



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de coco  
en el distrito de Perené, Junín 2021”.

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

**AUTORES:**

Guzmán Ruiz Iris Shessira (ORCID: 0000-0002-2316-3908)

Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro (ORCID: 0000-0003-2593-868X)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a mis padres Milka y José quienes estuvieron siempre presente en este largo camino universitario con su apoyo incondicional, a mis hermanos Ronald, José y Juan que de alguna u otra manera siempre estaban dispuestos apoyarme, a mi novio Guido por su comprensión, apoyo durante el desarrollo de mi tesis y a mi hijo perruno Benji quien con sus ocurrencias me alegraba los días pesados en este proceso.

Esta tesis es dedicado en primer lugar a Dios sobre todas las cosas, por otro lado a José Manuel Rodriguez Gonzales quien es mi padre el cual siempre va a ser motor y fuerzas para culminar satisfactoriamente, seguidamente a mi Abuelita Rosa Esther Gonzáles Medina quien es como mi madre ya que gracias a ella siempre eh tenido ese motivo por el cual nunca rendirme.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir mis metas y no desampararme en este largo camino, estoy eternamente agradecida con mis padres Milka y José por el enorme esfuerzo que hicieron al educarme y por permitirme cumplir una de mis metas, mis hermanos Ronald, José y Juan que me apoyaron de alguna manera en el desarrollo de esta tesis, a mi asesor quien me apoyó y brindo sus conocimientos amplios para el desarrollo de este trabajo y a los profesores quienes a lo largo de mis estudios transmitieron sus conocimientos.

En primer lugar agradezco a Dios sobre todas las cosas ya que gracias a él siempre he tenido la fuerza necesaria para salir adelante siendo persistente, por otro lado también será para mi papá, abuelita, mi familia y amistades las cuales estimo demasiado ya que siempre están preocupados por mí del progreso que realizó para salir adelante cada día y siempre me brindaron fuerzas ya sea desde cerca o lejos. Con este pequeño mensaje quiero brindar este agradecimiento por ayudarme en este comienzo de una nueva etapa de mi vida que está por comenzar y brindar todo mi satisfacción por el apoyo que me brindaron para lograr el gran sueño anhelado de titularme como Ingeniero Civil.

## ÍNDICE

|   |      |
|---|------|
| CARÁTULA  |      |
| DEDICATORIA.....  | ii   |
| AGRADECIMIENTO.....                                       | iii  |
| ÍNDICE.....   | iv   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                     | v    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                    | vi   |
| RESUMEN.....  | viii |
| ABSTRACT.....   | ix   |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                      | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                    | 6    |
| III. METODOLOGÍA.....                                     | 14   |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....                  | 14   |
| 3.2. Variables y Operacionalización.....                  | 15   |
| 3.3. Población Muestra y Muestreo.....                    | 16   |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos..... | 19   |
| 3.5. Procedimientos.....                                  | 21   |
| 3.6. Método de Análisis de Datos.....                     | 21   |
| 3.7. Aspectos Éticos.....                                 | 22   |
| IV. RESULTADOS.....                                       | 23   |
| V. DISCUSIONES.....                                       | 53   |
| VI. CONCLUSIONES.....                                     | 58   |
| VII. RECOMENDACIONES.....                                 | 60   |
| REFERENCIAS.....  | 61   |
| ANEXOS.....   | 70   |

## ÍNDICE DE TABLA

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Número de Calicatas.....   | 17 |
| Tabla 2. Número de Ensayos de CBR.....                                    | 18 |
| Tabla 3. Ensayos de laboratorio.....                                      | 20 |
| Tabla 4. Tamizado de la muestra de la calicata C1-M1.....                 | 26 |
| Tabla 5. Tamizado de la muestra de la calicata C2-M1.....                 | 26 |
| Tabla 6. Tamizado de la muestra de la calicata C3-M1.....                 | 27 |
| Tabla 7. Tamizado de la muestra de la calicata C4- M1.....                | 27 |
| Tabla 8. Resultado de clasificación SUCS, AASHTO .....                    | 32 |
| Tabla 9. Resultados del Proctor modificado de la calicata C2-M1.....      | 35 |
| Tabla10. Resultados de Proctor modificado de la calicata C2-M1+0.6%.....  | 36 |
| Tabla 11. Resultados de Proctor modificado de la calicata C2-M1+1.3%..... | 37 |
| Tabla 12. Resultados de Proctor modificado de la calicata C2-M1+2.0%..... | 38 |
| Tabla 13. Resultados del ensayo CBR de la calicata C1-M1.....             | 39 |
| Tabla 14. Resultados del ensayo CBR de la muestra C2-M1+0.6%.....         | 41 |
| Tabla 15. Resultados del ensayo CBR de la muestra C2-M1+1.3%.....         | 43 |
| Tabla 16. Resultados del ensayo CBR de la muestra C2-M1+2.0.....          | 45 |
| Tabla 17. Ensayo de Atterberg con la incorporación de CCC.....            | 48 |
| Tabla 18. Ensayo de Proctor Modificado con la incorporación de CCC.....   | 50 |
| Tabla 19. Ensayo de CBR con la incorporación de CCC.....                  | 52 |
| Tabla 20. Operacionalización de la variable                               |    |
| Tabla 21. Matriz de Consistencia  |    |
| Tabla 22 Instrumento de recolección de datos.                             |    |

## QINDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Mapa del Perú.....                              | 23 |
| Figura 2. Mapa del departamento de Junín.....             | 23 |
| Figura 3. Imagen de la avenida Grau.....                  | 24 |
| Figura 4. Calicata – 1.....                               | 24 |
| Figura 5. Calicata – 2.....                               | 24 |
| Figura 6. Calicata – 3.....                               | 25 |
| Figura 7. Calicata – 4.....                               | 25 |
| Figura 8. Curva granulométrica de la calicata C1-M1.....  | 28 |
| Figura 9. Curva granulométrica de la calicata C2-M1.....  | 29 |
| Figura 10. Curva granulométrica de la calicata C3-M1..... | 30 |
| Figura 11. Curva granulométrica de la calicata C4-M1..... | 31 |
| Figura 12. Diagrama de fluidez de la calicata C2-SN.....  | 32 |
| Figura 13. Diagrama de fluidez de SN + 0.6%CCC.....       | 33 |
| Figura 14. Diagrama de fluidez de SN + 1.3%CCC.....       | 34 |
| Figura 15. Diagrama de fluidez de SN + 2.0%CCC.....       | 34 |
| Figura 16. Proctor modificado, calicata C1-M1.....        | 35 |
| Figura 17. Proctor modificado, calicata C1-M1+0.6%.....   | 36 |
| Figura 18. Proctor modificado, calicata C1-M1+1.3%.....   | 37 |
| Figura 19. Proctor modificado, calicata C1-M1+2.0%.....   | 38 |
| Figura 20. Ensayo CBR, calicata C2-M1.....                | 39 |
| Figura 21. Ensayo CBR, calicata C2-M1.....                | 40 |
| Figura 22. Ensayo CBR, calicata C2-M1+0.6%.....           | 41 |
| Figura 23. Ensayo CBR, calicata C2-M1+0.6%.....           | 42 |
| Figura 24. Ensayo CBR, calicata C2-M1+1.3%.....           | 43 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 25. Ensayo CBR, calicata C2-M1+1.3%.....              | 44 |
| Figura 26. Ensayo CBR, calicata C2-M1+2.0%.....              | 45 |
| Figura 27. Ensayo CBR, calicata C2-M1+2.0%.....              | 46 |
| Figura 28. Mezcla de CCC mas arcilla con el agua.....        | 47 |
| Figura 29. Realizando rodillo.....                           | 47 |
| Figura 30. Comparación de Limites de Atterberg.....          | 48 |
| Figura 31. Añadiendo la CCC y Cuarteo.....                   | 49 |
| Figura 32. Realizando la Compactación.....                   | 49 |
| Figura 33. Proctor Modificado.....                           | 50 |
| Figura 34. Nivelando el material excedente.....              | 51 |
| Figura 35. Prensa de CBR.....                                | 51 |
| Figura 36. Comparación de resultados de CBR.....             | 52 |
| Figura 37. Juicio de Experto 1                               |    |
| Figura 38. Juicio de Experto 2                               |    |
| Figura 39. Juicio de Experto 3                               |    |
| Figura 40. Clasificación de suelo de la C2-M1                |    |
| Figura 41. Ensayo de Limite de Atterberg de la C2-M1         |    |
| Figura 42. Ensayo de Limite de Atterberg de la C2 + 2.0% CCC |    |
| Figura 43. Ensayo de Proctor Modificado de la C2 + 2.0% CCC  |    |
| Figura 44. Ensayo de CBR de la C2 + 2.0% CCC                 |    |
| Figura 45. Ensayo de CBR de la C2 + 2.0% CCC                 |    |

## RESUMEN

Después del desarrollo de nuestra investigación logramos obtener los resultados estimados, con lo que respecta al contenido de humedad obtuvimos una mejoría ya que se redujo el índice de plasticidad, de la misma manera se obtuvo un buen resultado en el proctor modificado ya que hubo una mejoría en la máxima densidad seca y respecto al CBR se logró mejorar el suelo encontrándose en un rango que se denomina un tipo de terreno buena.

Cada uno de nuestros ensayos han sido comprobados como lo demuestra los documentos contrarrestados por el laboratorio GMIG-S.A.C., por lo que se concluye que si es factible lograr estabilizar el suelo con la adición de ceniza de cascara de coco al 2% a nivel de la subrasante, se logró mejorar las propiedades mecánicas y físicas del suelo en el distrito de Perené, provincia de Chanchamayo, región Junin.

**Palabras clave:** subrasante, ceniza, adición



## **ABSTRACT**

After the development of our research we were able to obtain the estimated results, with regard to the moisture content we obtained an improvement since the plasticity index was reduced, in the same way a good result was obtained in the modified proctor since there was an improvement In the maximum dry density and with respect to the CBR, the soil was improved, being in a range that is called a good type of soil.

Each of our tests have been verified as evidenced by the documents countered by the GMIG-SAC laboratory, so it is concluded that if it is feasible to stabilize the soil with the addition of coconut shell ash at 2% at the level of the Subgrade, it was possible to improve the mechanical and physical properties of the soil in the Perené district, Chanchamayo province, Junin region.

**Keywords:** subgrade, ash, addition

## **I. INTRODUCCIÓN:**

En la carretera que está ubicada en el Jirón Grau Distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, Región Junín, (Perú), se observaron que los vehículos que transitaban por aquel lugar tenían dificultad al pasar por aquella vía de acceso, porque el pavimento se encontró en deterioro debido al transcurso de los años y a su vez por las lluvias torrenciales que se manifiestan entre los meses de Diciembre hasta Marzo. El Distrito de Perené está conformado por un tipo de suelo arcilloso el cual, al llover, este presenta complejidad en el diseño constructivo ya que en los estudios geotécnicos está considerado un tipo de suelo pobre.

En algunos países se han realizado estudios para mejorar las vías de acceso vehicular y así presentar un mejor diseño estructural del pavimento rígido o flexible, entre uno de los países se presenta a Ecuador Guayaquil quien genera la mejora de la subrasante empleando Cal y Cemento, en Ecuador Quito se presentó el estudio con el uso del cemento tipo MH para la mejoría del Terreno, por consiguiente se presenta a Colombia quien realizó una modificación adicionando Materiales Poliméricos Reciclados, estos países asimismo aplican estos materiales para poder hallar una mejora del suelo en el que se requiera analizar un tipo de diseño estructural y así presentar una solución para el suelo que se encuentra en pésimas condiciones.

Se sabe que en estos países desarrollados presentaron una mejora en las vías con los distintos materiales aplicados en la subrasante, así mismo se encontró un crecimiento en su economía y en la sociedad, ya que permitirá a la humanidad poder acceder a otros lugares con una mayor normalidad, obteniendo comodidad para los usuarios transeúntes; así mismo con esta modificación del pavimento no va a requerir un mayor mantenimiento, este proceso será influyente en la economía y crecimiento para el país y a su vez podrá ser un proyecto que sea perseverante en el tiempo, de esa manera se puede brindar una nueva solución de planteamiento para la mejora del terreno aplicando un material que es prácticamente aledaño a la zona y de esa manera se podrá estar contribuyendo con el medio ambiente.

En el siglo XX, en el territorio peruano encontramos personas que viven en zonas demasiado alejadas, por lo que es importante que ellos cuenten con una vía de acceso para poder realizar el transporte respectivo de sus productos, teniendo así una mejor comunicación y también de esa manera poder desarrollarse progresivamente con toda la sociedad. El Perú consta con 95 863 km de Red Vial y solo se tiene el 16% de su área pavimentada, el resto del porcentaje que viene a ser el 84 % se encuentra en estado de Trochas o afirmado, es por ello que el país presenta muchas dificultades para el traslado de sus cargas, esto se ve reflejado en los departamentos de la Sierra y Selva del Perú que mayormente son los que se dedican al sector de la agricultura.

Frente a estas dificultades que se presentan, algunos departamentos buscaron soluciones que pueden facilitar la durabilidad y resistencia del pavimento, como también el costo de la elaboración. El departamento de Junín empleó colocación de bolsas de polietileno para su mejora del terreno al nivel de la subrasante, de los cuales lograron mejorar la propiedad físicas y mecánicas del terreno colindante, en Lima se utilizó la ceniza de volante de Caña de Azúcar y Cal para el mejoramiento del suelo arcilloso, y por último se presenta otro caso para Trujillo que añadió ceniza de Caña de azúcar para mejorar la subrasante en la avenida Barraza, dando buenos resultados en el mejoramiento de la subrasante.

El Distrito de Perené consta con 917.7 Km<sup>2</sup> de área, de los cuales la mayor parte del territorio es pura vegetación y los pobladores se dedican a cultivar variedades de frutas una de ellas es el coco, el cual es el insumo que se pretende añadir para poder realizar el mejoramiento de la subrasante en una pequeña parte del pavimento en este distrito, ya que se ha observado diversas fallas del territorio por el mismo tipo de suelo que tiene como consistencia Limosa.

## **Formulación del Problema**

### **Problema general**

¿De qué manera aplicas la ceniza de cáscara de coco en la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021?

## **Problemas específicos**

¿Cuánto se aplica la ceniza de cáscara de coco en el contenido de humedad, para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021?

¿Cuánto se aplica la ceniza de cáscara de coco en el Proctor modificado para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021?

¿Cuánto se aplica la ceniza de cáscara de coco en el CBR para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021?

**Justificación teórica**, respecto a la Variable Independiente Ceniza de cascara de coco indica que “[...] la cascara de coco se utiliza en todo por su propia composición que presenta, sus fibras nos dan una mejor consistencia ya que el fruto presenta 35% de capa fibrosa [...]”<sup>1</sup>. Respecto a la variable dependiente “[...] Investigaciones geotécnicas se adecua y las características del terreno puede resultar en el diseño excesivo de la cimentación, excavaciones inadecuadas para remover los terrenos inadecuados, sobrecostos, demoras en elaborar la edificación; y disputas contractuales de la subrasante [...]”<sup>2</sup>.

**Justificación metodológica**, esta metodología trata de alcanzar y a su vez de efectuar los objetivos los cuales según el estudio se de una manera eficaz para los instrumentos de medición que son utilizados para cada variable: Independiente: Ceniza de cascara de coco y Dependiente: Estabilización del terreno en la Subrasante, ambos dados en el Distrito de Perené – Junín, de esta manera para obtener la validez y confiabilidad de la variable del proyecto, llegando así de esa forma a la comprobación respecto a la ceniza de cascara de coco que estabiliza la subrasante del terreno establecido.

**Justificación social**, aquí se indica a las personas que se va a beneficiar con la mejora de la subrasante, sea así vecinos del lugar o personas turísticas. Ya que esto se podrá observar un cambio recurrente cuando los vecinos puedan conocer que cono la ceniza de cascara de coco podrán mejorar el terreno colindante y de esa manera

tomaran más concientización para recolectar los cocos necesarios y poder reutilizarlo para el mejoramiento de los terrenos que presenten fallas o estén en deficientes condiciones.

**Justificación técnica**, mediante este planteamiento de presenta más a fondo, la existencia de una nueva alternativa de solución para estabilizar con las Cenizas de cascara de Coco, para el mejoramiento de la subrasante.

### **Hipótesis General**

Mejorará la ceniza de cáscara de coco en la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

### **Hipótesis Específicas**

La aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el contenido de humedad disminuye la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

La aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el Proctor modificado aumenta la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

La aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el CBR incrementa la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

### **Objetivo General**

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

### **Objetivos Específicos**

Especificar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el contenido de humedad, para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

Especificar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el Proctor modificado para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

Especificar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el CBR para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

**Tipos de ensayos que se realizaron:**

**Atterberg:** “The maximum dry density and optimum water content obtained depend on several soil parameters such as (a) the percent of fines, (b) specific gravity of soil solids (Gs), (c) amount of fine-grained soils, (d) liquid limit and plasticity index”<sup>3</sup> Esta cita de tesis lo que quiere dar a conocer son los parámetros que se debe seguir para poder dar a conocer cuál es el porcentaje de índice de plasticidad más desfavorable para que posteriormente con los ensayos requerido de Atterberg se pueda reducir y encontrar el Índice de Plasticidad más óptimo para la tesis

**Proctor Modificación:** “Standard compaction test (SCT) and modified compaction test (MCT) are two very famous laboratory test methods to determine the compaction characteristics of soils worldwide”<sup>4</sup> Esta cita nos va a manifestar el tipo de ensayo que se pretende realizar y que también va a variar dependiendo del tipo de terreno.

**CBR:** “CBR is defined as the load sustained by the sample at a penetration of 2.5 mm for the load sustained by standard aggregates. The CBR value at 2.5mm penetration is generally higher than 5.0mm penetration”<sup>5</sup> Seguidamente esta cita lo que quiere especificar es el tipo de ensayo que se va a realizar para la muestra establecida y de esa forma realizar los ensayos de CBR para así contrarrestar en cuanto el terreno lleve a presentar una mejora.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedente Internacional tenemos a Gavilanes, E. (2015), tuvo como su objetivo la estabilización del suelo y seguidamente se realiza una mejora para sus condiciones de plasticidad y resistencia, adicionando cal y cemento. La metodología empleada fue de tipo aplicada y diseño cuasi experimental, la población del estudio está comprendida en la urbanización de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur – Quito, donde se tomó como muestra de suelos orgánicos con limos arcillosos se sustrajo 2 calicatas para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Granulometría, Plasticidad, Límite Líquido y Plástico, Proctor Modificado, CBR, entre otros. Los resultados obtenidos fueron de un 4% y 6% especificando de esa manera que el porcentaje menor según los estudios será el más óptimo. Se concluyó que el cemento es ventajoso para estabilizar el suelo de tipo limo arenoso con pómez.<sup>6</sup>

Como antecedente Internacional presentamos a Lozano, E.; Ruiz, J.; Carlos J. (2015), obtuvo como objetivo analizar, evaluar y de esa forma se determinará el estilo de la mecánica del aditivo orgánico (terrazyme) así mismo evaluar la capacidad para la resistencia de las cargas que son transmitidas por los vehículos. La metodología empleada fue de tipo aplicada y diseño cuasi experimental, la población del estudio está comprendida en la red vial terciario, donde se tomó como muestra de suelos grava arenosos se sustrajo 3 calicatas para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Granulometría, Límite Líquido y Plástico, Proctor Estándar, CBR, Compresión Incofinada, entre otros. Los resultados obtenidos fueron que las humedades óptimas de un 14 % y modificado con aditivo se redujo al 10%. Se concluyó que el aditivo orgánico cumplió satisfactoriamente con lo exigido, con ello se puede disminuir el uso de costosos triturados, ya que ello permitirá la mejora de la calidad de los suelos.<sup>7</sup>

Como antecedente Internacional presentamos a López, M. (2017), obtuvo como objetivo el mejoramiento de las propiedades físico - mecánica del terreno arenoso empleando cemento tipo MH. La metodología empleada es de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, la población del estudio está comprendida en la avenida Manuel Córdova Galarza, sector de Pomasqui – Quito, donde se tomó como muestra de suelos arenosos se sustrajo 3 calicatas para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Granulometría, Límite Líquido y Plástico, Contenido de Humedad Natural, Gravedad Específica del Suelo, entre otros. Los resultados obtenidos fueron que el 3% de cemento al peso seco para cimentaciones superficiales. Se concluyó que el uso del cemento tipo MH agregando un 3% al peso seco es idóneo y oportuno para el progreso de las propiedades físico mecánicas del suelo. <sup>8</sup>

Como antecedente en otro Idioma se presenta a Shubham, M. (2019), obtuvo como objetivo determine the change in its index property and its durability characteristics of the soil. La metodología empleada fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, la población del estudio está comprendida en Patiala, donde se tomó como muestra de clay is a fine- grained soil three samples were subtracted para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como liquid limit, plastic limit (atterberg test), plastic index, in relation to the California load (CBR), its specific gravity and its sieve analysis, entre otros. Los resultados obtenidos fueron showed a behavior similar to that of CBR, an approximation to analyze an increase in the value of UCS up to 20% of marble dust additive and 25% of marble dust on the floor that showed a decrease in UCS values. Se concluyó que la prueba de Proctor disminución en la humedad óptima contenido (OMC) y un incremento de la densidad máxima seca (MDD) a un 20%. <sup>9</sup>



Como antecedente en otro Idioma se presenta a Wang, S. (2019), tuvo como objetivo was to add HRB in Canada, formulate HRB by adding manufactured cement and SCM, and investigate the property of soil mechanics. La metodología empleada fué de tipo aplicada y de diseños cuasi experimental, la población on the Dresden, Blenheim, and Niagara road, donde se tomó como muestra de fine-grained soils with substantial silt-and clay particles para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como evaluation of liquid limit, plastic limit, plasticity content, California load ratio test (CBR). Los objetivos obtenidos fueron que el the evaluations indicated that the workability and the conditions that it presents effectively improved with the same hydraulic aggregate. Se concluyó que el HRB, los morteros tienen una resistencia similar o ligeramente mejor en comparación con el cemento portland, además los suelos de subrasante funciona utilizando varios tipos de HRB. <sup>10</sup>

Como antecedente en otro Idioma se presenta a Bruktawit T. (2019), tuvo como objetivo principal is to investigatethe various engineering black cotton ground feature for be used as a subgrade. La metodología empleada fué de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, la población del estudio está comprendida en la of origin in Ethiopia; Bahir Dar is located at the Abbay outlet of Lake Tana with an altitude of 1820 meters, donde se tomó como muestra el black cotton soil was stolen two pits para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como liquid limit test, plastic limit, plasticity test, California rolling ratio (CBR). Los resultados obtenidos fueron que the geotechnical property of the soil was not improved andit remained highly plastic. The CBR day test result showed that 30% was an optimal content. Furthermore, the CBR result without soaking showed an improvement of 20%. Se concluyó que con las propiedades del índice y la resistencia del suelo expansivo muestra una mejora con la adición de cenizas residuales textiles, el suelo no cumplió con el requisito establecido en las especificaciones ERA 2002, por tanto TIWA no puede servir para tratar suelos expansivos. <sup>11</sup>

Como antecedente Nacional se presenta a Leiva, R. (2016), tuvo como objetivo el perfeccionamiento del suelo empleando las bolsas de polietileno. La metodología empleada fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, la población del estudio está comprendida en el tramo de la avenida no pavimentada del Jr. Arequipa de la progresiva km 0+000 – km 0+100 – Orcotuna, donde se tomó como muestra de suelos arcillosos - limosos se sustrajo 3 calicatas para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como el Análisis mecánico, Contenido de humedad, Proctor modificado, CBR, entre otros. Los resultados obtenidos fueron que el CBR del suelo arcilloso es 4.145% al 95% de la máxima densidad seca y distribuyendo el 6% del peso seco del suelo incrementó el CBR a 7.98% al 95% de la máxima densidad seca. Se concluyó que las bolsas de polietileno contribuyen en el mejoramiento de la subrasante, mediante el empleo en forma de grumos. <sup>12</sup>

Como antecedente Nacional se presenta a Landa, J. y Torres, S. (2019), tuvo como objetivo El método de estabilización convencional que suele ser la física mecánica, de la resistencia del tipo de suelo arcilloso. La metodología empleada fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, este estudio está comprendido en el departamento de Lima – Perú. Se tuvo como muestra de estudio un tipo de suelo arcilloso que se sustrajo 3 calicatas para los respectivos ensayos, empleados ensayos fueron: Ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado, Proctor y CBR. Los resultados obtenidos fueron que la proporción óptima de Contenido global es del 5% de Material Estabilizante. Esto, es para mejorar la máxima densidad seca de 1.34 g/cm<sup>3</sup> a 2.034 g/cm<sup>3</sup>, aumentando el CBR de 3.7% a 7.8%. En conclusión se pudo rescatar que el mejoramiento del tipo de suelo arcilloso si es factible la mejora con el material de Ceniza de volante de bagazo de caña de azúcar y Cal, ambos elementos si cumplen las especificaciones y las funciones de estabilización. <sup>13</sup>

Como antecedente Nacional se presenta a Terrones, A. (2018), tuvo como objetivo el desarrollo de estabilización, la cual consta en incrementar la capacidad de soporte y perfeccionar el comportamiento del suelo frente a la acción del agua, adicionando la

ceniza de caña de azúcar. La metodología empleada fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, este estudio está comprendido en la ciudad de Trujillo – Perú. De donde se tuvo una muestra de estudio viable en el mejoramiento de suelos arcillosos empleados en subrasante, del cual se realizó 5 calicatas para el respectivo estudio, los ensayos que fueron realizados son: Contenido de Humedad, el Ensayo de Análisis granulométrico y el Ensayo de Plasticidad de los suelos. Los resultados obtenidos fueron una densidad máxima seca, la cual representa un porcentaje de irregularidad en el máximo y mínimo de un 7.9%; seguidamente se presenta en el contenido de humedad la cual tiene que ser óptimo para que se pueda presentar en un 11.05%, 12.60% y 14.18% en cada una de ellas; lo cual se llegó a los resultados que el porcentaje mínimo requerido debió ser de 22.07%.<sup>14</sup>

Como antecedente de Revista de Investigación se presenta a Laboret, M. (2018), tuvo como objetivo la estabilización de suelos blandos saturados aplicando el uso de geotextiles en tejido para el incremento de la resistencia de tracción y el mejoramiento hidráulico y esto es generado por la adición del material de geotextil en tejido. El procedimiento empleado para la metodología fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, la población del estudio está comprendida en Buenos Aires- Argentina, donde se tomó como muestra de materiales granulares y suelos blandos para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como, Estabilizaciones mediante Geosintéticos, ensayo de CBR, ensayo Hidráulico entre otros. Los resultados obtenidos fueron que es factible la configuración de estabilización y refuerzo de subrasantes, así como plataformas de trabajo, para terraplenes sobre suelos blandos, Se concluyó que con la geotextiles tejidos como elemento de ayuda, obteniendo resultados favorables en un pequeño plazo de ejecución <sup>15</sup>.

