



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del almidón de la cáscara de papa para mejorar sus propiedades de la subrasante en suelo arcillosos provincia de Jaén - Cajamarca 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Loyola Justo, Gilver ([ORCID: 0000-0001-9731-2008](https://orcid.org/0000-0001-9731-2008))

Rodriguez Coronado, Erik Jose Antonio ([ORCID: 0000-0003-2932-3420](https://orcid.org/0000-0003-2932-3420))

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis primeramente a Dios, mis padres, hermanos y todas las personas que siempre estuvieron apoyando con sus consejos, sabiduría y por estas siempre presentes en mi vida como ejemplo de superación y perseverancia.

GILVER LOYOLA J.

Quiero dedicar esta tesis a mis abuelos por sus buenos consejos, apoyo y cariño, a mis padres Erik y Rosa por su apoyo incondicional que me han ayudado a seguir adelante. A mis hermanas Sharik y María que son el motivo de salir adelante. Además, a todos aquellos que siempre depositaron su confianza en mí.

ERIK RODRIGUEZ C.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis abuelos, padres, hermanos y toda mi familia que me dieron todo su apoyo durante toda la elaboración de este proyecto. Al ingeniero Carlos Minaya Rosario, por la enseñanza, el tiempo y apoyo brindado para poder culminar de elaborar este proyecto de investigación.

GILVER LOYOLA J.

En mi primera instancia agradezco al ingeniero Carlos Minaya Rosario, por ser parte en la elaboración de mi tesis, por su tiempo y sus enseñanzas que fueron fundamental para que pueda terminar el proyecto de investigación. También agradezco a toda mi familia que son el apoyo incondicional para seguir creciendo como persona.

ERIK RODRIGUEZ C.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado del Tesista de su Ensayo de Límite de Atterberg.....	22
Tabla 2. Resumen de resultados del Ensayo de Límite de Atterberg con ACP.....	24
Tabla 3. Resultados del Tesista del Ensayo de Proctor Modificado.....	25
Tabla 4. Resultados del Ensayo de Proctor Modificado con el (3%) de ACP.....	26
Tabla 5. Resultados del Ensayo de Proctor Modificado con el (5%) de ACP.....	28
Tabla 6. Resultados del Ensayo de Proctor Modificado con el (8%) de ACP.....	30
Tabla 7: Resultados del Tesista del Ensayo de CBR.....	31
Tabla 8. Resumen de Resultados del Ensayo de CBR con ACP.....	33
Tabla 9. Resultados del ensayo de carga - penetración con 3% ACP.....	34
Tabla 10. Resultados de CBR con 3% de ACP a 0.1" y 0.2" pulgadas.....	35
Tabla 11. Resultados del Ensayo de Carga- Penetración con 5% ACP.....	37
Tabla 12. Resultados de CBR con 5% de ACP a 0.1" y 0.2" pulgadas.....	38
Tabla 13. Resultados del Ensayo de Carga- Penetración con 8% ACP.....	39
Tabla 14. Resultados de CBR con 8% de ACP a 0.1" y 0.2" pulgadas.....	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Fases y componentes del suelo.....	12
Figura 2. Cuadro 4.1 Número de Calicatas para Exploración de Suelos.....	18
Figura 3. Cuadro 4.2 Número de Ensayos Mr y CBR.....	18
Figura 4. Gráfica de resultados del Ensayo de Límite de Atterberg con ACP.....	24
Figura 5. Gráfica de Relación Humedad-Densidad Seca con el 3% de ACP.....	26
Figura 6. Gráfica de Relación Humedad – Densidad Seca con el 5% de ACP.....	28
Figura 7. Gráfica de Relación Humedad – Densidad Seca con el 8% de ACP.....	30
Figura 8. Resultados del Tesista Ensayo de Carga-Penetración 0% de CCA.....	33
Figura 9. Resultados del Tesista Ensayo de Carga-Penetración 4% de CCA.....	34
Figura 10. Gráfica de Curva de Esfuerzo-Deformación del Suelo 3% de ACP.....	35
Figura 11. Gráfica de Curva de CBR – Densidad Seca con 3% de ACP.....	36
Figura 12. Resultados del Tesista Ensayo de Carga-Penetración 7% de CCA.....	37
Figura 13. Gráfica de Curva de Esfuerzo-Deformación del suelo 5% de ACP.....	38
Figura 14. Gráfica de Curva de CBR – Densidad seca con 5% de ACP.....	38
Figura 15. Resultados del Tesista Ensayo de Carga-Penetración 10% de CCA...	39
Figura 16. Curva de esfuerzo – deformación del suelo con 8% de ACP.....	40
Figura 17. Gráfica de Curva de CBR – Densidad Seca con 8% de ACP.....	41

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad determinar la intervención del almidón de la cáscara de papa para el mejoramiento de la subrasante de un suelo arcilloso. Además, como propuesta el uso del almidón de la cáscara de papa, disminuirá los costos para el mejoramiento de la subrasante, ya que es un material natural que se encuentra en abundancia en la zona de estudio, y la adquisición de estos tiene costos mínimos.

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que el estudio del mejoramiento de la subrasante en un suelo arcilloso se realizó mediante la medición de una serie de indicadores tales como el Límite de Atterberg, Proctor Modificado y CBR (California Bearing Ratio).

Los resultados muestran que la aplicación del almidón de la cáscara de arroz permite el aumento de la resistencia de la subrasante, así también la reducción notable del índice de plasticidad y el aumento de máxima densidad seca con un óptimo contenido de humedad mayor a la muestra patrón.

De esa manera llegamos a la conclusión que el uso del almidón de la cáscara de papa, al ser mezclado con la subrasante de un suelo arcilloso lo vuelve al suelo más estable.

Palabras claves: subrasante, almidón de cáscara de papa

ABSTRACT

The present research work aims to determine the intervention of potato peel starch for the improvement of the subgrade of a clay soil. In addition, as a proposal, the use of potato peel starch will reduce the costs for the improvement of the subgrade, since it is a natural material that is found in abundance in the study area, and the acquisition of these has minimal costs.

This research had a quantitative approach, since the study of the improvement of the subgrade in a clay soil was carried out by measuring a series of indicators such as the Atterberg Limit, Modified Proctor and CBR (California Bearing Ratio).

The results show that the application of the starch of the rice husk allows the increase of the resistance of the subgrade, as well as the notable reduction of the plasticity index and the increase of maximum dry density with an optimal moisture content higher than the standard sample. .

In this way we come to the conclusion that the use of potato peel starch, when mixed with the subgrade of a clay soil, makes the soil more stable.

Keywords: subgrade, potato peel starch

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo económico, social y cultural se debe al crecimiento de proyectos que tienen que ver con la infraestructura vial de cada país, lo cual busca desarrollar procesos, alternativas y nuevas tecnologías que impulsen a mejorar la calidad de construcción de cada carretera.

Durante los últimos años una de estas alternativas tiene que ver con la estabilización del suelo. Existen diversas técnicas de estabilización de suelos que han experimentado un gran desarrollo en el continente africano como la India, Nigeria entre otros, lo cual se convierte en una de las alternativas mayor empleadas para el mejoramiento del suelo. Los materiales empleados comúnmente en estos países fueron la ceniza de cáscara de yuca, la ceniza de cáscara de arroz, para estabilizar los suelos las cuales han dado buenos resultados. Dando como solución la mejora de sus propiedades física y mecánicas de un suelo arcilloso. En Latinoamérica países como Brasil, Colombia, entre otros ya llevan aplicando un material orgánico como la ceniza de la cáscara de arroz (CCA) o ceniza de cáscara de coco (CCC) con el fin de ayudar a estabilizar la subrasante de un suelo arcilloso esto se debe a distintos factores como la necesidad de reutilización de materiales desechos que conlleva a la bioconstrucción que permite reducir la contaminación al medio ambiente que es lo busca toda construcción en los últimos años.

En Perú existe tres regiones geográficas (costa, sierra y selva), lo cual conlleva a que tengamos diversos tipos de diseños y procesos constructivos. Ya sea en la ejecución de carreteras, edificaciones, puentes, saneamiento, etc. Pero es muy importante saber el tipo de suelo en el cual se está ejecutando un proyecto de una infraestructura vial. Los estratos de un suelo arcilloso pueden ocasionar complicaciones durante el proceso de ejecución de un proyecto, ya que pueda presentar flexibilidad de hundimiento o ladeo de una carretera. Por ello es que se debe realizar el estudio de suelo para conocer el tipo de diseño y técnica de construcción favorable.

A nivel nacional en el departamento de Arequipa propusieron aplicar la ceniza de cáscara de panca de maíz con el fin de estabilizar suelos arcillosos para la construcción de un pavimento flexible en el distrito de Yura, donde se obtuvo buenos resultados en cuanto a la mejora de su capacidad de soporte dando un

11.32% como resultado, lo cual recomienda que el material estabilizante incorporado tenga un rango no menor del 15 ni mayor al 45 por ciento del peso del suelo.

En la provincia de Jaén - Cajamarca, es una zona que presenta un suelo arcilloso. Las carreteras en dicho lugar son construidas sin haber realizado un estudio del suelo siendo un problema para la ejecución de un proyecto, lo cual a su tiempo presenta diversas fallas en la infraestructura de la vía.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el almidón de la cáscara de papa para mejorar sus propiedades de la subrasante en suelo arcilloso, en la provincia de Jaén - Cajamarca, ya que el departamento de Cajamarca es el sexto productor de papa en el país, este material adicionado se cosecha de manera concurrente en la provincia de Jaén y así nos pueda facilitar en la aceleración del proceso, la calidad y reducción de presupuesto. Por esta razón se dará el mejor uso a desperdicios de la papa en la construcción y veremos en cuanto influye como estabilizador en el terreno natural y darle un buen uso de desechos o residuos y minimizar el uso de la explotación de cantera en los proyectos de carreteras.

Problema general

¿Cuánto influyó la aplicación del almidón de la cáscara de papa para mejorar de sus propiedades de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020?

Problemas específicos

¿Cuánto influyó la aplicación del almidón de la cáscara de papa en el Índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020?

¿Cuánto influyó la aplicación del almidón de la cáscara de papa en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020?

¿Cuánto influyó la aplicación del almidón de la cáscara de papa en la capacidad portante de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020?

Justificación del problema

Lo que se buscó en esta investigación es una alternativa de solución para la construcción de carreteras al implementar el almidón de cáscara de papa para

mejorar las propiedades de la subrasante en suelo arcilloso, que se evaluarán mediante ensayos como el Proctor Modificado y CBR. Por otro lado, le daremos mejor uso a los desperdicios de la cáscara de papa adquiriendo una mayor importancia en el mercado nacional e internacional. De esa manera contribuiremos al cuidado del medio ambiente dándole mejor uso y así reducir la explotación de canteras ya que se le da un uso reiterado para la estabilización del suelo.

Objetivo general

Determinar la intervención del almidón de la cáscara de papa para la mejora de sus propiedades de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Objetivos específicos

Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en el Índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en la capacidad portante de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Hipótesis general

La aplicación del almidón de la cáscara de papa mejora sus propiedades de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Hipótesis específicos

La aplicación del almidón de la cáscara de papa reduce el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

La aplicación del almidón de la cáscara de papa aumenta su densidad máxima seca de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

La aplicación del almidón de la cáscara de papa mejora la capacidad portante de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Freitas (2018) em sua pesquisa intitulada “Uso de cinza da casca de arroz na estabilização de solos para uso em pavimento rodoviário” da Universidade de Brasília. Esta investigación evaluó la estabilización química de un suelo en el estado de Roraima-Brasil, con la adición de cenizas de cascara de arroz y cemento Portland. Teniendo como resultados óptimos al añadir 6% de CCA + 6% de cemento en los ensayos de CBR y resistencia a la compresión simple. Cuando se añadió más ceniza a la mezcla, la proporción de CBR disminuyó en comparación con la del suelo normal. La muestra de succión mostró la capacidad de las cenizas para absorber agua, reduciendo la succión de las mezclas. De esta manera, se puede recomendar el establecimiento con cenizas para usar en capas de subbase, y con cemento y cenizas se pueden aplicar en capas base de pavimentos¹.

Shubham (2019) in his tesis entitled “Analysis of soil stabilization with sugar bagasse ash compared to rice husk ash” of the Rajiv Gandhi Technology University, Bhopal. Esta investigación tuvo como objetivo comparar y mejorar sobre las propiedades de un suelo aplicando ceniza de bagazo de azúcar y ceniza de cáscara de arroz de la Universidad Tecnológica Rajiv Gandhi, Bhopal-India. Añadiendo 7%, 9% y 11% de ambos al suelo natural. Se realiza diversos ensayos de mecánica de suelos como la Prueba de Proctor, Prueba Límite Líquido, Prueba de límite de plástico y prueba de relación de rodamiento de California (CBR). Con lo cual llegamos a la conclusión de que el tratamiento del suelo de algodón negro con cenizas de bagazo de azúcar y cenizas de cáscara de arroz mostró una disminución gradual de la densidad máxima en seco y un aumento en el contenido óptimo de humedad y se observó un valor mejorado de la relación de rodamiento de California (CBR) al 7%².

Bello, Adebayo, Ayodele (2015) in investigation work entitled “Stabilization of clay soil by adding ash from cassava shell residues” of the Osun State University. Este trabajo de investigación objetivo evaluar el impacto de la ceniza de cáscara de yuca en la estabilización del depósito de tierra laterítica que se encuentra dentro del área del gobierno local de Osogbo en el estado de Osun, Nigeria. Con combinaciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. Al realizas los ensayos de prueba de límite de líquido,

prueba de límite de plástico y la prueba de relación de rodamiento de California (CBR) se obtuvieron resultados óptimos en los ensayos de la muestra L1, L2 y L3, por lo tanto, se concluyó que la ceniza de cáscara de yuca tiene un buen potencial para estabilizar el suelo laterítico³.

Hernández, Herrera (2019), en su trabajo de investigación titulada “Estudio de la comparación de la capacidad soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en municipio de Viotá-Cundinamarca mejorado con ceniza residuos de cascara de café” de la universidad de la Salle-Bogotá, tuvo como objetivo analizar la incidencia de la ceniza de cascarrilla de café (CCC) en un suelo arcillo-limoso. El tipo de estudio empleado fue experimental La población fue en la vereda del municipio de Viotá, tomando como muestras los ensayos realizados en laboratorio. Los instrumentos que se realizaron ensayos de clasificación del suelo tales como límites de consistencia granulometría; junto a ensayos de resistencia como el ensayo normal de compactación, relación de soporte o CBR y compresión simple; cada uno de los ensayos fue realizado tanto al suelo natural como a la mezcla suelo-ceniza se planteó diferentes dosificaciones en peso (4, 6 y 8% de ceniza) con respecto al suelo. Teniendo como resultados que al aplicar el 4, 6 y 8% en peso no presentan variación en la plasticidad del suelo. Por otra parte la gravedad específica de la ceniza es mayor a la del suelo, lo que influye en que a medida que se aumenta el porcentaje adición en peso de ceniza, aumenta la gravedad específica del suelo llegando a pasar de 2.47 del suelo natural (S0C) hasta 2.56 del suelo con 8% de proporción en peso de ceniza. Por lo cual llegamos a la conclusión que debemos aumentar el porcentaje de adición de CCC por lo que no se llegó a una mejora con los datos realizados⁴.

