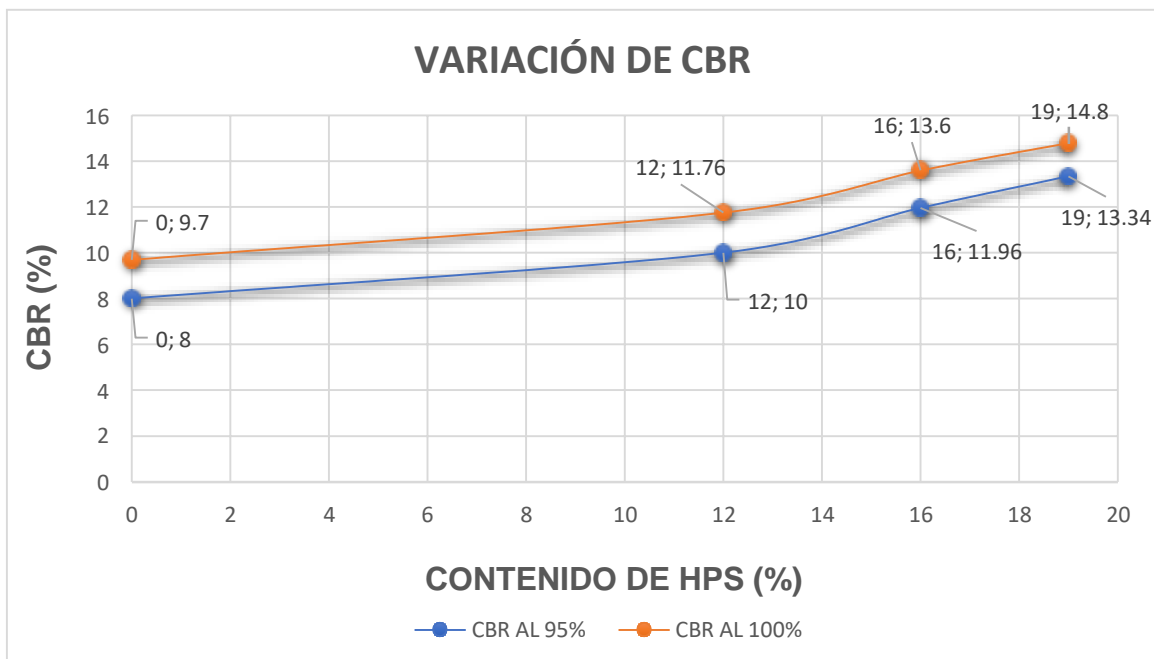


Figura 11: Gráfico de la variación de CBR al 95% y 100% con la HPS

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 11, se pueden visualizar los resultados que se han obtenido con el ensayo de CBR al 95% y 100%, donde se hacen una comparativa entre ambas gráficas, de las cuales, el valor óptimo de HPS es del 19%, donde hay un incremento en la capacidad de soporte de resistencia de 8% a 13.34% y de 9.7% a 13.60%, respectivamente. Por lo tanto, existe una mejoría en la resistencia del suelo de la subrasante.

V. DISCUSIÓN

5.1. Influencia de la harina de papa seca en los resultados de los Límites de Atterberg.

Resultados: Al incluir 19% de la harina de papa seca se logró disminuir el índice de plasticidad de 16.11% a 9.91%.

Antecedente: Hernández y Herrera (2019), en su investigación agregó la ceniza de cascarilla de café en porcentajes de 4%, 6% y 8%, de las cuales no presentó variaciones, pero con mezclas mayores de ceniza de cascarilla de café de 50%, 100% y 200%, redujo el índice de plasticidad de 18% a 12%, 7% y 5%, lo que indicó que el suelo pasó de un estado altamente plástico a uno de baja plasticidad.

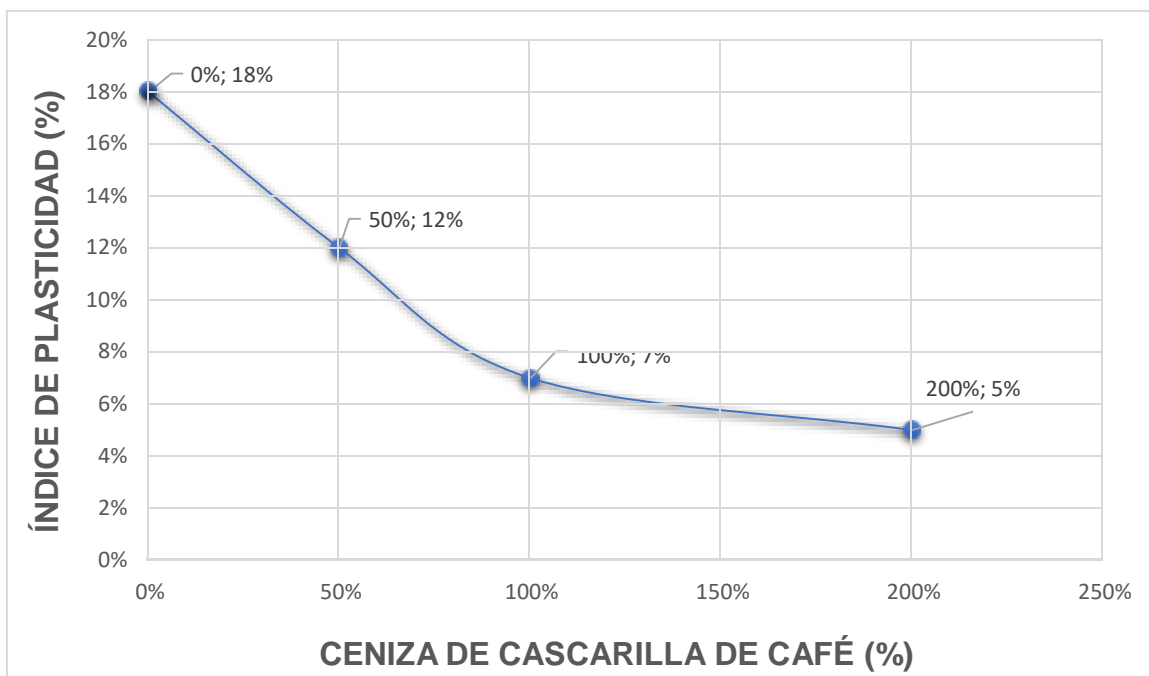


Figura 12: Gráfico del índice de plasticidad de la ceniza de cascarilla de café
Fuente: Hernández García, Andrés Felipe y Herrera Vargas, María Fernanda

Hipótesis: La aplicación de la harina de papa seca disminuye el índice de plasticidad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020. Mediante las interpolaciones para el ensayo del Límite de Atterberg por ser análisis documental, se afirma la influencia de las dosificaciones de la harina de papa seca tuvo en el suelo de la subrasante, ya que disminuyó notablemente el índice de plasticidad con respecto a la del terreno natural.