Como antecedente del Artículo Científico se presenta a Morales E. y Pailacura, C. (2019). tuvo como objetivo evaluar in situ el comportamiento de un camino al que se le aplica cloruro de calcio  $\text{CaCl}_2$  como agente estabilizador. El estudio empleado fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, la población del estudio está

comprendida en el sector de Antofagasta – Chile, donde se tomó como muestra de los suelos que ya están en deterioro, para ello se sustrajo 3 calicatas, para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Granulometría, Proctor Modificado, CBR. Los resultados obtenidos fueron que la estabilización con cloruro de calcio genera mejoras en las propiedades mecánicas del suelo. Una dosificación entre 1% y 1.5% entrega al suelo los mejores beneficios. Se concluyó que el suelo que presente la estabilización con Cloruro de Calcio será muy efectivo en tanto a su mejora de resistencia del terreno colindante. <sup>16</sup>

Como antecedente del Artículo Científico se presenta a Jiménez, Y.; Bastidas, M. y Consuegra, J. (2019), tuvo como objetivo igualar el efecto ambiental de la sustracción de materiales de minería del carbón con estabilización. El estudio empleado fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, la población del estudio está comprendida en el Maicao, Riohacha – Colombia, donde se tomó como muestra de los tipos de suelo de baja resistencia para realizar una futura solución, se sustrajo 3 calicatas, para los ensayos, los instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como, Proctor, CBR, Ensayo de Humedad. Los resultados obtenidos fueron los instrumentos de uso de Algoritmos Evolutivos (AEMO) la cual permitirá recolectar los porcentajes adecuados para el agregado que se añadirá a mezclas como componente del afirmado. Se concluyó que el resultado que brinda este sistema cuando se emplea el uso de materiales de carbón (terrazyme) melaza de caña de azúcar aplicados para la estabilización del suelo, se propuso un promedio entre 2 %, 2,2%, 7% y se obtuvo un 8 % para la mejora del CBR y su capacidad de resistencia subió de un 10% a un 12.8%. <sup>17</sup>

**DEFINICIÓN DE SUBRASANTE:** “Se le denomina al tipo de terreno servirá como material de origen para toda el área estructural para el pavimento o terreno de fundación, este mismo presenta como estructura”<sup>18</sup>. “The pumping in terms of pavements is to represent that it is like a migration of fines in a subgrade, it can be represented as layers of granular that are placed in the superficial part of the ground, this in the long run will affect the ground in both to resistance and to its duration [...]”<sup>19</sup>.

**LAS PROPIEDADES DEL SUELO:** “La afirmación de los suelos es uno de los fenómenos distintos que está expuesto el suelo, el suelo es compresible por lo que quiere decir que puede reducir el volumen de vacíos y segundo es el nivel freático de la urbanización que suele ser un estado de saturación [...]”<sup>20</sup>.

**PROPIEDADES DE LA CÁSCARA DE COCO:** “The consistency that is found around the edges of the fruit that is presented with the name of coconut will be of use for the industries and with this some necessary artifacts for society are made, such as mattresses, brushes, among others; this same product is of a hard consistency, which thanks to its fruit fibers can be certain that it is a rigid and highly consistent element”<sup>21</sup>

**EL ENSAYO DE CBR:** “Este ensayo nos permite poder analizar la capacidad portante de los suelos compactados como son los terraplenes y capas de firme, CBR quiere decir California Bearing Ratio, este ensayo se rige por la norma ASTM 1883 o UNE 103502”<sup>22</sup>. “A été considérée entre les propriétés d'indice du sol (limite liquide-LL, limite plastique-PL et indice de plasticité-PI), les caractéristiques de compactage (densité sèche maximale-MDD et teneur en humidité optimale-OMC), le pourcentage de granulométrie (gravier, sable et argile) / limon) et CBR [...]”<sup>23</sup>.

**ENSAYO DE HUMEDAD:** “Más conocido como el ensayo de Atterberg, lo cual este mismo estudio será denominado como húmedo ya que el terreno colindante de fundación donde se realiza el estudio como se encuentra expuesto con la naturaleza presenta esta consistencia”<sup>24</sup>.

**PROCTOR MODIFICADO:** “El Proctor modificado mide la compactación del suelo, el cual está relacionado con el contenido de humedad presente en este, donde la falta o exceso de agua puede perjudicar a la compacidad del suelo”<sup>25</sup>.

**LÍMITE LÍQUIDO:** “Para hacer el ensayo de contenido de humedad se realiza necesariamente el límite líquido de lo cual nos ayudará a reconocer como el terreno puede pasarse de una consistencia líquida a una plástica, será documentado en la Norma Británica BS 1377-2:1990”<sup>26</sup>.

**LÍMITE PLÁSTICO:** “Entre el estado plástico y el estado semisólido del suelo se encuentra el contenido de humedad y como lo indica la norma británica este ensayo se encarga de elaborar un rollo con diámetro de 3.2mm, conformado por una mínima proporción de suelo y una presión manual que al final es enrollada”<sup>27</sup>.

**RENDIMIENTO DEL SUELO:** “The performance of these soils can be improved by improving their engineering properties through stabilization, which are one of the essential parts of soil improvement techniques [...]”<sup>28</sup>.

**HORNO:** “For this purpose, the loose asphalt concrete mixtures were subjected to oxidative aging in a forced draft furnace for between 2 and 10 hours at 135 ° C [...]”<sup>29</sup>.

**DIFERENCIAS EN EL TIPO DE SUELO:** “There are abundant differences in the type of soil of which their own properties of the land will vary at the time of the study since it is known that each terrain is representative in the area, depending on where they are [...]”<sup>30</sup>.

**TAMIZ:** “For this respective test, an abstract machinery will be used, which will present the products with holes of different sizes that when placing the material will be successively retained depending on the number of sieves used. [...]”<sup>31</sup>.

**CONTENIDO DE HUMEDAD:** “Obtain the characteristics of the dependence of humidity in the soils at the subgrade level, through the analysis of the pressure plate and the characteristic curve of the water. [...]” <sup>32</sup>.

**CARRETERA** “It is necessary to observe which its main variables of great importance are, for this the vehicular flow will be located or measured, what are its densities, the type of speeds [...]”<sup>33</sup>.

**IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:** “Safety implements, also known as personal protection implements, are strictly mandatory elements in all the work centers of which it is strictly regulated [...]”<sup>34</sup>.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo**

“La investigación que es de tipo aplicada buscará generar en base al conocimiento de la aplicación directa la resolución de los problemas en la sociedad, para ello se basará en algunos fundamentos o investigaciones de avances tecnológicos de esta misma, por otro lado se dedicará a ver el cómo se presenta el producto en base a la teoría planteada”<sup>35</sup>

Es por ello que la investigación de este presente proyecto es del tipo aplicada, debido a que se buscó colocar en práctica los conocimientos sobre el mejoramiento de la subrasante y el uso de la ceniza de cascara de coco, con la intención de realizar la adecuada planeación en la selección para una mejor compactación de la subrasante con diferentes porcentajes de la ceniza, en base a los resultados que se obtendrá del laboratorio y los criterios de resistencia, reducción de contenido de humedad y Próctor modificado.

##### **Diseño de investigación:**

“Los principales elementos del trabajo de los modelos cuasi-experimental se encuentran dentro de lo aplicado, son gráficos de investigación realizados no al azar, es por ello que debido a esto no sea factible poder establecer de manera exacta la igualdad inicial de los grupos”<sup>36</sup>.

De este modo, el proyecto se consideró cuasi-experimental, por lo mismo que se manipularon intencionalmente las cantidades de la ceniza de cáscara de coco a nivel de la subrasante, con el objetivo de analizar su favor en las propiedades físico mecánicas de la subrasante; de esa manera, se sub-clasifica como cuasi-experimental, por lo mismo que el tipo de terreno para el presente estudio ha sido pre definido por el investigador, contando con cuatro ensayos que corresponden a la muestra patrón y a las muestras con la ceniza de cascara de coco en un 0.6%, 1.3%

y 2% del volumen de la muestra; dosificaciones que se eligió tentativamente en la base a diversos estudios previos de diferentes autores realizados con estabilizadores para el mejoramiento de la subrasante.

### **3.2 Variable y Operacionalización**

**Variable Independiente:** Ceniza de cascara de coco

**Definición conceptual:**

“La cáscara o fibra de coco es un insumo que por lo general podría ser un agregado muy importante para la construcciones y esto se debe a los componentes que lo caracterizan, es un materia fibroso que presenta un grado rígido muy alto y así mismo presenta una gran consistencia en lo que es su estructura como fruto; es por ello que las características que puede presentar este fruto denominado como coco serían una clara resistencia a altas temperaturas, una gran consistencia a los impactos, por otro lado tiene una gran dureza y resistencia por el mismo material el cual está compuesto que sirve mucho como unos hilos fibroso”<sup>37</sup>

**Definición operacional:**

La dosificación que se añadió de la Ceniza de Cascara de Coco en proporciones de un 0.6%, 1.3% y 2% para el mejoramiento de la subrasante, se emplearon para los 3 diseños de mezclas siguientes, con la certeza de poder reducir el contenido de humedad, mejorar la resistencia de la subrasante y mejoramiento del CBR; seguidamente se procedió a realizar los ensayos de Proctor Modificado, ensayo de CBR y el Ensayo de Contenido de Humedad.

**Variable Dependiente:** propiedades de la Subrasante

“El terreno que se necesita como fundación para el diseño estructural del pavimento se le conoce como subrasante, en los años cuarenta el diseño de pavimento tenía un concepto basado en las propiedades de la ingeniería en la subrasante, las cuales estaban seleccionadas en suelos, resistencia al corte, plasticidad, drenaje y susceptibilidad a las heladas”<sup>38</sup>.



### **Definición operacional:**

La ceniza de cascara de coco tiene propiedades físicas que resaltan por los hilos de la cascara de cumplen el funcionamiento como fibras de calidad. En esta investigación se realizó primero el ensayo de CBR para los 4 diseños pre establecidos (N, 0.6%, 1.3% y 2%) y ver como se presentaba el grado de trabajabilidad de la muestra, asimismo, se realizó ensayos de Proctor modificado con 4 diseños (N, 0.6%, 1.3% y 2%), y se ensayó la compactación que se le dio al terreno con el Proctor, de esa manera se analizó el número de golpes que corresponden a 25,28,30 y esto se le realizó en cada muestra ,resultando así un total de 83 golpes de compactación por muestreo; finalmente bajo el mismo término, para el ensayo de Contenido de Humedad 105 y 110 Grados Centígrados, de esa manera se disminuyó el contenido de humedad en la muestra, para todos estos casos se midió la calidad mediante los ensayos que se realizó en el laboratorio de Suelos.

Variable Dependiente      V1: Propiedades de la Subrasante

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

#### **Población**

“La población se le denomina al número de individuos u elementos del cual se requerirá obtener una información necesaria para el estudio”<sup>39</sup>

La población estuvo compuesta por todas las calicatas que se realizó en la Av. Miguel Grau desde el Kilómetro 00 hasta el Kilómetro 02 del Distrito de Perené en la Provincia de Chanchamayo la cual se encuentra ubicada en el Departamento de Junín, de las cuales se elaboraron a un 1.5 m según la normativa técnica y sus ensayos físicos mecánicos, que resulto de las pruebas de CBR, Ensayo de Contenido de Humedad, ensayos de Proctor modificados y de las distintas combinaciones con la ceniza de cascara de coco aplicado en los 3 diseños adicionales.

## Muestra

“La muestra es un conjunto o parte de toda una multitud o universo de la cual se le realizará un seguimiento, para ello se emplea algunos procesos para poder rescatar partes como un tipo de testigo que avalará al investigador, para ello se requerirá hacer uso de la lógica y algunos instrumentos que sean necesarios para la investigación”<sup>40</sup>

Cabe recalcar que, el tipo de carretera del presente estudio es de clase, con un IMDA entre los 400-201 veh/día para una calzada de dos carriles, según el Cuadro 4.1 del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, indicaron la realización de (02) calicatas por 2 km a una profundidad no menor de 1.5 m del nivel de la subrasante.

Tabla 1: *Número de Calicatas Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos*

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

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

Cabe recalcar que según el tipo de carretera y de acuerdo al Cuadro 4.2 Número de Ensayos de CBR del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, se indicó realizar un (01) Ensayo CBR por cada 1.5 km como mínimo.

Por ello, al tener 1.5 Km (1 CBR) y 1 Km (2 calicatas) se tomó 2 Km para la muestra de calicata, por ende, se realizaron cuatro (04) calicatas para efectos de la muestra, del total, se llegó a extraer una cantidad necesaria para poder realizar cuatro (04) Ensayos CBR, Próctor Modificado y Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), para definir las propiedades físico – mecánicas, según (N, 0.6%, 1.3%, 2%).

Tabla 2: *Número de Ensayos para el CBR*

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

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

## **Muestreo**

“Se le denomina muestreo al método empleado para escoger a los elementos de la muestra del total de la población”<sup>41</sup>.

### **3.4. La Técnica e instrumento para la recolección de los datos, validez y confiabilidad**

#### **Técnica de recolección de datos**

“Existen estudios que recalcan que muchos de los investigadores no conocen sobre los métodos a tener en cuenta para validar un mecanismo para recolectar los datos para la investigación. Por lo tanto, se torna un tanto vulnerable y poco fiable los datos recolectados a partir de instrumentos que conllevará a resultados negativos en cuanto a la calidad en la investigación”<sup>42</sup>.

Es por esa razón, que para el método de recolección de información se utiliza la observación para que de esa forma se pueda brindar soluciones a las problemáticas que se tiene, por consiguiente también probar las hipótesis brindadas. Por otro lado, las fuentes de información de la tesis para sus bases teóricas llegando a utilizar fichas o documentaciones bibliográficas, por último punto se presentará la técnica de cuasi experimental.

Al mismo tiempo para la investigación se utilizó las normativas establecidas por el Ministerio de Transporte y comunicaciones: MTC E-107, MTC E-110/E-111, MTC E-115, MTC E-132, MTC E-118, también según la normativa de la ASTM American Society for Testing and Materials: ASTM D 4318, ASTM D 1557, ASTM D 1883.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

“Todas las mediciones del instrumentos o recolección de datos deber de tener el requerimiento establecido de confiabilidad, validez y objetividad”<sup>43</sup>

De tal forma que se realizará para aquella investigación se realizarán ensayos para obtener los resultados, para ello se menciona lo siguiente:

- Observación

- Fichas de Laboratorio (Ver anexo)
- Ensayos

**Tabla 3. Ensayos de laboratorio**

|         | <b>Ensayo</b>                     | <b>Instrumento</b> |
|---------|-----------------------------------|--------------------|
| Ensayos | Ensayo de análisis granulométrico | Tamizado           |
|         | Ensayo de Clasificación de Suelos | Tamizado           |
|         | Ensayo Limites de Consistencia    | Copa de Casagrande |
|         | Ensayo Proctor Modificado         | Molde Cilíndrico   |
|         | Ensayo de CBR                     | Prensa de CBR      |

**Fuente:** Elaboración propia

### **Confiabilidad**

“Es el grado de que un instrumento de recolección de datos produce sus resultados que son consistentes y coherentes”<sup>44</sup>

Cuando se habla de la confiabilidad se refiere a la aplicación recurrente del objetivo que es estudiado, por ello al ser estudiado consecutivamente deberá brindar resultados iguales o semejantes entre los mismos, brindando de esa forma una confianza de aquellos resultados adquiridos y de los instrumentos que se utilizaron para el ensayo, de la misma manera se brinda certificado del instrumento que se utiliza para cada ensayo.

### **Validez**

“Es el grado en que el instrumento de recolección reflejará el dominio del contenido al que se pretende medir”<sup>45</sup>

Es por esa razón, que los instrumentos de medición son utilizados sometiéndose a una validez por expertos o especialistas en cada rubro de la construcción o de carreteras

los cuales se encargan de toda la revisión y aprobación del contenido del instrumento que se utiliza en la investigación.

La Técnica como método de recolección de datos para este proyecto de investigación, han sido los ensayos en laboratorio (cuasi experimental = propiedades de la subrasante), y en base a los instrumentos su recopilación de los datos fueron mediante el análisis de mecánica de suelos según sus indicadores (N, 0.6%, 1.3% y 2%), para ello se emplearon, los estudios de laboratorio de mecánica de suelos, los cuales se sometieron a las normas establecidas por cada uno de sus ensayos.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Prospectivo**

La excavación de calicatas se realizaron para la recolección de la muestras del terreno, se realizaron in situ, tuvieron una profundidad no menor a 1.5 m del nivel de la sub rasante, luego de ello fue transportado hacia el laboratorio de suelos, para ser sometidos a los ensayos de Próctor Modificado, CBR y Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico) según el ASTM, de esa manera se realizaron la evaluación para la mejora de resultados, tomando en cuenta el número de Ensayos y de la cantidad de Calicatas que se realizó, para la toma de muestras de los estratos significativos, los mismos que fueron trasladados al laboratorio.

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

“Para la selección de datos de la muestra se ejecutará mediante la observación directa, por medio de ellos nos permitirá la visualización para cada prueba, ensayado en laboratorio y realizando correctamente los apuntes correspondientes, que se serán de gran utilidad para los resultados y contrastarlos en la hipótesis”<sup>46</sup>.

### **3.7. Aspectos éticos**

Siendo alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, el presente proyecto de investigación se desarrolló con total honestidad, honradez, respeto, perseverancia, sabiduría y confianza de no haber copiado parte de las tesis de otros autores, respetando sus aportes, indicando todos los manuales, normas e instrumentos que se usaron en el proyecto de investigación con las respectivas resoluciones, los cuales al final serán comparados por la herramienta web Turnitin.

#### **Comentario:**

Para culminar con la parte teórica expresaremos un pequeño comentario de cómo se originó las Cenizas de Cascara de Coco para el ensayo del mejoramiento de Subrazante: El procedimiento para obtener la ceniza de cascara de coco es básicamente recaudación del insumo como tal que es el fruto del coco, seguidamente es almacenado en un lugar adecuado con vista al sol para su secado, luego se lleva al horno que superara los 135° C para proceder con la recaudación; será retirado la ceniza a un recipiente el cual se procederá a dejar en un reposo de 1 a 2 para luego pasarlo por la maya N°100 o N°200 para el tamizado y así recaudar la ceniza de coco.

#### IV. RESULTADOS

La presente investigación se consideró en evaluar la Influencia de la ceniza de cascara de coco en las propiedades de la subrasante arcillosa en el Distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

##### **Nombre de la tesis:**

Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el Distrito de Perené, Junín 2021.

##### **Ubicación:**

Departamento: Junín.

Provincia: Chanchamayo

Distrito: Perené.

Ubicación: Avenida Grau



Figura 01: Mapa del Perú  
Fuente: Google Earth

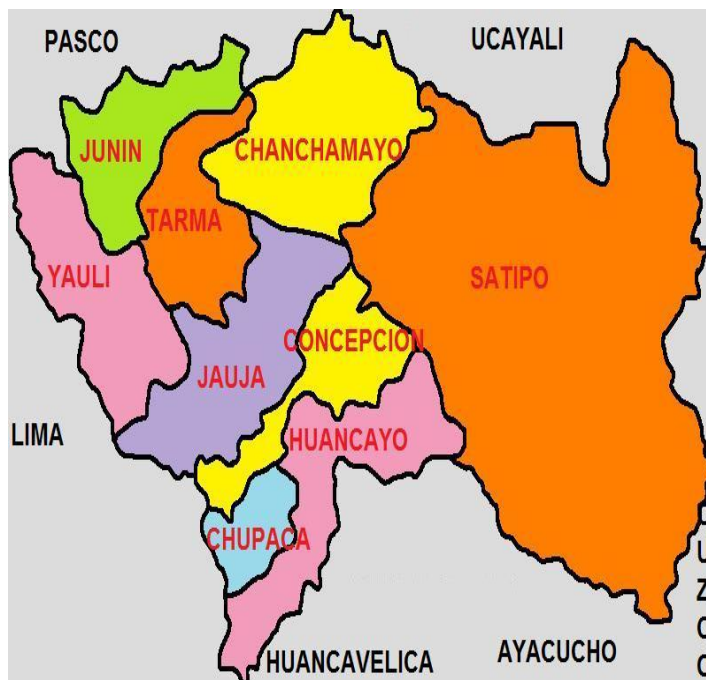


Figura 02: Mapa del departamento de Junín  
Fuente: Google Earth





Figura 03: Imagen de la avenida Grau  
Fuente: Google Earth

El desarrollo de la investigación se realizó en la carretera de la avenida Grau del distrito de Perené a media hora de la provincia de Chanchamayo, en la zona se realizó 4 calicatas en la siguiente progresiva:

**Descripción:**

**Calicata-1**

Progresiva: 2 + 030 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20m

Lado de vía: derecha



Figura 04: Calicata - 1  
Fuente: Elaboración propia 2021

**Calicata-2**

Progresiva: 3 + 030km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20m

Lado de vía: izquierda



Figura 05: Calicata - 2  
Fuente: Elaboración propia 2021

### Calicata-3

Progresiva: 4 + 030 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20m

Lado de vía: izquierda



Figura 06: Calicata - 3  
Fuente: Elaboración propia 2021

### Calicata-4

Progresiva: 5 + 030 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20m

Lado de vía: derecha



Figura 07: Calicata - 4  
Fuente: Elaboración propia 2021

### Trabajo de laboratorio

Se ejecutaron 4 calicatas en la Vía de la progresiva 00 hasta 02 km las cuales se realizaron en un laboratorio determinado con especialización en Geotecnia, se practicaron los ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Próctor Modificado y de CBR, para determinar la capacidad portante y la clasificación de suelos.

Se realizaron ensayos tanto como al terreno natural y a la mezcla del suelo y la ceniza de cascara de coco en una proporción de un 0.6%, 1.3% y 2%. Se utilizaron los suelos de la calicata C2-M1 siendo esta misma la única que cuenta con el suelo arcilloso, del cual se obtuvo los resultados

## Análisis Granulométrico (MTC E 107 - 2016)

El ensayo granulométrico por tamiz nos accedió conocer los tamaños de partículas del suelo natural extraído ya que son pasadas por cada malla estandarizada por el ASTM, se realizó el cuarteo de la muestra de cada una de las calicatas y posteriormente se estableció el porcentaje de material que fue retenido por cada tamiz.

Tabla 4: *Tamizado de la muestra de la calicata C1-M1*

| <b>Granulometria -C1-M1</b> |           |          |        |                |        |
|-----------------------------|-----------|----------|--------|----------------|--------|
| MALLA                       | ABERTURA  | RETENIDO | % RET  | % P. ACUMULADO | % PASA |
| 3"                          | 76.200    | 100      | 0      | 0              | 100    |
| 2"                          | 50.800    | 100      | 0      | 0              | 100    |
| 1 1/2"                      | 38.100    | 100      | 0      | 0              | 100    |
| 1"                          | 25.400    | 100      | 0      | 0              | 100    |
| 3/4"                        | 19.050    | 100      | 0      | 0              | 100    |
| 3/8"                        | 9.525     | 100      | 0      | 0              | 100    |
| Nº4                         | 4.760     | 100      | 0      | 0              | 100    |
| Nº10                        | 2.000     | 96.7     | 20.95  | 20.95          | 79.05  |
| Nº20                        | 0.840     | 88.7     | 19.22  | 40.17          | 59.83  |
| Nº40                        | 0.426     | 79.8     | 17.29  | 57.45          | 42.55  |
| Nº60                        | 0.250     | 74.1     | 16.05  | 73.51          | 26.49  |
| Nº100                       | 0.149     | 66.0     | 14.30  | 87.80          | 12.20  |
| Nº200                       | 0.074     | 56.3     | 12.20  | 100.00         |        |
| TOTAL                       | MTC E 137 | 461.6    | 100.00 |                |        |

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 5: *Tamizado de la muestra de la calicata C2-M1*

| <b>Granulometria - C2-M1</b> |           |          |            |                |        |
|------------------------------|-----------|----------|------------|----------------|--------|
| MALLA                        | ABERTURA  | RETENIDO | % RETENIDO | % P. ACUMULADO | % PASA |
| 3"                           | 76.200    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 2"                           | 50.800    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 1 1/2"                       | 38.100    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 1"                           | 25.400    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 3/4"                         | 19.050    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 3/8"                         | 9.525     | 100      | 0          | 0              | 100    |
| Nº4                          | 4.760     | 100      | 0          | 0              | 100    |
| Nº10                         | 2.000     | 96.8     | 20.75      | 20.75          | 79.25  |
| Nº20                         | 0.840     | 89.1     | 19.10      | 39.85          | 60.15  |
| Nº40                         | 0.426     | 80.6     | 17.27      | 57.12          | 42.88  |
| Nº60                         | 0.250     | 75.0     | 16.07      | 73.19          | 26.81  |
| Nº100                        | 0.149     | 67.2     | 14.40      | 87.60          | 12.40  |
| Nº200                        | 0.074     | 57.9     | 12.41      | 100.00         |        |
| TOTAL                        | MTC E 137 | 466.6    | 100.00     |                |        |

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 6: Tamizado de la muestra de la calicata C3-M1

| Granulometria - C3-M1 |           |          |            |                |        |
|-----------------------|-----------|----------|------------|----------------|--------|
| MALLA                 | ABERTURA  | RETENIDO | % RETENIDO | % P. ACUMULADO | % PASA |
| 3"                    | 76.200    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 2"                    | 50.800    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 1 1/2"                | 38.100    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 1"                    | 25.400    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 3/4"                  | 19.050    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 3/8"                  | 9.525     | 100      | 0          | 0              | 100    |
| N°4                   | 4.760     | 100      | 0          | 0              | 100    |
| N°10                  | 2.000     | 96.7     | 20.85      | 20.85          | 79.15  |
| N°20                  | 0.840     | 88.9     | 19.17      | 40.02          | 59.98  |
| N°40                  | 0.426     | 80.1     | 17.27      | 57.30          | 42.70  |
| N°60                  | 0.250     | 74.5     | 16.07      | 73.36          | 26.64  |
| N°100                 | 0.149     | 66.5     | 14.34      | 87.70          | 12.30  |
| N°200                 | 0.074     | 57.0     | 12.29      | 100.00         |        |
| TOTAL                 | MTC E 137 | 463.7    | 100.00     |                |        |

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 7: Tamizado de la muestra de la calicata C4- M1

| Granulometria - C4-M1 |           |          |            |                |        |
|-----------------------|-----------|----------|------------|----------------|--------|
| MALLA                 | ABERTURA  | RETENIDO | % RETENIDO | % P. ACUMULADO | % PASA |
| 3"                    | 76.200    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 2"                    | 50.800    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 1 1/2"                | 38.100    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 1"                    | 25.400    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 3/4"                  | 19.050    | 100      | 0          | 0              | 100    |
| 3/8"                  | 9.525     | 100      | 0          | 0              | 100    |
| N°4                   | 4.760     | 100      | 0          | 0              | 100    |
| N°10                  | 2.000     | 96.5     | 21.31      | 21.31          | 78.69  |
| N°20                  | 0.840     | 88.0     | 19.43      | 40.74          | 59.26  |
| N°40                  | 0.426     | 78.6     | 17.35      | 58.10          | 41.90  |
| N°60                  | 0.250     | 72.4     | 15.99      | 74.08          | 25.92  |
| N°100                 | 0.149     | 63.8     | 14.09      | 88.17          | 11.83  |
| N°200                 | 0.074     | 53.6     | 11.83      | 100.00         |        |
| TOTAL                 | MTC E 137 | 452.9    | 100.00     |                |        |

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 4,5,6 y 7 representamos la granulometría que se le realizó a cada una de las calicatas, en la calicata C1-M1 se puede observar la cantidad de 56.3% de partículas que pasaron por el tamiz N° 200, en la calicata C2-M1 el material que pasó por el tamiz N° 200 es de 57.9%, en la calicata C3-M1 el materia que pasó por el tamiz N° 200 es de 57.0% y por último, en la calicata C4-M1 el material que pasó por el tamiz



N° 200 es de 53.6%, como se puede apreciar el material pasante de cada una de las calicatas es mayor al 50% (> 50%) esto nos indica, que se caracteriza como suelo fino y arcilloso, cumpliendo así todos los requerimientos estándares de la norma ASTM 422 – MTC 107.