Illidge, Ramos (2017) en su tesis titulada “Estudio para estabilizar un suelo arcilloso con cáscara de arroz y ceniza volante para una subrasante” de la Universidad de la Salle-Colombia, tuvo como finalidad limitar la expansión de un suelo arcilloso, con el fin de mejorar el coeficiente del índice de plasticidad., fue un estudio de tipo cuantitativo. La población fue en la vía de la ciudad de Bogotá, tomando como muestra las calles de la ciudad de Bogotá. Los instrumentos usados fueron los ensayos de Máximo Contenido de Humedad, Índice de Plasticidad y CBR. Los resultados obtenidos se observó mejoras en el suelo arcilloso, los valores de C.B.R.

tuvieron un aumento del 2,02% para el suelo A0C0 a 3,76% para el suelo A6C30. La aplicación de este material fue beneficiosa ya que al añadir ceniza volante C en un 30 % y cascarilla de arroz CA en un 6% a la mezcla de suelo arcilloso, se observó el mejoramiento de las propiedades del suelo, especialmente es importante resaltar que los ensayos nos dieron la reducción de expansión del 2%, valor que cumple con las normas del Instituto Nacional de Vías⁵.

Cobos, Ortegon, Peralta (2019), en su proyecto de investigación titulada “Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café” de la Universidad Cooperativa de Colombia, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza proveniente cáscara de coco y cisco de café teniendo en cuenta el cumplimiento de las especificaciones técnicas vigentes (INVIAS). Fue un estudio de tipo experimental. La población fue la finca Monte Modero situada en el km 4 vía Manizales, a 3200 m.s.n.m, las muestras fueron obtenidas mediante excavaciones de 2.7 m de profundidad y se extrajeron 4 moldes inalteradas en moldes de CBR con dimensiones de 15.2 cm de diámetro y 17.8 cm de altura. Los instrumentos usados fueron los ensayos de Máximo Contenido de Humedad, Índice de Plasticidad y CBR, añadiendo 5%, 10% y 15% de CCF y CCO. Se determinó que la ceniza de CCF y CCO funcionan como material conglomerante que permite potenciar las propiedades de un suelo, razón por la cual dentro de las tomas hechas se ve que al adicionarle el 15% de biomasa se logran porcentajes de compactación promedio cercanos y superiores al 100%, el suelo bajo ninguna circunstancia debe reducir su contenido de humedad por debajo del 7%, ya que se alteran considerablemente sus propiedades mecánicas. Por lo cual llegamos a la conclusión que el uso de suelos de origen volcánico con adiciones de biomasa puede ser una alternativa que permita generar mejoramiento de subrasantes a un costo menor⁶.

Gálvez, Santoyo (2019), en su trabajo de investigación titulada “Análisis de mejoramiento de un suelos cohesivos en la subrasante aplicando ceniza de cáscara de arroz, carretera Yanuyacu bajo” de la Universidad Nacional de Jaén tuvo como propósito mejorar las características naturales del suelo, añadiendo CCA para

reducir los cambios volumétricos en condiciones climáticas distintas. Fue un estudio de tipo cuantitativo, la población fue el Centro Poblado de Yanuyacu; tomando como muestra la carretera Yanuyacu Alto; los instrumentos empleados fueron los ensayos de mecánica de suelos, como Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR) al mezclar CCA al (3, 10 y 15) porciento. Los resultados que se determinó es que la capacidad de resistencia obtenida al 95% de la Máxima Densidad Seca del Suelo Natural fue de 3.92 %, aplicando el 3% de la CCA la resistencia es 6.68 %, con el 10% de CCA su capacidad de resistencia es 10.93 % y para el 15% de CCA la capacidad de resistencia es 13.77 %. respectivamente; concluye que al estabilizar el suelo aplicando la CCA promete buenos resultados para la ejecución de un proyecto de carreteras⁷.

Vega (2017), en su trabajo de investigación titulada “Mejoramiento de suelos aplicando material de la ceniza de paja trigo en la carretera Macashca tramo Pariac Alto Provincia de Huaraz” de la Universidad San Pedro de Huaraz tuvo como propósito mejorar las características físicas en la carretera Macashca añadiendo un 10% del material de ceniza de paja de trigo, material que se produce y se encuentra en Pariac Alto. Fue un estudio tipo cuantitativo, la población fue la carretera Macashca; tomando como muestra el tramo Pariac Alto; lo cual presento dos tipos de suelos arena arcillosa y limos. Los instrumentos utilizados fueron los ensayos de Proctor Modificado, Análisis Granulométrico y California Bearing Ratio (CBR). Los resultados que se obtuvieron al aplicar este material fue que el CBR PATRON al 100% de 21.10%, añadiendo Ceniza de Paja de Trigo al 10% se obtuvo un CBR al 100% de 20.2%; la segunda calicata presenta un suelo con mezcla de arena y limos, se trabajó con el Proctor estándar con la graduación B , obteniéndose un CBR PATRON al 100% de 27.20% y Adicionando Ceniza de Paja de Trigo Al 10% se obtuvo un CBR al 100% de 26.7%. Por lo cual llegamos a la conclusión que al adicionar un 10 por ciento de ceniza de paja de trigo en el tramo Pariac Alto no se obtuvo buenos resultados y recomienda aplicar otras mezclas de ceniza de paja de trigo⁸.

Llamoga (2016), en su proyecto de investigación titulada “Evaluación al aplicar ceniza de cascara de arroz en suelos arcillosos para reducir la expansión y

aumentar la capacidad portante en la subrasante, Cajamarca 2016” de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca tuvo como propósito principal evaluar la capacidad portante (CBR) del terreno arcilloso adicionando la ceniza de cascara de arroz (CCA). La investigación fue de tipo cuantitativo; la población fue la carretera que dirige al Centro Poblado de Yanamango, la muestra se obtuvo mediante ensayos de laboratorio realizados en la Universidad Privada del Norte. Los instrumentos realizados fueron los ensayos de Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico, Limite de Atterberg y California Bearing Ratio (CBR) con mezclas de 4, 7 y 10%. Como resultado de investigación se dio a conocer que la expansión se incrementó en 0.43% con el contenido del 10% de ceniza, pero al aplicar 4 y 7% redujo en 16.84% y en 21.10%. Por otro lado se observó en la capacidad portante, que la resistencia del suelo sufre una reducción del 0.85% con la adición del 10% de ceniza; en cambio, se observó un incremento de 2.85% a 4.52% y de 2.85% a 7.80% al añadir 4 y 7% respectivamente. Por lo tanto, se concluye que el porcentaje óptimo para el mejoramiento de la subrasante se dio con un 7% de CCA, lo cual este material desecho podría ser de buen uso para la estabilización de suelo⁹.

Yadav, Gaurav, Kishor, Suman (2017), in this article he talks to us “Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads”. En este artículo científico nos habla de la estabilización del suelo aluvial para subrasante utilizando ceniza de cáscara de arroz, ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de estiércol de vaca para caminos rurales, con combinación de 0%, 2.5%, 5% , 7.5%, 10% y 12.5%. El suelo natural se encontró como arcilla plástica intermedia que reduce la densidad seca y aumenta el contenido óptimo de humedad después de la estabilización. La tendencia de CBR y UCS está aumentando y luego disminuyendo, indica un punto máximo que muestra un contenido óptimo de cenizas de 7,5%. Este estudio muestra que hay una mejora significativa en CBR, UCS¹⁰.

Onyelowe (2016) in this article he talks to us “Analysis of the application of coconut shell ash (CSHA) and palm shell ash (PKSHA) on the subgrade in a lateritic soil.” Este artículo de investigación tiene el objetivo de ver que efecto causa la ceniza de cáscara de cáscara de coco y la ceniza de cáscara de cáscara de almendra de

palma sobre la carga axial y el comportamiento de compactación del suelo laterítico estabilizado de puzolana. Se aplicaron en proporciones en peso de muestra de suelo como 0, 2, 4, 6, 8 y 10%. Teniendo como resultados que al aplicar los porcentajes estudiados mostraron buenos resultados. Por lo que llegamos a la conclusión que se recomienda su uso como aditivos para la mejora de las propiedades geotécnicas del suelo débil¹¹.

Reza, Ramadhansyah, Munirwansyah, Ruslan (2019), in this article it is disclosed the “Analysis of clay soil improvement by applying eggshell powder for road subgrade stabilization”. Este artículo de investigación quiere saber el rendimiento al añadir el polvo de cáscara de huevo al suelo arcilloso para la estabilización. Los porcentajes de ESP añadidos son 0%, 3%, 6% y 9% del peso seco de la arcilla para experimentos en laboratorio. En la prueba estándar de Proctor, el suelo original tiene un contenido óptimo de humedad (OMC) del 19.8% y un peso unitario seco máximo de 1.367 gr / cm³. En general, agregar ESP a la muestra de arcilla aumenta las propiedades mecánicas del suelo en comparación con la muestra sin ESP. Por lo tanto, el uso de ESP para la estabilización en este experimento puede mejorar la capacidad de carga, por lo que es beneficioso para la construcción en el campo¹².

Teoría relacionada al tema

Subrasante

“Subrasante o también llamado terreno de fundación [...]. Es la superficie donde se diseña la estructura del pavimento tanto como flexible o rígido. Por ende, tiene que tener la capacidad de soportar la carga que se esté aplicando durante su frecuente utilización” [13].

El volumen o espesor del pavimento en gran parte depende de la calidad de la subrasante, por ende, debe cumplir con las pruebas requeridas de resistencia y un índice de plasticidad que se encuentre dentro de los parámetros para una ejecución de carretera. La subrasante es la capa de terreno natural o terraplén que soportará la estructura del pavimento que se extiende hasta el tránsito previsto, lo cual no pueda afectar en el diseño de carga¹⁴.

La subrasante es gran importancia para el diseño de las capas, el espesor del pavimento y en la eficiencia del mismo, ya que ser inestables presentaran diversos

en la ejecución de los materiales compactados de la base y subbase en la subrasante, por lo cual brindarían una inadecuada capacidad de resistencia para las siguientes ejecuciones de pavimentación en la carretera¹⁵.

Suelo Arcilloso

Suelo es el sustrato físico sobre el cual se realiza diversos proyectos de como edificación, carreteras, entre otros, las características del suelo que se busca para estos proyectos tienen que ser de alta resistencia, para así no llevarlos a emplear la estabilización. Es por eso, que se debe estudiar a fondo las propiedades del suelo, como el origen, el tamaño de las partículas que estén presentes, la capacidad de soporte, compresión, entre otros. El suelo está dividido en 3 sistemas multifase como por ejemplo una de ellas: Fase sólida, Fase líquida, Fase gaseosa¹⁶.

La clasificación de los suelos va depender del tamaño que presenten sus partículas. Según S.U.C.S existen suelos que presentan gravas, arena, limo o arcilla, todo esto depende también de su situación geográfica mayormente los suelos arcillosos tienden a presentar en la zona de la sierra, debido a su humedad que presentan esos departamentos. El sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es universalmente aceptado¹⁷.

Los diámetros de las partículas de estos suelos son menores de 0.05mm, estas al combinarse con agua tienden a volverse altamente plásticas. En general este tipo de suelo es un material cuya resistencia es menor al otro tipo de suelo, existe la arcilla orgánica e inorgánica lo cual varía es su simbología que están clasificados según el SUSC¹⁸.

Estabilización

Es el proceso de combinar materiales con el suelo natural se llama estabilización, este proceso tiene la finalidad de mejorar las características. El proceso de combinar un material puede darse entre diversos tipos de suelos para así llegar a que el suelo pueda presentar la caracterización deseada en la subrasante (estabilización mecánica) o la mezcla del suelo con aditivos (estabilización física y/o química), que puedan mejorar su capacidad de resistencia para soportar las cargas vehiculares¹⁹.

Este proceso en general consiste en darle mayor capacidad de resistencia aplicando diversas técnicas, añadiendo materiales que disminuyan la plasticidad del suelo natural. Tiene distintas técnicas que van desde la mezcla de otro suelo, como también al añadir uno o más agentes que mejoren el suelo. Este proceso debe ir acompañado por método de compactación de terreno²⁰.

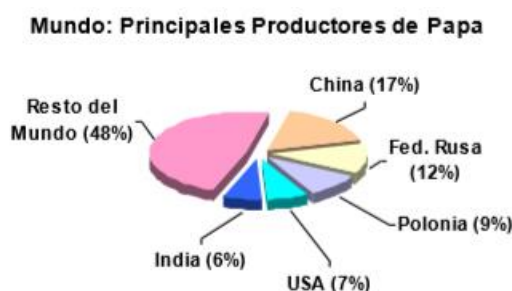
El principal fin es que la resistencia mecánica aumente al estabilizarse, haciendo relación entre partículas sea adecuada y verificando que el contenido de humedad del suelo pueda variar dentro del rango establecido. Por lo cual se logran tres propósitos importantes, como la mínima variación de expansión, durabilidad y una estabilidad en la subrasante²¹.

Una de las características plásticas que tienden a sufrir los suelos arcillosos son los cambios volumétricos debido a los altos contenido de humedad que presenta este suelo. El índice de plasticidad es uno de los puntos que debemos reducir; Por lo que un IP alto significará una capacidad de carga menor a la 6% por lo que sería un suelo débil, también tendrá un alto valor de expansión que generara cambios volumetricos²².

Definición de la papa

A nivel mundial la papa es uno de los alimentos que más toneladas produce por año, siendo este como uno de los principales productos alimenticios en el mundo. La papa es el cuarto principal producto alimenticio en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz. La producción de los cinco primeros productores representa 51.7% de la producción mundial. Los principales países productores son: China con un 16.7%, Rusia con 12.3%, Polonia con 9.1%, Estados Unidos con 7.1% e La India con 6.4%. Nuestro país ocupa el puesto número 23 entre países principales productores de papa, aportando con 0.7% a nivel mundial, aproximadamente con 290 millones de toneladas por año en un periodo promedio entre los años 1990 al 2000²³.

Figura 1. Principales productores de papa.



Fuente: FAO(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

Pertenece a la familia de *Solanum tuberosum*, de la hibridación de las especies *Solanum stenotomum* con *Solanum sparcipilum*, originándose en los andes entre los países de Bolivia y Perú. De la subespecie original *S. tuberosum* subsp. Andígena, se derivaría mucho tiempo después la subespecie *tuberosum* en el país de Chile²⁴.

En el Perú, la papa es cultivada en 19 departamentos, las principales zonas de producción es el departamento de Huánuco. Luego le sigue Junín y Puno que son los que mayor técnica en el cultivo, uno de los principales productores de la zona del norte del Perú es el departamento de Arequipa. Cajamarca es uno de los seis primeros productores a nivel nacional ya que se encuentra en una zona humedad, lo cual permite que la producción de variedades comercialmente sea de consumo fresco y de mejor procesamiento. El 90% de estas cosechas se instalan en la sierra²⁵.

Almidón de la papa

Los cultivos de los agricultores de plantas como maíz, arroz, trigo y papa, es uno de los principales productores del almidón. Que vienen de la especie *Solanum tuberosum*, antiguamente los almidones se han utilizado para alimentación y para diversos usos. Los egipcios, y luego los romanos dieron al almidón como utilización de adhesivos, comúnmente este uso se sigue aplicando en vigor. Los griegos utilizaron con el fin de realizar medicinas para su población. A parte del sector alimentario, actualmente esto se ha ido utilizando con fines industriales: como una sustancia aplicado en el concreto con el fin de mejorar el tiempo de curado; para mejorar la viscosidad en los lodos de perforación en los pozos de

petróleo para sellar los poros de las paredes; en la elaboración de hojas; en aplicaciones de yesos como enlucidos, en los tableros tipo Pladur; como recubrimiento de semillas; fertilizantes; adhesivos; bioplásticos, entre otros. Esto se debe a que los almidones presentan una gran importancia al sustituir materiales poliméricos, con el fin de reducir la contaminación ambiental²⁶.