Pregunta: ¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?, basándose de los resultados del tesista, el suelo de nuestra subrasante fue clasificado como arcilloso, así mismo, el terreno natural presentó un índice de plasticidad de 16.11%, pero al añadir la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, se pudo disminuir el índice de plasticidad de la muestra patrón de 16.11% a 11.22%, 10.48% y 9.91% respectivamente. Por lo tanto, la adición más favorable es la de 19%, ya que tuvo mayor disminución del índice de plasticidad.

5.2. Influencia de la harina de papa seca en los resultados del Proctor Modificado.

Resultados: Al incluir 19% de la harina de papa seca se logró aumentar la densidad seca de 1.85 gr/cm³ a 1.88 gr/cm³ y disminuir el contenido de humedad de 11.2% a 8.20%.

Antecedente: Apolinares (2018), en su investigación agregó la ceniza vegetal en porcentajes de 15%, 25% y 30%, y de los resultados que se pudieron obtener, podemos observar que la adición más óptima fue la de 15%, porque se logró aumentar la densidad seca de 1.820 a 1.875 y se redujo el contenido de humedad de la muestra patrón de 14.50% a 12.02%.

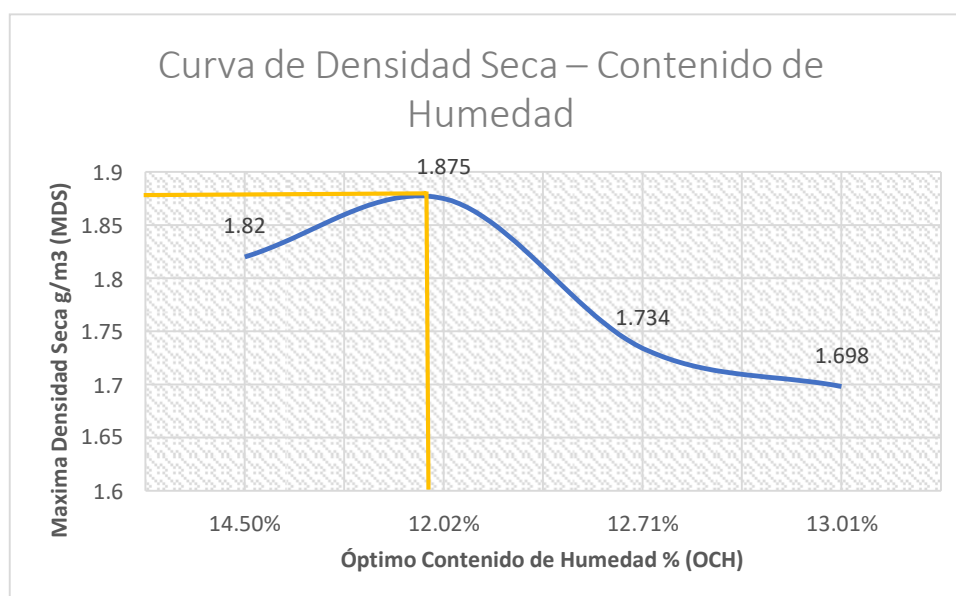


Figura 13: Gráfico de la curva MDS - OCH
Fuente: Apolinares Tovar, Alex Emerson

Hipótesis: La aplicación de la harina de papa seca aumenta la máxima densidad seca y disminuye el óptimo contenido de humedad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020. Mediante las interpolaciones para el ensayo del Próctor Modificado se afirma que la dosificación de la harina de papa seca tuvo influencia en el suelo de la subrasante, ya que aumentó la densidad seca y disminuyó el contenido de humedad.

Pregunta: ¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?, en base a los resultados del tesista, el terreno fue clasificado como arcilloso, así mismo, el terreno natural presentó una máxima densidad seca de 1.85 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 11.2%, pero al adicionar la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, se logró aumentar la densidad seca de 1.85 gr/cm³ a 1.85 gr/cm³, 1.86 gr/cm³ y 1.88 gr/cm³, y se pudo disminuir el contenido de humedad de 11.2% a 9.08%, 8.50% y 8.20%. Por lo tanto, el porcentaje más favorable fue la de 19%, ya que se tuvo mayor aumento y disminución de la densidad seca y del contenido de humedad, con respecto a la muestra patrón.

5.3. Influencia de la harina de papa seca en los resultados de California Bearing Ratio (CBR).

Resultados: Al incluir 19% de la harina de papa seca se logró aumentar la resistencia del suelo de la subrasante de 8.00% a 13.34% con la lectura del CBR al 95%.

Antecedente: Gálvez y Santoyo (2019), en su investigación agregó la ceniza de cáscara de arroz en porcentajes de 3%, 10% y 15% a un suelo arcilloso, de los cuales, en los resultados que se obtuvieron, se puede observar que la adición más favorable fue la de 15% con el CBR al 95%, ya que se aumentó la resistencia de 3.92% hasta 13.77%.

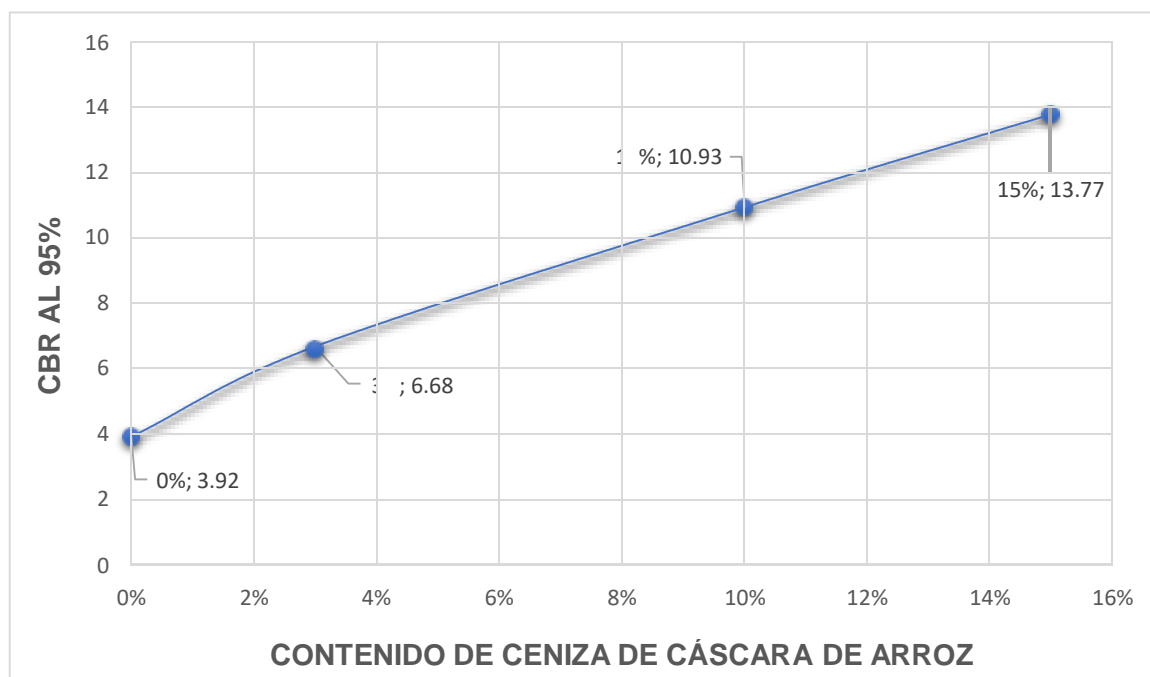


Figura 14: Gráfico del CBR al 95% con la ceniza de cáscara de arroz
Fuente: Galvez Reyes, Paola Maryuri y Santoyo Villegas, Jessica Katherine