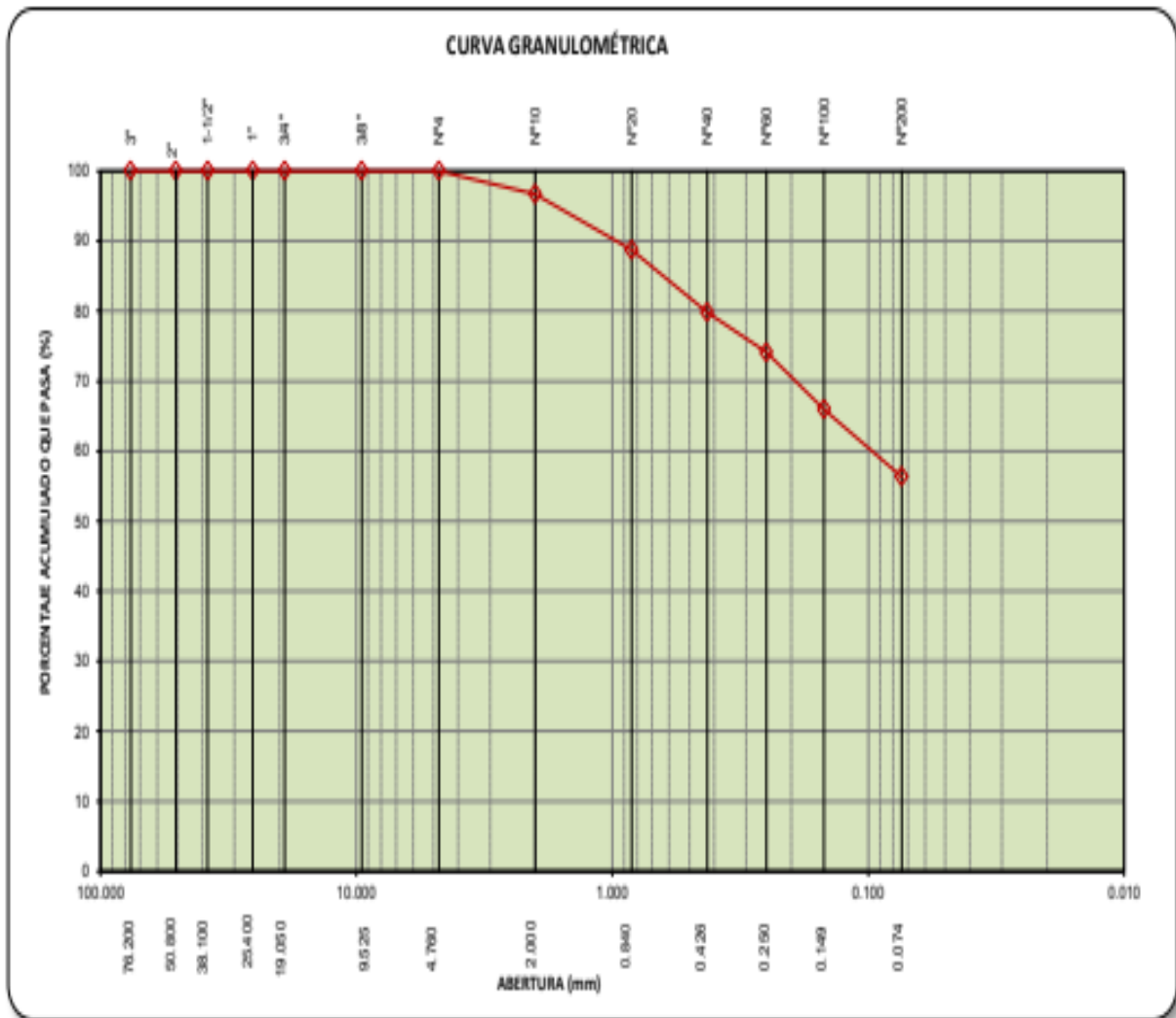


Figura 8: Curva granulométrica de la calicata C1-M1  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C.

De acuerdo a la figura 8, se puede observar que los tamices con la abertura 76.20mm hasta el 4.76mm dejaron pasar el 100% del material, del mismo modo desde este punto se inicia la curvatura, la abertura de 2.00mm deja pasar el 96.7% de partículas, en la abertura de 0.84mm deja pasar el 88.7% de material, en la abertura de 0.426mm deja pasar el 79.8% del material, en la abertura 0.25mm deja pasar el 74.1% del material,

en la abertura 0.149mm deja pasar el 66.0% y la abertura de 0.074mm deja pasar un porcentaje de 56.3% de material.

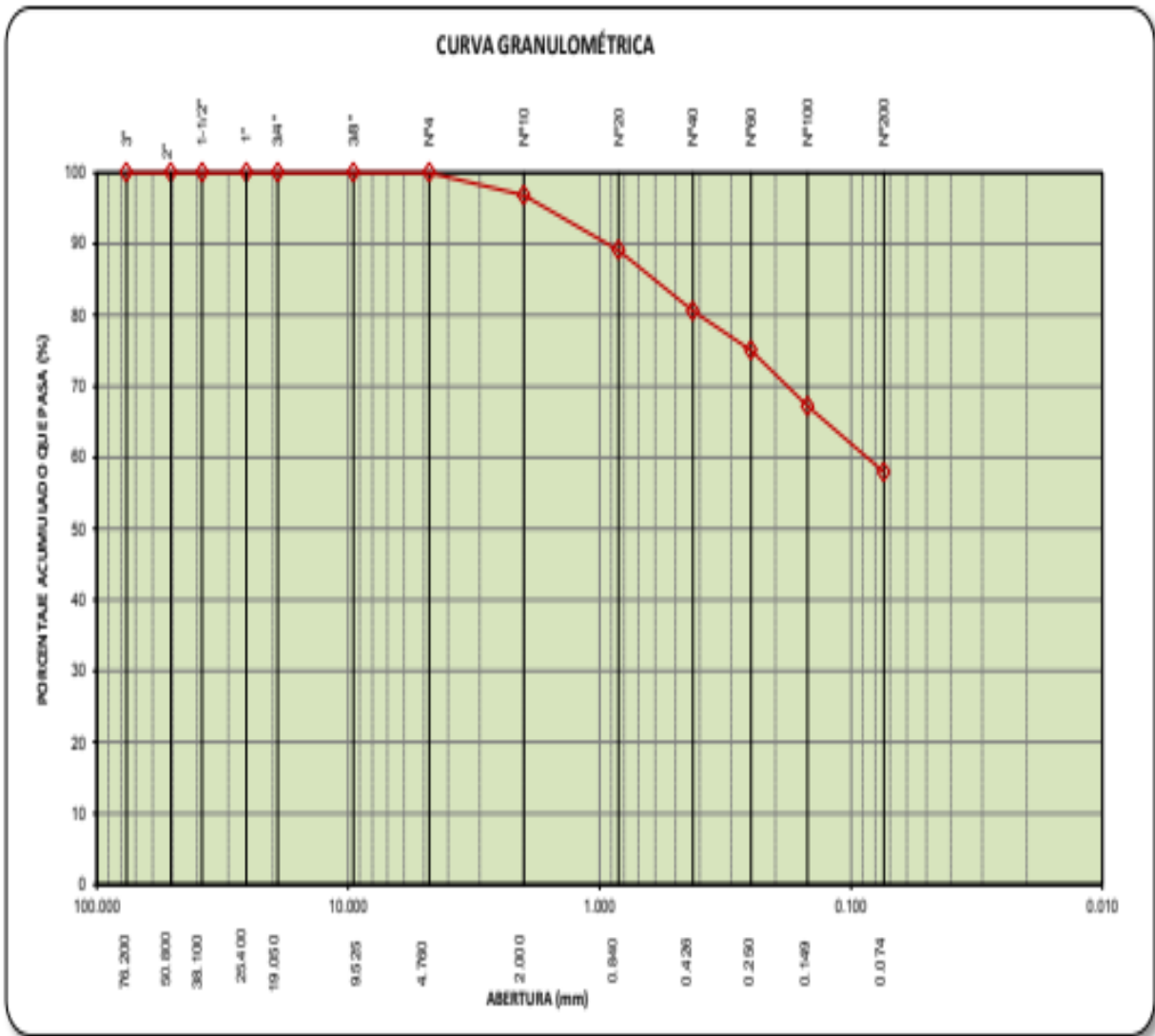


Figura 9: Curva granulométrica de la calicata C2-M1  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

En la figura 9, se puede observar que los tamices con la abertura 76.20mm hasta el 4.76mm dejaron pasar el 100% de las partículas, del mismo modo desde este punto se inicia la curvatura, la abertura de 2.00mm deja pasar el 96.8% de partículas, en la abertura de 0.84mm deja pasar el 89.1% de material, la abertura de 0.426mm deja pasar el 80.6% del material, la abertura 0.25mm deja pasar el 75.0% del material, en la abertura 0.149mm deja pasar el 67,2% y la abertura de 0.074mm el porcentaje que pasa de partículas es de 57.9%.

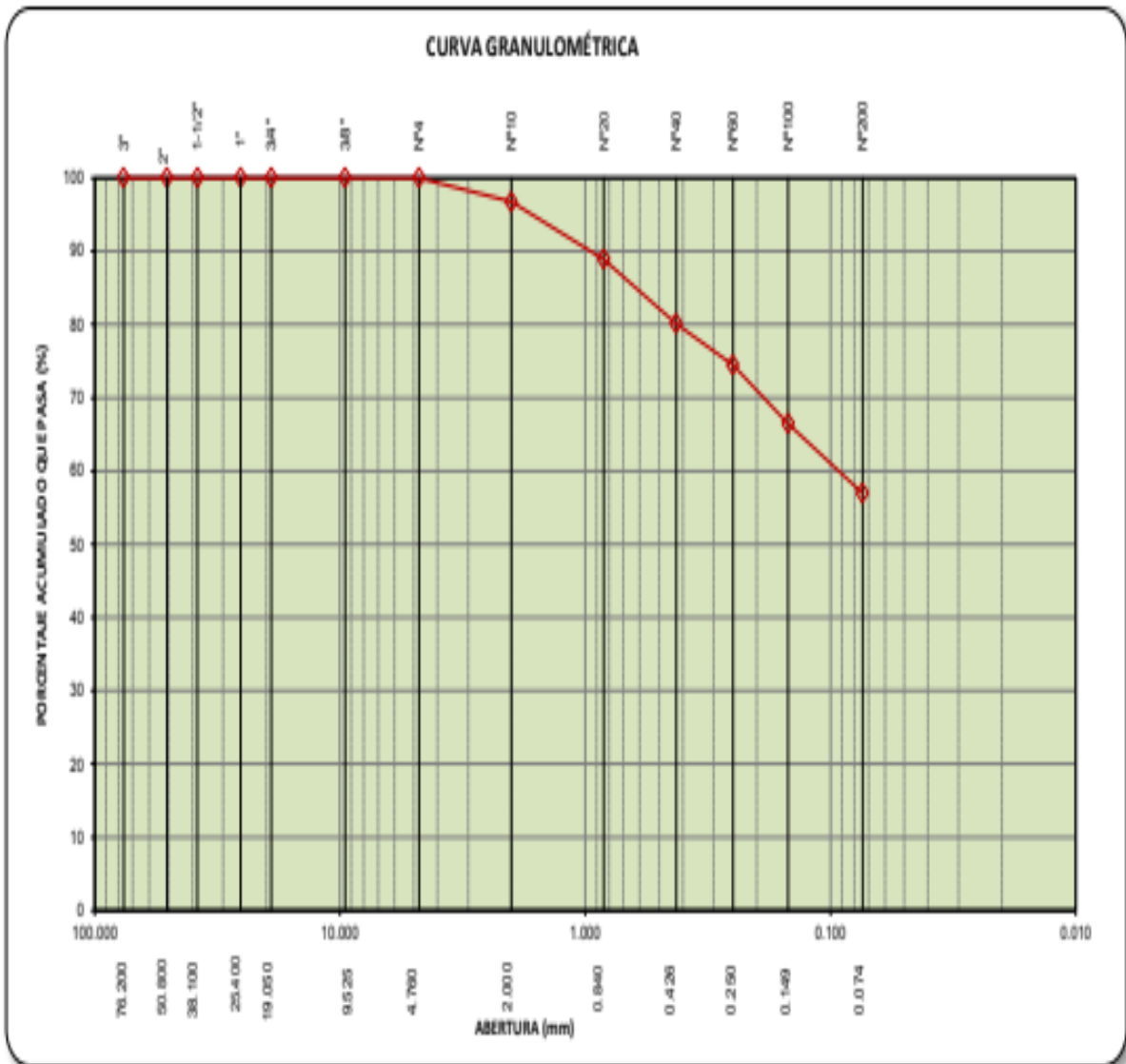


Figura 10: Curva granulométrica de la calicata C3-M1  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C.

De acuerdo a la figura 10, se puede observar que los tamices con la abertura 76.20mm hasta el 4.76mm dejaron pasar el 100% de las partículas, del mismo modo desde este punto se inicia la curvatura, la abertura de 2.00mm deja pasar el 96.7% de partículas, en la abertura de 0.84mm deja pasar el 88.9% de material, en la abertura de 0.426mm deja pasar el 80.1% del material, en la abertura 0.25mm deja pasar el 74.5% del material, en la abertura 0.149mm deja pasar el 66.5% y la abertura de 0.074mm el porcentaje que paso de partículas es de 57.0%.

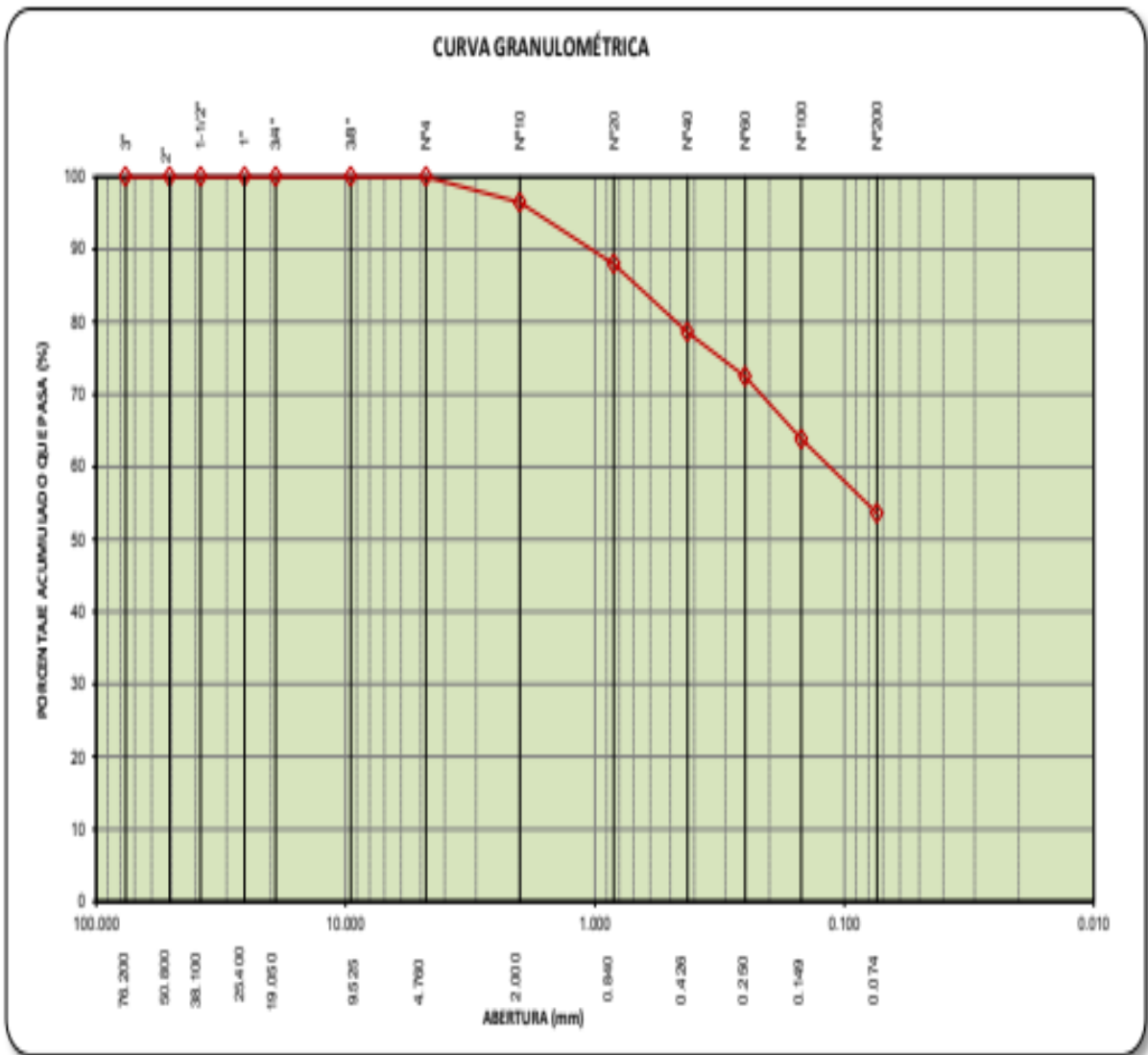


Figura 11: Curva granulométrica de la calicata C4-M1  
 Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C.

De acuerdo a la figura 11, se puede observar que los tamices con la abertura 78.20mm hasta el 4.76mm dejaron pasar el 100% de las partículas, del mismo modo desde este punto se inicia la curvatura, la abertura de 2.00mm deja pasar el 96.5% de partículas, la abertura de 0.84mm deja pasar el 88.0% de material, la abertura de 0.426mm deja pasar el 78.6% del material, la abertura 0.25mm deja pasar el 72.4% del material, la abertura 0.149mm deja pasar el 63.8% y la abertura de 0.074mm el porcentaje que paso de partículas es de 53.6%.



Tabla 8: Resultado de clasificación SUCS, AASHTO y contenido de humedad de C1-M1, C2-M1, C3-M1 y C4-M1

| MUESTRA | CLASIFICACION SUCS | CLASIFICACION AASHTO | CONTENIDO DE HUMEDAD |
|---------|--------------------|----------------------|----------------------|
| C1-M1   | CL                 | A-7-6 (8)            | 16.4                 |
| C2-M1   | CL                 | A-7-6 (8)            | 17.9                 |
| C3-M1   | CL                 | A-7-6 (8)            | 19.0                 |
| C4-M1   | CL                 | A-6 (6)              | 15.4                 |

Fuente de Elaboración propia, 2021

Analizando el cuadro según (S.U.C.S.) ASTM-D2487, para la muestra C1-M1 nos brindó la clasificación S.U.C.S. de un (CL) La cual hace referencia a un terreno arcilloso inorgánicos de baja plasticidad con presencia de arena y arcilla pobremente graduado y en el sistema AASHTO es un suelo A-7-6 (8) para las calicatas C1-M1, C2-M1 y C3-M1 y un suelo A-6(6) para la calicata C4-M1 con el cumplimiento de la norma de ASHTO donde nos señala que la muestra que debe pasar por el tamiz N°200 sea mayor al 35% para ser un suelo fino.

### Límites de Atterberg (MTC E 110 & E 111 – 2016)

Se realizó los ensayos de Límites de Atterberg (ASTM D4318, MTC E 111 – 2016) a las muestras SN, SN + 0.6%CCC, SN + 1.3%CCC y SN + 2.0%CCC, con la añadidura de la ceniza de cáscara de coco, para llegar a obtener el Limite Liquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad, los resultados que obtuvimos nos permitieron realizar las clasificaciones del terreno, y de esa manera llegar a conocer las propiedades físicas y mecánicas.

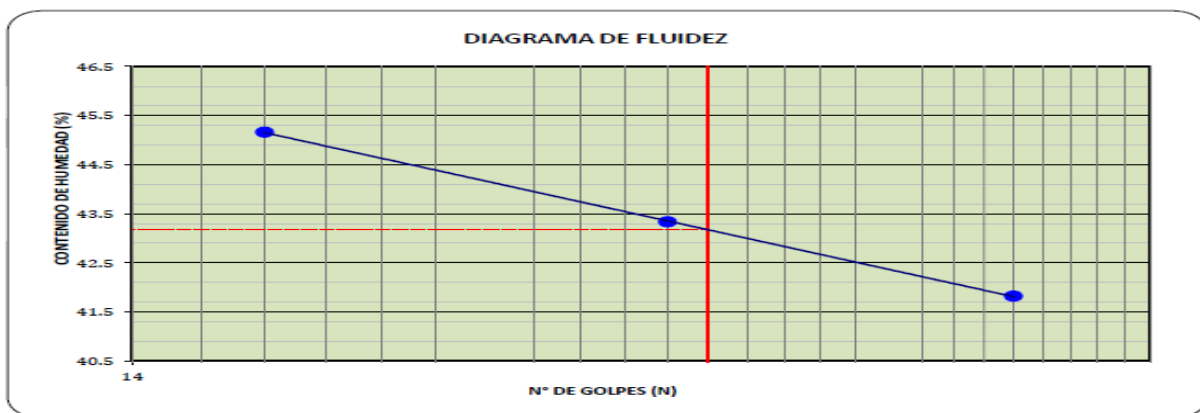


Figura 12: Diagrama de fluidez de la calicata C2-SN  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C.

En la figura 12 observamos los resultados de los límites de Atterberg, el resultado de la muestra ensayada nos señala que el limite liquido de la calicata C2 (SN) es de 43.2%, el límite de plasticidad es de 25.0% por lo tanto se obtuvo como resultado que el índice de plasticidad es de 18.2%, es por ello que se determinó que la muestra clasifica como suelo arcilloso con plasticidad media según la norma del MTC E 114, donde nos señala que según la clasificación para un suelo arcilloso, este se debe encontrar en el rango de  $IP \leq 20$  a  $IP > 7$ .

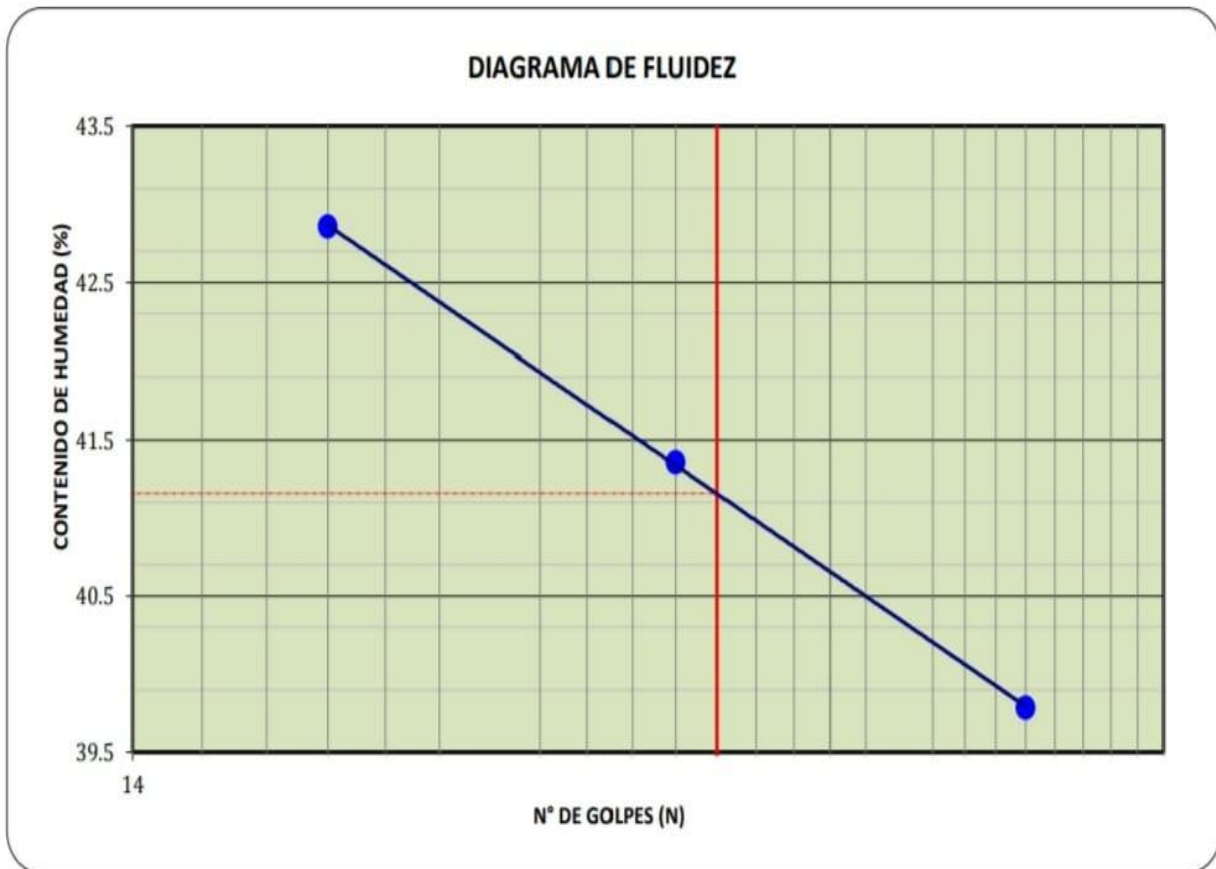


Figura 13: Diagrama de fluidez de SN + 0.6%CCC  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C.