Composición química y propiedades del almidón

El almidón o también llamado fécula de patata es un polisacárido insoluble, material que no puede disolverse, consistente en unidades de glucosa, mayormente estos gránulos están depositados en los tejidos de plantas como tubérculos y raíces. La amilopectina y amilosa son los principales componentes que presenta el almidón. Se sabe que La amilosa se representa de manera lineal y la amilopectina se conforma de una manera ramificada²⁷.

Procesos de extracción del almidón de la cáscara de papa

El almidón o fécula de la papa de estar seguida de procedimiento o tratamiento en distintas fases que nos ayudaran para la obtención de éstas:

- Lavado: Principal etapa donde se tiene que realizar cuidadosamente para que así las cáscaras de papa no presenten zonas sucias y/o maltratadas, con la finalidad de examinarlas.
- Molienda: Es el proceso por el cual las cáscaras de papa pasan una máquina llamada molino, donde consiste extraer el producto que se presenta en una masa suave.
- Extracción: Es la extracción del almidón, que se da en consecuencia de haber realizado el proceso de molienda donde se la coloca en una zaranda vibratoria con una adición de agua. Después de realizado este proceso se coloca en una probeta de decantación.
- Decantación: El almidón extraído es colocado en probetas lo cual tiene que estar en reposo total, eso conllevará a que se presente en el fondo de las probetas, una vez ocurrido esto se retira el agua de la probeta.

- Secado: Este proceso tiene la finalidad de eliminar la humedad que fue generada por el agua. La probeta de almidón es llevada a un horno a una temperatura de 40°C con el fin de extraer todo el contenido de agua que presente.
- Molienda: Es colocado en un molino, el cual lo convierte en un polvo suave, listo para utilizarse.
- Por último, se procede a colocar en un empaque para ser transportado y utilizado²⁸.

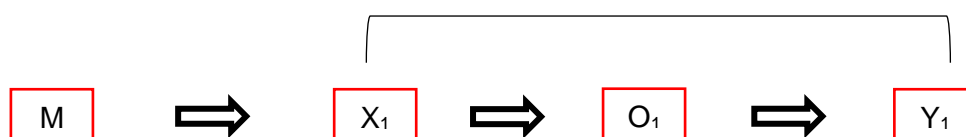
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación de acuerdo al fin:

La investigación aplicada es conjunto de ideas nuevas, esta puede clasificarse en pura o básica, tiene la finalidad de dar solución a los diversos problemas de manera rápida²⁹.

La investigación es de tipo aplicada, ya que los conocimientos que se generan mediante esta investigación nos ayudó a solucionar un problema que aparece en los suelos arcillosos. Y a la vez redujo el impacto ambiental que ocasionan dándole una mejor utilización a estos.



M: Muestra que se empleó en la investigación. (Suelos arcilloso)

X₁: Variable independiente. (Almidón de la cáscara de papa)

O₁: Resultados obtenidos.

Y₁: Variable dependiente. (Estabilización de suelos arcillosos)

Tipo de investigación de acuerdo al nivel:

El nivel de investigación explicativa tiene la finalidad de interpretar la causa y efecto que conlleva una variable dependiente en función de una variable independiente³⁰.

La investigación es de nivel explicativo, ya que no solo se dio una descripción, sino que se también se dio la explicación para mejorar sus propiedades de la subrasante en un suelo arcilloso.

Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:

El diseño de estudio fue cuasi experimental, ya que manipula por lo menos una variable independiente deliberadamente para ver su relación o efecto con la variable dependiente³¹.

El almidón de la cáscara de papa se manipuló intencionalmente en porcentajes de 3%, 5% y 8% al volumen de la muestra de la subrasante.

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

El enfoque cuantitativo es aquel que tiene la propiedad de recolectar y comparar datos, tanto de la variable dependiente como de la variable independiente, con el fin de ir realizando las preguntas y objetivos las cuales surgen de la hipótesis³².

La presente investigación tuvo un enfoque de tipo cuantitativo, ya que valores numéricos predominan, busca las causas, la aclaración de los datos obtenidos y usa evaluaciones in situ.

3.2. Variables y operacionalización

Una variable es un aspecto que es medida, estos pueden ser seres vivos, objetos o fenómenos; para la investigación científica es importante relacionar las variables debido a que a esto se le llama elaboración hipotética³³.

La operacionalización de variables es todo relacionado a la cualidad que puede ser medida o manipulada, por lo tanto, el estudio de investigación puede ser de forma ordenada, en tal sentido se considera valores diferentes ya sea cuantitativos o cualitativos y a su vez pueden ser descritos de forma operacional o conceptual³⁴.

Variable independiente v1: Almidón de cáscara de papa

Variable dependiente v2: Estabilización de los suelos arcillosos

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

“La población es un conjunto pequeño o absoluto con cualidades equivalentes para los cuales las conclusiones de la investigación serán amplias. El cual queda limitada por los objetivos y el problema de investigación” [35].

La población está constituida por el suelo arcilloso que se presenta en el centro poblado de Yanuyacu Bajo - Señor Cautivo, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

Muestra:

Una muestra es un subconjunto específico y limitado que se obtiene con la finalidad de investigar las propiedades o características de la población³⁶.

La muestra que se analizó es la subrasante de la carretera Yanuyacu bajo – Señor Cautivo; esta carretera presenta diferentes tramos a nivel de subrasante que tiene alto contenido de arcilla, por lo que se puede decir que tiene baja capacidad portante y no cumple con los requisitos del MTC. Para la toma de muestra de suelo establecidos en el Manual de carreteras – 2014, Figura 1, indica que se clasifica como una carretera de tipo de bajo volumen de tránsito, con un I.M.D.A menor de 200 vehículos por día, lo cual indica que se hará 1 calicatas/km como mínimo, además se realizará un ensayo de CBR ya que el Manual de carreteras nos dice que cada 3 kilómetros se realiza un ensayo de CBR. Por lo que la muestra de nuestro proyecto de investigación es 3 km. de la carretera del centro poblado de Yanuyacu Bajo – Cajamarca. Las calicatas que se realizarán son excavaciones de 1.50 m de profundidad como mínimo, un ancho de 1.00 m y de largo 1.60 m.

Figura 2. Cuadro 4.1 Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 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	1.50m respecto al nivel de subrasante 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.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 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.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras - Sección de Suelos y Pavimentos.

Figura 3. Cuadro 4.2 Número de Ensayos Mr y CBR

Tipo de Carretera	Nº Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr 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 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr 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"> Cada 1 km se realizará un CBR
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 de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras - Sección de Suelos y Pavimentos.

Muestreo:

El muestreo tiene la finalidad de identificar la población escogida, que se da mediante la muestra sacada partiendo de la misma, esto puede dar de dos maneras tanto al azar como escogida por criterio del investigador³⁷.

Para el muestreo en la investigación, es de tipo no probabilístico ya que la muestra no fue elegida al azar, se eligió la muestra analizando el tramo más crítico.

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

Para este proyecto de investigación la técnica de recolección de datos fue retrospectiva, ya que se da mediante el método del análisis documental, el cual, dio la oportunidad de obtener datos mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las tesis con antecedentes de mejoramiento de subrasante, los cuales se buscó en los repositorios de las Universidades que cuentan con la carrera de Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional; así mismo, también se obtuvo la teoría del mejoramiento de subrasante en los Artículos Científicos, los cuales se encontró en las páginas web de las revistas de investigación on-line.

Validez

Esta característica de los instrumentos que se van a utilizar en la investigación radica que estos midan con exactitud y autenticidad todo aquel resultado que se quieran medir a una variable³⁸.

Los instrumentos utilizados en la investigación para recopilación de datos establecidos, cuenta con la certificación de validez los cuales se encuentran en las páginas web de las revistas de investigación on-line.

Confiabilidad

La confiabilidad quiere decir que cuando se utiliza un instrumento o equipo de diferentes ocasiones y nos arroja resultados coherentes o una medida a precisión y que sea confiable de forma consiente³⁹.

Para garantizar la confiabilidad, los instrumentos a utilizar tienen que contar con la autenticidad de los autores.

3.5. Procedimientos

Tipo de procedimiento es retrospectivo, ya que se realizó en la búsqueda de las tesis referentes a nuestra investigación por nuestra técnica documental, en base a las similitudes condiciones (tipo de suelo, tipo de aditivos, tipo de ensayos, similar altitud y similar lugar) para posteriormente a ello, obtener sus datos mediante la Interpolación respetando los aportes; para luego, poder realizar nuestros propios análisis de resultados, los mismos que serán presentado en tablas y gráficos.

3.6. Método de Análisis de datos

En el análisis de datos especifican a los diversos métodos a los que estará sujeto los resultados que se obtengan (registro, clasificación y tabulación) los datos recolectados serán interpretadas con las técnicas estadísticas y lógicas⁴⁰.

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

3.7. Aspecto Éticos

Como alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil, este trabajo se desarrolló con la completa honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado tesis de otros autores, respetando sus aportes, por otro lado, la elaboración de referencias bibliográficas estará rígidamente por la norma ISO 690:2010.

IV. RESULTADOS

Tema del proyecto

La presente investigación consistió en evaluar la Influencia del almidón de la cáscara de papa para mejorar sus propiedades de la subrasante en suelo arcillosos provincia de Jaén - Cajamarca 2020

Trabajo De Obtención de Datos

El día 18 de Marzo del 2020 en Perú se decretó en estado de emergencia (inmovilización total domiciliaria), así mismo se dictó emergencia sanitaria, nos tocó vivir, donde el virus del Covid_19 estuvo convirtiendo en una Pandemia, lo cual estaba prohibida el transporte público, buses local e interprovincial, así mismo los laboratorios de suelo se mantuvieron cerrada durante la pandemia, por ende, si decide mejor en recojo de la información de los datos para elaborar el Desarrollo del Proyecto de Investigación que si realizara mediante la técnica de Análisis de Documental. Método en el cual, se dio la oportunidad de obtener datos mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las tesis presentes, si encuentra en repositorios de las Universidades que contaban con la Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional.

Trabajo De Laboratorio

Las tablas y figuras bases de los ensayos de Atterberg (limites líquidos, limites plásticos, índice de plasticidad), Proctor modificado (densidad máxima seca, contenido humedad optimo) y CBR (resistencia a compresión) que se apreciara a continuación fueron obtenidas por medio de análisis documental a los ensayos practicados y presentes en las tesis ya investigados.

Interpolación lineal

La interpolación es un proceso de estimación de valores entre los puntos conocidos. MATLAB tiene funciones de interpolación basadas en polinomios y transformaciones de Fourier. Es el subconjunto matemático del análisis numérico. La interpolación se llama obtener nuevos puntos basados en el conocimiento de un conjunto de puntos. También la interpolación es una técnica muy útil para aproximar funciones, para estimar valores intermedios de las mismas en una serie de datos.

Resultados comparativos de laboratorio encontrados de las respectivas tesis:

Tesis 1:

“EVALUACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS ARCILLOSOS USADOS EN SUBRASANTES AL ADICIONAR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ, CAJAMARCA 2016”

Fuente: Llamoga,2017.

Tabla 1. Resultado del Testista de su Ensayo de Límite de Atterberg

LÍMITE DE ATTERBERG	0%	4%	7%	10%
LÍMITE LIQUIDO (LL)	44.53	36.33	27.51	46.42
LÍMITE PLASTICO (LP)	24.51	22.30	19.38	25.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	20.02	14.03	8.13	21.42

Fuente: Llamoga,2017.

Límite Líquido (LL)

Cálculo y1, y2 y y3 con interpolación lineal

PARA 3%	
0	44.53
3	Y1
4	36.33

PARA 5%	
4	36.33
5	Y2
7	27.51

$$Y1 = 44.53 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (36.33 - 44.53)$$

$$Y2 = 36.33 + \frac{5 - 4}{7 - 4} * (27.51 - 36.33)$$

Y1=	38.38
-----	--------------

Y2 =	33.39
------	--------------

PARA 8%	
7	27.51
8	Y3
10	46.42

$$Y3 = 27.51 + \frac{8 - 7}{10 - 7} * (46.42 - 27.51)$$

Y3 =	33.81
------	--------------

Límite Plástico (LP)

Cálculo y1, y2 y y3 con interpolación lineal

PARA 3%	
0	24.51
3	Y1
4	22.30

$$Y1 = 24.51 + \frac{3-0}{4-0} * (22.30 - 24.51)$$

Y1=	22.85
-----	--------------

PARA 5%	
4	22.30
5	Y2
7	19.38

$$Y2 = 22.30 + \frac{5-4}{7-4} * (19.38 - 22.30)$$

Y2 =	21.33
------	--------------

PARA 8%	
7	19.38
8	Y3
10	25.00

$$Y3 = 19.38 + \frac{8-7}{10-7} * (25 - 19.38)$$

Y3 =	21.25
------	--------------

Índice Plasticidad (IP)

Calculo y1, y2 y y3 con interpolación lineal

PARA 3%	
0	20.02
3	Y1
4	14.03

$$Y1 = 20.02 + \frac{3-0}{4-0} * (14.03 - 20.02)$$

Y1=	15.53
-----	--------------

PARA 5%	
4	14.03
5	Y2
7	8.13

$$Y2 = 14.03 + \frac{5-4}{7-4} * (8.13 - 14.03)$$

Y2 =	12.06
------	--------------

PARA 8%	
7	8.13
8	Y3
10	21.42

$$Y3 = 8.13 + \frac{8-7}{10-7} * (21.42 - 8.13)$$

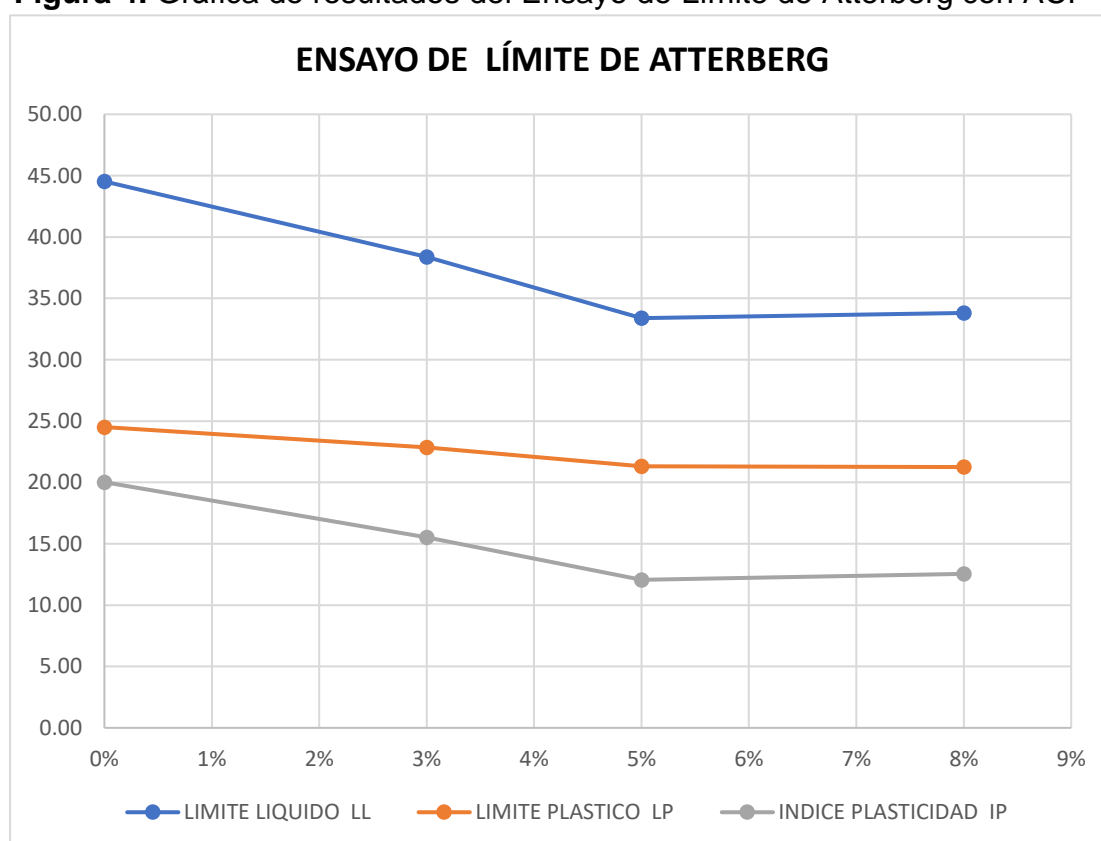
Y3 =	12.56
------	--------------

Tabla 2. Resumen de resultados del Ensayo de Límite de Atterberg con ACP

LÍMITE DE ATTERBERG	0%	3%	5%	8%
LÍMITE LIQUIDO (LL)	44.53	38.38	33.39	33.81
LÍMITE PLASTICO (LP)	24.51	22.85	21.33	21.25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	20.02	15.53	12.06	12.56

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 4. Gráfica de resultados del Ensayo de Límite de Atterberg con ACP



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación. En la figura se observa, los resultados de limite plástico, limite líquido, índice de plasticidad y almidón de cáscara de papa (ACP), del porcentaje patrón que es 0%, al momento de adicionar el ACP tiende a disminuir, con un porcentaje de 3% de ACP el LL=38.38, LP=22.85 Y IP= 15.53 y con el porcentaje 5% de ACP el LL=33.39, LP=21.33 Y IP= 12.06 y con el porcentaje de 8% de ACP el LL=33.81, LP=21.25 Y IP= 12.56, todo eso se aplica en la subrasante.