Hipótesis: La aplicación de la harina de papa seca aumenta la resistencia del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020. Por medio de las interpolaciones realizadas para el ensayo del CBR por ser análisis documental, se afirma que las dosificaciones de la harina de papa seca tuvieron influencia en el suelo de la subrasante, ya que se aumentó la resistencia del terreno natural.

Pregunta: ¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en la resistencia del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?, en base a los resultados del tesista, el terreno fue clasificado como arcilloso, así mismo, el terreno natural presentó una resistencia de 8.00%, pero se llega a observar que al añadir la harina de papa seca en porcentajes de 12%, 16% y 19%, se logró aumentar la resistencia del suelo de la subrasante, de 8.00% a 10.00%, 11.96% y 13.34%, respectivamente. Por lo tanto, la incorporación más óptima fue de 19%, ya que se tuvo un mayor aumento de la resistencia, de 8.00% de la muestra patrón hasta 13.34%.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General. Se evaluó que, la estabilización de la subrasante con harina de papa seca mejora las características del terreno de fundación encontrado en la Carretera Santa Cruz en el distrito de Cochapetí – Huarmey, observando mejoras positivas en sus propiedades al adicionar distintos porcentajes de la harina de papa seca, se consiguió disminuir el índice de plasticidad en los Límites de Atterberg, se logró aumentar la máxima densidad seca y disminuir el óptimo contenido de humedad, y por último se logró aumentar la resistencia del suelo de la subrasante.

1) Índice de plasticidad:

Natural IP = 16.11%, HPS 12% (IP=11.22%), HPS 16% (IP=10.48%), HPS 19% (IP= 9.91%).

Objetivo Específico 1. Se estableció la dependencia del porcentaje de harina de papa seca en los ensayos del Límites de Atterberg, ya que influyó en la disminución del índice de plasticidad de 16.11% hasta un 9.91% al emplearse un 19% de la harina de papa seca, que es nuestro porcentaje más favorable, se concluyó que las adiciones de la harina de papa seca en los porcentajes propuestos tienen influencia positiva en la disminución del índice de plasticidad, lo cual quedó comprobada.

2) Densidad Seca y Contenido de Humedad:

Natural DS = 1.85 gr/cm³, HPS 12% (DS=1.85 gr/cm³), HPS 16% (DS=1.86 gr/cm³), HPS 19% (DS= 1.88 gr/cm³).

Natural CH = 11.2%, HPS 12% (CH=9.08%), HPS 16% (CH=8.50%), HPS 19% (CH= 8.20%).

Objetivo Específico 2. Se estableció la dependencia del porcentaje de harina de papa seca en el ensayo de proctor modificado, ya que influyó en el aumento de la máxima densidad seca de 1.85 gr/cm³ a 1.88 gr/cm³, así como también la disminución del óptimo contenido de humedad de 11.2% a 8.20% al emplearse un 19% de harina de papa seca, que es nuestro porcentaje más favorable, se concluyó que las adiciones de la harina de papa seca en los porcentajes propuestos tuvieron la influencia que se esperó, en donde se aumentó la densidad seca y se disminuyó el contenido de humedad , lo cual quedó comprobada.

3) **Resistencia:**

Natural CBR al 95% = 8.00%, HPS 12% (CBR=10.00%), HPS 16% (CBR=11.96%), HPS 19% (CBR= 13.34%).

Natural CBR al 100% = 9.70%, HPS 12% (CBR=11.76%), HPS 16% (CBR=13.60%), HPS 19% (CBR= 14.80%).

Objetivo Específico 3. Se estableció la dependencia del porcentaje de harina de papa seca en el ensayo del CBR, porque influyó en el aumento de la resistencia de la subrasante, ya que al adicionar un 19%, que es nuestro porcentaje más óptimo en el CBR al 95% la resistencia aumentó de 8.00% a 13.34%, y en el CBR al 100% aumentó la resistencia de 9.70% a 14.80%. Se concluyó que las adiciones de la harina de papa seca en los porcentajes propuestos tuvieron influencia positiva, porque se logró aumentar la resistencia del terreno, lo cual quedó comprobada.

VII. RECOMENDACIONES

1) Índice de plasticidad:

Natural IP = 16.11%, HPS 12% (IP=11.22%), HPS 16% (IP=10.48%), HPS 19% (IP= 9.91%).

Objetivo Específico 1. En la presente investigación al elegirse porcentajes de harina de papa seca que iban desde un 12% hasta un 19% en todas ellas se logró una disminución en el índice de plasticidad, lo que hace que la harina de papa seca vuelva menos plástico a un suelo arcilloso. Por lo tanto, se recomienda usar hasta el 19% de la harina de papa seca, ya que resultó ser su valor más óptimo y favorable.

2) Densidad Seca y Contenido de Humedad:

Natural DS = 1.85 gr/cm³, HPS 12% (DS=1.85 gr/cm³), HPS 16% (DS=1.86 gr/cm³), HPS 19% (DS= 1.88 gr/cm³).

Natural CH = 11.2%, HPS 12% (CH=9.08%), HPS 16% (CH=8.50%), HPS 19% (CH= 8.20%).

Objetivo Específico 2. En la presente investigación al elegirse porcentajes de harina de papa seca que iban desde un 12% hasta un 19% en todas ellas se logró el aumento de la máxima densidad seca y la disminución del óptimo contenido de humedad. Por lo tanto, se recomienda usar hasta el 19% de la harina de papa seca, ya que resultó ser su valor más óptimo, y que al emplearse más porcentajes mayores a esta investigación tiende a aumentar el contenido de humedad, que es algo que no se busca.

3) Resistencia:

Natural CBR al 95% = 8.00%, HPS 12% (CBR=10.00%), HPS 16% (CBR=11.96%), HPS 19% (CBR= 13.34%).