En la figura 13 observamos los resultados de los límites de Atterberg, el resultado de la muestra ensayada nos señala que el limite liquido de la calicata SN + 0.6%CCC es de 41.2%, el límite de plasticidad es de 24.0% por lo tanto con la diferencia de ambos ensayos se obtuvo como resultado que el índice de plasticidad es de 17.2%, es por ello que se determinó que la muestra clasifica como suelo arcilloso con plasticidad media según la norma del MTC E 114.

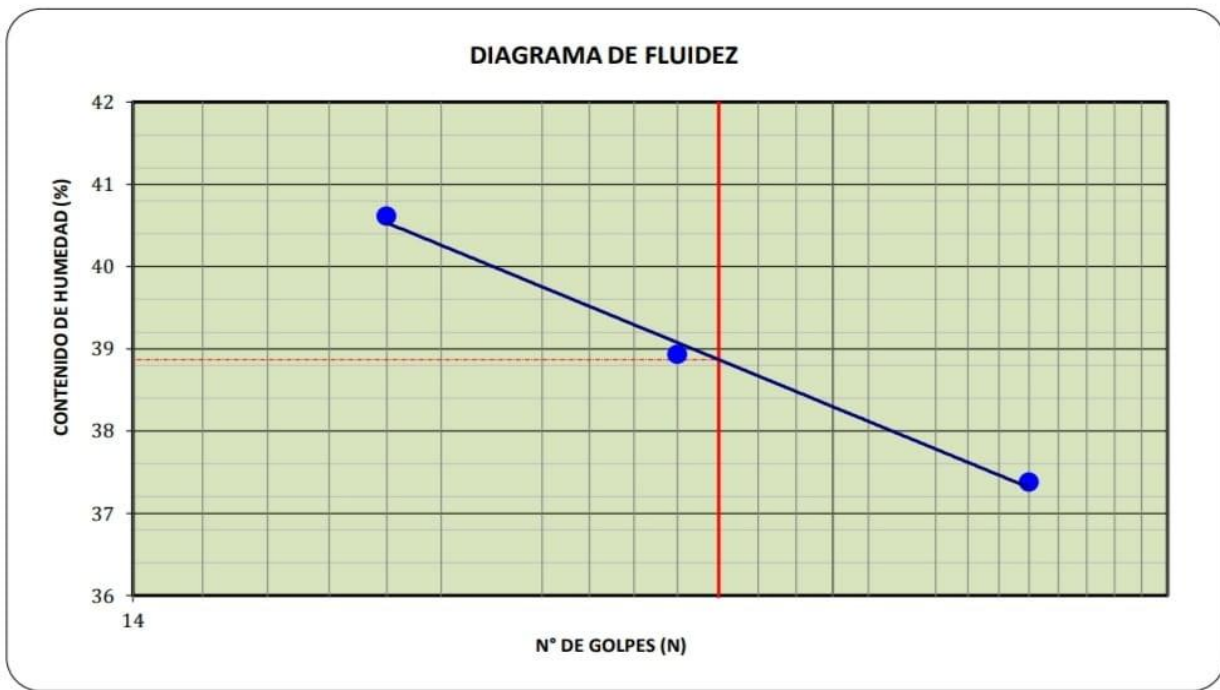


Figura 14: Diagrama de fluidez de SN + 1.3%CCC  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

En la figura 14 observamos los resultados de los límites de Atterberg, el resultado de la muestra ensayada nos señala que el límite líquido de SN + 1.3%CCC es de 38.9%, el límite de plasticidad es de 23.0% por lo tanto con la diferencia de ambos ensayos se obtuvo como resultado que el índice de plasticidad es de 15.9%, es por ello que se determinó que la muestra clasifica como suelo arcilloso con plasticidad media según la norma del MTC E 114.

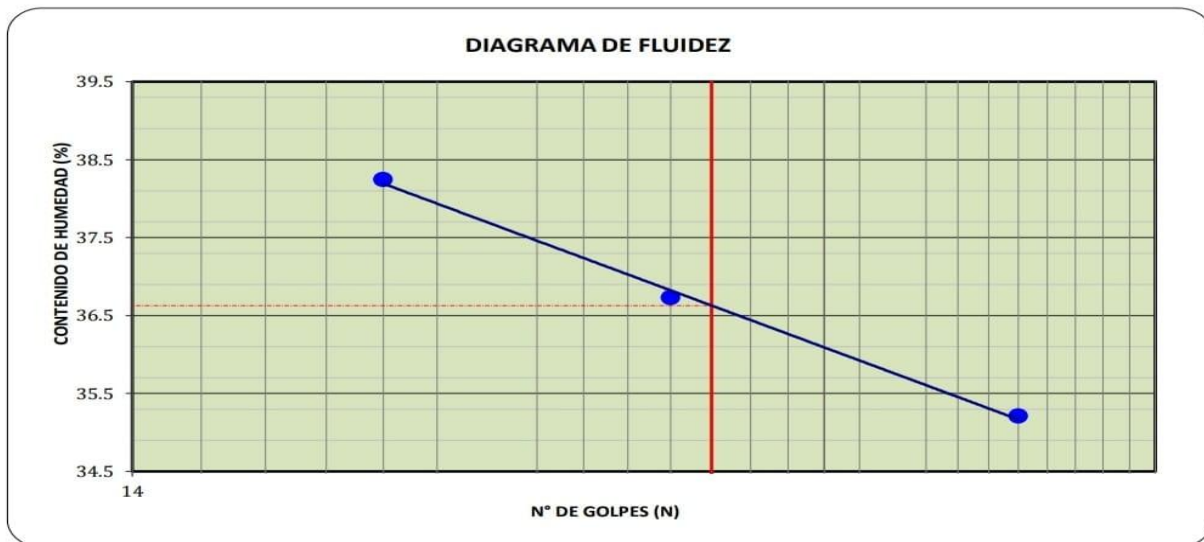


Figura 15: Diagrama de fluidez de SN + 2.0%CCC  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

En la figura 15 observamos los resultados de los límites de Atterberg, el resultado de la muestra ensayada nos señala que el límite líquido de SN + 2.0%CCC es de 36.6%, el límite de plasticidad es de 22.1% por lo tanto la diferencia de ambos ensayos se obtuvo como resultado que el índice de plasticidad es de 14.5%, es por ello que se determinó que la muestra clasifica como suelo arcilloso con plasticidad media según la norma del MTC E 114.

### Proctor modificado ASTM D1557 – MTC E 115-2016

Existen 3 métodos para realizar el ensayo de Proctor Modificado, en este caso se realizó por el método “C”, mediante el cual se estableció en contenido de humedad con relación a su densidad seca para establecer la curva de compactación de la calicata C2-M1 en estado natural del suelo.

Tabla 9: Resultados del ensayo de proctor modificado de la calicata C2-M1

| C2-M1                                 | PROCTOR MODIFICADO |       |       |       |       |
|---------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Contenido de agua                     | %                  | 12.3  | 14.3  | 16.4  | 18.5  |
| Peso volumetrico seco                 | gr/cm <sup>3</sup> | 1.689 | 1.771 | 1.775 | 1.690 |
| Densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> ) |                    |       |       |       | 1.784 |
| Humedad optima (%)                    |                    |       |       |       | 15.56 |

Fuente: Elaboración propia, 2021

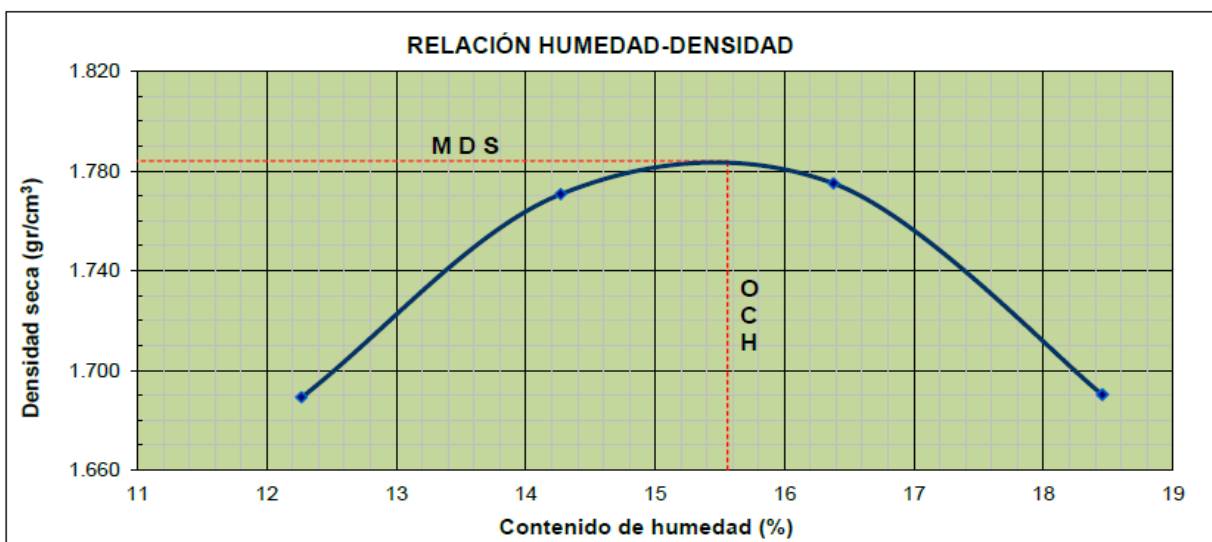


Figura 16: Proctor modificado, calicata C1-M1

Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

De acuerdo a la tabla 9 y figura 16 se puede apreciar los datos obtenidos del ensayo de proctor modificado, realizado a la muestra de la calicata C2-M1 en estado original, el cual obtuvimos como resultado un óptimo contenido de humedad de 15.56% en relación a su densidad máxima seca que es de 1.784 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla 10: Resultados del ensayo de proctor modificado de la calicata C2-M1+0.6% de ceniza de cascara de coco.

| <b>C2-M1 + 0.6% CCC</b>               | <b>PROCTOR MODIFICADO</b> |       |       |       |       |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Contenido de agua                     | %                         | 15.0  | 17.1  | 19.2  | 21.1  |
| Peso volumetrico seco                 | gr/cm                     | 1.742 | 1.826 | 1.822 | 1.741 |
| Densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> ) |                           |       |       |       | 1.835 |
| Humedad optima (%)                    |                           |       |       |       | 18.10 |

Fuente: Elaboración propia, 2021

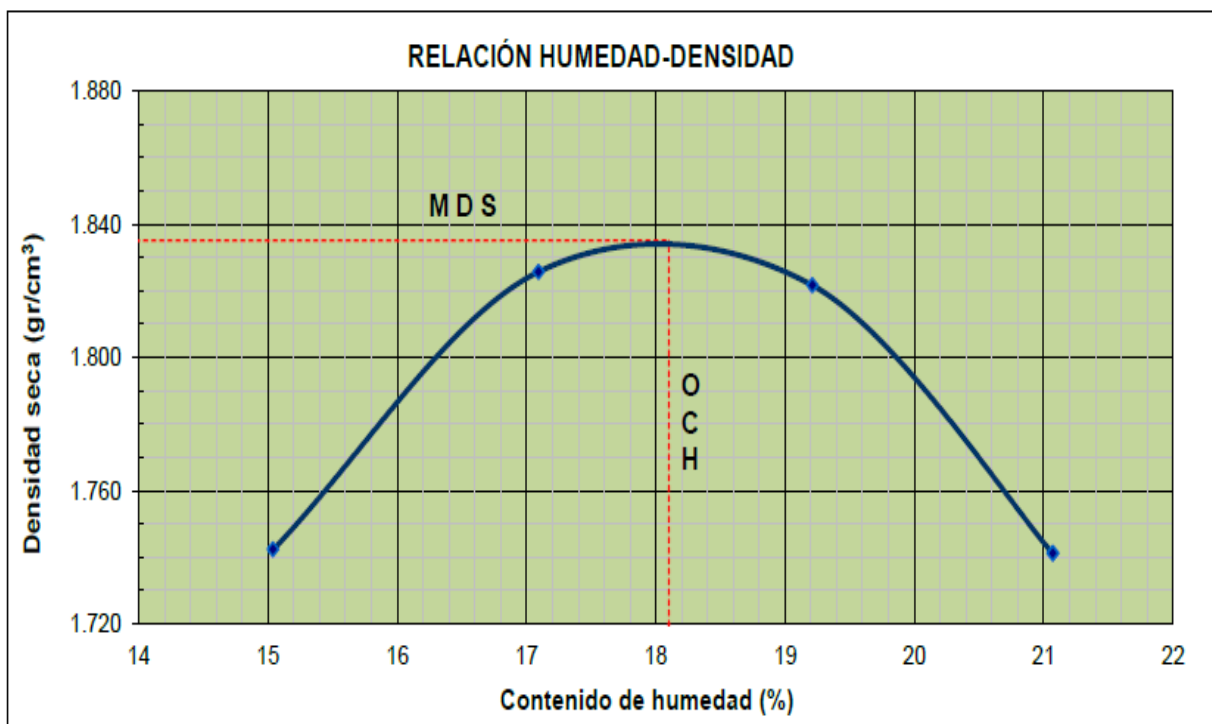


Figura 17: Proctor modificado, calicata C1-M1+0.6% de ceniza de cascara de coco  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

De acuerdo a la tabla 10 y figura 17 se puede apreciar los datos obtenidos del ensayo de proctor modificado, realizado a la muestra de la calicata C2-M1 + 0.6% de ceniza

de cascara de coco, del cual obtuvimos como resultado un óptimo contenido de humedad de 18.10% en relación a su densidad máxima seca que es de 1.835 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla 11: Resultados del ensayo de proctor modificado de la calicata C2-M1+1.3% de ceniza de cascara de coco.

| <b>C2-M1 + 1.3% CCC</b>               | <b>PROCTOR MODIFICADO</b> |       |       |       |       |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Contenido de agua                     | %                         | 16.0  | 18.1  | 20.2  | 22.0  |
| Peso volumetrico seco                 | gr/cm                     | 1.809 | 1.898 | 1.894 | 1.807 |
| Densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> ) |                           | 1.908 |       |       |       |
| Humedad optima (%)                    |                           | 19.12 |       |       |       |

Fuente: Elaboración propia, 2021

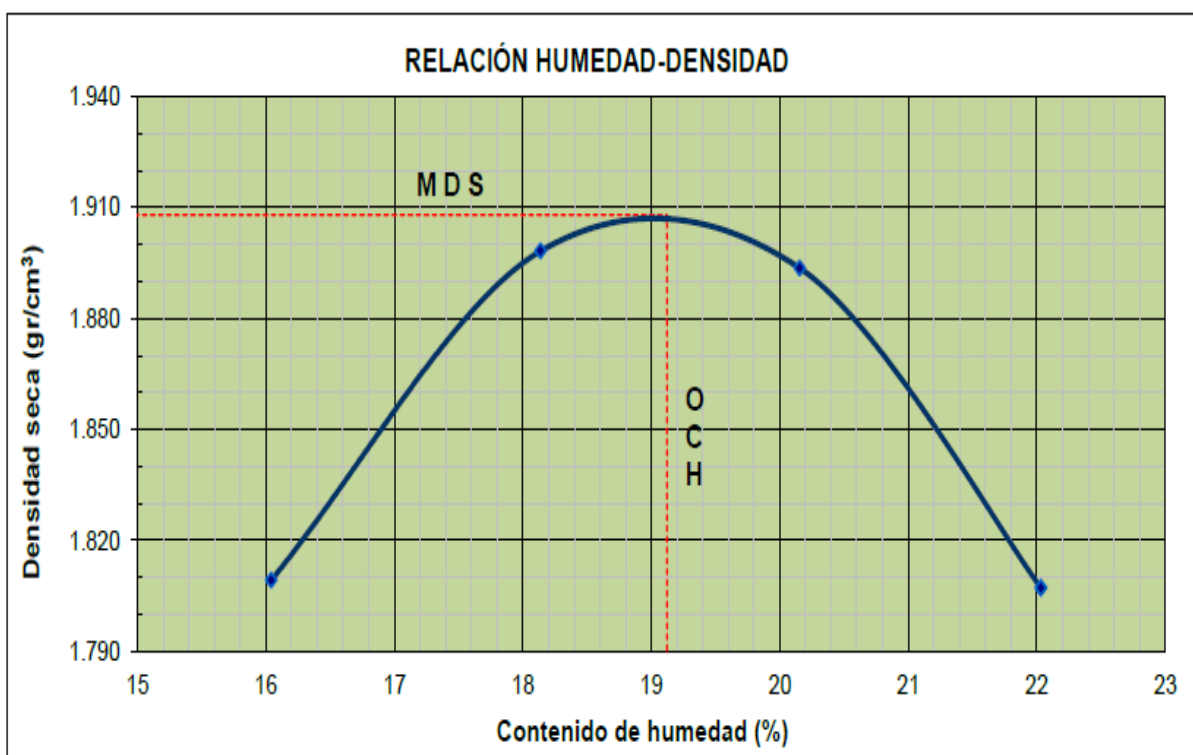


Figura 18: Proctor modificado, calicata C1-M1+1.3% de ceniza de cascara de coco  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

De acuerdo a la tabla 11 y figura 18 se puede apreciar los resultados obtenidos del ensayo de proctor modificado, realizado a la muestra de la calicata C2-M1 + 1.3% de ceniza de cascara de coco, del cual obtuvimos como resultado un óptimo contenido de humedad de 19.12% en relación a su densidad máxima seca que es de 1.908 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla 12: Resultados del ensayo de proctor modificado de la calicata C2-M1+2.0% de ceniza de cascara de coco.

| <b>C2-M1 + 2.0% CCC</b>               | <b>PROCTOR MODIFICADO</b> |       |       |       |       |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Contenido de agua                     | %                         | 14.0  | 16.1  | 18.1  | 20.0  |
| Peso volumetrico seco                 | gr/cm                     | 1.866 | 1.962 | 1.959 | 1.868 |
| Densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> ) |                           |       |       |       | 1.973 |
| Humedad optima (%)                    |                           |       |       |       | 17.11 |

Fuente: Elaboración propia, 2021

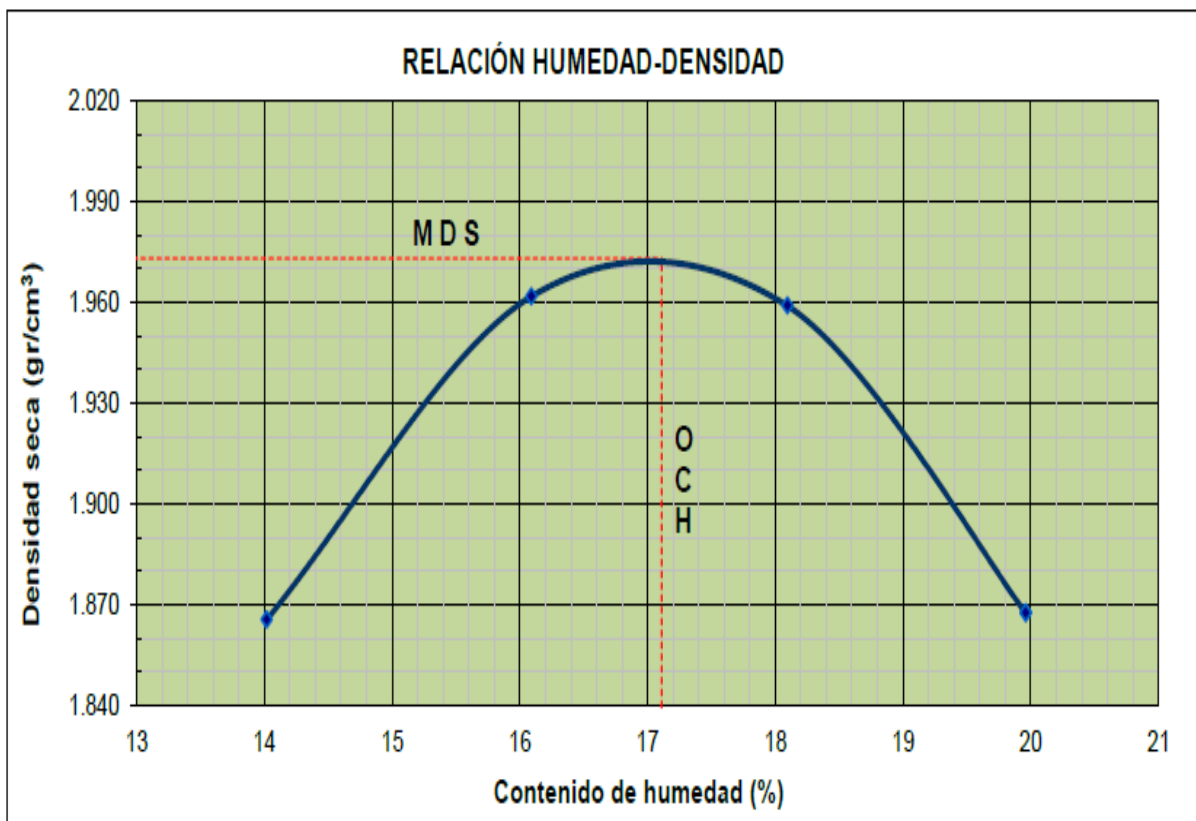


Figura 19: Proctor modificado, calicata C1-M1+2.0% de ceniza de cascara de coco Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

De acuerdo a la tabla 12 y figura 19 se puede apreciar los resultados obtenidos del ensayo de proctor modificado, realizado a la muestra de la calicata C2-M1 + 2.0% de ceniza de cascara de coco, del cual obtuvimos como resultado un óptimo contenido de humedad de 17.11% en relación a su densidad máxima seca que es de 1.973 gr/cm<sup>3</sup>.

## California Baring Ratio (CBR) ASTM D 1883

Se desarrollaron los ensayos de CBR a la muestra de las calicatas C2-M1 en su estado natural para así poder determinar su capacidad portante patrón, se acomodó la muestra con el óptimo contenido de humedad resultante en los ensayos desarrollados de proctor modificado. La muestra fue compactada en 05 capas y en 03 moldes de CBR, se sumergió en un tanque de agua durante 4 días y después de ello se determinó la resistencia a la penetración.

Tabla 13: Resultados del ensayo CBR de la calicata C1-M1

| PENETRACION         |  |            |      |            |         |            |      |            |         |            |      |            |         |
|---------------------|--|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|
| PENETRACION<br>(mm) | CARGA<br>ESTÁNDAR<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         |
|                     |  | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         |
|                     |  | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) |
| 0.000               |  | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         |
| 0.635               |  | 3          | 59   |            |         | 2          | 55   |            |         | 1          | 50   |            |         |
| 1.270               |  | 5          | 68   |            |         | 3          | 59   |            |         | 2          | 55   |            |         |
| 1.905               |  | 6          | 72   |            |         | 4          | 64   |            |         | 3          | 59   |            |         |
| 2.540               | 70.5                                       | 8          | 81   | 84.4       | 6.2     | 5          | 68   | 68.4       | 5.0     | 4          | 64   | 64.0       | 4.7     |
| 3.810               |  | 12         | 98   |            |         | 6          | 72   |            |         | 5          | 68   |            |         |
| 5.080               | 105.7                                      | 13         | 103  | 108.0      | 5.3     | 8          | 81   | 88.1       | 4.3     | 6          | 72   | 78.6       | 3.8     |
| 6.350               |  | 14         | 107  |            |         | 10         | 90   |            |         | 7          | 77   |            |         |
| 7.620               |  | 15         | 111  |            |         | 12         | 98   |            |         | 8          | 81   |            |         |
| 10.160              |  | 17         | 120  |            |         | 14         | 107  |            |         | 9          | 85   |            |         |
| 12.700              |  | 20         | 133  |            |         | 17         | 120  |            |         | 11         | 94   |            |         |

Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

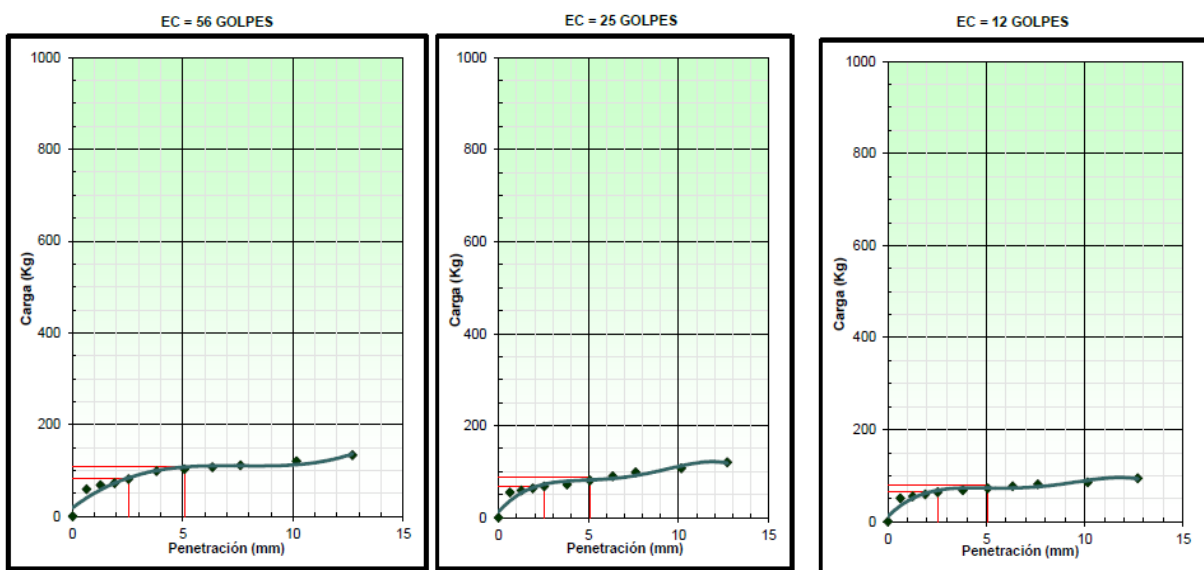
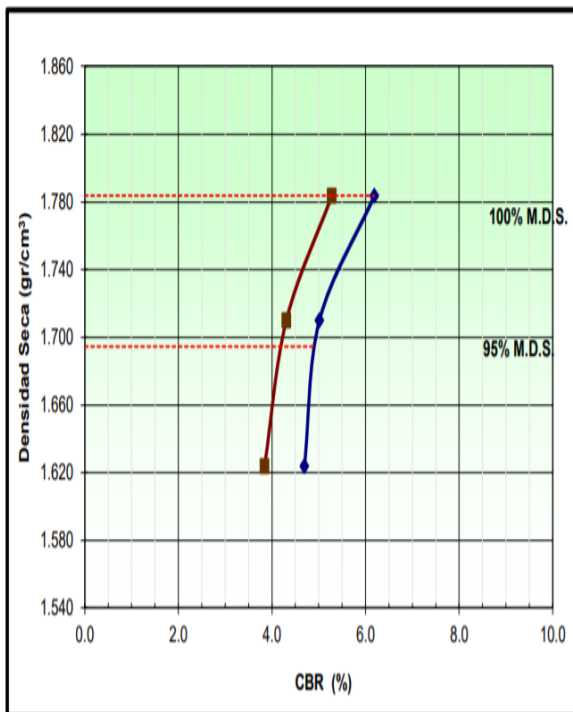


Figura 20: Ensayo CBR, calicata C2-M1

Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C



De la tabla 13 y figura 20, se puede apreciar los datos adquiridos de las tres muestras ensayados de lo cual forman la curva de carga ejercida en relación a la dimensión de penetración, en la muestra N° 01 se observa como resultado una carga ejercida de 108.0kg con un porcentaje de 5.3% a 0.2" de penetración, también se aprecia una carga de 84.4kg con un porcentaje de 6.2% a 0.1" de penetración, en la muestra N° 02 se aprecia como resultado una carga ejercida de 88.1kg con un porcentaje de 4.3% para una penetración de 0.2", una carga de 68.4kg con un porcentaje de 5.0% a 0.1" de penetración, en la muestra N° 03 se puede apreciar como resultado obtenido una carga ejercida de 78.6kg con un porcentaje de 3.8% para 0.2" de penetración y una carga de 64.0kg con un porcentaje de 4.7% a una penetración de 0.1".