Tabla 3. Resultados del Testista del Ensayo de Proctor Modificado

	0%			
MUESTRA #	1	2	3	4
DENSIDAD SECA kg/m3	1.699	1.722	1.712	1.639
CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.63	16.37	18.31	20.15
	4%			
MUESTRA #	1	2	3	4
DENSIDAD SECA kg/m3	1.723	1.735	1.685	1.631
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.37	17.56	19.48	20.28
	7%			
MUESTRA #	1	2	3	4
DENSIDAD SECA kg/m3	1.702	1.762	1.748	1.656
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.81	17.87	19.04	20.45
	10%			
MUESTRA #	1	2	3	4
DENSIDAD SECA kg/m3	1.697	1.707	1.648	1.631
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.19	19.23	21.58	22.25

Fuente: Llamoga,2017.

Densidad Seca (Ds) 3%

Cálculo de la muestra M1, M2, M3 Y M4 con interpolación lineal

PARA 3%	
0	1.699
3	M # 1
4	1.723

$$M1 = 1.699 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (1.723 - 1.699)$$

M #1=	1.717
-------	-------

PARA 3%	
0	1.722
3	M # 2
4	1.735

$$M2 = 1.722 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (1.735 - 1.722)$$

M #2=	1.732
-------	-------

PARA 3%	
0	1.712
3	M # 3
4	1.685

$$M3 = 1.712 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (1.685 - 1.712)$$

M #3=	1.692
-------	-------

PARA 3%	
0	1.639
3	M # 4
4	1.631

$$M4 = 1.639 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (1.631 - 1.639)$$

M #4 =	1.633
--------	-------

Contenido Humedad (CH) 3%

Cálculo de la muestra M1, M2, M3 Y M4 con interpolación lineal

PARA 3%	
0	14.63
3	M # 1
4	15.37

$$M1 = 14.63 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (15.37 - 14.63)$$

M #1=	15.19
-------	-------

PARA 3%	
0	16.37
3	M # 2
4	17.56

$$M2 = 16.37 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (17.56 - 16.37)$$

M #2=	17.26
-------	-------

PARA 3%	
0	18.31
3	M # 3
4	19.48

$$M3 = 18.31 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (19.48 - 18.31)$$

M #3=	19.19
-------	-------

PARA 3%	
0	20.15
3	M # 4
4	20.28

$$M4 = 20.15 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (20.28 - 20.15)$$

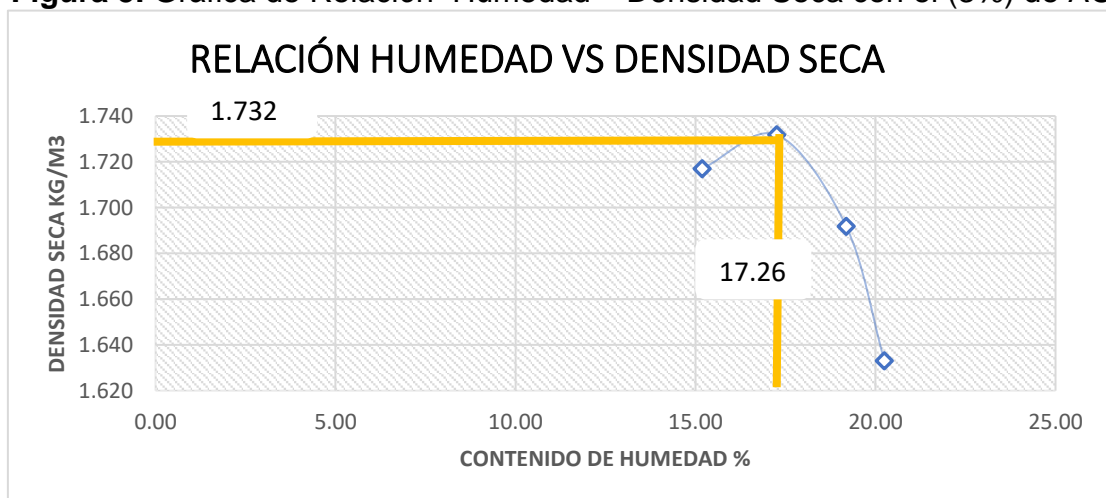
M #4 =	20.25
--------	-------

Tabla 4. Resultados del Ensayo de Proctor Modificado con el (3%) de ACP

MUESTRA #	3%			
	1	2	3	4
DENSIDAD SECA kg/m ³	1.717	1.732	1.692	1.633
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.19	17.26	19.19	20.25

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Gráfica de Relación Humedad – Densidad Seca con el (3%) de ACP



Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura se observa la curva de compactación, de mismo modo la relación de densidad seca y contenido de humedad, añadiendo el 3% de ACP nos da un resultado de un óptimo de contenido de humedad de 17.26% y la densidad seca 1.732 kg/m³.

Densidad Seca (Ds) 5%

Cálculo de la muestra M1, M2, M3 Y M4 con interpolación lineal

PARA 5%	
4	1.723
5	M # 1
7	1.702

$$M1 = 1.723 + \frac{5-4}{7-4} * (1.702 - 1.723)$$

M #1=	1.716
-------	-------

PARA 5%	
4	1.735
5	M # 2
7	1.762

$$M2 = 1.735 + \frac{5-4}{7-4} * (1.762 - 1.735)$$

M #2=	1.744
-------	-------

PARA 5%	
4	1.685
5	M # 3
7	1.748

$$M3 = 1.685 + \frac{5-4}{7-4} * (1.748 - 1.685)$$

M #3=	1.706
-------	-------

PARA 5%	
4	1.631
5	M # 4
7	1.656

$$M4 = 1.631 + \frac{5-4}{7-4} * (1.656 - 1.631)$$

M #4 =	1.639
--------	-------

Contenido Humedad (CH) 5%

Cálculo de la muestra M1, M2, M3 Y M4 con interpolación lineal

PARA 5%	
4	15.37
5	M # 1
7	15.81

$$M1 = 15.37 + \frac{5-4}{7-4} * (15.81 - 15.37)$$

M #1=	15.52
-------	-------

PARA 5%	
4	17.56
5	M # 2
7	17.87

$$M2 = 17.56 + \frac{5-4}{7-4} * (17.87 - 17.56)$$

M #2=	17.66
-------	-------

PARA 5%	
4	19.48
5	M # 3
7	19.04

$$M3 = 19.48 + \frac{5 - 4}{7 - 4} * (19.04 - 19.48)$$

M #3=	19.33
-------	-------

PARA 5%	
4	20.28
5	M # 4
7	20.45

$$M4 = 20.28 + \frac{5 - 4}{7 - 4} * (20.45 - 20.28)$$

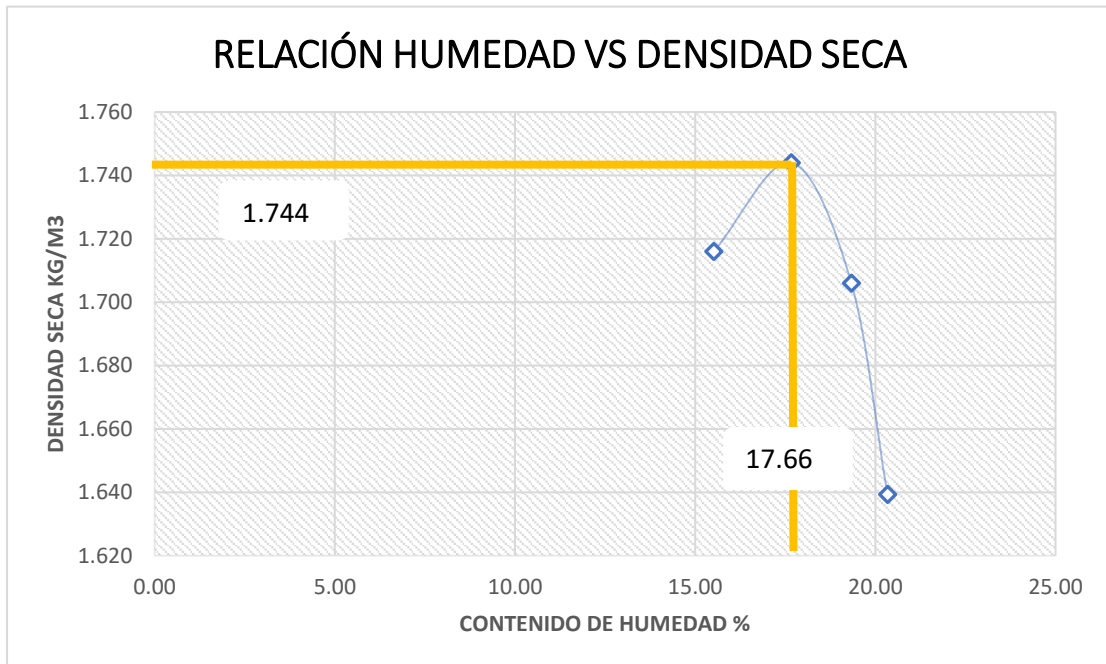
M #4 =	20.34
--------	-------

Tabla 5. Resultados del Ensayo de Proctor Modificado con el (5%) de ACP

MUESTRA #	5%			
	1	2	3	4
DENSIDAD SECA kg/m3	1.716	1.744	1.706	1.639
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.52	17.66	19.33	20.34

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Gráfica de Relación Humedad – Densidad Seca con el (5%) de ACP



Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura se observa la curva de compactación, de mismo modo la relación de densidad seca y contenido de humedad, añadiendo el 5% de ACP nos da un resultado de un óptimo de contenido de humedad de 17.66 % y la densidad seca 1.744 kg/m3.

Densidad Seca (Ds) 8%

Cálculo de la muestra M1, M2, M3 Y M4 con interpolación lineal

PARA 8%	
7	1.702
8	M # 1
10	1.697

$$M1 = 1.702 + \frac{8-7}{10-7} * (1.697 - 1.702)$$

M #1=	1.700
-------	-------

PARA 8%	
7	1.762
8	M # 2
10	1.707

$$M2 = 1.762 + \frac{8-7}{10-7} * (1.707 - 1.762)$$

M #2=	1.744
-------	-------

PARA 8%	
7	1.748
8	M # 3
10	1.648

$$M3 = 1.748 + \frac{8-7}{10-7} * (1.648 - 1.748)$$

M #3=	1.715
-------	-------

PARA 8%	
0	1.656
3	M # 4
4	1.631

$$M4 = 1.656 + \frac{8-7}{10-7} * (1.631 - 1.656)$$

M #4 =	1.637
--------	-------

Contenido Humedad (CH) 8%

Cálculo de la muestra M1, M2, M3 Y M4 con interpolación lineal

PARA 8%	
7	15.81
8	M # 1
10	17.19

$$M1 = 15.81 + \frac{8-7}{10-7} * (17.19 - 15.81)$$

M #1=	16.27
-------	-------

PARA 8%	
7	17.87
8	M # 2
10	19.23

$$M2 = 17.87 + \frac{8-7}{10-7} * (19.23 - 17.87)$$

M #2=	18.32
-------	-------

PARA 8%	
7	19.04
8	M # 3
10	21.58

$$M3 = 19.04 + \frac{8 - 7}{10 - 7} * (21.58 - 19.04)$$

M #3=	19.89
-------	-------

PARA 8%	
0	20.45
3	M # 4
4	22.25

$$M4 = 20.45 + \frac{8 - 7}{10 - 7} * (22.25 - 20.45)$$

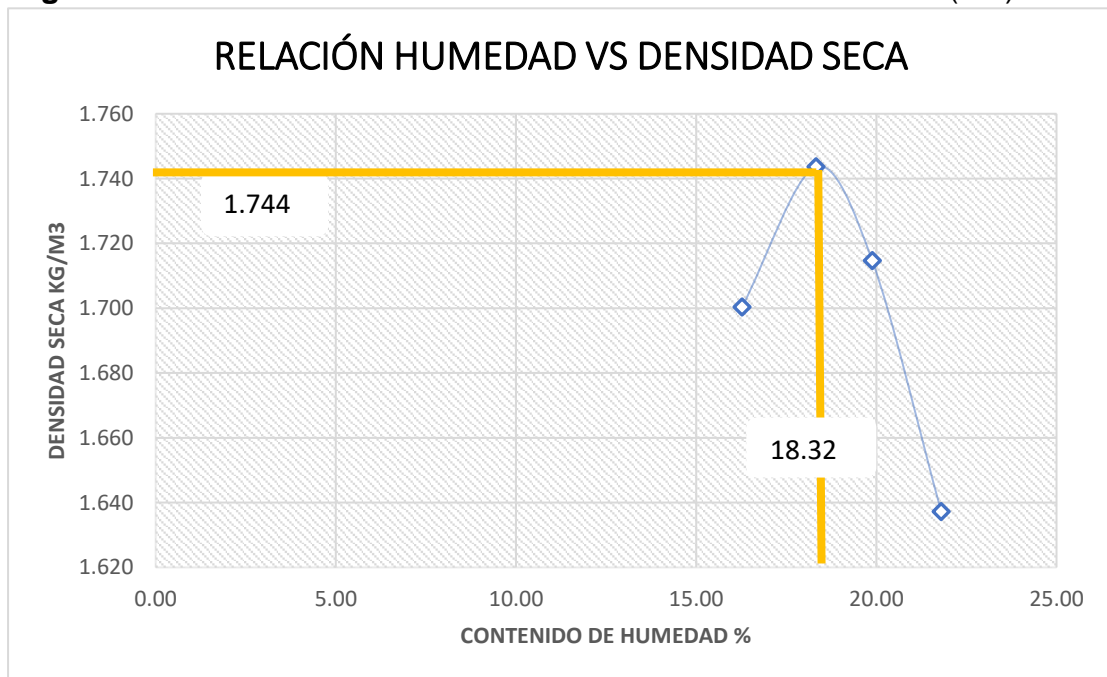
M #4 =	21.80
--------	-------

Tabla 6. Resultados del Ensayo de Proctor Modificado con el (8%) de ACP

MUESTRA #	8%			
	1	2	3	4
DENSIDAD SECA kg/m3	1.700	1.744	1.715	1.637
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.27	18.32	19.89	21.80

Fuente: elaboración propia

Figura 7. Gráfica de Relación Humedad – Densidad Seca con el (8%) de ACP



Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura se observa la curva de compactación, de mismo modo la relación de densidad seca y contenido de humedad, añadiendo el 8% de ACP nos da un resultado de un óptimo de contenido de humedad de 18.32 % y la densidad seca 1.744 kg/m3.