Natural CBR al 100% = 9.70%, HPS 12% (CBR=11.76%), HPS 16% (CBR=13.60%), HPS 19% (CBR= 14.80%).

Objetivo Específico 3. En la presente investigación al elegirse porcentajes de harina de papa seca que iban desde un 12% hasta un 19%, en todas ellas se logró el aumento de la resistencia del suelo de la subrasante, lo que le hace a la harina

de papa seca un estabilizador de suelos. Por lo tanto, se recomienda usar hasta el 19% de la harina de papa seca, ya que resultó ser su adición más óptimo y favorable, así mismo a los futuros tesisistas continuar con la investigación empleando el producto para diferentes tipos de suelos y ver su influencia en la estabilización para cada uno de ellos.

REFERENCIAS

1. DÍAZ VÁSQUEZ, Fernando. *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018*. Tesis para título profesional. Universidad César Vallejo, Lima, 2018. [Consultado 29 junio 2020]. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25951/D%c3%adaz_VF.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. ESPINOZA CHUQUINO, Alexis Euler y VELÁSQUEZ PÉREZ, Jhonatan Julián. *Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018*. Tesis para título profesional. Universidad César Vallejo, Huaraz, 2018. [Consultado 29 junio 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26696>
3. TERRONES CRUZ, Andrea Thatiana. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector barraza, trujillo – 2018*. Tesis para título profesional. Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2018. [Consultado 29 junio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14971>
4. HERNÁNDEZ GARCÍA, Andrés Felipe y HERRERA VARGAS, María Fernanda. *Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcilloso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá-Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café*. Tesis para título profesional. Universidad de La Salle, Bogotá D.C., 2019. [Consultado 29 junio 2020]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1520&context=ing_civil
5. APOLINARES TOVAR, Alex Emerson. *Estabilización de la sub-rasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja*. Tesis para título profesional. Universidad Peruana Los Andes, Perú, 2018. [Consultado 29 junio 2020]. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/778>

6. GALVEZ REYES, Paola Maryuri y SANTOYO VILLEGAS, Jessica Katherine. *Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cáscara de arroz, Carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo*. Tesis para título profesional. Universidad Nacional de Jaén, Perú, 2019. [Consultado 29 junio 2020]. Disponible en: <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/107>

7. MOHAMMED ABDULSATTAR, Zaid. *Soil stabilization with rice husk ash and cement* [online]. Thesis for bachelor of civil engineering. Infrastructure University Kuala Lumpur, 2015. [Accessed June 29, 2020]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/303111828_Soil_Stabilization_with_Rice_Husk_Ash_and_Cement

8. KUMAR MOHANTY, Manmay. *Stabilization of expansive soil using fly ash* [online]. Master's Thesis. National Institute of Technology, Rourkela, Odisha, 2015. [Accessed June 29, 2020]. Available from: http://ethesis.nitrkl.ac.in/7107/1/Stabilization_Mohanty_2015.pdf

9. AMIRALIAN, Saeid. *Study on soil stabilisation technique using lime & fly ash* [online]. Master's Thesis. Curtin University, 2013. [Accessed June 29, 2020]. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/72a9/c866be720f2c0f1f36eb5d9a64eef373d4c8.pdf>

10. OJEDA FARIÁS, O., MENDOZA RANGEL, J. M. Y BALTAZAR ZAMORA, M. A. Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. *Revista ALCONPAT* [En línea]. 2018, marzo-abril, 8 (2). 194 – 208 [fecha de consulta 29 junio 2020]. ISSN 2007-6835. DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>

11. NOVOA GALEANO, Martha Alix, BECERRA LEÓN, Luisa Daniela y VÁSQUEZ PIÑEROS, María Paula. La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero. *Revista Avances* [En línea]. 2016, junio-noviembre [fecha de consulta

29 junio 2020]. Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/13/la-ceniza-de-cascarilla-de-arroz-y-su-efecto-en-adhesivos-tipo-mortero.pdf>

12. MONTEJO RODOLFO, Ramal, RAYMUNDO JUÁREZ, José Emmanuel y CHÁVEZ ANCAJIMA, Jhonatan Smith. Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. *Revista científica TZHOECOEN* [En línea]. 2020, enero-marzo, 12 (1). [fecha de consulta 29 junio 2020]. ISSN 1997-8731. DOI: <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1251>

13. CARHUACHIN CONDOR, Luzbel Patricia y VEGA RICALDI, Jhon Willy. *Efecto del ácido ascórbico en el pardeamiento enzimático y características organolépticas de la papa seca obtenida de tres variedades*. Tesis para título profesional. Universidad Nacional Del Centro del Perú, Junín, 2018, pág. 39. [Consultado 29 junio 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3066/CarhuachinCondor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

14. AGROMIPERÚ. *Harina de papa seca* [en línea] [fecha de consulta: 29 junio 2020]. Párr. 1. Disponible en: <https://agromiperu.com.pe/producto/harina-de-papa-seca/#:~:text=DE%20PAPA%20SECA-,HARINA%20DE%20PAPA%20SECA,daditos%20o%20en%20palitos%20medianos.>

15. KNAPTON, J. *Ground bearing concrete slabs* [online]. Bodmin: Thomas Telford Publishing, 2003, p. 7, párr. 1. [Consultation date 30 Juny 2020]. ISBN: 0-7277-3186-6. Available from: https://books.google.com.pe/books?id=caXVTY3rBUcC&pg=PA7&dq=ground+subgrade&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjz3_CXzajqAhXQILkGHeiiBJ8Q6AEwAHoECAUQAq#v=onepage&q=ground%20subgrade&f=true

16. KNAPTON, J. *Ground bearing concrete slabs* [online]. Bodmin: Thomas Telford Publishing, 2003, p. 7, párr. 3. [Consultation date 30 Juny 2020]. ISBN: 0-7277-3186-6. Available from:

https://books.google.com.pe/books?id=caXVTY3rBUcC&pg=PA7&dq=ground+subgrade&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjz3_CXzajqAhXQILkGHeiBJ8Q6AEwAHoECAUQAQ#v=onepage&q=ground%20subgrade&f=true

17. GUERRERO, J. *Ingeniería de vías férreas* [en línea]. México: INDAUTOR, 2017, pág. 77. [fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 978-1-326-93551-1. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=cUGaDgAAQBAJ&pg=PA77&dq=mejoramiento+de+subrasante&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj1JOooKrqAhVWJLkGHfAyAd0Q6AEwA3oECAAQAg#v=onepage&q=mejoramiento%20de%20subrasante&f=true>

18. CARTER, M. y BENTLEY, S. *Soil properties and their correlations* [online]. 2^aed. UK: John Wiley & Sons, 2016, p. 38. [Consultation date 01 July 2020]. ISBN: 9781119130888. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=QxesDAAAQBAJ&pg=PA47&dq=soil+plasticity+property&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwikvjahq3qAhXWG7kGHWkUDRAQ6AEwAXoECAAQAg#v=onepage&q=soil%20plasticity%20property&f=true>