**Datos de la Muestra:**

|   |            |
|---|------------|
| Clasificación SUCS :                          | CL         |
| Clasificación AASHTO :                        | A-7-6 (8)  |
| Método de compactación                        | ASTM D1557 |
| Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )     | 1.784      |
| Óptimo contenido de humedad (%)               | 15.53      |
| 95% Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.695      |

|                              |       |     |       |     |
|------------------------------|-------|-----|-------|-----|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1": | 6.2 | 0.2": | 5.3 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 0.1": | 4.9 | 0.2": | 4.2 |

**RESULTADOS:**

|                                      |   |                |
|--------------------------------------|---|----------------|
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. | = | <u>6.2 (%)</u> |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | = | <u>4.9 (%)</u> |

Figura 21: Ensayo CBR, calicata C1-M1  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

Se puede apreciar en la figura 21 la curva grafica en relación del CBR vs la densidad seca, para el CBR al 100% la densidad máxima seca es de 1.784g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 6.2 y 4.9 a una penetración de 0.2", de igual manera para el CBR al 95% la densidad máxima seca es de 1.695 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 5.3 y 4.2 para una penetración de 0.2".

Tabla 14: Resultados del ensayo CBR de la muestra C2-M1+0.6% de ceniza de cascara de coco

| PENETRACION         |  |            |      |            |         |            |      |            |         |            |      |            |         |
|---------------------|--|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|
| PENETRACION<br>(mm) | CARGA<br>ESTÁNDAR<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         |
|                     |  | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         |
|                     |  | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) |
| 0.000               |  | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         |
| 0.635               |  | 4          | 64   |            |         | 3          | 59   |            |         | 2          | 55   |            |         |
| 1.270               |  | 9          | 85   |            |         | 6          | 72   |            |         | 3          | 59   |            |         |
| 1.905               |  | 15         | 111  |            |         | 10         | 90   |            |         | 5          | 68   |            |         |
| 2.540               | 70.5                                       | 23         | 146  | 147.2      | 10.8    | 15         | 111  | 113.2      | 8.3     | 8          | 81   | 81.4       | 6.0     |
| 3.810               |  | 35         | 199  |            |         | 23         | 146  |            |         | 12         | 98   |            |         |
| 5.080               | 105.7                                      | 46         | 247  | 241.0      | 11.8    | 30         | 177  | 175.6      | 8.6     | 15         | 111  | 114.4      | 5.6     |
| 6.350               |  | 52         | 273  |            |         | 34         | 194  |            |         | 17         | 120  |            |         |
| 7.620               |  | 58         | 299  |            |         | 38         | 212  |            |         | 19         | 129  |            |         |
| 10.160              |  | 72         | 360  |            |         | 47         | 251  |            |         | 24         | 151  |            |         |
| 12.700              |  | 81         | 400  |            |         | 53         | 277  |            |         | 27         | 164  |            |         |

Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

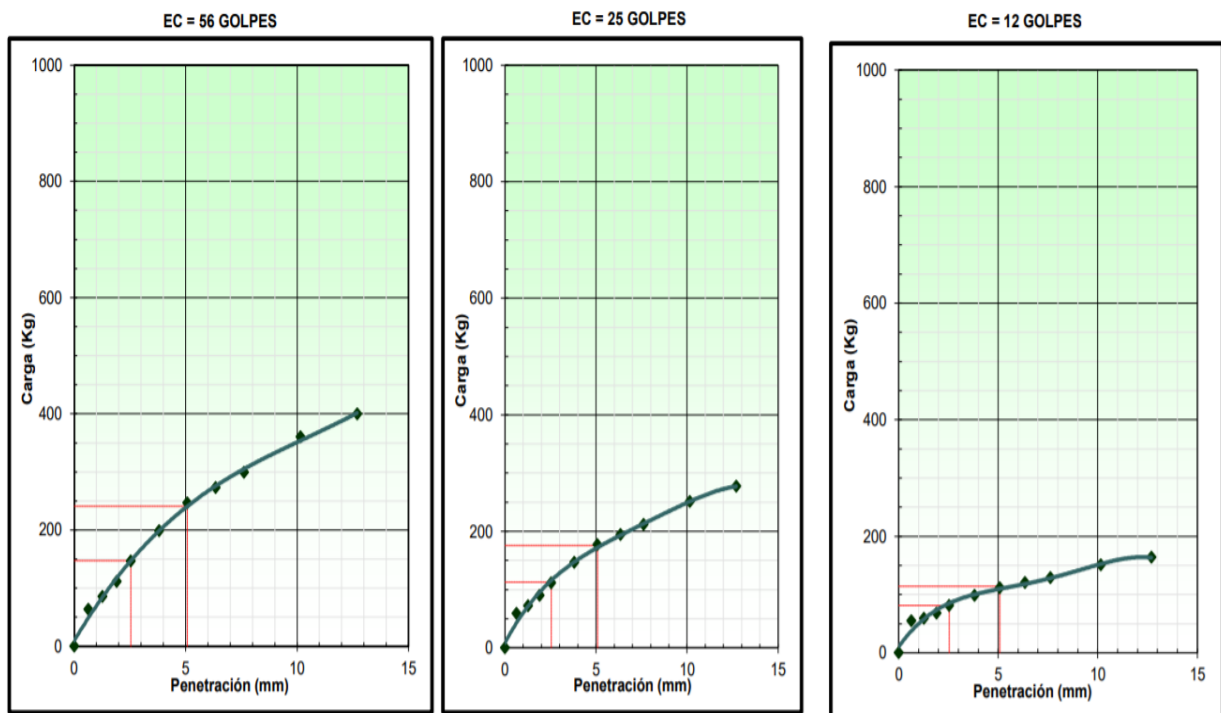
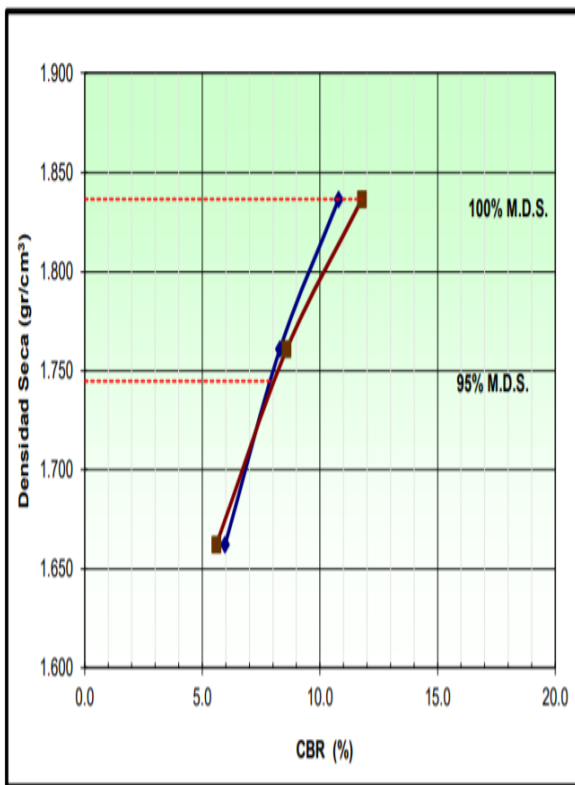


Figura 22: Ensayo CBR, calicata C2-M1+0.6% de ceniza de cascara de coco  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

De la tabla 14 y figura 22, se puede apreciar los datos adquiridos de las tres muestras ensayados a la calicata C2-M1 más la adición de 0.6% de ceniza de cascara de coco, de lo cual forman la curva de carga ejercida en relación a la dimensión de penetración,

en la muestra N° 01 se observa como resultado una carga ejercida de 241.0kg con un porcentaje de 11.8% a 0.2" de penetración, también se aprecia una carga de 147.2kg con un porcentaje de 10.8% a 0.1" de penetración, en la muestra N° 02 se aprecia como resultado una carga ejercida de 175.6kg con un porcentaje de 8.6% para una penetración de 0.2", una carga de 113.2kg con un porcentaje de 8.3% a 0.1" de penetración, en la muestra N° 03 se puede apreciar como resultado obtenido una carga ejercida de 114.4kg con un porcentaje de 5.6% para 0.2" de penetración y una carga de 81.4kg con un porcentaje de 6.0% a una penetración de 0.1".



**Datos de la Muestra:**

|   |            |
|---|------------|
| Clasificación SUCS :                          | CL         |
| Clasificación AASHTO :                        | ---        |
| Método de compactación                        | ASTM D1557 |
| Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )     | 1.837      |
| Óptimo contenido de humedad (%)               | 18.13      |
| 95% Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.745      |

|                              |       |      |       |      |
|------------------------------|-------|------|-------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1": | 10.8 | 0.2": | 11.8 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 0.1": | 7.9  | 0.2": | 8.0  |

**RESULTADOS:**

|                                      |   |                 |
|--------------------------------------|---|-----------------|
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. | = | <u>10.8 (%)</u> |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | = | <u>7.9 (%)</u>  |

Figura 23: Ensayo CBR, calicata C2-M1+0.6% de ceniza de cascara de coco  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

Se puede apreciar en la figura 23 la curva grafica en relación del CBR vs la densidad seca con adición de 0.6% de ceniza de cascara de coco, para el CBR al 100% la densidad máxima seca es de 1.837g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 10.8 y 7.9 a una penetración de 0.1", de igual manera para el CBR al 95% la densidad máxima seca es de 1.745 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 11.8 y 8.0 para una penetración de 0.2".

Tabla 15: Resultados del ensayo CBR de la muestra C2-M1+1.3% de ceniza de cascara de coco

| PENETRACION         |  |            |      |            |         |            |      |            |         |            |      |            |         |
|---------------------|--|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|
| PENETRACION<br>(mm) | CARGA<br>ESTÁNDAR<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         |
|                     |  | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         |
|                     |  | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) |
| 0.000               |  | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         |
| 0.635               |  | 4          | 64   |            |         | 2          | 55   |            |         | 1          | 50   |            |         |
| 1.270               |  | 12         | 98   |            |         | 7          | 77   |            |         | 3          | 59   |            |         |
| 1.905               |  | 17         | 120  |            |         | 10         | 90   |            |         | 5          | 68   |            |         |
| 2.540               | 70.5                                       | 26         | 159  | 157.2      | 11.5    | 15         | 111  | 112.1      | 8.2     | 7          | 77   | 78.5       | 5.8     |
| 3.810               |  | 37         | 207  |            |         | 22         | 142  |            |         | 11         | 94   |            |         |
| 5.080               | 105.7                                      | 47         | 251  | 252.7      | 12.4    | 28         | 168  | 170.9      | 8.4     | 14         | 107  | 110.4      | 5.4     |
| 6.350               |  | 55         | 286  |            |         | 33         | 190  |            |         | 16         | 116  |            |         |
| 7.620               |  | 61         | 312  |            |         | 36         | 203  |            |         | 18         | 125  |            |         |
| 10.160              |  | 72         | 360  |            |         | 43         | 234  |            |         | 22         | 142  |            |         |
| 12.700              |  | 80         | 395  |            |         | 48         | 255  |            |         | 24         | 151  |            |         |

Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

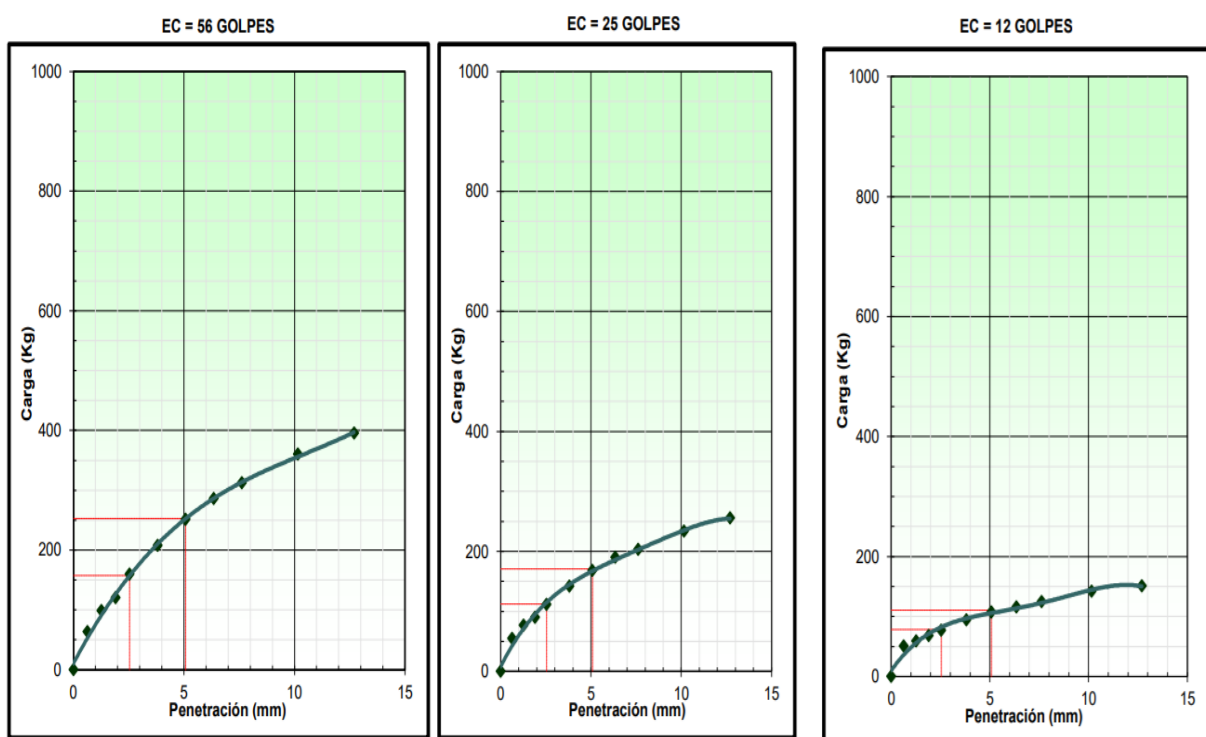
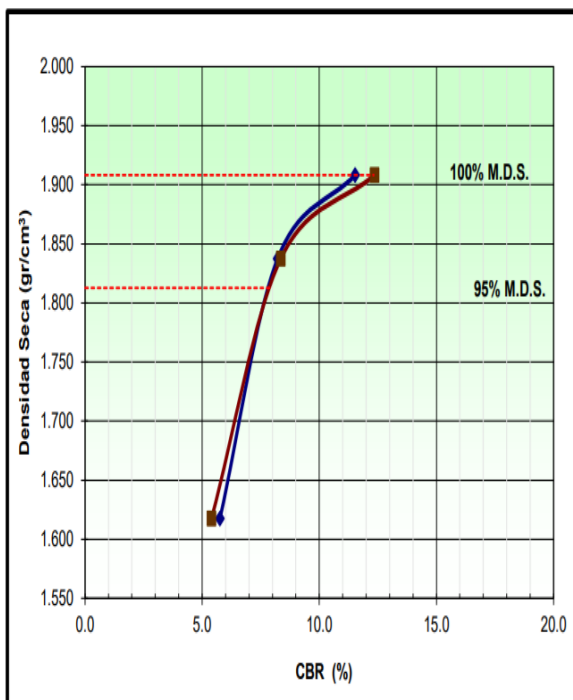


Figura 24: Ensayo CBR, calicata C2-M1+1.3% de ceniza de cascara de coco  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

De la tabla 15 y figura 24, se puede apreciar los datos adquiridos de las tres muestras ensayados a la calicata C1-M1 más la adición de 1.3% de ceniza de cascara de coco, de lo cual forman la curva de carga ejercida en relación a la dimensión de penetración,

en la muestra N° 01 se observa como resultado una carga ejercida de 252.7kg con un porcentaje de 12.4% a 0.2” de penetración, también se aprecia una carga de 157.2kg con un porcentaje de 11.5% a 0.1” de penetración, en la muestra N° 02 se aprecia como resultado una carga ejercida de 170.9kg con un porcentaje de 8.4% para una penetración de 0.2”, una carga de 112.1kg con un porcentaje de 8.2% a 0.1” de penetración, en la muestra N° 03 se puede apreciar como resultado obtenido una carga ejercida de 110.4kg con un porcentaje de 5.4% para 0.2” de penetración y una carga de 78.5kg con un porcentaje de 5.8% a una penetración de 0.1”.



**Datos de la Muestra:**

|   |            |
|---|------------|
| Clasificación SUCS :                          | CL         |
| Clasificación AASHTO :                        | --         |
| Método de compactación                        | ASTM D1557 |
| Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )     | 1.908      |
| Óptimo contenido de humedad (%)               | 19.12      |
| 95% Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.813      |

|                              |       |      |       |      |
|------------------------------|-------|------|-------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1": | 11.5 | 0.2": | 12.3 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 0.1": | 7.3  | 0.2": | 7.3  |

**RESULTADOS:**

|                                      |   |                 |
|--------------------------------------|---|-----------------|
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. | = | <u>11.5 (%)</u> |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | = | <u>7.3 (%)</u>  |

Figura 25: Ensayo CBR, calicata C2-M1+1.3% de ceniza de cascara de coco  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

Se puede apreciar en la figura 25 la curva grafica en relación del CBR vs la densidad seca con adición de 1.3% de ceniza de cascara de coco, para el CBR al 100% la densidad máxima seca es de 1.908g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 11.5 y 7.3 a una penetración de 0.1”, de igual manera para el CBR al 95% la densidad máxima seca es de 1.813 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 12.3 y 7.3 para una penetración de 0.2”.

Tabla 16: Resultados del ensayo CBR de la muestra C2-M1+2.0% de ceniza de cascara de coco

| PENETRACION         |  |            |      |            |         |            |      |            |         |            |      |            |         |
|---------------------|--|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|
| PENETRACION<br>(mm) | CARGA<br>ESTÁNDAR<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         |
|                     |  | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         |
|                     |  | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) |
| 0.000               |  | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         |
| 0.635               |  | 6          | 72   |            |         | 3          | 59   |            |         | 1          | 50   |            |         |
| 1.270               |  | 16         | 116  |            |         | 9          | 85   |            |         | 3          | 59   |            |         |
| 1.905               |  | 25         | 155  |            |         | 14         | 107  |            |         | 5          | 68   |            |         |
| 2.540               | 70.5                                       | 33         | 190  | 193.2      | 14.2    | 19         | 129  | 130.1      | 9.5     | 7          | 77   | 77.8       | 5.7     |
| 3.810               |  | 48         | 255  |            |         | 27         | 164  |            |         | 10         | 90   |            |         |
| 5.080               | 105.7                                      | 58         | 299  | 302.1      | 14.8    | 33         | 190  | 192.9      | 9.4     | 13         | 103  | 105.4      | 5.2     |
| 6.350               |  | 66         | 334  |            |         | 37         | 207  |            |         | 14         | 107  |            |         |
| 7.620               |  | 73         | 365  |            |         | 41         | 225  |            |         | 16         | 116  |            |         |
| 10.160              |  | 80         | 395  |            |         | 45         | 242  |            |         | 18         | 125  |            |         |
| 12.700              |  | 88         | 430  |            |         | 50         | 264  |            |         | 20         | 133  |            |         |

Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

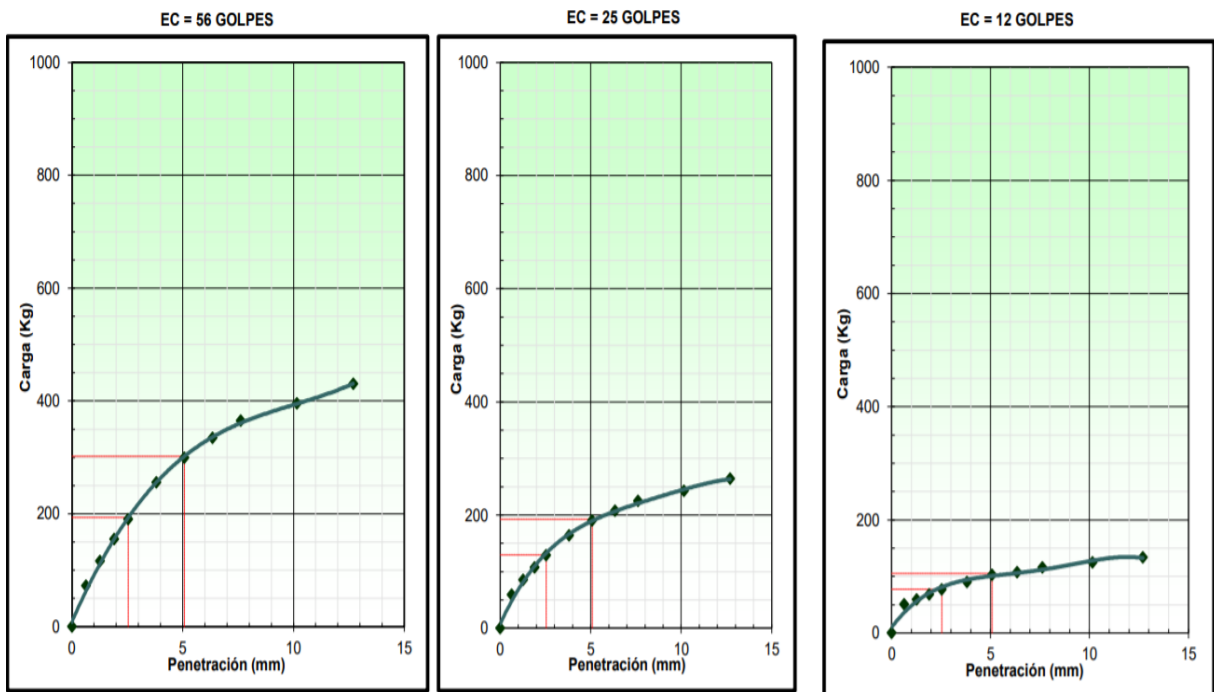
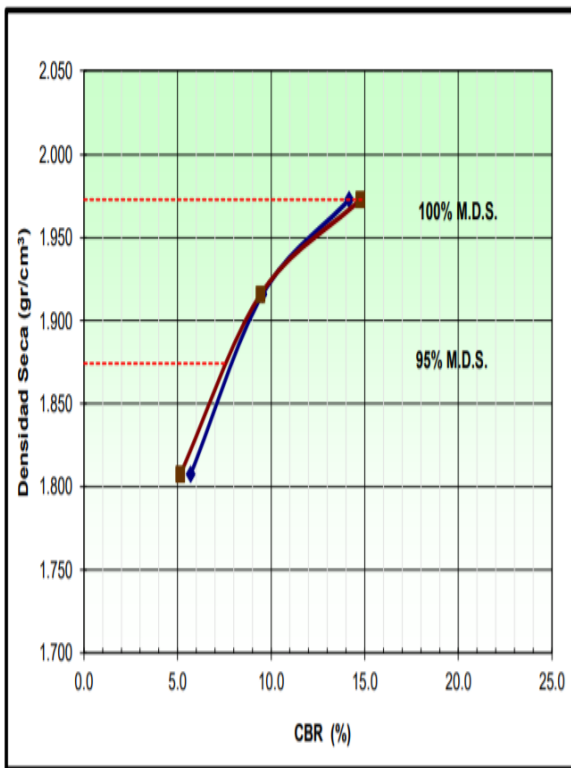


Figura 26: Ensayo CBR, calicata C2-M1+2.0% de ceniza de cascara de coco  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

De la tabla 16 y figura 26, se puede apreciar los datos adquiridos de las tres muestras ensayados a la calicata C1-M1 más la adición de 2.0% de ceniza de cascara de coco, de lo cual forman la curva de carga ejercida en relación a la dimensión de penetración,

en la muestra N° 01 se observa como resultado una carga ejercida de 302.1kg con un porcentaje de 14.8% a 0.2" de penetración, también se aprecia una carga de 193.2kg con un porcentaje de 14.2% a 0.1" de penetración, en la muestra N° 02 se aprecia como resultado una carga ejercida de 192.9kg con un porcentaje de 9.4% para una penetración de 0.2", una carga de 130.1kg con un porcentaje de 9.5% a 0.1" de penetración, en la muestra N° 03 se puede apreciar como resultado obtenido una carga ejercida de 105.4kg con un porcentaje de 5.2% para 0.2" de penetración y una carga de 77.8kg con un porcentaje de 5.7% a una penetración de 0.1".