Tabla 7. Resultados del Testista del Ensayo de CBR

CBR	0%	4%	7%	10%
Ds. Max	1.722	1.735	1.762	1.707
95% Ds Max.	1.636	1.650	1.674	1.622
CBR	2.85	4.52	7.80	2.00

Fuente: Llamoga,2017.

Densidad seca máximo (Ds.max.)

Cálculo y1, y2 y y3 con interpolación lineal

PARA 3%	
0	1.722
3	Y1
4	1.735

$$Y1 = 1.722 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (1.735 - 1.722)$$

Y1 =	1.732
------	-------

PARA 5%	
4	1.735
5	Y2
7	1.762

$$Y2 = 1.735 + \frac{5 - 4}{7 - 4} * (1.762 - 1.735)$$

Y2 =	1.744
------	-------

PARA 8%	
7	1.762
8	Y3
10	1.707

$$Y3 = 1.762 + \frac{8 - 7}{10 - 7} * (1.707 - 1.762)$$

Y3 =	1.744
------	-------

95% Densidad seca máximo (Ds.max.)

Cálculo y1, y2 y y3 con interpolación lineal

PARA 3%	
0	1.636
3	Y1
4	1.650

$$Y1 = 1.636 + \frac{3 - 0}{4 - 0} * (1.650 - 1.636)$$

Y1 =	1.647
------	-------

PARA 5%	
4	1.650
5	Y2
7	1.674

$$Y2 = 1.650 + \frac{5 - 4}{7 - 4} * (1.674 - 1.650)$$

Y2 =	1.658
------	-------

PARA 8%	
7	1.674
8	Y3
10	1.622

$$Y3 = 1.674 + \frac{8-7}{10-7} * (1.622 - 1.674)$$

Y3 =	1.657
------	-------

CBR

Cálculo y1, y2 y y3 con interpolación lineal

PARA 3%	
0	2.85
3	Y1
4	4.520

$$Y1 = 2.850 + \frac{3-0}{4-0} * (4.520 - 2.850)$$

Y1 =	4.103
------	-------

PARA 5%	
4	4.520
5	Y2
7	7.800

$$Y2 = 4.520 + \frac{5-4}{7-4} * (7.800 - 4.520)$$

Y2 =	5.613
------	-------

PARA 8%	
7	1.780
8	Y3
10	2.000

$$Y3 = 7.800 + \frac{8-7}{10-7} * (2.00 - 7.800)$$

Y3 =	5.867
------	-------

Tabla 8. Resumen de Resultados del Ensayo de CBR con ACP

CBR	0%	3%	5%	8%
Ds. Max	1.722	1.732	1.744	1.744
95% Ds Max.	1.636	1.647	1.658	1.657
CBR	2.85	4.10	5.61	5.87

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 8. Resultados del Testista Ensayo de Carga-Penetración 0% de CCA

Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	N° de Divisiones	Carga	Esfuerzo	N° de Divisiones	Carga	Esfuerzo	N° de Divisiones	Carga	Esfuerzo
			lh	lh/pulg ²		lh	lh/pulg ²		lh	lh/pulg ²
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.025	3.00	22.50	7.17	7.00	52.50	16.72	9.00	67.50	21.50
1.27	0.050	5.00	37.50	11.94	10.00	75.00	23.89	13.00	97.50	31.05
1.91	0.075	7.00	52.50	16.72	13.00	97.50	31.05	17.00	127.50	40.61
2.54	0.100	9.00	67.50	21.50	15.00	112.50	35.83	21.00	157.50	50.16
3.18	0.125	11.00	82.50	26.27	17.00	127.50	40.61	25.00	187.50	59.71
3.81	0.150	13.00	97.50	31.05	19.00	142.50	45.38	28.00	210.00	66.88
4.45	0.175	15.00	112.50	35.83	21.00	157.50	50.16	31.00	232.50	74.04
5.08	0.200	16.00	120.00	38.22	24.00	180.00	57.32	34.00	255.00	81.21
6.35	0.25	19.00	142.50	45.38	28.00	210.00	66.88	40.00	300.00	95.54
7.62	0.30	21.00	157.50	50.16	32.00	240.00	76.43	45.00	337.50	107.48
8.89	0.35	23.00	172.50	54.94	36.00	270.00	85.99	51.00	382.50	121.82
10.16	0.400	25.00	187.50	59.71	41.00	307.50	97.93	56.00	420.00	133.76
11.43	0.450	26.00	195.00	62.10	45.00	337.50	107.48	59.00	442.50	140.92
12.70	0.500	28.00	210.00	66.88	49.00	367.50	117.04	63.00	472.50	150.48

Fuente: Llamoga,2017.

Figura 9. Resultados del Testista Ensayo de Carga-Penetración 4% de CCA

Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	N° de Divisiones	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)	N° de Divisiones	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)	N° de Divisiones	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.025	8.00	60.00	19.11	10.00	75.00	23.89	14.00	105.00	33.44
1.27	0.050	12.00	90.00	28.66	19.00	142.50	45.38	22.00	165.00	52.55
1.91	0.075	14.00	105.00	33.44	25.00	187.50	59.71	29.00	217.50	69.27
2.54	0.100	17.00	127.50	40.61	29.00	217.50	69.27	36.30	272.25	86.70
3.18	0.125	18.00	135.00	42.99	33.50	251.25	80.02	42.00	315.00	100.32
3.81	0.150	19.00	142.50	45.38	36.80	276.00	87.90	47.00	352.50	112.26
4.45	0.175	21.00	157.50	50.16	40.00	300.00	95.54	52.00	390.00	124.20
5.08	0.200	22.80	171.00	54.46	42.00	315.00	100.32	56.20	421.50	134.24
6.35	0.250	23.30	174.75	55.65	45.00	337.50	107.48	64.00	480.00	152.87
7.62	0.300	24.50	183.75	58.52	48.00	360.00	114.65	69.80	523.50	166.72
8.89	0.350	25.50	191.25	60.91	49.50	371.25	118.23	76.00	570.00	181.53
10.16	0.400	26.80	201.00	64.01	52.00	390.00	124.20	82.00	615.00	195.86
11.43	0.450	27.00	202.50	64.49	55.00	412.50	131.37	85.00	637.50	203.03
12.70	0.500	28.00	210.00	66.88	58.00	435.00	138.54	87.00	652.50	207.80

Fuente: Llamoga,2017

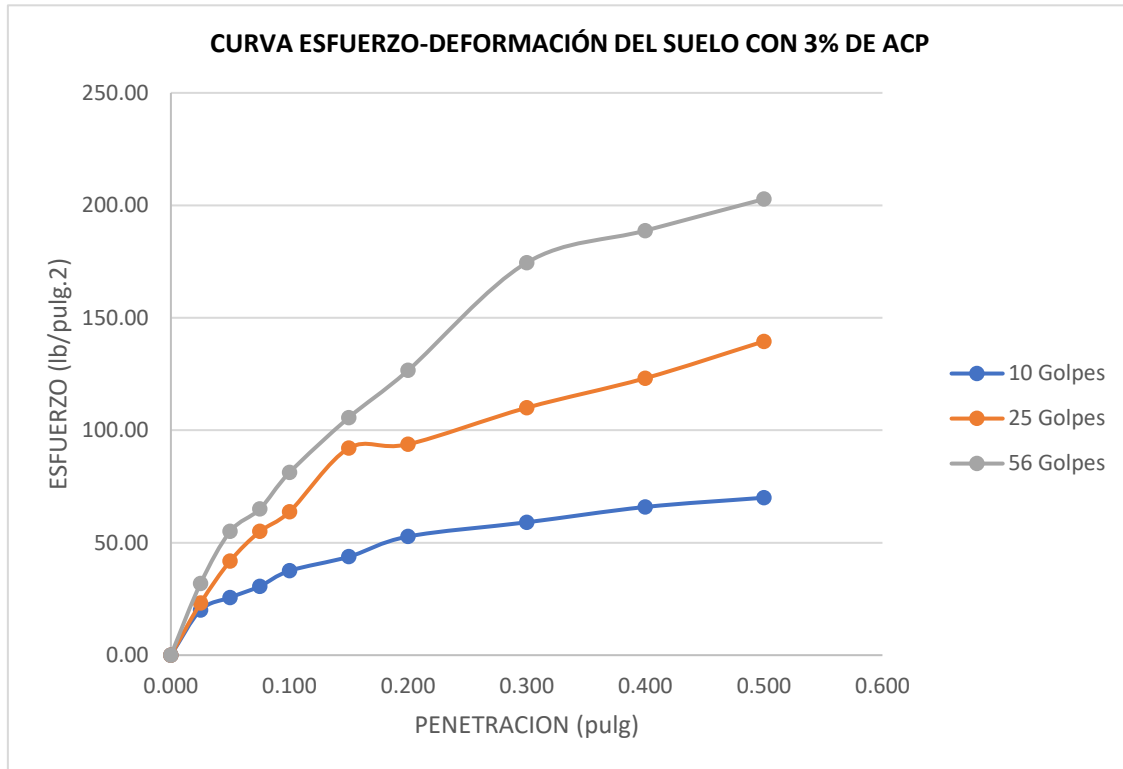
Tabla 9. Resultados del ensayo de carga - penetración con 3% ACP

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
MM	PULG.	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO
			Lb	Lb/pulg.2		Lb	Lb/pulg.2		Lb	Lb/pulg.2
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.025	6.75	60.00	20.00	9.25	69.38	23.13	12.75	95.63	31.88
1.27	0.050	10.25	76.88	25.63	16.75	125.63	41.88	22.00	165.00	55.00
1.91	0.075	12.25	91.88	30.63	22.00	165.00	55.00	29.00	195.00	65.00
2.54	0.100	15.00	112.50	37.50	25.50	191.25	63.75	32.48	243.56	81.19
3.81	0.150	17.50	131.25	43.75	32.35	276.00	92.00	47.00	316.88	105.63
5.08	0.200	21.10	158.25	52.75	36.75	281.25	93.75	56.20	379.88	126.63

7.62	0.300	23.63	177.19	59.06	44.00	330.00	110.00	63.60	523.50	174.50
10.16	0.400	26.35	197.63	65.88	49.25	369.37	123.12	82.00	566.25	188.75
12.70	0.500	28.00	210.00	70.00	55.75	418.53	139.51	87.00	608.25	202.75

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Gráfica de Curva de Esfuerzo – Deformación del Suelo con 3% de ACP



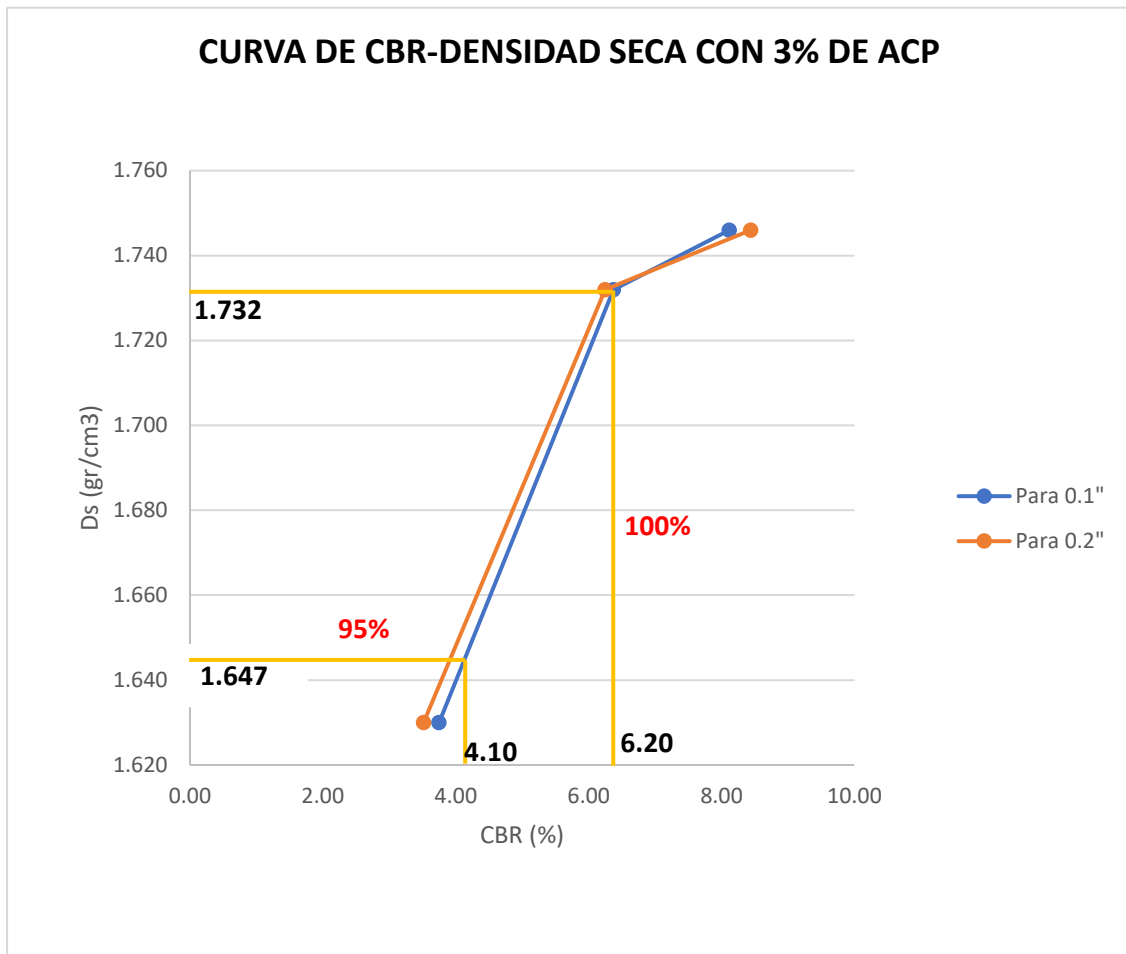
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resultados de CBR con 3% de ACP a 0.1" y 0.2" pulgadas

MOLDE N°	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
PENETRACION	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
ESFUERZO TERRENO (lb/pulg2)	37.50	52.75	63.75	93.75	81.19	126.63
ESFUERZO PATRÓN (lb/pulg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	3.75	3.52	6.38	6.25	8.12	8.44
Ds (kg/m3)	1.630	1.630	1.732	1.732	1.746	1.746

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Gráfica de Curva de CBR – Densidad Seca con 3% de ACP



Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura se observa la curva de CBR- densidad seca con 3% de ACP para 0.1" y 0.2", que al 95 % de Densidad seca máxima 1.647 nos da un CBR 4.10% y al 100% de densidad seca máxima 1.732 nos da un CBR 6.20%.