19. CARTER, M. y BENTLEY, S. *Soil properties and their correlations* [online]. 2^aed. UK: John Wiley & Sons, 2016, p. 39. [Consultation date 01 July 2020]. ISBN: 9781119130888. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=QxesDAAAQBAJ&pg=PA47&dq=soil+plasticity+property&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwikvjahq3qAhXWG7kGHWkUDRAQ6AEwAXoECAAQAg#v=onepage&q=soil%20plasticity%20property&f=true>

20. MURTHY, V. *Geotechnical engineering: principles and practices of soil mechanics and foundation engineering* [online]. USA: CRC Press, 2002, p. 53. [Consultation date 01 July 2020]. ISBN: 978-0824708733. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=Lhetuhms4t4C&pg=PA52&dq=plasticity+in>

[dex&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjk-PA6q3qAhXbK7kGHZNoAM4Q6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=plasticity%20index&f=true](https://books.google.com.pe/books?hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjk-PA6q3qAhXbK7kGHZNoAM4Q6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=plasticity%20index&f=true)

21. HELWANY, S. *Applied soil mechanics with ABAQUS applications* [online]. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2007, p.12, párr. 2. [Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 9780471791072. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=THiwCzQ3EWcC&pg=PA12&dq=liquid+limit+and+plastic+limit&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi0-ufzyLHqAhVoLLkGHbTRAYkQ6AEwAnoECAQQAg#v=onepage&q=liquid%20limit%20and%20plastic%20limit&f=true>

22. OLSON, G. *Soil survey interpretation for engineering purposes* [online]. Rome: FAO, 1977, p. 2. [Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 9251003823. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=e-2WyaKTwVMC&pg=PA4&dq=liquid+limit+and+plastic+limit&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi0maH02rHqAhV0EbkGHTrWC-MQ6AEwAHoECAQAQAg#v=onepage&q=liquid%20limit%20and%20plastic%20limit&f=true>

23. HELWANY, S. *Applied soil mechanics with ABAQUS applications* [online]. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2007, p.12, párr. 3. [Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 9780471791072. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=THiwCzQ3EWcC&pg=PA12&dq=liquid+limit+and+plastic+limit&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi0-ufzyLHqAhVoLLkGHbTRAYkQ6AEwAnoECAQQAg#v=onepage&q=liquid%20limit%20and%20plastic%20limit&f=true>

24. OLSON, G. *Soil survey interpretation for engineering purposes* [online]. Rome: FAO, 1977, p. 3. [Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 9251003823. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=e-2WyaKTwVMC&pg=PA4&dq=liquid+limit+and+plastic+limit&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi0maH02rHqAhV0EbkGHTrWC-MQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=liquid%20limit%20and%20plastic%20limit&f=true>

25. REEVES, G., SIMS, I. & CRIPPS, J. *Clay materials used in construction* [online]. London: The Geological Society, 2006, p. 238. [Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 978-186239-184-0. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=iDqalaLe6lkC&pg=PA242&dq=CBR+test&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi4iK2cjLPqAhWhH7kGHY8KD3QQ6AEwA3oECAMQAg#v=onepage&q=CBR%20test&f=true>

26. MTC. *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea]. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarril, [09 abril 2014]. [fecha de consulta 30 junio 2020]. Pág. 33. Disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

27. DÍAZ VÁSQUEZ, Fernando. *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018*. Tesis para título profesional. Universidad César Vallejo, Lima, 2018, pág. 23. [Consultado 29 junio 2020]. Disponible en:

<https://core.ac.uk/download/pdf/225577149.pdf>

28. ÁLVAREZ, D. y LUQUE, P. *Ingeniería de infraestructura de los transportes* [en línea]. España: Servicio de Publicaciones, 2003, pág. 39. [Fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 978-84-8317-365-7. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=NUrk7YGSDbQC&pg=PA39&dq=capacidad+portante+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi10O7B0JTqAhVaHrkGHSJBh0Q6AEwAXoECAQQAg#v=onepage&q=capacidad%20portante%20del%20suelo&f=true>

29. AVERITT, P. *Geology and coal resources of the Cedar Mountain quadrangle, Iron County Utah* [online]. Washington: U.S. Govt. Print. Off, 1962, p. 62.

[Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 3-6105-001-386-460. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=o0QRAAAAIAAJ&pg=RA1-PA63&dq=liquid+limit+and+plastic+limit&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi0-ufzyLHqAhVoLLkGHbTRAYkQ6AEwBnoECAYQAg#v=onepage&q=liquid%20limit%20and%20plastic%20limit&f=true>

30. PRICE, D. *Engineering geology: principles and practice* [online]. London: M. H. de Freitas, 2009, p. 47. [Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 978-3-540-29249-4. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=SXHyRIEryEcC&pg=PA47&dq=atterberg+limit&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwifwomuhLPqAhWXKLkGHTCsAtkQ6AEwB3oEC AgQAg#v=onepage&q=atterberg%20limit&f=true>

31. DAS, B. *Principles of geotechnical engineering* [online]. 7^{ed}. USA: Cengage Learning, Inc., 2010, p. 120. [Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 978-0-495-41130-7. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=Hk6W18oz4CMC&pg=PA122&dq=modified+soil+proctor&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiv0qTlwbzqAhXDlRkGHW6xBEUQ6AEwBHoECAUQAg#v=onepage&q=modified%20soil%20proctor&f=true>

32. KNAPTON, J. *Ground bearing concrete slabs* [online]. Bodmin: Thomas Telford Publishing, 2003, p. 7, párr. 2. [Consultation date 30 Juny 2020]. ISBN: 0-7277-3186-6. Available from:

https://books.google.com.pe/books?id=caXVTY3rBUcC&pg=PA7&dq=ground+subgrade&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjz3_CXzajqAhXQILkGHeiiBJ8Q6AEwAHoECAUQAg#v=onepage&q=ground%20subgrade&f=true

33. REEVES, G., SIMS, I. & CRIPPS, J. *Clay materials used in construction* [online]. London: The Geological Society, 2006, p. 242. [Consultation date 03 July 2020]. ISBN: 978-186239-184-0. Available from:

<https://books.google.com.pe/books?id=iDqalaLe6lkC&pg=PA242&dq=CBR+test&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi4iK2cjLPqAhWhH7kGHY8KD3QQ6AEwA3oECAMQAg#v=onepage&q=CBR%20test&f=true>

34. RODRÍGUEZ, E. *Metodología de la investigación* [en línea]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2005, pág. 23. [Fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 968-5748-66-7. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=r4yrEW9Jhe0C&pg=PA23&dq=tipos+de+investigacion+aplicada&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjPrvyo9fDpAhVMlbkGHfC3DQQQ6AEILjAB#v=onepage&q=tipos%20de%20investigacion%20aplicada&f=true>

35. CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. Ecuador: Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, 2018, pág. 69. [Fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 978-9942-765-44-4. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

36. CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. Ecuador: Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, 2018, pág. 77. [Fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 978-9942-765-44-4. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

37. CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. Ecuador: Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, 2018, pág. 57. [Fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 978-9942-765-44-4. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

38. CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. Ecuador: Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, 2018, pág. 60. [Fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 978-9942-765-44-4. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

39. CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. Ecuador: Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, 2018, pág. 88. [Fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 978-9942-765-44-4. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

40. CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. Ecuador: Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, 2018, pág. 100. [Fecha de consulta 30 junio 2020]. ISBN: 978-9942-765-44-4. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

ANEXO 1: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
V. Independiente: HARINA DE PAPA SECA	El secado de las papas es método antiguo que se usa hasta la actualidad en el Perú, y para poder realizar esta harina tiene un procedimiento en el cual consiste en cocinar las papas en agua hirviendo, escurrirlas, pelarlas y cortarlas en cuadraditos. Luego estas son secadas al sol hasta que pierdan su humedad y tomen la apariencia de cristales. Después que se realice este proceso, las papas se tendrán que guardar por un buen tiempo (más de un año) ¹⁴ .	La harina de papa seca se procederá a caracterizarlos en porcentajes de 12%, 16% y 19% (basados de los antecedentes), luego se adicionará en el suelo de la subrasante extraído del tramo de la Carretera Santa Cruz del distrito de Cochapetí para su respectivo mejoramiento.	DOSIFICACIÓN DE LA HARINA DE PAPA SECA	Aplicación de la harina de papa seca con 12%	Experimento aplicando el porcentaje de la harina al volumen de la subrasante
				Aplicación de la harina de papa seca con 16%	Experimento aplicando el porcentaje de la harina al volumen de la subrasante
				Aplicación de la harina de papa seca con 19%	Experimento aplicando el porcentaje de la harina al volumen de la subrasante
V. Dependiente: SUELO DE LA SUBRASANTE	Para que un material desempeñe como subrasante se pueden añadir materiales que optimicen la granulometría, o si vemos que ya contamos una adecuada granulometría, aplicando un grado mayor de compactación a lo que se tenía ¹⁷ .	Para fines de mejoramiento del suelo de la subrasante, se buscará determinar con los ensayos de laboratorio el índice de plasticidad, densidad seca y el contenido de humedad, y la resistencia del suelo.	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Límite Líquido Límite Plástico	Ensayo de Límite de Atterberg
			DENSIDAD SECA	Proctor Modificado	Ensayo de Proctor Modificado
			CONTENIDO DE HUMEDAD		
RESISTENCIA DEL SUELO	Capacidad portante del suelo	Ensayo de CBR			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Matriz de Consistencia

Título:		Influencia de la harina de papa seca en el suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.				
Autores:		CABELLO SALDARRIAGA, BRYAN STALIN GUERRERO ROSALES, JANPAUL				
PROBLEMA	OBEJTIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN METODOLOGÍA
<u>PROBLEMA GENERAL</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS GENERAL</u>	V. INDEPENDIENTE: HARINA DE PAPA SECA			Método: Científico Tipo: Aplicada Nivel: Correlacional Diseño: Cuasi Experimental Enfoque: Cuantitativo Población: Todas las calicatas para realizar los ensayos de suelos de la Carretera Santa Cruz del distrito de Cochapetí con un total de 17 km. Muestra: Las 3 calicatas, separadas cada 1 km, de los cuales están dentro de los 3 km de la trocha carrozable del distrito de Cochapetí del km 8+700 al km 11+700, siendo los más críticos. Muestreo: No probabilístico. Técnica: Retrospectiva Instrumentos: Fichas de los ensayos de laboratorio.
			<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	
¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en el suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?	Evaluar la influencia de la aplicación de la harina de papa seca en el suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, huarmey 2020.	La aplicación de la harina de papa seca mejora el suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.	D1: Dosificación de la harina de papa seca	I1: Aplicación de la harina de papa seca con 12% I2: Aplicación de la harina de papa seca con 16% I3: Aplicación de la harina de papa seca con 19%	Experimento aplicando el porcentaje de la harina de papa seca al volumen de la subrasante	
<u>PROBLEMA ESPECÍFICOS</u>	<u>OBJETIVO ESPECÍFICOS</u>	<u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</u>	V. DEPENDIENTE: SUELO DE LA SUBRASANTE			
			<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	
¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?	Evaluar la influencia de la aplicación de la harina de papa seca en el índice de plasticidad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.	La aplicación de la harina de papa seca disminuye el índice de plasticidad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.	D1: Índice de Plasticidad	I1: Límite Líquido I2: Límite Plástico	Ensayo de Límite de Atterberg	
¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?	Evaluar la influencia de la aplicación de la harina de papa seca en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.	La aplicación de la harina de papa seca incrementa la máxima densidad seca y disminuye el óptimo contenido de humedad del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.	D2: Densidad Seca y Contenido de Humedad	I3: Proctor Modificado	Ensayo de Proctor Modificado	
¿Cuánto influye la aplicación de la harina de papa seca en la resistencia del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020?	Evaluar la influencia de la aplicación de la harina de papa seca en la resistencia del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.	La aplicación de la harina de papa seca incrementa la resistencia del suelo de la subrasante en el distrito de Cochapetí, Huarmey 2020.	D3: Resistencia del suelo	I4: Capacidad portante del suelo	Ensayo de CBR	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: Ensayo de Límite de Atterberg

Espinoza, A. y Velásquez, J., (2018), información de su tesis para su Título profesional de Ingeniero Civil, titulada: “**Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018**”, de la Universidad César Vallejo.



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.