**Datos de la Muestra:**

|   |            |
|---|------------|
| Clasificación SUCS :                          | CL         |
| Clasificación AASHTO :                        | ---        |
| Método de compactación                        | ASTM D1557 |
| Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )     | 1.973      |
| Óptimo contenido de humedad (%)               | 17.11      |
| 95% Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.874      |

|                              |       |      |       |      |
|------------------------------|-------|------|-------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1": | 14.2 | 0.2": | 14.8 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 0.1": | 7.3  | 0.2": | 6.9  |

**RESULTADOS:**

|                                      |   |                 |
|--------------------------------------|---|-----------------|
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. | = | <u>14.2 (%)</u> |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | = | <u>7.3 (%)</u>  |

Figura 27: Ensayo CBR, calicata C2-M1+2.0% de ceniza de cascara de coco  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

Se puede apreciar en la figura 27 la curva grafica en relación del CBR vs la densidad seca con adición de 2.0% de ceniza de cascara de coco, para el CBR al 100% la densidad máxima seca es de 1.973g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 14.2 y 7.3 a una penetración de 0.1", de igual manera para el CBR al 95% la densidad máxima seca es de 1.874 g/cm<sup>3</sup>, el CBR es de 14.8 y 6.9 para una penetración de 0.2".



## Objetivo 1:

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en SN, 0.6%,1.3% y 2% para determinar el límite de consistencia del tipo de terreno limoso arcilloso para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

## Reseña Ensayo de Límite de Consistencia

El ensayo de Atterberg consta llegar a determinar el contenido de humedad y de acuerdo a ello a través del instrumento de Casagrande se podrá retirar la parte central del material requerido para luego proseguir a la realización de rodillos, por último esto se coloca en un recipiente, se lleva al horno y de acuerdo a ello nos indicará para hallar los LL y LP para que luego de esa forma por diferencia encontramos el IP, estos ensayos se realizaron para casos a) Suelos Natural (SN), b) SN + 0.6%CCC c) SN + 1.3%CCC d) SN + 2% CCC.

## Evidencia Fotográfica



Figura N° 28: Mezcla de CCC mas arcilla con el agua  
Fuente: Elaboración propia



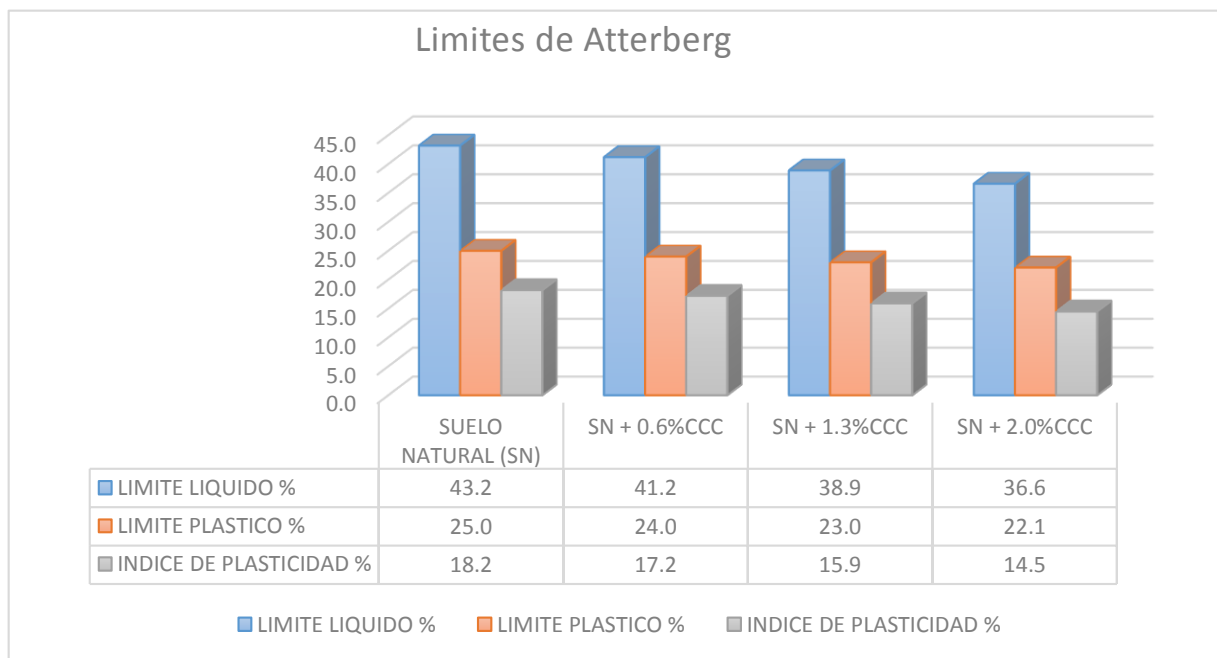
Figura N°29: Realizando rodillo  
Fuente: Elaboración propia



**Tabla N° 17:** Ensayo de Atterberg con la incorporación de CCC.

| MUESTRAS           | LIMITE DE ATTERBERG |                   |                         |
|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| MUESTRAS           | LIMITE LIQUIDO %    | LIMITE PLASTICO % | INDICE DE PLASTICIDAD % |
| SUELO NATURAL (SN) | 43.2                | 25.0              | 18.2                    |
| SN + 0.6%CCC       | 41.2                | 24.0              | 17.2                    |
| SN + 1.3%CCC       | 38.9                | 23.0              | 15.9                    |
| SN + 2.0%CCC       | 36.6                | 22.1              | 14.5                    |

Fuente: Elaboración propia, 2021



**Figura 30:** Comparación de Limites de Atterberg

Fuente: Elaboración propia, 2021

Interpretación: De acuerdo a la figura 30 se demuestra los resultados obtenidos de los ensayos de Límite de Consistencia de las cuatro calicatas, donde podemos observar que la calicata C2-M1 tiene el porcentaje de índice de plasticidad más desfavorable que las demás siendo su Limite Liquido de 43.2%, Limite Plástico 25% e índice de plasticidad 18.2%, es por ello que opta por esta calicata para realizar todos los ensayos propuestos.

## Objetivo 2:

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en un 0.6%,1.3% y 2% para determinar el contenido de humedad del tipo de terreno limoso arcilloso para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

## Reseña de Contenido de Humedad

El ensayo de Proctor Modificado, el procedimiento que se realiza es para encontrar el Optimo Contenido de Humedad (OCH) y la Máxima Densidad Seca y para ello se realiza un molde de 6" ya que el tipo de suelo es arcilloso limoso y se va a realizar un muestreo para luego generar un cuarteo del material, posteriormente añadirlo al recipiente para compactarlo con 25 golpes por capa hasta dejarlo al ras y estos ensayos se realizaron para casos a) Suelos Natural (SN), b) SN + 0.6%CCC c) SN + 1.3%CCC d) SN + 2% CCC.

## Evidencia Fotográficas



Figura N° 31: Añadiendo la CCC y Cuarteo  
Fuente: Elaboración propia

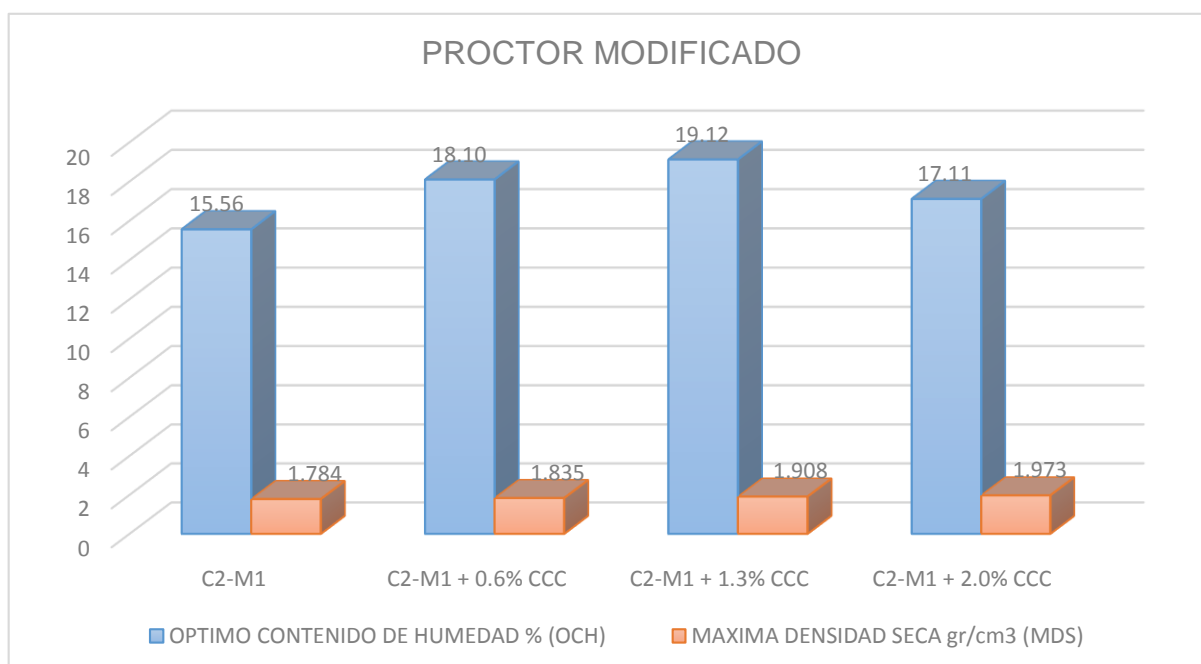


Figura N°32: Realizando la Compactación  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 18:** *Ensayo de Proctor Modificado con la incorporación de CCC*

| MUESTRA          | OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD % (OCH) | MAXIMA DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup> (MDS) |
|------------------|-------------------------------------|---|
| C2-M1            | 15.56                               | 1.784   |
| C2-M1 + 0.6% CCC | 18.10                               | 1.835   |
| C2-M1 + 1.3% CCC | 19.12                               | 1.908   |
| C2-M1 + 2.0% CCC | 17.11                               | 1.973   |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 33:** Proctor Modificado

Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar en la tabla 18 y figura 33 se encuentran los datos adquiridos del ensayo de Proctor Modificado de la muestra C2-M1 en estado natural, se estableció que la densidad máxima seca para la muestra es de 1.784 gr/cm<sup>3</sup> en relación a su óptimo contenido de humedad de 15.56%, de igual manera se observa que la muestra C2-M1 + el 0.6% de ceniza de cascara de coco obtuvo una densidad máxima seca de 1.835 gr/cm<sup>3</sup>, con relación a su contenido de humedad óptima resultó un 18.10%, con la dosificación del 1.3% de adición de ceniza de cascara de coco se logró obtener una densidad máxima seca de 1.908 gr/cm<sup>3</sup>, con relación a su óptimo contenido de

humedad se obtuvo un 19.12 % y en la dosificación de 2% de añadidura de ceniza de cascara de coco, se estableció una densidad máxima seca de 1.973 gr/cm<sup>3</sup> en relación a su óptimo contenido de humedad se obtuvo un 17.11 %. En estos tipos de suelos el contenido de humedad incrementa y la máxima densidad seca aumenta debido a la adición de distintos porcentajes de ceniza de cascara de coco.

### **Objetivo 3:**

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en un 0.6%,1.3% y 2% para determinar la resistencia del tipo de terreno limoso arcilloso para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

### **Reseña de Resistencia del Terreno**

El ensayo de CBR, el procedimiento Se realizó un ensayo de CBR el cual nos va a permitir identificar cual es el índice de la resistencia del terreno colindante y para ello se realizó los ensayos a la muestra, a) Suelos Natural (SN), b) SN + 0.6%CCC c) SN + 1.3%CCC d) SN + 2% CCC.

### **Evidencia Fotográficas**



Figura N° 34: Nivelando el material excedente  
Fuente: Elaboración propia



Figura N°35: Prensa de CBR  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 19:** Ensayo de CBR con la incorporación de CCC

| MUESTRA         | RESULTADOS A 0.1"       |                        |
|-----------------|-------------------------|------------------------|
|                 | CBR al 100% de la M.D.S | CBR al 95% de la M.D.S |
| C2-M1 + 0% CCC  | 6.2                     | 4.9                    |
| C2-M1 + 0.6%CCC | 10.8                    | 7.9                    |
| C2-M1 + 1.3%CCC | 11.5                    | 7.3                    |
| C2-M1 + 2%CCC   | 14.2                    | 7.3                    |

Fuente: Elaboración propia

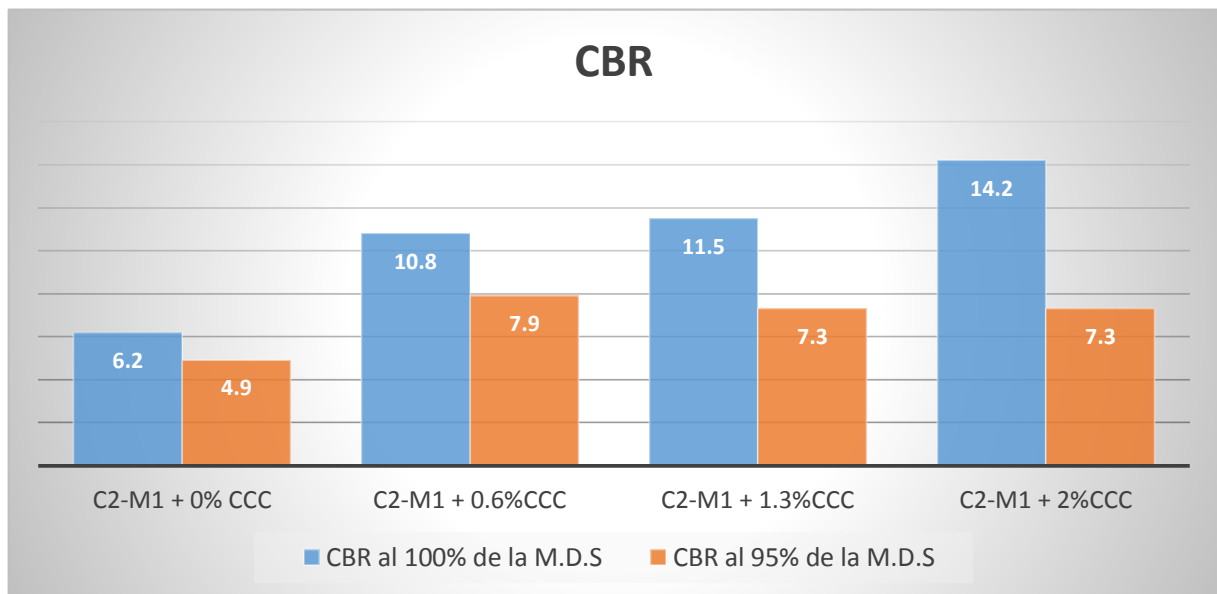


Figura 36: Comparación de resultados de CBR de la muestra C2-M1 + 0.6%, 1.3% y 2.0% de ceniza de cascara de coco

Fuente: Elaboración propia, 2021.

De la figura 36 se señala los resultados conseguidos en laboratorio analizando las diferentes combinaciones del agregado de ceniza de Cascara de Coco la cual se añadió su resistencia a la penetración de 0.1" con una lectura de 95% y 100%, el porcentaje que acertamos que es el más óptimo para el CBR se logró incorporar un 2% de Ceniza de cascara de coco a la subrazante dando así como resultados el valor de 14.2% y 7.3% en comparación al CBR inicial de la muestra patrón que nos dio como resultado un 6.2% y un 4.9% con estos resultados se logró obtener una subrazante adecuándolo tal como lo establecido en el manual de carreteras- MTC, en donde se indica que el  $6\% \leq \text{CBR} < 20\%$  da como resultado una subrazante buena.

## V. DISCUSIÓN

### Objetivo 1:

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el contenido de humedad, para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

**Antecedente:** Lozano, E.; Ruiz, J.; Carlos J. (2015), en su trabajo de investigación titulada “*Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico*” de la Universidad Católica de Colombia – facultad de Ingeniería – **Colombia**, la cual llevo a obtener un contenido de humedad Inicial de un 14% y añadiendo el aditivo Orgánico se logró reducir a un 10%, teniendo así una variante de reducción de un 4% el cual de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio para el uso de agregado de ceniza de cascara de coco es significativo ya que este mismo también llega a reducir un 3.7% que se puede asemejar a un 4% en comparación con nuestro resultado.<sup>5</sup>

**Resultados:** Al analizar la investigación, haciendo uso referencial del laboratorio de suelos GMIG Ingenieros del cual se pudo obtener que el tipo de suelo Arcillosa Limosa que según el Sistema de Clasificación SUCS se identifica como CL Arcilla de baja Plasticidad Arenosa y de acuerdo a el Sistema AASHTO es de A-7-6 (8) Limoso Arcilloso para el estudio del terreno colindante de acuerdo al Manual de Carreteras según el MTC (Manual de Tránsito y Comunicaciones) se agregó porcentajes del agregado que corresponde a la Ceniza de cascara de coco directamente a la muestra extraída del terreno natural que se encuentra en Junín en la provincia de Chanchamayo en el distrito de Perené donde se substrajo el terreno para el respectivo ensayo, obteniendo de esa manera una mejora para el suelo al disminuir el contenido de humedad inicial de Limite Liquido (LL) en un 43.2%, Limite Plástico (LP) de 25.0% Índice de Plasticidad (IP) de 18.2%, de la misma forma que se va agregando de manera ascendente la ceniza de cascara de coco desde un SN + 0.6%CCC obteniendo Índice de Plasticidad (IP) de (17.2%), SN + 1.3%CCC obteniendo Índice de Plasticidad (IP) de (15.9%) y SN + 2.0%CCC obteniendo Índice de Plasticidad (IP) de (14.5%)

con estos resultados se observó que disminuyó el contenido de humedad, siendo así de esa forma el mejor resultado que se obtuvo es el de 2.0%CCC la cual se pudo reducir hasta un 14.5%. Es decir que de un suelo natural (SN) con un índice de plasticidad inicial de 18.2% se logró el objetivo de reducir agregando la ceniza de cascara de coco a un 2.0% se obtuvo un 14.5%, logrando así el propósito de reducción del Índice de Plasticidad en un rango de 3.7% de reducción por lo tanto implica que con ese resultado se obtuvo una mejoría con el Contenido de Humedad.

### **Comparación:**

Acorde a los antecedentes junto con los resultados obtenidos en el Laboratorio de Suelos denominado con el nombre de GMIG Ingenieros, la ceniza de cascara de coco disminuye el Índice de Plasticidad (IP) de la subrasante, lo cual se va a justificar con el ensayo de Contenido de Humedad denominado Ensayo de Atterberg ASTM D 4318 MTC E 110 MTC E 111 en esta presente Proyecto de Investigación, ya que al agregar la ceniza de cascara de coco a la muestra que se substrajo de la Calicata N2 (C2) se reduce la plasticidad del terreno natural, y de la misma manera obteniendo resultados semejantes al antecedente que se recurrió para la respectiva comparación.

### **Objetivo 2:**

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el Proctor modificado para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

**Antecedentes:** Landa, J. y Torres, S. (2019) en su investigación que se titula *“Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas volantes de bagazo de caña de Azúcar y Cal”* de la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas - **Lima**, tuvo como objetivo El método de estabilización convencional que suele ser la física mecánica, de la resistencia del tipo de suelo arcilloso. El cual luego de realizar los ensayos de Proctor Modificado añadiendo la Cenizas volantes de caña de Azúcar y Cal logró obtener como resultado óptimo de una mejoría de la máxima densidad seca de un 1.34 g/cm<sup>3</sup> a 2.034 gr/cm<sup>3</sup>.<sup>11</sup>

## **Resultados:**

Al analizar la investigación, haciendo uso referencial del laboratorio de suelos GMIG Ingenieros, de la misma manera que el anterior ensayo de laboratorio se desarrolló el ensayo de Proctor Modificado teniendo en cuenta todos los parámetros requeridos para la elaboración del análisis de la muestra según el MTC, al agregar los contenidos de suelo natural SN obteniendo así como resultado un óptimo contenido de humedad de 15.56% y una máxima densidad seca de 1.784 gr/cm<sup>3</sup>, suelo natural más agregado de 0.6% de ceniza de cascara de coco SN + 0.6%CCC obteniendo así como resultado un óptimo contenido de humedad de 18.10% y una máxima densidad seca de 1.835 gr/cm<sup>3</sup>, suelo natural más agregado de 1.3% de ceniza de cascara de coco SN + 1.3%CCC obteniendo como resultado un óptimo contenido de humedad de 19.12% y una máxima densidad seca de 1.908 gr/cm<sup>3</sup> y suelo natural más agregado de 2.0% de ceniza de cascara de coco SN + 2.0%CCC obteniendo así como resultado un óptimo contenido de humedad de 17.11% y una máxima densidad seca de 1.973 gr/cm<sup>3</sup>, concordando de esta manera con el antecedente anterior la máxima densidad seca inicial fue de 1.784 gr/cm<sup>3</sup> y se mejoró a un 1.973 gr/cm<sup>3</sup> añadiendo la ceniza de cascara de coco a un 2% del agregado al suelo natural, de la misma forma el antecedente obtuvo una mejoría en la máxima densidad seca ya que sus resultados fueron que de un 1.34 g/cm<sup>3</sup> lo llega a mejorar a un 2.034 g/cm<sup>3</sup> según los ensayos obtenidos por el laboratorio.

## **Comparación:**

Acorde a los antecedentes junto con los resultados obtenidos en el Laboratorio de Suelos denominado con el nombre de GMIG Ingenieros, la ceniza de cascara de coco se realizó los ensayos de Proctor modificado el cual se pudo contrarrestar que al agregar la ceniza de cascara de coco progresivamente se logró aumenta la máxima densidad seca de acuerdo a los análisis de laboratorio obtenidos, y esto mismo va de acuerdo al antecedente que se colocó para realizar una respectiva discusión y viendo así el caso podremos optar que los resultados que nos dio el laboratorio es similar al antecedente porque ambos logran aumentar la máxima densidad seca, aunque a



medida que aumenta más la ceniza de cascara de coco podrá empezar a reducir el óptimo contenido de humedad ya que ello es lo que se espera para que el terreno pueda ser más estable un claro ejemplo se puede observar al agregar un 2% se pudo obtener un punto máximo de quiebre donde a medida que aumentas el porcentaje puede disminuir el contenido de humedad en comparación con 1.3% del agregado el óptimo contenido de humedad fue de 19.12% y agregando un 2% empezó a disminuir 17.11% teniendo así un pico de quiebre pero aun así este porcentaje sigue siendo mayor al del inicial que era de la muestra del suelo natural con un óptimo contenido de humedad de 15.56%.

### **Objetivo 3:**

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de coco en el CBR para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.

### **Antecedentes:**

Leiva, R. (2016), en su trabajo de investigación *“Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva km 0+100 – km 0+100, distrito de Orcotuna Concepción”* de la Universidad Nacional del Centro del Perú – **Junín**, Los resultados obtenidos fueron que el CBR del suelo arcilloso es 4.145% al 95% y de acuerdo al aumento del material agregado el CBR tuvo una mejora al 7.98% al 95% obteniendo así una variación de una mejora de 3.835% pasando así de esa manera de un suelo inicial de una subrasante inadecuada ya que está se encuentra en el rango de (CBR <3%) y con el agregado paso a estar a un rango de ( $3\% \leq \text{CBR} < 6\%$ ) que es denominada un terreno pobre.<sup>10</sup>

### **Resultados:**

Al analizar la investigación, haciendo uso referencial del laboratorio de suelos GMIG Ingenieros, de la misma manera que el anterior ensayo de laboratorio se desarrolló el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) teniendo en cuenta todos los parámetros requeridos para la elaboración del análisis de la muestra según el MTC, los resultados

que el laboratorio de suelos nos brindó de acuerdo al estudio según la calicata 2 que era la más desfavorable nos brindó que la muestra del suelo natural a un CBR de 95% de la máxima densidad seca (M.D.S) es de 4.9% y un CBR al 100% de la máxima densidad seca nos da un valor inicial de 6.2%, agregando un 0.6% de ceniza de cascara de coco 0.6% CCC nos da un CBR de 95% de la máxima densidad seca (M.D.S) es de 7.9% y un CBR al 100% de la máxima densidad seca nos da un valor inicial de 10.8%, agregando un 1.3% de ceniza de cascara de coco 1.3% CCC nos da un CBR de 95% de la máxima densidad seca (M.D.S) es de 7.3% y un CBR al 100% de la máxima densidad seca nos da un valor inicial de 11.5%, agregando un 2.0% de ceniza de cascara de coco 2.0% CCC nos da un CBR de 95% de la máxima densidad seca (M.D.S) es de 7.3% y un CBR al 100% de la máxima densidad seca nos da un valor inicial de 14.2%. Optando así como resultados según el MTC de un tipo de terreno pobre ( $3\% \leq \text{CBR} < 6\%$ ) se mejoró a un tipo de suelo que está en el rango de ( $6\% \leq \text{CBR} < 20\%$ ) que se le denomina un tipo de terreno buena ya que esta está a un 14.2% y porcentaje inicial de 6.2% y al agregar un 2% de la ceniza de cascara de coco se obtuvo un 14.2% presentando así una variante de 8% de mejora del terreno.

### **Comparación:**

Acorde a los antecedentes junto con los resultados obtenidos en el Laboratorio de Suelos denominado con el nombre de GMIG Ingenieros, la ceniza de cascara de coco para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) se logró el propósito de realizar una mejora del terreno colindante ya que este presentaba un tipo de terreno pobre y se mejoró a un suelo buena – regular según el Manual de Transportes y Comunicaciones MTC y se concuerda los resultados con el antecedente anterior.

## VI. CONCLUSIONES

**Objetivo General,** Se evaluó que, para la estabilización de la Subrasante con la ceniza de cascara de coco, mejoran las características de la subrasante del terreno de fundación que se encuentra en Junín en la provincia de Chanchamayo en el distrito de Perené donde se substrajo el terreno para el respectivo ensayo, de aquel terreno de fundación se evaluó las propiedades físicas y mecánicas: se va a disminuir el contenido de humedad del límite líquido, límite plástico y al disminuir el índice de plasticidad para el tipo de ensayo de laboratorio de Límites de Atterberg; al disminuir el óptimo contenido de humedad, al aumentar la máxima densidad seca y al aumentar la capacidad portante del terreno.