Figura 12. Resultados del Testista Ensayo de Carga-Penetración 7% de CCA

Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	N° de Divisiones	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)	N° de Divisiones	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)	N° de Divisiones	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)
0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.025	8.00	60.00	19.11	14.00	105.00	33.44	17.00	127.50	40.61
1.27	0.050	11.00	82.50	26.27	20.00	150.00	47.77	27.00	202.50	64.49
1.91	0.075	15.00	112.50	35.83	27.00	202.50	64.49	35.00	262.50	83.60
2.54	0.100	19.00	142.50	45.38	33.00	247.50	78.82	41.00	307.50	97.93
3.18	0.125	23.00	172.50	54.94	39.00	292.50	93.15	50.00	375.00	119.43
3.81	0.150	28.00	210.00	66.88	45.00	337.50	107.48	59.00	442.50	140.92
4.45	0.175	31.00	232.50	74.04	52.00	390.00	124.20	68.00	510.00	162.42
5.08	0.200	35.00	262.50	83.60	60.00	450.00	143.31	75.00	562.50	179.14
6.35	0.250	43.00	322.50	102.71	71.00	532.50	169.59	98.00	735.00	234.08
7.62	0.300	48.00	360.00	114.65	84.00	630.00	200.64	115.00	862.50	274.68
8.89	0.350	52.00	390.00	124.20	95.00	712.50	226.91	128.00	960.00	305.73
10.16	0.400	55.00	412.50	131.37	105.00	787.50	250.80	138.00	1035.00	329.62
11.43	0.450	59.00	442.50	140.92	111.00	832.50	265.13	146.00	1095.00	348.73
12.70	0.500	61.00	457.50	145.70	116.00	870.00	277.07	155.00	1162.50	370.22

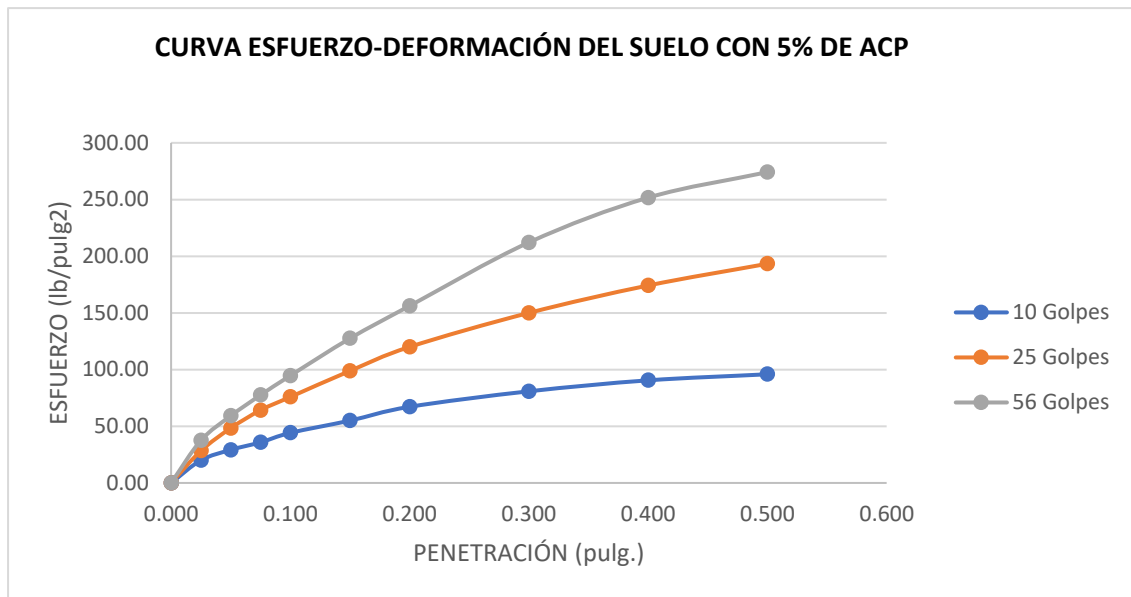
Fuente: Llamoga,2017

Tabla 11. Resultados del Ensayo de Carga- Penetración con 5% ACP

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
MM	PULG.	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO
			Lb	Lb/pulg.2		Lb	Lb/pulg.2		Lb	Lb/pulg.2
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.025	8.00	60.00	20.00	11.33	85.00	28.33	15.00	112.50	37.50
1.27	0.050	11.67	87.50	29.17	19.33	145.00	48.33	23.67	177.50	59.17
1.91	0.075	14.33	107.50	35.83	25.67	192.50	64.17	31.00	232.50	77.50
2.54	0.100	17.67	132.50	44.17	30.33	227.50	75.83	37.87	284.00	94.67
3.81	0.150	22.00	165.00	55.00	39.53	296.50	98.83	51.00	382.50	127.50
5.08	0.200	26.87	201.50	67.17	48.00	360.00	120.00	62.47	468.50	156.17
7.62	0.300	32.33	242.50	80.83	60.00	450.00	150.00	84.87	636.50	212.17
10.16	0.400	36.20	271.50	90.50	69.67	522.50	174.17	100.67	755.00	251.67
12.70	0.500	39.00	287.50	95.83	77.33	580.00	193.33	109.67	822.50	274.17

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Gráfica de Curva de Esfuerzo – Deformación del suelo con 5% de ACP



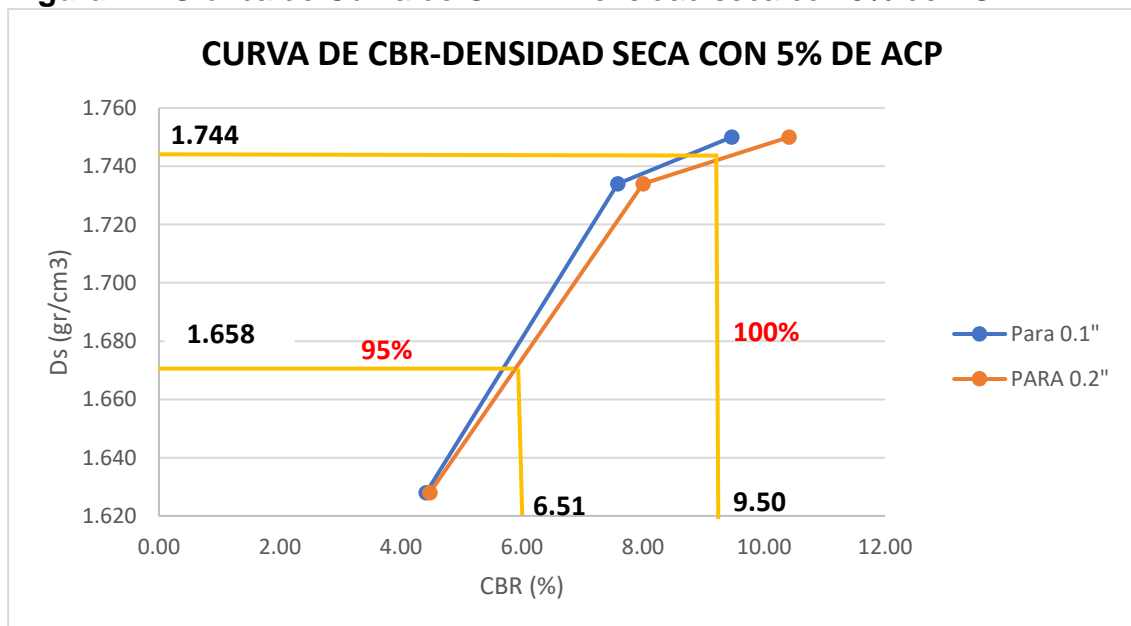
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Resultados de CBR con 5% de ACP a 0.1" y 0.2" pulgadas

MOLDE N°	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
ESFUERZO TERRENO (lb/pulg2)	44.17	67.17	75.83	120.00	94.67	156.17
ESFUERZO PATRÓN (lb/pulg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	4.42	4.48	7.58	8.00	9.47	10.41
Ds (kg/m3)	1.628	1.628	1.734	1.734	1.750	1.750

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Gráfica de Curva de CBR – Densidad seca con 5% de ACP



Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura se observa la curva de CBR- densidad seca con 5% de ACP para 0.1" y 0.2", que al 95 % de Densidad seca máxima 1.658 nos da un CBR 5.61% y al 100% de densidad seca máxima 1.744 nos da un CBR 9.50%.

Figura 15. Resultados del Testista Ensayo de Carga-Penetración 10% de CCA

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	N° de Divisione	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)	N° de Divisione	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)	N° de Divisione	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg ²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.025	1.00	7.50	2.39	3.00	22.50	7.17	8.00	60.00	19.11
1.27	0.050	3.00	22.50	7.17	7.00	52.50	16.72	12.00	90.00	28.66
1.91	0.075	5.00	37.50	11.94	10.00	75.00	23.89	15.00	112.50	35.83
2.54	0.100	7.00	52.50	16.72	13.00	97.50	31.05	18.00	135.00	42.99
3.18	0.125	9.00	67.50	21.50	15.00	112.50	35.83	22.00	165.00	52.55
3.81	0.150	10.00	75.00	23.89	18.00	135.00	42.99	24.00	180.00	57.32
4.45	0.175	11.00	82.50	26.27	20.00	150.00	47.77	27.00	202.50	64.49
5.08	0.200	12.00	90.00	28.66	23.00	172.50	54.94	30.00	225.00	71.66
6.35	0.250	15.00	112.50	35.83	27.00	202.50	64.49	34.00	255.00	81.21
7.62	0.300	17.00	127.50	40.61	31.00	232.50	74.04	38.00	285.00	90.76
8.89	0.350	19.00	142.50	45.38	34.00	255.00	81.21	41.00	307.50	97.93
10.16	0.400	21.00	157.50	50.16	37.00	277.50	88.38	45.00	337.50	107.48
11.43	0.450	23.00	172.50	54.94	39.00	292.50	93.15	48.00	360.00	114.65
12.70	0.500	25.00	187.50	59.71	40.00	300.00	95.54	51.00	382.50	121.82

Fuente: Llamoga,2017

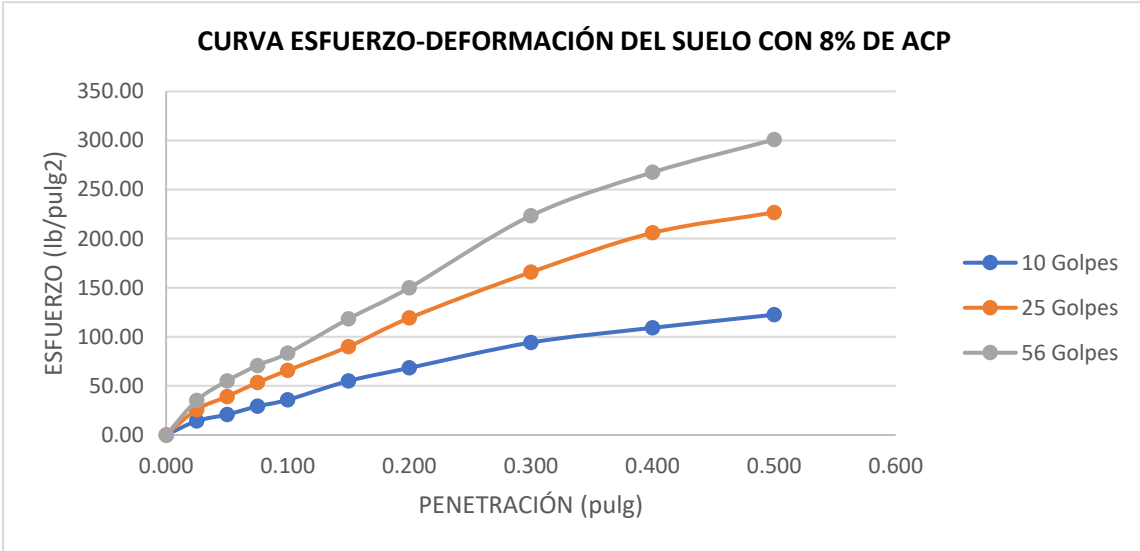
Tabla 13. Resultados del Ensayo de Carga- Penetración con 8% ACP

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
MM	PULG.	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO	N° DE DIVISIONES	CARGA	ESFUERZO
			Lb	Lb/pulg.2		Lb	Lb/pulg.2		Lb	Lb/pulg.2
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.025	5.67	42.50	14.17	10.33	77.50	25.83	14.00	105.00	35.00
1.27	0.050	8.33	62.50	20.83	15.67	117.50	39.17	22.00	165.00	55.00
1.91	0.075	11.67	87.50	29.17	21.33	160.00	53.33	28.33	212.50	70.83
2.54	0.100	15.00	107.50	35.83	26.33	197.50	65.83	33.33	250.00	83.33
3.81	0.150	22.00	165.00	55.00	36.00	270.00	90.00	47.33	355.00	118.33

5.08	0.200	27.33	205.00	68.33	47.67	357.50	119.17	60.00	450.00	150.00
7.62	0.300	37.67	282.50	94.17	66.33	497.50	165.83	89.33	670.00	223.33
10.16	0.400	43.67	327.50	109.17	82.33	617.50	205.83	107.00	802.50	267.50
12.70	0.500	49.00	367.50	122.50	90.67	680.00	226.67	120.33	902.50	300.83

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Curva de esfuerzo – deformación del suelo con 8% de ACP



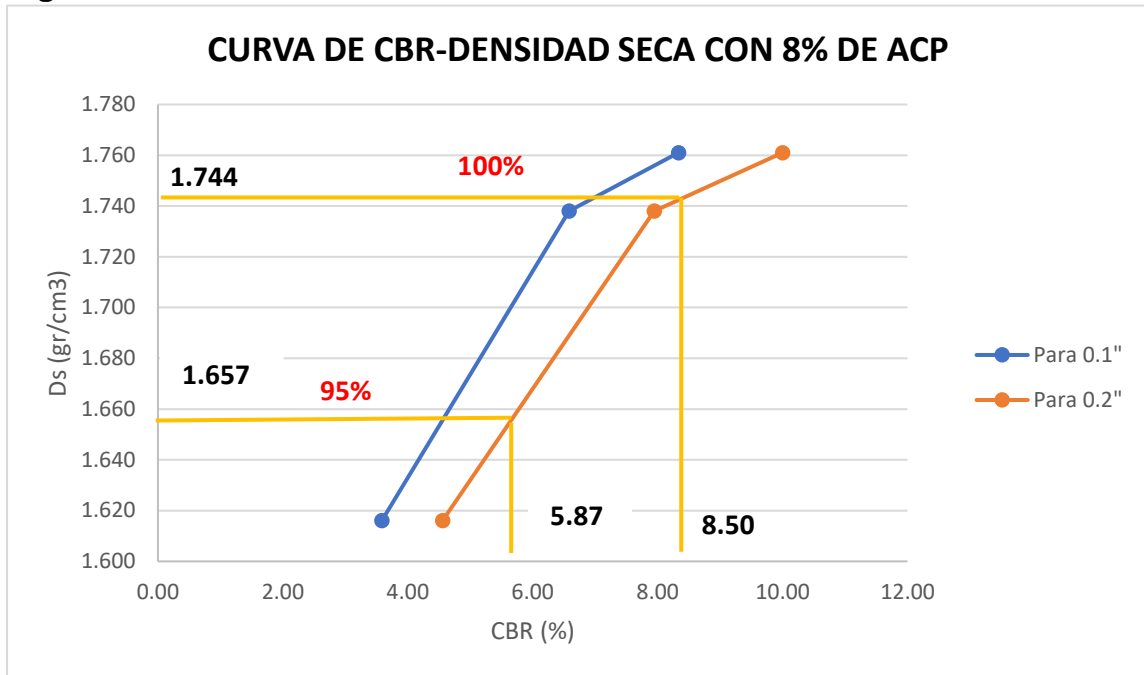
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resultados de CBR con 8% de ACP a 0.1" y 0.2" pulgadas

MOLDE N°	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
PENETRACIÓN						
ESFUERZO TERRENO (lb/pulg2)	35.83	68.33	65.83	119.17	83.33	150.00
ESFUERZO PATRÓN (lb/pulg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	3.58	4.56	6.58	7.94	8.33	10.00
Ds (kg/m3)	1.616	1.616	1.738	1.738	1.761	1.761

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Gráfica de Curva de CBR – Densidad Seca con 8% de ACP



Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura se observa la curva de CBR- densidad seca con 8% de ACP para 0.1" y 0.2", que al 95 % de Densidad seca máxima 1.657 nos da un CBR 5.87% y al 100% de densidad seca máxima 1.744 nos da un CBR 8.50%.