TABLA: LÍMITE LÍQUIDO

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM-D4318)				
Nº RECIPIENTE		1	2	3
NUMERO DE GOLPES		15	26	31
PESO RECIPIENTE	(g)	3.06	2.99	3.01
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	11.43	9.92	10.60
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	9.89	8.86	9.67
PESO DEL AGUA	(g)	1.54	1.06	0.93
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.83	5.87	6.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.55	18.06	13.96
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	18.19		

TABLA: LÍMITE PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM-D4318)			
Nº RECIPIENTE		1	2
PESO RECIPIENTE	(g)	5.65	9.05
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	11.34	13.73
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	11.23	13.63
PESO DEL AGUA	(g)	0.11	0.10
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.58	4.58
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	1.97	2.18
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	2.08	

Nota:

Las muestras fueron analizadas por los solicitantes en el laboratorio

CAMPUS HUARAZ
Av. Independencia 1188
Barrío: Páez de Siles
Teléfono: 0954 462022
Tel: 0954 462022



Mg. Erikor Mojaly Wase Castañeda
Coordinador de la Escuela de Ingeniería Civil





ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG

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

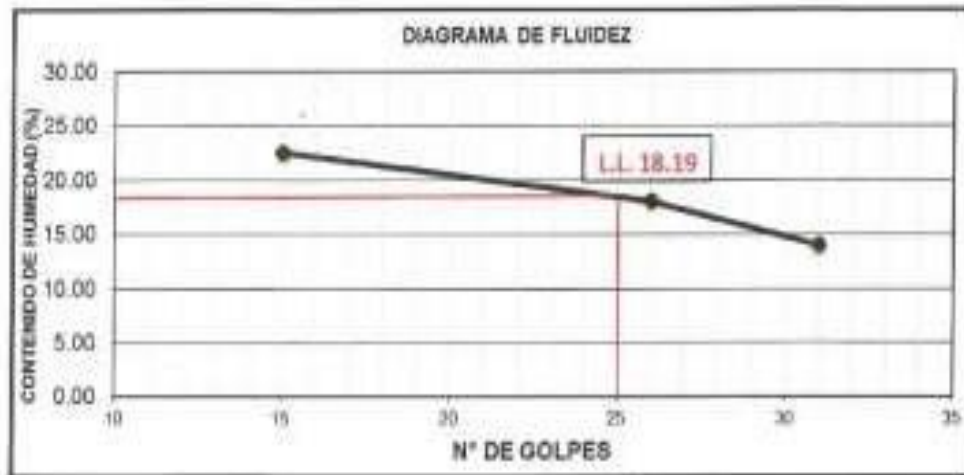
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR-MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 2018

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 1418
Barrío: Pomas Tika,
Independencia - Huaraz
Tel: 043 433031

Dr. VICTOR HUGO VIALTO SARMIENTO
LABORANTE DE FUNDACIÓN CIVIL
2020 0004
UCV - HUANCA

Dr. Ericka Magaly Alaso Castañeda
Coordinadora de la Unidad de Investigación Científica





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 D4318-04)

TESIS	ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS AÑADIENDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE PINAR MARIAN, DISTRITO DE INDEPENDENCIA 3018
TESISTAS	ESPINOZA CHOCUENO ALEXIS ESUER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
ASUNTO	ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ, ARECASH
CAUSATA	C-01 CON ADICION DE 30% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR

TABLA: LÍMITE LÍQUIDO

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)				
Nº RECIPIENTE		1	2	3
NÚMERO DE GOLPES		13	24	31
PESO RECIPIENTE	(g)	3.03	2.66	2.95
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	8.65	8.72	9.02
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	7.64	8.08	8.85
PESO DEL AGUA	(g)	1.01	0.64	0.17
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.62	5.42	5.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.86	11.81	2.88
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	10.56		

TABLA: LÍMITE PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)			
Nº RECIPIENTE		1	2
PESO RECIPIENTE	(g)	4.52	4.68
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	12.23	12.75
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	12.16	12.69
PESO DEL AGUA	(g)	0.07	0.06
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.64	8.01
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.92	0.75
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	0.83	



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 528.125, ASTM D4318-04)

TEMA	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS AÑADIENDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMADO DE PINAR-MARMAI, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, 3008.
TESISTAS	ESPINOZA CRUZADO ALEXIS EUGER VELASQUEZ PEREZ JHONATAN JULIAN
ASUNTO	ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG
LUGAR	DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROV. HUARAZ-ANCASH
CALCETA	C-01 CON ADICIÓN DE 30% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR



Límites de Consistencia - ASTM-D427	
ASTM-D4318	
Límite Líquido (%)	10.56
Límite Plástico (%)	8.83
Índice de Plasticidad (%)	9.73



Urb. San Miguel de Cheyry S/N Independencia - Huancayo - Programa 002 - San Marcos

Teléfono - (043) 919028490 - 919028410

ROC - 22607854-173

E-mail - vh_laboratorio@comcast.net

REG. NACIONAL CERTI - 49176

ANEXO 4: Ensayo de Proctor Modificado

Díaz, F., (2018), información de su tesis para su Título profesional de Ingeniero Civil, titulada: **“Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018”**, de la Universidad César Vallejo.





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

DE INGENIEROS S. A. S.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

WTC 011E

Proyecto: 'MEJORAMIENTO DE LA ZONA BASANTE MEDIANTE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LA CARRETERA D' SAN MARTÍN - LOMA GRANDE, AMAZONAS 2010'				
SECCIONES: TERMINAL DEL BOSQUE				
FECHA DE SEPTIEMBRE 2010				
AL 40% DE CENIZA				
Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde + suelo húmedo (g)	2100.40	2200.40	2200.40	2170.24
Peso del molde (g)	902.00	902.00	902.00	902.00
Peso suelo húmedo (g)	1200.80	1300.80	1300.80	1270.24
Volumen del molde (cm ³)	2100.00	2100.00	2100.00	2100.00
Densidad fuerte húmeda (g./cm ³)	0.572	0.620	0.620	0.605
Muestra de Terro				
	14	15	16	17
Peso Tarro + suelo húmedo (g)	53.00	200.00	50.00	100.00
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	53.00	140.00	50.00	100.00
Peso Tarro (g)	50.00	90.00	50.00	100.00
Peso H ₂ O (g)	3.00	160.00	0.00	0.00
Peso H ₂ O (g)	3.00	160.00	0.00	0.00
Peso H ₂ O (g)	3.00	160.00	0.00	0.00
Humedad (%)	6.37	1.25	0.00	0.00
Densidad aparente (%)	6.27	7.20	6.54	6.10
Densidad seca (g./cm ³)	0.565	0.712	0.617	0.596



MÉTODOS	
NÚMERO DE CÁPSULAS	5
NÚMERO DE GOLPES	25
PSD (g./cm ³)	0.88
OCH (%)	6.3

DATOS DEL MUESTRO	
Nº	1
PROYECTO	MEJORA DE LA ZONA BASANTE MEDIANTE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LA CARRETERA D' SAN MARTÍN - LOMA GRANDE, AMAZONAS 2010
FECHA	09/09/2010
LABORATORIO	DGEOLAB

Dirección: Jr. Ciro Alegría N° 680 - Bagna Grande
Celular: 950969619 / Email: dgeolab@gmail.com

ANEXO 5: Ensayo de CBR

Díaz, F., (2018), información de su tesis para su Título profesional de Ingeniero Civil, titulada: **“Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018”**, de la Universidad César Vallejo.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS**
DE INGENIEROS S.A.C

MEMORANDO DE CÁLCULO (M.C.)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE Y RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE COMUNICACIÓN SAN MARTÍN - LONYA GRANDE, AMAZONAS