**Objetivo Específico 1:** Se establece la adición del porcentaje de la ceniza de cascara de coco para los ensayos de Límites de Atterberg, ya que se evaluaron en la disminución en 3.7% del índice de plasticidad del terreno natural, disminuyendo el porcentaje de 18.2% a 14.5% al colocar 2% de la ceniza de cascara de coco. Es por ello que, la aplicación de la mejora de la subrasante se puede relacionar directamente con los porcentajes que se a propuesto para el ensayo de Límites de Atterberg, el cual ya queda comprobado según los documentos contrarrestados por el Laboratorio de suelo.

**Objetivo Específico 2:** Se establece la incorporación del porcentaje de ceniza de cascara de coco para disminuir el óptimo contenido de humedad y aumentar la máxima densidad seca para la subrasante, ya que se evaluaron en el incremento en 3.56% óptimo contenido de humedad, que paso de 15.56% a 19.12% mediante la incorporación de la ceniza de cascara de coco a un 1.3% del agregado y también se evaluó el incremento de 0.189 gr/cm<sup>3</sup> del máxima densidad seca, que paso de 1.784 gr/cm<sup>3</sup> a 1.973 gr/cm<sup>3</sup> cuando se incorporó un 2% del agregado. Es por ello, la aplicación de la mejora está directamente con el porcentaje propuesto.

**Objetivo Especifico 3:** Se estableció la dependencia del porcentaje agregado de la ceniza de cascara de coco para modificar la capacidad portante del terreno de la subrasante, ya que la aplicación en el aumento de 8% del CBR del terreno natural, pasado de un 6.2% a 14.2% cuando se incorporó el porcentaje de 2% de ceniza de cascara de coco. Es por ello, la aplicación de la mejora relacionada en el porcentaje propuesto, con respecto a la Capacidad Portante, y esto queda comprobado.

## VII. RECOMENDACIONES

**Objetivo Específico 1:** En esta presente investigación al seleccionar la ceniza de cascara de coco que va de 0.6% hasta el 2.0%, en todos los análisis brindado por el laboratorio se puede observar que disminuyo el índice de plasticidad; para poder continuar la Investigación recomendamos aumentar mayor a 2.0% del agregado de ceniza de cascara de coco, hasta poder obtener el índice de plasticidad más óptimo.

**Objetivo Específico 2:** En esta presente investigación al elegir el porcentaje del agregado de la ceniza de cascara de coco, que va de 0.6% hasta el 2.0%, se obtuvo el incremento del optimo contenido de humedad, pero cuando incremento un 2% del agregado empezó a reducir, es decir se encontró un punto de quiebre de la disminución y la máxima densidad seca mejoro al aumentar el porcentaje de 2.0% de la ceniza de cascara de coco; es por ello, que se recomienda usar más de 2.0% para ver la disminución del optimo contenido de humedad que está establecido por un 17.10% y también ver la mejora de la máxima densidad seca pasando el porcentaje de 2.0% con un resultado de 1.973 gr/cm<sup>3</sup>.

**Objetivo Específico 3:** En la presente investigación al optar por elegir el porcentaje agregado de la ceniza de cascara de coco que iba desde un 0.6% hasta un 2.0%, en todos los ensayos se logró el aumento del porcentaje de California Bearing Ratio CBR; para continuar esta Investigación se va a recomendar que se aumente la cantidad el porcentaje de un 2.0% del agregado de CCC hasta obtener la óptima mejora del terreno.

## Referencias Bibliográficas:

1. Intriago, T. Estudio de Pre Factibilidad para la Elaboración de un Abono Orgánico en base del Reciclaje de la corteza del coco en el KM 27.5 Vía Perimetral Norte de la Ciudad de Guayaquil, Ecuador, Publicado en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. [en línea]. Pág 27-121, [consultado 20 de Junio 2021]. Disponible en : <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1541/1/T-ULVR-1162.pdf>
2. Sorsa,A; Senadheera, S. y Birru, Y. *Engineering Characterization of Subgrade Soils of Jimma Town, Ethiopia, for Roadway Design*. Publicado en la Revista Científica MDPI, Etiopia: Geociencias [ en linea]. Pág. 1, [ consultado 20 de Junio 2021] Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3263/10/3/94> .
3. Khalid, U., Rehman, Z.u. Evaluation of compaction parameters of fine-grained soils using standard and modified efforts. *Geo-Engineering* 9, 15 (2018), Consultado [consultado 20 de mayo 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40703-018-0083-1>
4. Khalid, U., Rehman, Z.u.
5. Bajinder,S. In partial fulfillment of the requirements for the granting of Degree of India: National Institute Of Technology Kurukshetra, 2017.pág 46-101. [consultado 20 de mayo 2021]
6. Gavilanes, Erick. *Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante mediante Cal Y Cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur*. Quito, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2015.pág 146.

7. Lozano, Eugenio; Ruiz, José; Carlos Juan. *Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un Aditivo Orgánico*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica De Colombia, 2015.pág 48.
8. López, Marco. *Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de los suelos arenosos del sector de Pomasqui para cimentaciones superficiales y contrapisos, mediante el uso de Cemento Tipo MH*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, 2017.pág 179.
9. Shubham, Moudgil. *Effect of the addition of marble dust to the subgrade floor on the fatigue and furrowing behavior of the flexible pavement*, India: Thapar University, 2017. pág 73.
- 10.Wang, Shenglin. *Hydraulic Road Binder (HRB) and Its Use for Subgrade Stabilization in Ontario, Canada*. Waterloo, Ontario, Canadá: University of Waterloo, 2019.pág 224.
- 11.Bruktawit Tolla. *Use of textile industry Factory waste ash on black cotton soil improvement used as subgrade material (case in bahir dar town)*, Etiopia: Bahir Dar University, 2019. pág 89.
- 12.Leiva, Roly. *Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva km 0+100 – km 0+100, distrito de Orcotuna Concepción, Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú-Huancayo,2016. pág 125.*
- 13.Landa, Jacques y Torres, Sergio. *Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas volantes de bagazo de caña de Azúcar y Cal*, Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. pág 34.

14. Terrones, Andrea. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018, Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte, 2018. pág 385.*
15. Laboret, Magalí. *Estabilización de subrasantes con geotextil tejido, Buenos Aires, Argentina: Revista Vial [en línea]. 2018, julio 5 del 2018. pág 1, [consultado 9 de mayo 2021]. Disponible en:*  
<https://revistavial.com/estabilizacion-de-subrasantes-con-geotextil-tejido/>
16. Morales Eduardo y Pailacura, Carlo. *Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio, Antofagasta, Chile: Artículo Científico [en línea]. 2019, Obras y Proyectos no.26 Concepción Dic. 2019 Versión On-line ISSN 0718-2813.[ consultado el 10 de mayo 2021]. pág 1, Disponible en:*  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-28132019000200027](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132019000200027)
17. Jiménez, Yolanda; Bastidas, Marlon y Consuegra, José. *Optimización de Residuos Mineros de Carbón para el Mejoramiento de Suelos Viales con Algoritmos Evolutivos Multi objetivo, Riohacha – Colombia: Artículo –científico [en línea]. 2019, Inf. Technol. Vol.30 no.4 La Serena ago.2019 versión On-line ISSN 0718-0764. [consultado 11 de mayo 2021]. pág 1, Disponible en:*  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642019000400249.](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000400249)
18. Hugo. *Pavimentos. Perú: Libro de Pavimentos Subrasante, [en línea], 2012.pag 1, [consultado 9 de mayo 2021].publicación ubicada en:*  
<https://libropavimentos.blogspot.com/search/label/CARACTER%C3%8DSTICAS%20DE%20LA%20SUBRASANTE>
19. Behnoud, Kermani; Ming, Xiao; Shelley M. y Stoffels Tong Qiu. *Reduction of subgrade fines migration into subbase of flexible pavement using geotextile.[en*



línea] USA: Artículo Científico Estadounidense Vol. 46, Número 4, Agosto del 2018.[ consultado el 11 de mayo 2021]. pág 377-383. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266114418300190?via%3Dihub>.

20. Flores, Emide y Serquén, José. *Evaluación de la correlación del índice de compresibilidad y las propiedades índice del suelo de la Urbanización el Golf, Trujillo 2017*. Perú: Publicado en la Universidad Privada del Norte- Trujillo, 2017.pág 31-222

21. Núñez, Ruth. *Estudio tecnológico del componente fibra de dos variedades de Coco Enano (cocos nucifera) de los distritos de lamas, Tarapoto y Pucacaca en la Región San Martín*. Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martín, 2010.pág.15-127.

22. Valentine, Katte; Souleyman, Mfoyet; Bertille Manefouet; Armand, Ludovic y Lawrence, Bezeng. *Corrélation de la valeur du ratio de roulement californien (CBR) avec les propriétés du sol de fondation de route*. Francia: Geotechnical and Geological Engineering volume 37, [en línea] 2019, 21 de julio del 2018 [consultado 9 de Mayo 2021]. pág 217 - 234 Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10706-018-0604-x>

23. Escuela de Formación GF. *Geotecnia Fácil*. España: Compañía Española con el nombre de Escuela de Formación GF,[en línea] 2018, [consultado 9 de mayo 2021].pág 1 Disponible en:

<https://www.geotecniafacil.com>.

24. Sheila, C. *Manual de Determinación de Contenido de Humedad*, Huánuco, Perú: CivilGeeks.com Ingeniería y Construcción [en línea]. 2017, .pág 1, [consultado 9 de mayo 2021] Disponible en:

<https://civilgeeks.com/2014/01/21/manual-determinacion-del-contenido-de-humedad/>

25. Renato, S. *Ensayo N°1: Próctor Modificado*, Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020.pág.2-18
26. Cevallos, Andrés. *Determinación del límite líquido y plástico de los suelos mediante el uso del Penetrómetro Cónico*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012.pág.90-126
27. Cevallos, Andrés. *Determinación del límite líquido y plástico de los suelos mediante el uso del Penetrómetro Cónico*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012.pág.90-126
28. Ikara, I. ; Kundiri, A. y Mohammed, A. *Influence of Standard and Modified Proctor Compactive Efforts on Cement Stabilized Black Cotton Soil (BCS) with Waste Glass (WG) Admixture*. Nigeria: IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-, Volume 13, Issue 3 Ver. VII (May- Jun. 2016), [en línea], pág 1-10 [consultado 11 de mayo 2021]. Disponible en:  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47134499/Influence\\_of\\_SP\\_and\\_MP\\_Compactive\\_Efforts\\_on\\_Cement\\_Stabilized\\_BCS\\_with\\_Waste\\_Glass\\_admixture.pdf?1468135434=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DInfluence\\_of\\_Standard\\_and\\_Modified\\_Proct.pdf&Expires=1605169664&Signature=Cd~bEgzw1zLAUBH-SNH2o~fkgcrFAUUMMU7RD3H8xAskDKsdZZMdErW1NkMUz3wvHTHfuLpd0osPuiBWe~5t4C74R5IIQdM0kFpoQC0eBGt5PPD1VsacxsxIli7kFIBqwm1IagCHnk7rYhQa0thut2gp6Rw~Gd~kSrPfZD9StpWb~alpavwHZp2ijBxvEx-KpbmASYFesJ9jWzINSTICuyFcBixGLGGOqdmCmKTgxPzS-5wlAsV3zFrQ3htWZfnnWauCKR6IDGLq7ITtWvq2q6h4ZdpNVCne8tZH5u-6KCy5O-S9uhSbJREVVKhMjDhWynvX9wFqzyLKh2R~vDSW6g\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47134499/Influence_of_SP_and_MP_Compactive_Efforts_on_Cement_Stabilized_BCS_with_Waste_Glass_admixture.pdf?1468135434=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DInfluence_of_Standard_and_Modified_Proct.pdf&Expires=1605169664&Signature=Cd~bEgzw1zLAUBH-SNH2o~fkgcrFAUUMMU7RD3H8xAskDKsdZZMdErW1NkMUz3wvHTHfuLpd0osPuiBWe~5t4C74R5IIQdM0kFpoQC0eBGt5PPD1VsacxsxIli7kFIBqwm1IagCHnk7rYhQa0thut2gp6Rw~Gd~kSrPfZD9StpWb~alpavwHZp2ijBxvEx-KpbmASYFesJ9jWzINSTICuyFcBixGLGGOqdmCmKTgxPzS-5wlAsV3zFrQ3htWZfnnWauCKR6IDGLq7ITtWvq2q6h4ZdpNVCne8tZH5u-6KCy5O-S9uhSbJREVVKhMjDhWynvX9wFqzyLKh2R~vDSW6g_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA).
29. Ilker, Boz; Xuan, Chenand y Mansour, Solaimanian. *Assessment of laboratory oven-aging of asphalt concrete mixtures via the impact resonance test*, USA: Michigan

State University, 2017 [en línea]. pág 1-10 [consultado el 9 de Mayo 2021].  
Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Ilker\\_Boz/publication/317591293\\_Assessment\\_of\\_Laboratory\\_Oven-Aging\\_of\\_Asphalt\\_Concrete\\_Mixtures\\_via\\_Impact\\_Resonance\\_Test/links/59b1f852aca2728472d144e2/Assessment-of-Laboratory-Oven-Aging-of-Asphalt-Concrete-Mixtures-via-Impact-Resonance-Test.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ilker_Boz/publication/317591293_Assessment_of_Laboratory_Oven-Aging_of_Asphalt_Concrete_Mixtures_via_Impact_Resonance_Test/links/59b1f852aca2728472d144e2/Assessment-of-Laboratory-Oven-Aging-of-Asphalt-Concrete-Mixtures-via-Impact-Resonance-Test.pdf)

30. Chandra, Alok y Ravi, K. *Application of Enzyme- Induced Carbonate Precipitation (EICP) to Improve the Shear Strength of Different Type of Soils*, USA: Problematic Soils and Geoenvironmental Concerns, 2020 [en línea]. Parte de la serie de libros Lecture Notes in Civil Engineering (LNCE, volumen 88). pág 1-632 [consultado el 9 de mayo 2021]. Disponible en:

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-6237-2\\_52](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-6237-2_52)

31. Albrecht, Martín; Ducas Léo; Herold, Gottfried; Kirshanova, Elena; Postlethwaite, Eamonn y Stevens, Marc. *The General Sieve Kernel and New Records in lattice reduction*, Alemania: Avances en criptología - EUROCRYPT 2019 [en línea]. Parte de la serie de libros Lecture Notes in Computer Science (LNCS, volume 11477). pág 1-746 [consultado el 10 de mayo 2021]. Disponible en:

[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-17656-3\\_25](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-17656-3_25)

32. Junhui Zhang; Junhui Peng; Ling Zeng; Jue Li y Feng Li. *Rapid estimation of resilient modulus of subgrade soils using performance-related soil properties*, China: International Journal of Pavement Engineering, published online 22 Jul 2019 [en línea]. pág 1, [consultado el 9 de mayo 2021]. Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10298436.2019.1643022>

33. Toru, Seo; Bayen, Alexander; Takahiko, Kusakabe y Yasuo, Asakura. *Traffic state estimation on highway: A comprehensive survey*, Vermont, EE.UU: Annual Reviews

in Control, volume 43, 2017 [en línea]. pág. 128-151, [consultado el 9 de mayo 2020]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1367578817300226>

34. Warshaw, E. ; Schlarbaum, J. ; Silverberg, J ; Dekoven, J ; Maibach, H; Sasseville, D; Fowler J; Marks, J; Belsito, D; Reeder, M; Mathias, T; Atwater, A; Taylor, J; Fransway, A; Pratt, M; Deleo,V; Zirwas, M y Zug,K. *Safety equipment: when protection becomes a problem*. Centro médico Dartmouth-Hitchcock, Líbano, Nueva Hampshire: Artículo de Revista Safety Lit Web, 2019 [en línea]. pág 130-132, [consultado el 10 de mayo 2021]. Disponible en:

[https://www.safetylit.org/citations/index.php?fuseaction=citations.viewdetails&citationIds\[\]=citijournalarticle\\_607125\\_28](https://www.safetylit.org/citations/index.php?fuseaction=citations.viewdetails&citationIds[]=citijournalarticle_607125_28)

35. Lozada, José. *Definición de Tipo de Investigación Aplicada*, Publicado en la Revista Dialnet, Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamericana [en línea]. pág 47-50,[consultado 9 de mayo 2021] Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

36. Roser, Cabré. *Definición de Diseño cuasi-experimental*, Revista de España: Universidad de Barcelona [en línea]. pág 2-86, [consultado 9 de mayo 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/2445/30783>.

37. Cobos, Mario; Ortegón, Carol y Peralta Juan. *Definición la Cascara de coco*, Colombia: Universidad Cooperativa De Colombia [en línea]. pág 46-88 , [consultado 8 de mayo 2021].Disponible en:

[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14966/1/2019\\_comortamiento\\_geotecnico.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14966/1/2019_comortamiento_geotecnico.pdf)

38. Hugo. *Característica de la Subrasante*. Perú: Libro de Pavimentos Subrasante, 2017 [en línea].pág 1, [consultado 9 de mayo 2021].publicación disponible en:

<https://libro-pavimentos.blogspot.com/2011/03/caracteristicas-de-la-subrasante.html#:~:text=Subrasante%20se%20denomina%20al%20suelo,paquete%20estructural%20de%20un%20pavimento.&text=Desde%20las%20postrimer%20C3%ADas%20de%20la,caracterizar%20mejor%20a%20estos%20suelos>

39. López, Pedro. *Población, Muestra y Muestreo*. Cochabamba, Bolivia: Artículo Científico Publicado en Scielo, 2004 [en línea].pág 1 [consultado 9 de mayo 2021], Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=a\)%20Poblaci%C3%B3n.,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=a)%20Poblaci%C3%B3n.,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22).

40. López, Pedro. *Población, Muestra y Muestreo*.

41. López, Pedro. *Población, Muestra y Muestreo*.

42. Armada, Selva. *Utilización de los métodos de validación y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos en los trabajos de tesis de postgrado*. San Lorenzo: Universidad Tecnológica Intercontinental – UTIC. 2019, pág 20-101.

43. Hernandez, S. *Metodología de la Investigación*. Lima-Perú: Universidad de Lima. 2014, pág 194-267.[en línea], [consultado el 20 de junio 2021] Disponible en: [http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion\\_exposicion/Hern%C3%A1ndez-sampieri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,%202014,%20pp%20194-267.pdf](http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion_exposicion/Hern%C3%A1ndez-sampieri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,%202014,%20pp%20194-267.pdf)

44. Hernandez, S. *Metodología de la Investigación*

45. Hernandez, S. *Metodología de la Investigación*

46. Domínguez, Yanetsys. *El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa*. Cuba: Revista Cubana de Salud Pública, ISSN 0864-3466 versión Online ISSN 1561-3127. 2014 [en línea], pág. 1 [consultado 9 de mayo 2021]. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662007000300020](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000300020).

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>REFERENCIAS</b> | <b>46</b> |
| 70% ULTIMOS 7 AÑOS | 32        |
| 30% LIBROS - TESIS | 14        |
| 40% EN INGLES      | 16        |

# Anexos

**Tabla N° 20: Operacionalización de la variable**

| VARIABLES   | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERACIONAL   | DIMENSIONES  | INDICADORES   | INSTRUMENTO                       | METODOLOGIA  |
|---|---|--|--|---|-----------------------------------|--|
| VARIABLE INDEPENDIENTE: CENIZA DE CASCARA DE COCO | Cascara de Coco: Según Intriago Thachy (2016,pag.27).El coco es un fruto del que se utiliza absolutamente todo, el agua de coco (25% del peso); en bebidas refrescantes, la carne de coco (28% del peso) para el consumo directo de la empresa confitera y harinera, elaboración de crema y leche, la cáscara dura o corteza (12% del peso); carter, botones y combustible y por último la cascara fibrosa (35% del peso); para la floricultura, tableros de cáscara, sacos y empaques. | Este proyecto se va a realizar con la finalidad de brindar una posible solución, se presentará la variable, y seguidamente se procederá con la evolución de la misma, también se le hará la evolución a la variable ya que es la base principal para su desarrollo del proyecto. | Incorporación de la ceniza de cascara de coco en % | Incorporación de la ceniza de cascara de coco con 0.6.% | Balanza Calibrada del laboratorio | Metodo: (Cientifico)<br>Tipo: (Aplicada)<br>Nivel: (Descriptivo)<br>Diseño: (Experimental)<br>Enfoque: (Cuantitativo)<br>Población: Todos los ensayos realizados para la obtención de datos.<br>Muestra:<br>Muestreo: Técnica: Observación Directa.<br>Instrumentos: Formatos de los ensayos realizados. |
|   |   |  |  | Incorporación de la ceniza de cascara de coco con 1.3%  | Balanza Calibrada del laboratorio |  |
|   |   |  |  | Incorporación de la ceniza de cascara de coco con 2%    | Balanza Calibrada del Laboratorio |  |
| VARIABLE DEPENDIENTE: SUBRASANTE                  | Según Gavilanes Erick (2016, pág. 37) nos indica que la subrasante es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en el diseño.  | Esta variable va a depender de la variable principal para poder modificar las propiedades de la subrasante   | Índice de plasticidad                              | Limite liquido<br>Limite plástico                       | Ensayo de límite de Atterberg     |  |
|   |   |  | Contenido de humedad                               | Proctor modificado                                      | Ensayo de Proctor                 |  |
|   |   |  | Resistencia al esfuerzo                            | CBR   | Ensayo de CBR                     |  |

Fuente: Elaboración propia



**Tabla N° 21: Matriz de Consistencia**

| ANEXO N°2: MATRIZ DE CONSISTENCIA   |  |   |   |                              |   |   |  |
|---|--|---|---|------------------------------|---|---|--|
| <b>Título:</b> Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el Distrito de Perené, Junín 2021                        |  |   |   |                              |   |   |  |
| <b>Autor:</b> Guzmán Ruiz Iris Shessira   |  |   | <b>Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro</b>         |                              |   |   |  |
| PROBLEMA  | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS   | VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO |                              |   |   |  |
| PROBLEMA GENERAL  | OBJETIVO GENERAL   | HIPÓTESIS GENERAL   | VARIABLES   |                              | DIMENSIONES                                   | INDICADORES   | INSTRUMENTOS   |
| ¿De qué manera aplicas la ceniza de cáscara de coco en la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021?                 | <b>Evaluar</b> la aplicación de la ceniza de cáscara de coco para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.                                | Mejorara la ceniza de cáscara de coco en la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.   | INDEPENDIENTE                                     | CENIZA DE CASCARA DE COCO    | Incorporacion de la ceniza de cascara de coco | D1: Incorporación de la ceniza de cascara de coco con 0.6.%<br>D2: Incorporación de la ceniza de cascara de coco con 1.3%<br>D3: Incorporación de la ceniza de cascara de coco con 2% | Balanza Calibrada del laboratorio para los ensayos respectivos |
| PROBLEMA ESPECÍFICO   | OBJETIVO ESPECÍFICO  | HIPÓTESIS ESPECÍFICO  | DEPENDIENTE                                       | PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE | D4: Indice de plasticidad                     | I1: Limite Liquido (Wl ó LL)<br>I2: Limite Plástico (Wp ó LP)<br>I3: Indice de Plasticidad (IP)   | Ensayos de Limites de Atterberg                                |
| ¿Cuánto se aplica la ceniza de cáscara de coco en el contenido de humedad, para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021? | <b>Especificar</b> la aplicacion de la ceniza de cáscara de coco en el contenido de humedad, para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021 | La aplicacion de la ceniza de cáscara de coco en el contenido de humedad <b>disminuye</b> la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021 |   |                              |   |   |  |
| ¿Cuanto se aplica la ceniza de cáscara de coco en el Proctor modificado para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021?    | <b>Especificar</b> la aplicacion de la ceniza de cáscara de coco en el Proctor modificado para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.   | La aplicacion de la ceniza de cáscara de coco en el Proctor modificado <b>augmenta</b> la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.   |   |                              |   |   |  |
| ¿Cuanto se aplica la ceniza de cáscara de coco en el CBR para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021?                   | <b>Especificar</b> la aplicacion de la ceniza de cáscara de coco en el CBR para estabilizar la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.                  | La aplicacion de la ceniza de cáscara de coco en el CBR <b>incrementa</b> la estabilización de la subrasante en el Distrito de Perené, Junín 2021.                |   |                              | D6: Resistencia al esfuerzo                   | I5: Capacidad Portante del Suelo (CBR<6%) de la Subrasante<br>I5: Clasificación de Suelos   | Ensayos del CBR  |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 22:** *instrumento de recolección de datos.*

| <b>Descripción</b>  | <b>Técnicas</b>          | <b>Instrumentos</b>                   |
|---|--------------------------|---------------------------------------|
| Dosificación de la incorporación de la ceniza de cascara de coco en % | Observación directa      | Ficha de recolección de datos         |
| Limite liquido – limite plástico                                      | Observación directa      | Ficha de resultados de laboratorio () |
| Proctor modificado  | Observación directa      | Ficha de resultados de laboratorio () |
| CBR   | Observación experimental | Ficha de resultados de laboratorio () |

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 04:



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: **Ceniza de Cascara de Coco y Subrasante**  
"Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el  
Distrito de Perené, Junín 2021".

### Parte A: Datos generales

Tesista 01: Guzmán Ruiz Iris Shessira

Tesista 02: Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro

Fecha: Lima, 30 de Junio del 2021

### Parte B: Ceniza de cascara de coco

|      |  |
|------|--|
| 0.6% |  |
| 1.3% |  |
| 2.0% |  |

Tesis: Rimachi, I. y Sanchez, R. (2019) Ceniza de cascara de coco: **1.5%, 3%, 5% y 8%**

### Parte C: Mejoramiento de Subrasante

|      |  |
|------|--|
| 0.6% |  |
| 1.3% |  |
| 2.0% |  |

Tesis: Mercedes, N. (2020) Ceniza de caña de azúcar: **5%, 10%, 15%**

Observaciones: \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: Condori Tello Edwin Santiago

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ x ]

Grado: Ingeniero [ x ] Maestro [ ] Doctor [ ]

Título Profesional: Ingeniero Civil

N° de Registro CIP: 256020

EDWIN SANTIAGO  
CONDORI TELLO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 256025

Firma y Sello

Figura 37: Juicio de Expertos

Fuente: Elaboración por **Condori Tello Edwin Santiago**

## Anexo 05:



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Ceniza de Cascara de Coco y Subrasante  
"Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el  
Distrito de Perené, Junín 2021".