V. DISCUSIONES

5.1 Influencia de Almidón de cáscara de papa (ACP) en los resultados de Límites de Atterberg de la subrasante.

Resultado: Al aplicar el 3%, 5% y 8% de ACP a la subrasante que presenta suelos arcillosos, se consiguió reducir el límite líquido, el límite plástico y así mismo el índice de plasticidad con el porcentaje de 3%, eso quiere decir que el aditivo que estamos aplicando puede trabajar normal del 3%,5%,8% sucesivamente aplicado a la subrasante.

Antecedente: Gálvez Reyes, Santoyo Villegas (2019) en su investigación aplicó porcentajes de CCA de 3%, 10% y 15% directamente al terreno de suelo arcilloso, de esta manera se obtuvieron cambios en cuanto a los resultados del ensayo de Límite de Atterberg, ya que el límite líquido, límite plástico e Índice de plasticidad aumentó con el 3% pero después al aplicar el 10% y 15% iba reduciéndose con respecto a la muestra patrón.

Hipótesis: Al aplicar la ACP reduce el Índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcillosos, Jaén – Cajamarca 2020. A través del ensayo de Límite de Atterberg se afirma la influencia que tuvo las dosificaciones de ACP en la subrasante, ya que redujo progresivamente el límite líquido, límite plástico y por lo tanto también el índice de plasticidad.

Pregunta: ¿Cuánto influyo la aplicación de Almidón de Cáscara de Papa en el índice de plasticidad de la subrasante en suelo arcilloso, Jaén – Cajamarca 2020? Este proyecto está basado en resultados del Tesista, que se está tomando como referencia, ya que el terreno natural fue clasificado como arcilloso con un contenido de humedad 44.53% en el límite líquido y en la medida que se incorporó la ACP en porcentajes de 3%, 5% y 8% el que mejor resultó en la disminución del Contenido de humedad fue el de 8% pues lo disminuyó hasta un 33.81%; asimismo el terreno natural presentaba un índice de plasticidad del 20.02% pero al incorporar el ACP en 3% (15.53%), 5% (12.06%) y 8% (12.56%), el que mejor disminuye el índice de plasticidad es el del 5% que lo hizo llegar hasta un 12.06% (Óptimo: Resultado más favorable).

5.2 Influencia de Almidón de cáscara de papa (ACP) en los resultados del ensayo de Proctor modificado en la subrasante.

Resultado: Al aplicar el 3%, 5% y 8% de ACP a la subrasante que presenta suelos arcillosos, con respecto al óptimo contenido de humedad y la cantidad de ACP, se aprecia que va aumentando a medida que se incrementa el porcentaje de ACP. Por otro lado los resultados de la máxima densidad seca aumenta de 1.722 gr/cm³ a 1.744 gr/cm³.

Antecedente: Castro, A. (2017) en su investigación aplicó porcentajes de CCA de 10%, 20%, 30% y 40% directamente al terreno de suelo arcilloso, de esta manera se obtuvieron cambios en cuanto a los resultados del ensayo de Proctor Modificado, se observa en los resultados del tesista que el MDS va disminuyendo respectivamente, en cambio su OCH fue aumentando mientras que se seguía añadiendo más CCA.

Hipótesis: Al aplicar la ACP aumenta su máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcillosos, Jaén – Cajamarca 2020. A través del ensayo del Proctor la influencia que tuvo las dosificaciones de ACP en la subrasante aumento el MDS y a su vez también iba aumentando su OCH.

Pregunta: ¿Cuánto influyo la aplicación de Almidón de Cáscara de Papa en la máxima densidad seca de la subrasante, Jaén – Cajamarca 2020? Este proyecto está basado en resultados del Tesista, que se está tomando como referencia, en la medida que se incorporó la ACP en porcentajes de 3%, 5% y 8% aumentando su MDS de 1.722 kg/m³ a 1.744 kg/m³, por otro lado lo que también aumento fue el OCH de 17.37% a 18.56%.

5.3 Influencia de Almidón de cáscara de papa (ACP) en los resultados de CBR en la subrasante.

Resultado: Al aplicar el 3%, 5% y 8% de ACP a la subrasante que presenta suelos arcillosos, se consiguió aumentar la capacidad portante de un 2.85% a 4.10% con un 3% de ACP, al adicionar 5% del aditivo su capacidad portante aumento a 5.61%, y al añadir 8% del aditivo aumento a 5.87%, estos porcentajes del aditivo fueron aplicado a un suelo arcilloso, obteniéndose así buenos resultados

Antecedente: Díaz Vásquez, F. (2018) en su investigación aplicó porcentajes de CCA de 10%, 15%, 20% y 25% directamente al terreno de suelo arcilloso, de esta manera se obtuvieron cambios en cuanto a los resultados del ensayo de CBR, los cambios más significativos se producen cuando se combina el suelo arcilloso con un 20% de CCA. El CBR al 95% aumento de 8% a 13.80% y el CBR al 100% de 9.7% a 15.2%.

Hipótesis: Al aplicar la ACP aumenta su capacidad portante de la subrasante en suelos arcillosos, Jaén – Cajamarca 2020. A través del ensayo de CBR se afirma la influencia que tuvo las dosificaciones de ACP en la subrasante, ya que aumentó considerablemente la capacidad portante.

Pregunta: ¿Cuánto influyo la aplicación de Almidón de Cáscara de Papa en la capacidad portante de la subrasante en suelo arcilloso, Jaén – Cajamarca 2020? Este proyecto está basado en resultados del Tesista, que se está tomando como referencia, en la medida que se incorporó la ACP en porcentajes de 3%, 5% y 8% hubo un incremento respecto a la muestra patrón de 2.85% a 5.87%, lo cual con el 8% de ACP se llegó a su máxima capacidad portante.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo general: Determinar la intervención del almidón de la cáscara de papa para la mejora de sus propiedades de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Se determinó que al estabilizar la subrasante con almidón de cáscara de papa (ACP) mejoran las propiedades de la subrasante encontrado en la Carretera del centro poblado de Yanuyacu Bajo - Señor Cautivo, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Ya que se observa que disminuye su índice de plasticidad; aumenta su densidad máxima seca y mejora la capacidad portante del terreno.

Objetivo específico 1: Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en el Índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Muestra Patrón: (IP=20.02%); 3% de ACP (IP=15.53%); 5% de ACP (IP=12.06%); 8% de ACP (IP=12.56%).

Respecto al ensayo de Límite de Atterberg llegamos a la conclusión que la hipótesis es verdadera, ya que los porcentajes de 3%, 5% y 8% de almidón de cáscara de papa (ACP) de tal manera que cumple con reducir el índice de plasticidad, estos porcentajes influyeron con la reducción de Límite Líquido, Límite Plástico y a su vez el Índice de Plasticidad. Obteniéndose como porcentaje optimo 5% del ACP dado que el índice de plasticidad se redujo de un 20.02% a 12.06%.

Objetivo específico 2: Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Muestra Patrón: (MDS=1.722 kg/cm³ y OCH=16.37%); 3% de ACP (MDS=1.732 kg/cm³ y OCH=17.26%); 5% de ACP (MDS=1.744 kg/cm³ y OCH=17.66%); 8% de ACP (MDS=1.744 kg/cm³ y OCH=18.32%).

Las características de compactación respecto al ensayo del Proctor Modificado en relación de su Máxima Densidad Seca (MDS) y su Óptimo Contenido de Humedad (OCH) fueron aumentando mientras que se adicionaba más porcentaje de ACP, su

MDS de la muestra patrón fue de 1.722 kg/cm³ y añadiéndole un 5% y 8% llego a un 1.744 kg/cm³ mientras que su OCH con un 5% de ACP es de 17.66%, con 8% de ACP es de 18.32%. Por lo cual el porcentaje óptimo de ACP es de 5% ya que presenta su MDS de 1.744 kg/cm³ y su OCH es de 17.66%.

Objetivo específico 3: Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en la capacidad portante de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.

Muestra Patrón: (CBR=2.85%); 3% de ACP (CBR=4.10%); 5% de ACP (CBR=12.06%); 8% de ACP (CBR=12.56%).

En este proyecto de investigación mostraron cambios favorables con respectos a los ensayos de CBR. Los cambios más significativos que se obtuvieron fue al añadir 8% de ACP, logrando así que la capacidad portante aumente con un CBR al 95% de 2.85% hasta 5.87% y el CBR al 100% de 3.36% hasta 8.50%.

VII. RECOMENDACIONES

Muestra Patrón: (IP=20.02%); 3% de ACP (IP=15.53%); 5% de ACP (IP=12.06%); 8% de ACP (IP=12.56%).

- **Objetivo específico 1:** Con esta investigación se logró comprobar la disminución del índice de plasticidad de un suelo arcilloso aplicando ACP en porcentajes de 3%, 5% y 8%, por lo cual se recomienda continuar con otros estudios donde se utilicen porcentajes de 1% al 10%, ya que este material comprueba ser un buen estabilizante de suelos.

Muestra Patrón: (MDS=1.722 kg/cm³ y OCH=16.37%); 3% de ACP (MDS=1.732 kg/cm³ y OCH=17.26%); 5% de ACP (MDS=1.744 kg/cm³ y OCH=17.66%); 8% de ACP (MDS=1.744 kg/cm³ y OCH=18.32%).

- **Objetivo específico 2:** Esta investigación demuestra que para poder encontrar su máxima densidad seca (MDS) y su óptimo contenido de humedad (OCH) aplicando ACP en porcentajes directamente a la subrasante dependen de factores como las variedades de arroz, condición climatológica y sus propiedades químicas del suelo. Por lo cual se recomienda evaluar el potencial que tendrá el ACP al ser aplicado a diferentes zonas.

Muestra Patrón: (CBR=2.85%); 3% de ACP (CBR=4.10%); 5% de ACP (CBR=12.06%); 8% de ACP (CBR=12.56%).

- **Objetivo específico 3:** Esta investigación demuestra el aumento de su capacidad portante al aplicar ACP en porcentajes de 3%, 5% y 8% a un suelo arcilloso. Lo cual se recomienda y sugiere que realicen investigaciones con distintos tipos de suelo arcillosos, para así identificar el comportamiento en estos suelos.

REFERENCIAS

- 1.FREITAS, J. *Uso de cinza da casca de arroz na estabilização de solos para uso em pavimento rodoviário*. Tesis de investigación inédita, Universidade de Brasília, 2018.
- 2.SHUBHAM, B. *Analysis of soil stabilization with sugar bagasse ash compared to rice husk ash*. Tesis de investigación inédita, Rajiv Gandhi Technology University, 2019.
- 3.BELLO, A., ADEBAYO, O., AYODELE, O. *Stabilization of clay soil by adding ash from cassava shell residues*. Tesis de investigación inédita, Osun State University, 2015.
- 4.HERNÁNDEZ, A., HERRERA, M. *Estudio de la comparación de la capacidad soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en municipio de Viotá-Cundinamarca mejorado con ceniza residuos de cascara de café*. Tesis de investigación inédita, Universidad de la Salle-Bogotá, 2019.
- 5.ILLIDGE, D., RAMOS, M. *Estudio para estabilizar un suelo arcilloso con cáscara de arroz y ceniza volante para una subrasante*. Tesis de investigación inédita, Universidad de la Salle-Bogotá, 2017.
- 6.COBOS, M., ORTEGON,C. y PERALTA, J. *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café*. Tesis de investigación inédita, Universidad Cooperativa de Colombia, 2019.
- 7.GÁLVEZ, P., SANTOYO, J. *Análisis de mejoramiento de un suelos cohesivos en la subrasante aplicando ceniza de cáscara de arroz, carretera Yanuyacu bajo*. Tesis de investigación inédita, Universidad Nacional de Jaén, 2019.
- 8.VEGA, A. *Mejoramiento de suelos aplicando material de la ceniza de paja trigo en la carretera Macashca tramo Pariac Alto Provincia de Huaraz*. Tesis de investigación inédita, Universidad San Pedro de Huaraz, 2017.
- 9.LLAMOGA, L. *Evaluación al aplicar ceniza de cascara de arroz en suelos arcillosos para reducir la expansión y aumentar la capacidad portante en la subrasante, Cajamarca 2016*. Tesis de investigación inédita, Universidad Privada del Norte de Cajamarca, 2016.
- 10.YADAV, A., GAURAV, K., KISHOR, R. y SUMAN, S., 2017. *Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow*

- dung ash for rural roads*. International journal of pavement research and technology,10(3), 254-261.
11. ONYELOWE, K., 2016. *Analysis of the application of coconut shell ash (CSHA) and palm shell ash (PKSHA) on the subgrade in a lateritic soil*. International journal of innovative studies in sciences and engineering technology, 2(2), 24-29. ISSN 2455-4863.
 12. REZA, M., RAMADHANSYAH, J., MUNIRWANSYAH, R. y RUSLAN, S., 2019. *Analysis of clay soil improvement by applying eggshell powder for road subgrade stabilization*. International journal of recent technology and engineering, 8(3), 532-535. ISSN 2277-3878.
 13. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. *Manual de Carreteras. Suelos, "Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima, 2014. p.20.
 14. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. *Manual de Carreteras. Suelos, "Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima, 2014. p.21.
 15. RAVINES, M. *Análisis y verificación de un producto Enzimático aplicado al Suelo para mejorar sus características-Piura*. Universidad de Piura, 2010.
 16. JUÁREZ, E. Y RODRÍGUEZ, A. *Mecánica de suelos I: fundamentos de la mecánica de suelos*. México : Limusa, 2005, pág. 51. ISBN:9681800699.
 17. BRAJA, M. *Fundamentals of geotechnical engineering*. USA : Thomson International, 2001, pág. 39. ISBN:9706860614.
 18. CRESPO, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México :Limusa, 2004, pág. 23. ISBN: 9681864891
 19. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. *Guía para la estabilización o mejoramiento de rutas no pavimentadas*. San José. Costa Rica, 2008.
 20. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. *Manual de Carreteras. Suelos, "Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima : s.n., 2014. p.98
 21. CRESPO, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México :Limusa, 2004, pág. 23. ISBN: 9681864891.
 22. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. *Guía para la estabilización o mejoramiento de rutas no pavimentadas*. San José. Costa Rica, 2008.