UBICACIÓN: CARRETERA D.V. SAN MARTÍN - LONYA GRANDE, AMZONAS

CONDICIONES DE LOS MATERIALES		MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
INDICADOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
Gravidad específica	g/cm ³	2.65	g/cm ³	2.65	g/cm ³	2.65	g/cm ³
Gravidad aparente	g/cm ³	1.85	g/cm ³	1.85	g/cm ³	1.85	g/cm ³
Gravidad saturada	g/cm ³	2.45	g/cm ³	2.45	g/cm ³	2.45	g/cm ³
Porcentaje de agua	%	30.2	%	30.2	%	30.2	%
Porcentaje de humedad	%	15.5	%	15.5	%	15.5	%
Porcentaje de sólidos	%	69.8	%	69.8	%	69.8	%
Porcentaje de cenizas	%	10.0	%	10.0	%	10.0	%
Porcentaje de arcilla	%	15.0	%	15.0	%	15.0	%
Porcentaje de limo	%	45.0	%	45.0	%	45.0	%
Porcentaje de arena	%	30.0	%	30.0	%	30.0	%
Porcentaje de piedras	%	0.0	%	0.0	%	0.0	%

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
INDICADOR	VALOR	INDICADOR	VALOR	INDICADOR	VALOR
Resistencia a la compresión	1.2 MPa	Resistencia a la compresión	1.2 MPa	Resistencia a la compresión	1.2 MPa
Resistencia a la tracción	0.8 MPa	Resistencia a la tracción	0.8 MPa	Resistencia a la tracción	0.8 MPa
Resistencia a la flexión	1.5 MPa	Resistencia a la flexión	1.5 MPa	Resistencia a la flexión	1.5 MPa
Resistencia a la torsión	1.0 MPa	Resistencia a la torsión	1.0 MPa	Resistencia a la torsión	1.0 MPa

CONCLUSIONES:



RECOMENDACIONES:

Se recomienda utilizar un espesor de 15 cm para la subrasante.

Se recomienda utilizar un tipo de suelo con un porcentaje de arcilla menor al 15%.





Dirección: Jr. Ciro Alegria N° 680 - Bagua Grande
Celular: 950969619 / **Email:** dgeolab@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

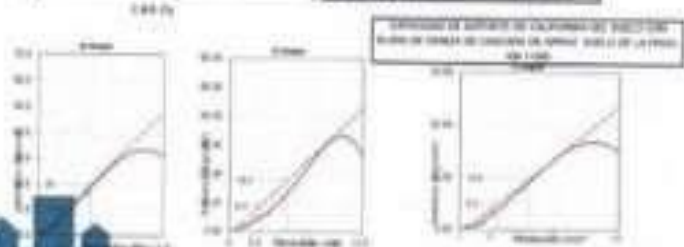
DE INGENIEROS S. A. C.

RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA

CONDICIONES DE PRUEBA		PRUEBA 1		PRUEBA 2		PRUEBA 3	
DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR
Tipología	10	Tipología	10	Tipología	10	Tipología	10
Forma	10	Forma	10	Forma	10	Forma	10
Diámetro	10	Diámetro	10	Diámetro	10	Diámetro	10
Alto	10	Alto	10	Alto	10	Alto	10
Temperatura	10	Temperatura	10	Temperatura	10	Temperatura	10
Humedad	10	Humedad	10	Humedad	10	Humedad	10
Velocidad de carga	10	Velocidad de carga	10	Velocidad de carga	10	Velocidad de carga	10

Carga (kg)	PRUEBA 1		PRUEBA 2		PRUEBA 3	
	Desplazamiento (mm)	Modulo (kg/cm²)	Desplazamiento (mm)	Modulo (kg/cm²)	Desplazamiento (mm)	Modulo (kg/cm²)
0	0	0	0	0	0	0
100	0.5	20000	0.5	20000	0.5	20000
200	1.0	20000	1.0	20000	1.0	20000
300	1.5	20000	1.5	20000	1.5	20000
400	2.0	20000	2.0	20000	2.0	20000
500	2.5	20000	2.5	20000	2.5	20000
600	3.0	20000	3.0	20000	3.0	20000
700	3.5	20000	3.5	20000	3.5	20000
800	4.0	20000	4.0	20000	4.0	20000
900	4.5	20000	4.5	20000	4.5	20000
1000	5.0	20000	5.0	20000	5.0	20000

Carga (kg)	PRUEBA 1		PRUEBA 2		PRUEBA 3	
	Desplazamiento (mm)	Modulo (kg/cm²)	Desplazamiento (mm)	Modulo (kg/cm²)	Desplazamiento (mm)	Modulo (kg/cm²)
0	0	0	0	0	0	0
100	0.5	20000	0.5	20000	0.5	20000
200	1.0	20000	1.0	20000	1.0	20000
300	1.5	20000	1.5	20000	1.5	20000
400	2.0	20000	2.0	20000	2.0	20000
500	2.5	20000	2.5	20000	2.5	20000
600	3.0	20000	3.0	20000	3.0	20000
700	3.5	20000	3.5	20000	3.5	20000
800	4.0	20000	4.0	20000	4.0	20000
900	4.5	20000	4.5	20000	4.5	20000
1000	5.0	20000	5.0	20000	5.0	20000



Dirección: Jr. Ciro Alegria N° 680 - Bagua Grande
Celular: 950969619 / Email: dgeolab@gmail.com

ANEXO 6: Harina de papa seca



Fuente: Google imágenes

ANEXO 7: Estudio de suelos del distrito de Cochapetí – Huarney



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

070

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS

CLIENTE: CONSORCIO HNC OJUNE

PROYECTO: TERMINACION DE LAS OBRAS VERTICALES EN COCHAPETI, YAUJAN - SANTA CRUZ, DISTRITO DE COCHAPETI, PROVINCIA DE HUARNEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH

UBICACION: DISTRITO DE COCHAPETI, PROVINCIA DE HUARNEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA DE EMISIÓN: 19 DE OCTUBRE DEL 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBORO - ASTM D153

CALCATA	6.00
PROFUNDIDAD	1.00-2.00
PROFUNDIDAD (M)	1.00

TAMÑO	% QUE PASA
Ø	100.0
75	100.0
150	100.0
300	100.0
600	100.0
1200	100.0
2500	100.0
5000	100.0
10000	100.0
20000	100.0
40000	100.0
80000	100.0
150000	100.0
300000	100.0
600000	100.0
1200000	100.0
2500000	100.0
5000000	100.0
10000000	100.0

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUELO	UNIFORME	K
	NOMBRE DE GRUPO	
NOMBRE	GRUPO	4
		A-7.6(U)

CONSIDERACIONES

- 1. La información suministrada es de carácter informativo y no constituye un contrato.
- 2. Los datos y/o información de campo son generados en el laboratorio.