### Parte A: Datos generales

Tesista 01: Guzmán Ruiz Iris Shessira

Tesista 02: Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro

Fecha: Lima, 30 de Junio del 2021

### Parte B: Ceniza de cascara de coco

|      |  |
|------|--|
| 0.6% |  |
| 1.3% |  |
| 2.0% |  |

Tesis: Rimachi, I. y Sanchez, R. (2019) Ceniza de cascara de coco: 1.5%, 3%, 5% y 8%

### Parte C: Mejoramiento de Subrasante

|      |  |
|------|--|
| 0.6% |  |
| 1.3% |  |
| 2.0% |  |

Tesis: Mercedes, N. (2020) Ceniza de caña de azúcar: 5%, 10%, 15%

Observaciones: Ninguna

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: Edgar Moises Ramos Aponte

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [X]

Grado: Ingeniero [X] Maestro [ ] Doctor [ ]

Título Profesional: Ingeniero Civil

N° de Registro CIP: N° 161016

EDGAR M. RAMOS APONTE  
INGENIERO CIVIL  
CIP 161016

Figura 38: Juicio de Expertos

Fuente: Elaboración por **Edgar Moises Ramos Aponte**

## Anexo 06:



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: **Ceniza de Cascara de Coco y Subrasante**  
"Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el  
Distrito de Perené, Junín 2021".

### Parte A: Datos generales

Tesista 01: Guzmán Ruiz Iris Shessira

Tesista 02: Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro

Fecha: Lima, 30 de Junio del 2021

### Parte B: Ceniza de cascara de coco

|      |  |
|------|--|
| 0.6% |  |
| 1.3% |  |
| 2.0% |  |

Tesis: Rimachi, I. y Sanchez, R. (2019) Ceniza de cascara de coco: 1.5%, 3%, 5% y 8%

### Parte C: Mejoramiento de Subrasante

|      |  |
|------|--|
| 0.6% |  |
| 1.3% |  |
| 2.0% |  |

Tesis: Mercedes, N. (2020) Ceniza de caña de azúcar: 5%, 10%, 15%

Observaciones: Ninguna

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: Percy Rios Galeas

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [x]

Grado: Ingeniero [x] Maestro [ ] Doctor [ ]

Título Profesional: Ingeniero Civil

N° de Registro CIP: N° 89077



PERCY RIOS GALEAS  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 89077

Firma y Sello

Figura 39: Juicio de Expertos  
Fuente: Elaboración por **Percy Rios Galeas**

## Anexo 07:



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

**Proyecto** : Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el Distrito de Perené, Junín 2021.

**Solicitante** : Guzmán Ruiz Shessira, Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro

**Ubicación** : Distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín.

**Zona / Sector** : ---

**Sondeo** : C - 2 **Fecha** : Mayo - 2021

**Muestra** : M - 1

**Profundidad (mts.)** : 0.30 - 1.70 **Coordenadas** : ---

Partículas >3" (%):

---

Grava (%):

-

Arena (%):

42.1

Limos y Arcillas (%):

57.9

Límites de Atterberg:

LL (%): 43.2  
LP (%): 25.0  
IP (%): 18.2

Humedad (%):

17.9

Clasificación SUCS:

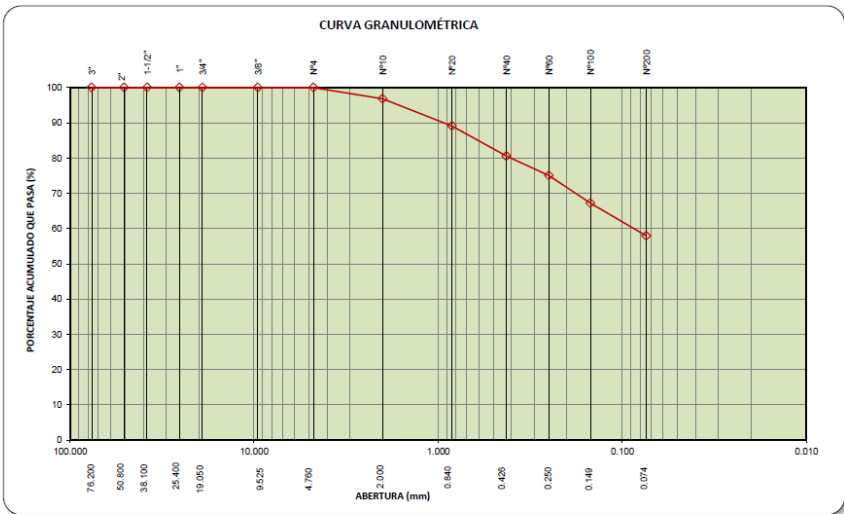
CL

Arcilla de baja plasticidad arenosa

Clasificación AASHTO: A-7-6 (8)

D10 :  
D30:  
D60: 0.09  
Cu:  
Cc:

| Tamiz  | Abertura (mm) | % Acumulado que pasa |
|--------|---------------|----------------------|
| 3"     | 76.200        | 100.0                |
| 2"     | 50.800        | 100.0                |
| 1 1/2" | 38.100        | 100.0                |
| 1"     | 25.400        | 100.0                |
| 3/4"   | 19.050        | 100.0                |
| 3/8"   | 9.525         | 100.0                |
| Nº4    | 4.760         | 100.0                |
| Nº10   | 2.000         | 96.8                 |
| Nº20   | 0.840         | 89.1                 |
| Nº40   | 0.426         | 80.6                 |
| Nº60   | 0.250         | 75.0                 |
| Nº100  | 0.149         | 67.2                 |
| Nº200  | 0.074         | 57.9                 |



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

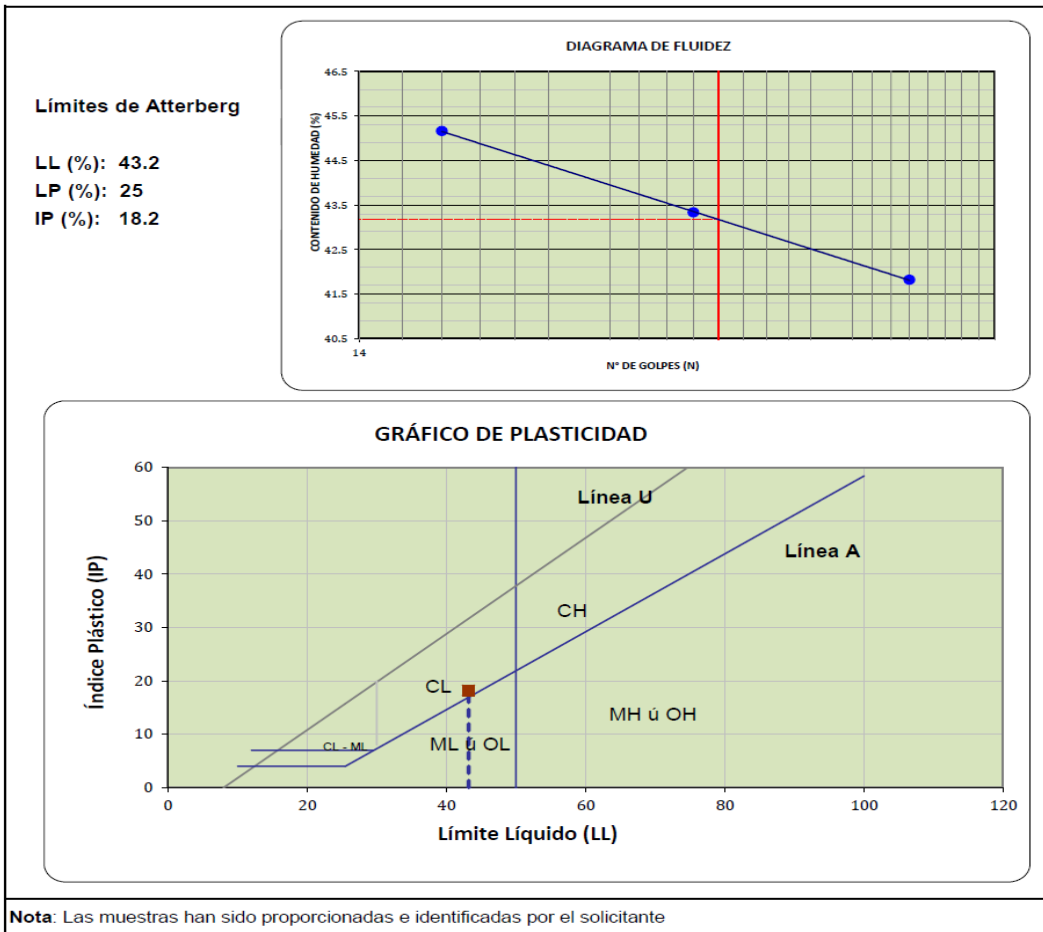


  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Figura 40: Clasificación de suelo de la C2-M1  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

**LÍMITES DE ATTERBERG  
ASTM - D4318**

**Proyecto** : Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el Distrito de Perené, Junín 2021.  
**Solicitante** : Guzmán Ruiz Iris Shessira, Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro  
**Ubicación** : Distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín.  
**Zona / Sector** : ---  
**Sondeo** : C - 2 **Fecha** : Mayo - 2021  
**Muestra** : M - 1  
**Profundidad (mts.)** : 0.30 - 1.70 **Coordenadas** : ----



Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 www.gmigingenieros.com


  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Figura 41: Ensayo de Limite de Atterberg de la C2-M1  
 Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

## Anexo 09:



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG ASTM - D4318

**Proyecto** : Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el Distrito de Perené, Junín 2021.

**Solicitante** : Guzmán Ruiz Iris Shessira, Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro

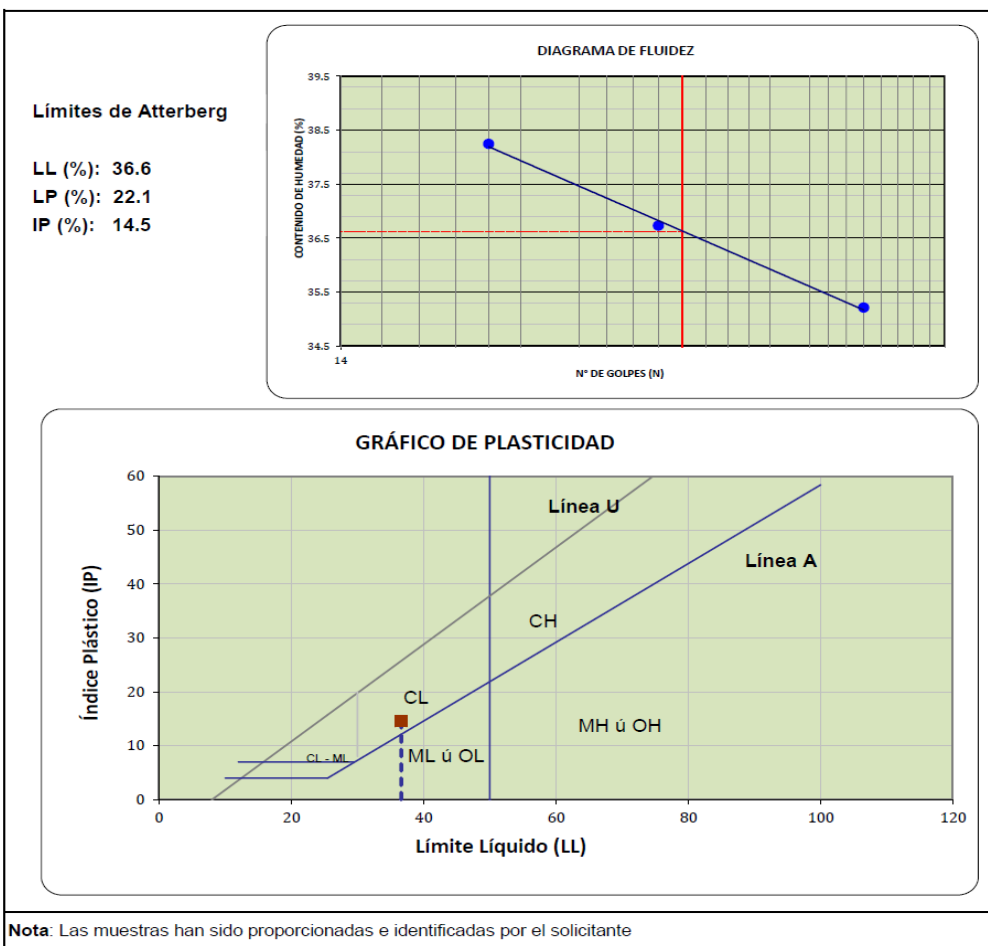
**Ubicación** : Distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín.

**Zona / Sector** : ---

**Sondeo** : C - 2 (Suelo, 2.0 % Ceniza) **Fecha** : Mayo - 2021

**Muestra** : M - 1

**Profundidad (mts.)** : 0.30 - 1.70 **Coordenadas** : ---



Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
www.amiaingenieros.com

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL

Figura 42: Ensayo de Limite de Atterberg de la C2 + 2.0% CCC  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C



## Anexo 10:



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

### PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el Distrito de Perené, Junín 2021.

**SOLICITANTE** : Guzmán Ruiz Iris Shessira, Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro

**UBICACIÓN** : Distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín.

**Fecha** : Mayo - 2021

**Zona / Sector** : ---

**Sondaje** : C - 2 (Suelo, 2.0 % Ceniza)

**Muestra** : M - 1

**Prof. (m)** : 0.30 - 1.70

**Clasificación SUCS** : CL

**Clasificación AASHTO** : ---

**Método de compactación** : A

**Método de preparación** : Húmeda

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

**Descripción del pisón** : Manual

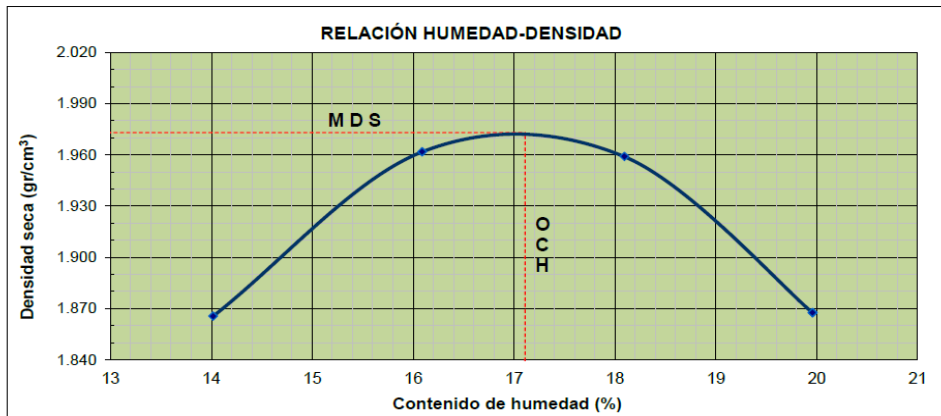
**Gravedad específica** : ---

**Retenidos 3/4** : ---

**3/8** : ---

**Nº4** : ---

|  |         |         |         |         |       |
|--|---------|---------|---------|---------|-------|
| Peso suelo compactado + molde (g)          | 6044.00 | 6186.00 | 6220.00 | 6151.00 |       |
| Peso molde (g)                             | 4035.00 | 4035.00 | 4035.00 | 4035.00 |       |
| Peso suelo húmedo compactado (g)           | 2009.00 | 2151.00 | 2185.00 | 2116.00 |       |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )       | 944.50  | 944.50  | 944.50  | 944.50  |       |
| Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )       | 2.13    | 2.28    | 2.31    | 2.24    |       |
| Recipiente Nº                              | Q15     | 16T     | S04     | Y13     |       |
| Peso muestra húmeda + tara (g)             | 586.50  | 753.80  | 657.30  | 694.50  |       |
| Peso muestra seca + tara (g)               | 533.40  | 670.50  | 579.80  | 604.50  |       |
| Peso de tara (g)                           | 154.60  | 152.80  | 151.50  | 153.60  |       |
| Peso de agua (g)                           | 53.10   | 83.30   | 77.50   | 90.00   |       |
| Peso de la muestra seca (g)                | 378.80  | 517.70  | 428.30  | 450.90  |       |
| Contenido de humedad (%)                   | 14.0    | 16.1    | 18.1    | 20.0    |       |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )         | 1.866   | 1.962   | 1.959   | 1.868   |       |
| <b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b> |         |         |         |         | 1.973 |
| <b>Humedad óptima (%)</b>                  |         |         |         |         | 17.11 |



**Observaciones:** \_\_\_\_\_

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

Figura 43: Ensayo de Proctor Modificado de la C2 + 2.0% CCC

Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

## Anexo 11:



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

Proyecto: Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el Distrito de Perené, Junín 2021.

Solicitante: Guzmán Ruiz Iris Shessira, Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro

Ubicación: Distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín.

Fecha: Mayo - 2021

|                                |   |   |   |
|--------------------------------|---|---|---|
| <b>Ensayo</b>                  | <b>Método</b>   |   |   |
| California Bearing Ratio (CBR) | ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils     |   |   |
| California Bearing Ratio (CBR) | SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio |   |   |
| <b>Código :</b>                | ---   | <b>Sondeo :</b> C - 2 (Suelo, 2.0 % Ceniza) | <b>Muestra :</b> M - 1                            |
| <b>Profundidad (m):</b>        | 0.30 - 1.70   | <b>Progresiva :</b> ---                     | <b>Tipo de Material :</b> Suelo                   |
| <b>Zona / Sector:</b>          | ---   |   | <b>Condición de la muestra :</b> Muestra Alterada |
| <b>Método de preparación :</b> | Húmeda  | <b>Clasificación SUCS :</b>                 | CL  |
| <b>Sobrepeso :</b>             | 4.54  | <b>Clasificación AASHTO :</b>               | ---   |
|                                |   | <b>Método de compactación :</b>             | ASTM D1557  |

#### COMPACTACION

|                                  | 18          |          | 20          |          | 22          |          |
|----------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|                                  | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| Golpes por capa N°               | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| Condición de la muestra          | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 12775.3     | 12843.3  | 12556.8     | 12646.6  | 12462.4     | 12579.5  |
| Peso de molde (g)                | 7875.0      | 7875.0   | 8025.0      | 8025.0   | 7979.0      | 7979.0   |
| Peso del suelo húmedo (g)        | 4900.3      | 4968.3   | 4531.8      | 4621.6   | 4483.4      | 4600.5   |
| Volumen del molde (cm³)          | 2121.0      | 2121.0   | 2020.0      | 2020.0   | 2118.0      | 2118.0   |
| Densidad húmeda (g/cm³)          | 2.310       | 2.342    | 2.243       | 2.288    | 2.117       | 2.172    |
| Tara (N°)                        | A 41        | A 76     | A 84        | A 251    | A 321       | A 64     |
| Peso suelo húmedo + tara (g)     | 833.2       | 862.4    | 845.2       | 906.5    | 870.1       | 833.7    |
| Peso suelo seco + tara (g)       | 738.1       | 753.6    | 748.5       | 783.8    | 770.4       | 719.2    |
| Peso de tara (g)                 | 182.2       | 186.5    | 183.2       | 180.4    | 187.3       | 183.9    |
| Peso de agua (g)                 | 95.1        | 108.8    | 96.7        | 122.7    | 99.7        | 114.5    |
| Peso de suelo seco (g)           | 555.9       | 567.1    | 565.3       | 603.4    | 583.1       | 535.3    |
| Contenido de humedad (%)         | 17.11       | 19.19    | 17.11       | 20.33    | 17.10       | 21.39    |
| Densidad seca (g/cm³)            | 1.973       | 1.965    | 1.916       | 1.901    | 1.808       | 1.789    |

#### EXPANSION

| FECHA      | HORA  | TIEMPO | DIAL   | EXPANSION |     | DIAL   | EXPANSION |     | DIAL    | EXPANSION |     |
|------------|-------|--------|--------|-----------|-----|--------|-----------|-----|---------|-----------|-----|
|            |       |        |        | mm        | %   |        | mm        | %   |         | mm        | %   |
| 17/05/2021 | 11:00 | 0      | 0.000  | 0.000     | 0.0 | 0.000  | 0.000     | 0.0 | 0.000   | 0.000     | 0.0 |
| 18/05/2021 | 11:00 | 24     | 8.000  | 0.203     | 0.2 | 18.000 | 0.457     | 0.4 | 35.000  | 0.889     | 0.8 |
| 19/05/2021 | 11:00 | 48     | 16.000 | 0.406     | 0.4 | 40.000 | 1.016     | 0.9 | 77.000  | 1.956     | 1.7 |
| 20/05/2021 | 11:00 | 72     | 36.000 | 0.965     | 0.8 | 88.000 | 2.235     | 1.9 | 138.000 | 3.505     | 3.0 |

#### PENETRACION

| PENETRACION (mm) | CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²) | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         | MOLDE N°   |      |            |         |
|------------------|-------------------------|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|------------|------|------------|---------|
|                  |                         | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         | CARGA      |      | CORRECCION |         |
|                  |                         | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) | Dial (div) | (kg) | (kg)       | CBR (%) |
| 0.000            |                         | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         | 0          | 0    |            |         |
| 0.635            |                         | 6          | 72   |            |         | 3          | 59   |            |         | 1          | 50   |            |         |
| 1.270            |                         | 16         | 116  |            |         | 9          | 85   |            |         | 3          | 59   |            |         |
| 1.905            |                         | 25         | 155  |            |         | 14         | 107  |            |         | 5          | 68   |            |         |
| 2.540            | 70.5                    | 33         | 190  | 193.2      | 14.2    | 19         | 129  | 130.1      | 9.5     | 7          | 77   | 77.8       | 5.7     |
| 3.810            |                         | 48         | 255  |            |         | 27         | 164  |            |         | 10         | 90   |            |         |
| 5.080            | 105.7                   | 58         | 299  | 302.1      | 14.8    | 33         | 190  | 192.9      | 9.4     | 13         | 103  | 105.4      | 5.2     |
| 6.350            |                         | 66         | 334  |            |         | 37         | 207  |            |         | 14         | 107  |            |         |
| 7.620            |                         | 73         | 365  |            |         | 41         | 225  |            |         | 16         | 116  |            |         |
| 10.160           |                         | 80         | 395  |            |         | 45         | 242  |            |         | 18         | 125  |            |         |
| 12.700           |                         | 88         | 430  |            |         | 50         | 264  |            |         | 20         | 133  |            |         |

Observaciones

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II- SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
www.gmingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

Figura 44: Ensayo de CBR de la C2 + 2.0% CCC  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C

## Anexo 12:



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

Proyecto: *Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de Coco en el Distrito de Perené, Junín 2021.*

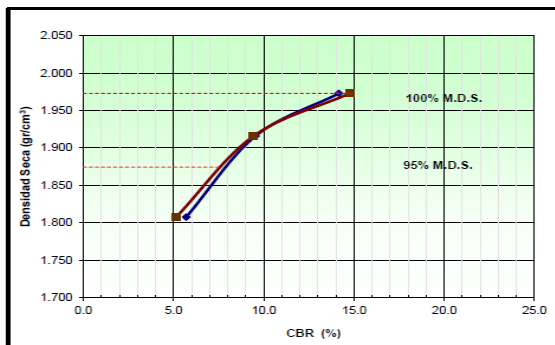
Solicitante: *Guzmán Ruiz Iris Shessira, Rodríguez Calmet, Manuel Alejandro*

Ubicación: *Distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín.*

Fecha: *Mayo - 2021*

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Ensayo                         | Método  |
| California Bearing Ratio (CBR) | ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils     |
| California Bearing Ratio (CBR) | SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio |

|                  |             |             |                             |                          |                  |
|------------------|-------------|-------------|-----------------------------|--------------------------|------------------|
| Código:          | ---         | Sondeo:     | C - 2 (Suelo, 2.0 % Ceniza) | Muestra:                 | M - 1            |
| Profundidad (m): | 0.30 - 1.70 | Progresiva: | ---                         | Tipo de Material:        | Suelo            |
| Zona / Sector:   | ---         |             |                             | Condición de la muestra: | Muestra Alterada |



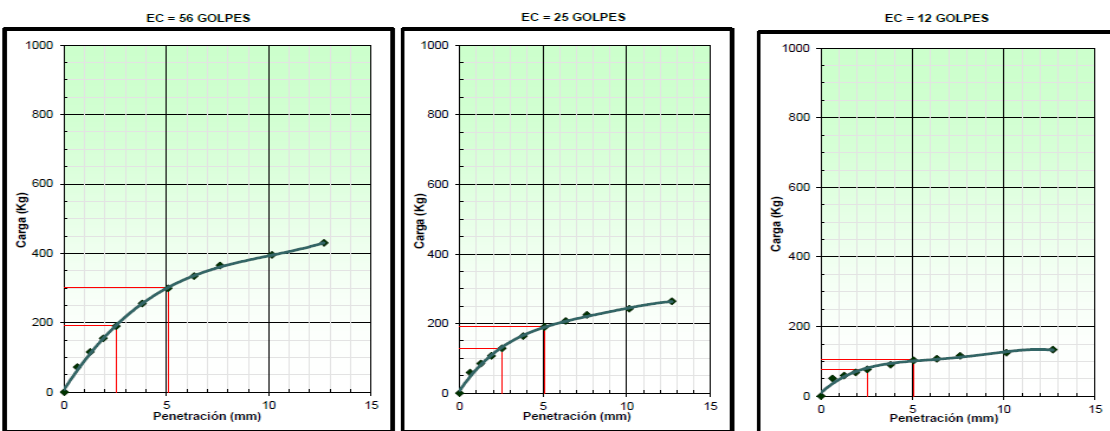
**Datos de la Muestra:**

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Clasificación SUCS:              | CL         |
| Clasificación AASHTO:            | ---        |
| Método de compactación           | ASTM D1557 |
| Máxima densidad seca (g/cm³)     | 1.973      |
| Óptimo contenido de humedad (%)  | 17.11      |
| 95% Máxima densidad seca (g/cm³) | 1.874      |

|                              |            |            |
|------------------------------|------------|------------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1": 14.2 | 0.2": 14.8 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 0.1": 7.3  | 0.2": 6.9  |

**RESULTADOS:**

|                                      |   |          |
|--------------------------------------|---|----------|
| Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. | = | 14.2 (%) |
| Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.  | = | 7.3 (%)  |



Observaciones:

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II- SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
www.gmigingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

Figura 45: Ensayo de CBR de la C2 + 2.0% CCC  
Fuente: Laboratorio GMIG-S.A.C