23. JUÁREZ, E. Y RODRÍGUEZ, A. *Mecánica de suelos I: fundamentos de la mecánica de suelos*. México : Limusa, 2005, pág. 123. ISBN:9681800699.
24. OTAZÚ, V. *Reconocimiento a los conservadores de la biodiversidad de la papa*. Perú, 2001.
25. ALVAREZ, M. *Oportunidades para el desarrollo de productos de papas nativas en el Perú*. Lima, 2002.
26. ALVARADO, C. *Como industrializar la papa en el Perú*. MINAG-DGPA, 2002.
27. FERRER, M., MARFISI, S., DANGLAND, J., CECCONELLO, L. Y ROJAS, B. *Producción de espumas sólidas de celulosa y almidón de yuca*. Universidad de Oriente, Venezuela, 2013.
28. FERRÁNDEZ, M., FERRÁNDEZ, J., RODRÍGUEZ, A. Y GARCÍA, T. *Estudio de los usos del almidón en la construcción*. Alicante, 2016.
29. AGUILAR, V., ALVARADO, K. *Extracción del almidón de la cáscara de la papa*. Pacayas: Costa Rica, 2016.
30. SHANTI, B. Y SHASHI, A. *Handbook of Research Methodology: A Compendium for Scholars & Researchers*. 1da ed. New Delhi: New Age International Publisher, 2017, pág.19. ISBN: 978-1-5457-0340-3.
31. HERNÁNDEZ, R., BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*, 5º Ed. México: 2012, pág. 72. ISBN: 9786071502919.
32. KOTHARI, C. *Research Methodology Methods & Techniques*, 2da ed. New Delhi: New Age International Publisher, 2004, pág.54. ISBN: 978-81-224-2488-1.
33. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2014. pp. 4 – 5. ISBN: 9781456223960
34. KOTHARI, C. *Research Methodology Methods & Techniques*, 2da ed. New Delhi: New Age International Publisher, 2004, pág.46. ISBN: 978-81-224-2488-1.
35. ARIAS, F. *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica*. 6.ª ed. República Bolivariana de Venezuela: Episteme, 2012, pp. 62 – 63. ISBN: 9800785299.
36. ARIAS, F. *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica*. 6.ª ed. República Bolivariana de Venezuela: Episteme, 2012, pág. 81. ISBN: 9800785299.

- 37.TAMAYO, M. *El Proceso de la investigación científica*: 4º Ed. México: 2012, pág. 176.
- 38.TAMAYO, M. *El Proceso de la investigación científica*: 4º Ed. México: 2012, pág. 181.
- 39.CARRASCO, S. *Metodología de la investigación científica*: 5ta Edición: Editorial: San marcos. 2012, pág. 336.
- 40.RANGEL, R y GILER, J. *Metodología de la investigación*: Edición San Marcos 2018, pág. 163.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Nombre variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento
I N D E P E N D I E N T E	Almidón de la cáscara de papa	<p>Cáscara de papa : Es uno de los alimentos que más toneladas produce por año, siendo este como uno de los principales productos alimenticios en el mundo. Nuestro país ocupa el puesto número 23 entre países principales productores de papa, aportando con 0.7% a nivel mundial, aproximadamente con 290 millones de toneladas por año. Pertenece a la familia de Solanum tuberosum, de la hibridación de las especies Solanum stenotomun con Solanum sparpilum, originándose en los andes entre los países de Bolivia y Perú.</p> <p>Almidón: El almidón o también llamado fécula de patata es un polisacárido insoluble, material que no puede disolverse, consistente en unidades de glucosa, mayormente estos gránulos están depositados en los tejidos de plantas como tubérculos y raíces.</p>	<p>Es un proceso que busca analizar la influencia de almidón de la cáscara de papa (ACP) aplicando un método cuasi-experimental que evaluará y nos dará resultados a través de la adición del (ACP) al 3%,5%,8% del volumen de la muestra, con el fin de dar una propuesta de solución al problema.</p>	<p>Estabilización de la subrasante añadiendo almidón de cáscara de papa (ACP).</p>	Aplicación del almidón de la cáscara de papa con 3%.	Porcentaje de ACP al volumen de la muestra.
					Aplicación del almidón de la cáscara de papa con 5%.	Porcentaje de ACP al volumen de la muestra.
					Aplicación del almidón de la cáscara de papa con 8%.	Porcentaje de ACP al volumen de la muestra.

Fuente: Elaboración propia

<p style="text-align: center;">D E P E N D I E N T E</p>	<p>Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso</p>	<p>Suelos arcillosos: Suelo es el sustrato físico sobre el cual se realiza diversos proyectos de como edificación, carreteras, entre otros , las características del suelo que se busca para estos proyectos tienes que ser de alta resistencia, para así no llevarlos a emplear la estabilización. Los arcilla presenta un diámetro de partículas menores de 0.05mm, estas al combinarse con agua tienden a volverse altamente plásticas. En general este tipo de suelo es un material cuya resistencia es menor a los otro tipos de suelo, existe la arcilla orgánica e inorgánica lo cual varia es su simbología que están clasificados según el SUSC.</p> <p>Estabilización: Este proceso en general consiste en darle mayor capacidad de resistencia aplicando diversas técnicas, añadiendo materiales que disminuyan la plasticidad del suelo natural. Tiene distintas técnica que van desde la mezcla de otro suelo, como también al añadir uno o más agentes que mejoren el suelo. Este proceso debe ir acompañado por método de compactación de terreno.</p>	<p>Es el proceso donde se realizara ensayos de mecánica de suelos, lo cual tiene la finalidad de arrojar valores numéricos y así poder verificar si se encuentran en el rango requerido que establece el MTC busca analizar la influencia de almidón de la cáscara de papa (ACP) aplicando un método experimental que evaluará y nos dará resultados a través de la adición del de (ACP) al 3%,5%,8% del volumen de la muestra.</p>	<p>Propiedades de los suelos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Limite liquido - Limite Plástico - Proctor Modificado - Ensayo CBR 	<ul style="list-style-type: none"> - Límite de Atterberg (MTC E 110,MTC E 111) - Proctor Modificado (MTC E 115) - CBR (California Bearing ratio) (MTC E 132)
---	---	---	---	-----------------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Influencia del almidón de la cáscara de papa para mejorar sus propiedades de la subrasante en suelo arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente			
¿Cuánto influyó la aplicación del almidón de la cáscara de papa para mejorar de sus propiedades de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020?	Determinar la intervención del almidón de la cáscara de papa para la mejora de sus propiedades de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.	La aplicación del almidón de la cáscara de papa mejora sus propiedades de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.	Almidón de la cáscara de papa	Estabilización de la subrasante añadiendo almidón de cáscara de papa (ACP).	Aplicación del ACP con 3%.	Porcentaje de ACP al volumen de la muestra.
					Aplicación del ACP con 5%.	Porcentaje de ACP al volumen de la muestra.
					Aplicación del ACP con 8%.	Porcentaje de ACP al volumen de la muestra.
Problema específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Variable dependiente			
¿Cuánto influyó la aplicación del almidón de la cáscara de papa en el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020?	Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.	La aplicación del almidón de la cáscara de papa reduce el índice de plasticidad de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.	Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso.	Características del suelo	Textura y clasificación	Límite líquido Límite plástico Índice de plasticidad
¿Cuánto influyó la aplicación del almidón de la cáscara de papa en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020?	Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en la máxima densidad seca de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.	La aplicación del almidón de la cáscara de papa aumenta su densidad máxima seca de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.		Incremento de densidad máxima seca	Densidad máxima seca Óptimo contenido de humedad	Ensayo de Proctor modificado
¿Cuánto influyó la aplicación del almidón de la cáscara de papa en la capacidad portante de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020?	Determinar de qué manera interviene el almidón de la cáscara de papa en la capacidad portante de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.	La aplicación del almidón de la cáscara de papa mejora la capacidad portante de la subrasante en suelos arcilloso, Jaén - Cajamarca 2020.		Valor de soporte (CBR<6%) de suelo arcilloso.	Resistencia Expansión	Ensayo de CBR

ANEXO 4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CERTIFICADO DEL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO NATURAL.

TAMIZ		Peso Ret. (gr)	99.99	%Ret. Acum	% QUE PASA
N°	ABER.(mm)				
2"	50.00	0	0	0	100
1/2"	38.10	0	0	0	100
1"	25.00	0	0	0	100
3/4"	19.00	0	0	0	100
1/2"	12.50	0	0	0	100
3/8"	9.50	0	0	0	100
N°4	4.75	3.7	0.79	0.79	99.21
N°10	2.00	30.9	6.64	7.43	92.57
N°20	0.85	30	6.44	13.88	86.12
N°30	0.60	15	3.22	17.1	82.9
N°40	0.43	8.24	1.77	16.87	81.13
N°60	0.25	35	7.52	26.39	73.61
N°100	0.15	36	7.73	34.12	65.88
N°200	0.08	68	14.81	48.73	51.27
CAZOLETA		236.66	51.27	100	0
TOTAL	425.5				

APROBACIÓN			
Asesor de Tesis		Coordinador de Laboratorio	
Nombre:	Ing. Alejandro Cubas Becerra	Nombre:	Sr. Victor Cuzco Minchán
Firma:		Firma:	
Responsable de investigación			
Nombre:	Llamoga Vásquez Luz Yanel		

LLAMOGA, L., (2017), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado "Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz , Cajamarca 2016.", de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca.

CERTIFICADO DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO NATURAL

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		INGENIERIA CIVIL				
ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA						
NORMA TECNICA PERUANA 339.129.1999						
DATOS GENERALES						
Proyecto :	Tesis					
Descripción :	Suelo con 0 % de CCA					
Fecha :	09/05/2016					
LÍMITE LÍQUIDO	Norma :	ASTM D 4318				
LÍMITE PLÁSTICO	Norma :	ASTM D 4319				
DESCRIPCION	UNIDADES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Tara Número /		15	10	7	10	1
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	47.10	47.90	48.00	17.10	15.92
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	38.70	38.40	35.00	16.46	15.30
Peso de la Tara	Gr	12.90	14.20	13.90	13.70	12.90
Peso de la Muestra Seca	Gr	25.80	24.20	21.10	2.76	2.40
Peso del Agua	Gr	8.40	9.50	13.00	0.64	0.62
Contenido de Humedad	%	32.56	39.26	61.61	23.19	25.83
Número de Golpes		33	25	19	Promedio :	24.51
Límites de Consistencia						
Límite Líquido: LL =	44.53%					
Límite Plástico: LP =	24.51%					
Índice de Plasticidad: IP =	20.02%					
Contenido de Humedad: W _n =	17.00%					
Grado de Consistencia: K _u =	1.37					
Observaciones:						
APROBACIÓN						
Asesor de Tesis			Coordinador de Laboratorio			
Nombre:	Ing. Alejandro Cubas Becerra		Nombre:	Sr. Víctor Cuzco Minchán		
Firma:			Firma:			
Responsable de investigación						
Nombre:	Llamoga Vásquez Luz Yanet					
Firma:						



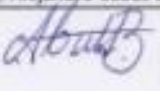
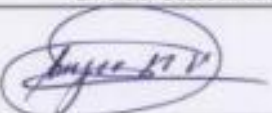

LLAMOGA, L., (2017), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado “Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz , Cajamarca 2016.”, de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca.

CERTIFICADO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DEL SUELO NATURAL



LLAMOGA, L., (2017), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado “Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz , Cajamarca 2016.”, de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca.

CERTIFICADO DEL ENSAYO DE CBR DEL SUELO NATURAL

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE INGENIERIA CIVIL									
ENSAYO DE CBR (NTP 339.145.1999)										
Proyecto :	Tesis									
Descripción :	Suelo con 0 % deCCA									
Fecha :	07/06/2016									
CARACTERISTICAS DE LA PRENSA DE CBR										
Diámetro del pistón (pulg)	2									
Área del pistón (pulg ²)	3.14									
Máxima carga de prensa(lb)	6000									
CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		ESFUERZO			ESFUERZO			ESFUERZO		
		División pulg	Kg/m ²	lb/pulg ²	División pulg	Kg/m ²	lb/pulg ²	División pulg	Kg/m ²	lb/pulg ²
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.025	3.00	22.50	7.17	7.00	52.50	16.72	6.12	60.90	19.39
1.27	0.050	5.00	37.50	11.94	10.00	75.00	23.89	12.00	90.00	28.66
1.91	0.075	7.00	52.50	16.72	13.00	97.50	31.05	15.00	112.50	35.83
2.54	0.100	9.00	67.50	21.50	15.00	112.50	35.83	18.00	135.00	42.99
3.18	0.125	11.00	82.50	26.27	17.00	127.50	40.61	20.00	150.00	47.77
3.81	0.150	13.00	97.50	31.05	19.00	142.50	45.38	25.00	187.50	59.71
4.45	0.175	15.00	112.50	35.83	21.00	157.50	50.16	29.00	217.50	69.27
5.09	0.200	18.00	120.00	38.22	24.00	180.00	57.32	32.00	240.00	76.43
6.35	0.250	19.00	142.50	45.38	28.00	210.00	66.88	35.00	262.50	83.60
7.62	0.300	21.00	157.50	50.16	32.00	240.00	76.43	38.00	285.00	90.76
8.89	0.350	23.00	172.50	54.94	36.00	270.00	85.99	39.00	292.50	93.15
10.16	0.400	25.00	187.50	59.71	41.00	307.50	97.93	45.00	337.50	107.48
11.43	0.450	26.00	195.00	62.10	45.00	337.50	107.48	59.00	442.50	140.92
12.70	0.500	28.00	210.00	66.88	49.00	367.50	117.04	63.00	472.50	150.48
APROBACIÓN										
Asesor de Tesis					Coordinador de Laboratorio					
Nombre:	Ing. Alejandro Cubas Becerra				Nombre:	Sr. Victor Cuzco Minchán				
Firma:					Firma:					
Responsable de investigación										
Nombre:	Llamoga Vásquez Luz Yaret									
Firma:										

LLAMOGA, L., (2017), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado “Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz , Cajamarca 2016.”, de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca.

CERTIFICADO DEL ENSAYO DE CBR DEL SUELO NATURAL

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE INGENIERIA CIVIL									
ENSAYO DE CBR (NTP 339.145.1999)										
Proyecto :	Tesis									
Descripción :	Suelo con 0% de CCA									
Fecha :	Del 03/06/16 al 07/06/16									
CARACTERISTICAS DEL MOLDE										
MOLDE N°	M1	M2	M3							
N° Golpes	13	27	56							
Altura(mm)	178	178	178							
Diámetro(mm)	152	152	152							
CARACTERISTICAS DEL ESPACIADOR										
Altura (cm)	5									
Diámetro(cm)	148									
EXPANSION										
TIEMPO ACUMULADO (Hrs) (Días)	NÚMERO DE MOLDE (1)			NÚMERO DE MOLDE (2)			NÚMERO DE MOLDE (3)			
	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	1.380	35.052	19.69	1.320	33.53	18.84	1.250	31.750	17.84
48	2	1.560	39.624	22.26	1.500	38.10	21.40	1.380	35.052	19.69
72	3	1.670	42.418	23.83	1.610	40.89	22.97	1.580	40.132	22.55
96	4	1.760	44.784	25.11	1.740	44.20	24.83	1.690	42.926	24.12
APROBACIÓN										
Asesor de Tesis					Coordinador de Laboratorio					
Nombre:		Ing. Alejandro Cubas Becerra			Nombre:		Sr. Victor Cuzco Minchán			
Firma:					Firma:					
- Responsable de investigación										
Nombre:		Llamoga Vásquez Luz Yanet								
Firma:										

LLAMOGA, L., (2017), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado “Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz , Cajamarca 2016.”, de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca.