



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la
subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Brandan Calero, Yoselin Anaiss (ORCID: 0000-0002-1211-8925)

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mis padres Yuliana Calero y José Brandan por su apoyo incondicional, por contribuir en mi crecimiento personal y profesional, por cada sacrificio realizado, pese a las circunstancias vividas nunca nos faltó motivación y amor de su parte. Cada uno de mis logros han sido aplaudidos, y cada derrota fue motivo de una charla para levantarse y continuar, me demostraron con su ejemplo que la vida nos puede presentar miles de obstáculos y que solo depende de una buena actitud y la familia para superarlo.

AGRADECIMIENTO

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

Y por supuesto a mi querida Universidad y a todas las autoridades, en especial a mi asesor Mg. Ing. Raúl Antonio Pinto Barrantes por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	vi
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO.....	7
III. METODOLOGIA.....	29
3.1 Tipo de diseño de investigación	29
3.2 Variable y operacionalización.....	30
3.3 Población, muestra y muestreo.....	32
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5 Procedimientos	35
3.6 Método de análisis de datos.....	35
3.7 Aspectos éticos	36
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSION.....	57
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índice de Plasticidad del suelo Arcilloso Norma ASTM D4318-84	17
Tabla 2. Clasificación de Suelos según Tamaño de Partículas Norma ASTM D422 .	17
Tabla 3. Tamices según la Norma ASTM	20
Tabla 4. Valores de la Profundidad efectiva fundamentada en hidrómetro y cilindro de sedimentación de dimensiones específicas.	21
Tabla 5. Valores de la Profundidad efectiva fundamentada en hidrómetro y cilindro de dimensiones específicas.	22
Tabla 6. Valores de constante para la modificación por temperatura de las lecturas del hidrómetro	23
Tabla 7. Valores de “K” para el análisis del diámetro de partículas en el análisis hidrométrico.....	24
Tabla 8. Valores de coeficientes de corrección para distintos pesos específicos de las partículas del suelo	24
Tabla 9. Clasificación de suelos.....	27
Tabla 10. Confiabilidad	34
Tabla 11. Validez	34
Tabla 12. Ensayo granulométrico por tamices ASTM Norma (MTC E-104-2000)	27
Tabla 13. Contenido de humedad y Limite de consistencia.....	34
Tabla 14. Límite de consistencia.....	34
Tabla 15. Compactación de Moldes SN100%.....	27
Tabla 16. Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN100%	34
Tabla 17. CBR Suelo Natural SN100%.....	34

Tabla 18. Compactación de Moldes SN90% + CF10%.....	27
Tabla 19. Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN90% + CF10%	34
Tabla 20. CBR Suelo Natural SN90% + CF10%.....	34
Tabla 21. Compactación de Moldes SN70% + CF30%.....	27
Tabla 22. Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN70% + CF30%	34
Tabla 23. CBR Suelo Natural SN70% + CF30%	34
Tabla 24. Compactación de Moldes SN50% + CF50%.....	27
Tabla 25. Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN50% + CF50%	34
Tabla 26. CBR Suelo Natural SN50% + CF50%.....	34
Tabla 27. Resumen de CBR con las dosificaciones	27
Tabla 28. CBR 100%	34
Tabla 29. CBR 95%	34
Tabla 30. Ensayo de compresión no confinada en muestra de suelos	27
Tabla 31. Resistencia	34
Tabla 32. Resumen de ensayos de Próctor Modificado.....	34
Tabla 33. Datos Utilizados para el Ensayo de Corte Directo de suelos bajo Condiciones Consolidadas Drenadas	27
Tabla 34. Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S100%.....	34
Tabla 35. Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción S100%	34
Tabla 36. Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S90% + CF10%.....	34
Tabla 37. Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción S90% + CF10%	27
Tabla 38. Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S70% + CF30%.....	34

Tabla 39. Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción S70% + CF30%.	34
Tabla 40. Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S50% + CF50%.	34
Tabla 41. Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S50% + CF50%.	27
Tabla 42. Cuadro resumen de Esfuerzo Cortante.....	34
Tabla 43. Cuadro resumen de la cohesión con cada dosificación	34
Tabla 44. Cuadro resumen de la cohesión con cada dosificación	27
Tabla 45. Contenido de humedad y límite de consistencia. Autor Mamani y Yataco (2017).....	34
Tabla 46. Cuadro resumen de CBR al 100% para Huancoillo (2017).....	34
Tabla 47. Datos utilizados para el Ensayo de Corte Directo de suelos bajo Condiciones Consolidadas Drenadas para Mamani y Yataco (2017)	27
Tabla 48. Cuadro resumen de Esfuerzo cortante para Mamani y Yataco (2017)	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso productivo en horno Hoffman	16
Figura 2. Estructuras atómicas básicas de los minerales de arcilla.....	18
Figura 3. Límite de Atterberg (Carta de Plasticidad).....	26
Figura 4. Fases para el estudio de datos.. ..	36
Figura 5. Límite de consistencia	39
Figura 6. CBR Suelo Natural SN100%	41
Figura 7. CBR Suelo Natural SN90% + CF10%	42
Figura 8. CBR Suelo Natural SN70% + CF30%.	44
Figura 9. CBR Suelo Natural SN50% + CF50%.	45
Figura 10. CBR 100%	46
Figura 11. CBR 95%.....	47
Figura 12. Resistencia	48
Figura 13. Próctor Modificado.....	49
Figura 14. Ensayo de Corte Directo S100%.....	51
Figura 15. Ensayo de Corte Directo S90% + CF10%.....	52
Figura 16. Ensayo de Corte Directo S70% + CF30%	53
Figura 17. Ensayo de Corte Directo S50% + CF50%	54
Figura 18. Cuadro Resumen de Esfuerzo Cortante.....	55
Figura 19. Resumen de Cohesión	55
Figura 20. Resumen de fricción	56
Figura 21. Cuadro Comparativo de Limite de Consistencia	59
Figura 22. Resumen de C.B.R. al 100% para Huancoillo (2017).....	60

Figura 23. Resumen de Cohesión para Mamani y Yataco (2017).....	63
Figura 24. Resumen de Angulo de Fricción para Mamani y Yataco (2017)	63

RESUMEN

La ceniza de madera de fondo es un residuo orgánico que proviene de la combustión del eucalipto el cual es usado en las ladrilleras artesanales para el proceso de fabricación de ladrillos. Este material es desechado de una forma inadecuada en botaderos o como material de desmonte, durante su transporte hacia el botadero genera contaminación generando así, impacto en la salud de los pobladores.

En diversos países del mundo ya hay investigaciones incluso aplicación de ceniza en diferentes industrias, el presente informe de investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de la aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante de suelos arcillosos limosos.

Para lograr el objetivo, se llevó a cabo una serie de ensayos de laboratorio para la evaluación de propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso limoso con la aplicación de ceniza de madera de fondo. La ceniza de madera de fondo de ladrilleras artesanales y los suelos arcillo limosos usados son muestras que se obtuvieron en el cruce de las Avenidas San Felipe con Universitaria, Distrito de Comas.

Los resultados de los ensayos mostraron que existe una gran mejora en su comportamiento mecánico al aplicarse ceniza de madera de fondo, para este fin se realizaron tres mezclas distintas para su comparación entre sí.

Palabras clave: Ladrilleras artesanales, estabilización, ceniza de madera de fondo.

ABSTRACT

Background wood ash is an organic residue that comes from the combustion of eucalyptus, which is used in artisanal brick making for the brick-making process. This material is disposed of in an inappropriate way in landfills or as waste material, during its transport to the landfill it generates pollution, thus generating an impact on the health of the inhabitants.

In various countries of the world there are already investigations including ash application in different industries, this research report aims to evaluate the influence of the application of bottom wood ash to stabilize the subgrade of silty clay soils.

To achieve the objective, a series of laboratory tests was carried out for the evaluation of physical and mechanical properties of the silty clay soil with the application of wood ash as background. The bottom wood ash from artisanal brick kilns and the silty clay soils used are samples that were obtained at the intersection of Avenida San Felipe and Universitaria, Comas District.

The results of the tests carried out that there is a great improvement in its mechanical behavior when working with wood ash in the background, for this purpose three different mixtures were made for comparison with each other.

Keywords: Handmade bricks, stabilization, background wood ash.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la ceniza de fondo producida en las centrales termoeléctricas es la consecuencia de la ignición del cisco. En el mismo caldero la ceniza volante y la ceniza de fondo se moldean conjuntamente, su composición química es parecido. Sin embargo, la dimensión y la representación son desmesuradamente diferentes, por ello, es motivo de estudio el efecto de cada una. El cemento es principal material de construcción, el cual requiere para su elaboración el manejo de considerable número de materias primas naturales y energía. Sin embargo, la industria del cemento está en el ojo de la tormenta por las emisiones de dióxido de carbono, existen estudios los cuales presentan diferentes medidas para oprimir la manifestación del dióxido de carbono. En la presente investigación, se evalúa la posibilidad del uso de la ceniza de fondo para ser aplicada como un aditivo de los cementos Portland. Por ello, se realizó un estudio sobre su conducta mecánica y su durabilidad para estimar su uso como un aditivo novedoso. “La mezcla de ceniza de fondo triturada y de ceniza volante se carbonataban a mayor cantidad y ofrecían menores resistencias a concentración de cargas que los de semejanza sin residuos”. (Sanjuán y Argiz, 2017)

Ahmaruzzaman, M. (2016), menciona que la utilización de cenizas volantes cumple un rol importante en sector construcción, en la India se usa para producir cementos y ladrillos, y esto se debe a que la eliminación de este material es muy costoso por lo que se busca una aplicación de esta así evitar la contaminación y reducir costos.

A nivel nacional “Realizo un estudio experimental, con el uso de escoria de madera, para el restablecimiento del tipo de suelo arenoso, se realizó ensayos de firmeza: aplastamiento sencilla y triaxial, con la liquidación de tipo de superficie arenoso y escoria de madera reciclado de las ladrilleras de origen artesanal logrando unificar la mejora en los atributos físicas y mecánicas del adoquinado arenoso”. (Durán, G. 2016) En el Perú hay un aproximado de 2000 ladrilleras artesanales y en el Departamento de Lima se encuentran 5 ladrilleras artesanales, en el Distrito de San Juan de Lurigancho y otros cuatro en el Distrito de Carabayllo. La escoria de madera de fondo es considerada como un desperdicio orgánico que proviene de la quema de eucalipto

aprovechado por las ladrilleras artesanales en la fabricación de ladrillos. En la combustión de la biomasa se genera dos tipos de residuos, ceniza de fondo (CF) conformada por la ceniza gruesa que se sitúa en la cama inferior y la ceniza volante (CV) que son las partículas más finas. A nivel nacional, la suma total es de 53,500 toneladas al año de este residuo orgánico. Actualmente este material es considerado un deshecho incluso es una fuente principal de contaminación ambiental en el proceso de combustión y movilización, ya que se transporta en vehículos inadecuados y esto genera la contaminación de la zona urbana y agrícola, sin embargo, existen estudios realizados para las cenizas de fondo (CF) los cuales muestran propiedades cementosas para la fabricación de morteros. Hay una serie de estudios sobre la influencia al aplicar la partícula de la ceniza en combinación con el mortero, y su viabilidad. En otros estudios las cenizas de fondo (CF) han sido utilizadas como sustitución de la arena para la fabricación de morteros de baja resistencia, a su vez se ha evaluado la posibilidad de producir hormigones. Actualmente la infraestructura vial en el Perú es preocupante, y por su deficiencia las oportunidades de crecimiento a nivel del país sean más alejadas y la principal responsabilidad recae en las autoridades por no brindar la atención necesaria para superar este problema que perjudica a nuestro país, ya que de haber mayor interés en proyectos de infraestructura vial incrementaría la economía y la calidad de vida mejoraría notoriamente en el cruce de la Av. San Felipe con la Av. Universitaria del distrito de Comas.

A nivel local, “Se ejecutaron calicatas para un estudio sobre la muestra de superficie en el distrito de Comas; en la calicata primera calicata nombrada C-1, entre la Asociación de Propietarios Las Diamelas y el Programa Residencial Las Margaritas, el cual se encontró en una exploración de 2.20 m de profundidad material de relleno arcilloso-limoso de mediana plasticidad”. (I.S.M., 2011)

Comas, presenta deficiencias de carpeta asfáltica, como grietas, baches y piel de cocodrilo. Esto genera daños en el parque automotor, accidentes automovilísticos e inconformidad de la población. A la fecha se ha realizado una serie de actividades de reposición de asfalto, sin embargo, no es solución frente a los daños en el pavimento en este Sector. La tipología del terreno en el Distrito de Comas es arcilloso con

partículas de limo. El tipo de terreno arcillo es aquel que tiene como predominante la arcilla menor a 0.002 mm, estas generan la baja permeabilidad, a su vez alta índice de retención de agua y nutrientes. La gestión de los residuos inorgánicos a nivel mundial presenta gran interés, a causa de la gran cantidad de residuos producidos por día, y a la baja disponibilidad de verteros para su disposición. Las cenizas de fondo se considera material no tan peligroso, por lo que podría ser empleado como agregados, a diferencia de la ceniza de fondo producto de los metales pesados y compuestos organoclorados es altamente toxico.

Arias (2014), menciona: “Consiste en describir ampliamente la posición del objetivo de estudio, el cual permita comprender su origen y dudas por resolver”. (p.41)

Producto de las deficiencias en la infraestructura vial de nuestro país, la presente investigación busca generar una posible solución mediante la añadidura de ceniza de madera de fondo para fortalecer y darle soporte al suelo, generando beneficio económico, social y ambiental. Por lo que plantea el siguiente **problema general**, ¿De qué manera influye la aplicación de ceniza madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020?

Arias (2014), menciona: “Las preguntas formuladas deben de tener relación entre ellas”. (p.41)

Es importante la utilización de los **problemas específicos** que manifiesten términos precisos de la investigación, por tal razón el presente Proyecto de Investigación brindará respuestas a las siguientes preguntas planteadas: ¿Cuál es la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra de Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020?, ¿Cuál es el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin adición de ceniza de madera de fondo en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020?, ¿Cuál es la resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020?

Por ello la presente investigación se **justifica** en la adaptación de estos desperdicios para brindar equilibrio a los suelos arcillosos, con el fin de generar una contribución técnico a la industria de la ingeniería vial como en las figuras socio ambientales y económicos, cooperando con una propuesta de solución económica con el uso de ceniza de madera de fondo para brindar estabilidad a la subrasante en Avenida San Felipe, Comas y de esta forma las autoridades responsables de estas gestiones puedan tener en cuenta este proyecto de investigación y así ofrecer viabilidad en la infraestructura vial y optimizar el estilo de vida en los pobladores. **Justificación teórica**, se propone recurrir a la estabilización mediante el uso de la escoria de madera de fondo, este aditivo orgánico ya está siendo materia de estudio por su propiedad cementosa, el cual podría ser un aditivo para el cemento. **Justificación ambiental**, este producto al ser un material reciclado, se desea brindar un uso útil a dichos desechos empleándolo como estabilizador de la subrasante, el cual se incorporará al material de muestra del tipo de suelo arcilla limoso para mejorar sus cualidades físicas y mecánicas, el cual será evaluada mediante el ensayo de próctor modificado y el de corte directo, de esta forma se contribuye al cuidado del impacto ambiental. **Justificación económica**, de la misma forma, esta investigación contribuirá en el análisis de las dificultades que presenta la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, distrito de Comas, el cual será una herramienta para la Municipalidad de Comas y así poder optar medidas que aseguren su bajo costo y con resultados efectivos. **Justificación social**, con esta investigación podremos comprender las propiedades del suelo en estudio, con ello caracterizar de una forma correcta y así poder saber el grado de daño que presenta el asfalto y poder garantizar a futuro el bienestar de la población.

Arias (2014) menciona: “Es aquello que se quiere alcanzar, enunciado que manifiesta lo que se quiere dar a conocer, y generar respuesta al problema planteado.” (p.43)

La escoria de madera de fondo en Lima no existe evidencias que mencionen beneficios del material de residuo por lo que es eliminada como desmonte, por ello se otorga una opción para su uso en la infraestructura vial y a bajo costo. Al realizar el proyecto investigación se dispone como **objetivo general**, evaluar la influencia de aplicación de

ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020.

Arias (2014) indica: “Los objetivos muestran con exactitud las definiciones, variables y dimensiones los cuales serán objeto de estudio, estos contribuyen en el logro del objetivo general” (p.45)

Así mismo, para llegar al objetivo general es necesario tener en cuenta los **objetivos específicos** presentados de la siguiente manera: Determinar la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra de Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020. Determinar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin adición de ceniza de madera de fondo en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020. Determinar la resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020.

Debido al estado en el que se encuentra nuestra infraestructura vial en la Av. San Felipe se busca generar una posible solución para el mejoramiento físico y mecánico del suelo en la Avenida San Felipe. Esta alternativa concierne al manejo de la ceniza de madera de fondo ya que en la actualidad no se le da el uso adecuado, mucho menos se usa en el empleo como estabilizador de suelos.

Valderrama (2014), menciona “Es un supuesto acerca de la posible solución de un problema.” (p.79)

Se plantea la siguiente **hipótesis general**, la aplicación de la ceniza de madera de fondo influye de manera significativa en la estabilización de la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020.

Kerlinger (2014), menciona: “Enunciado en relación a las variables, relaciona de manera específica una variable de otra” (p.23)

Así mismo se plantearon las siguientes **hipótesis específicas**, como posibles soluciones a los problemas específicos planteados: Se obtiene la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra de Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020. El óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca se relaciona de manera significativa aplicando la ceniza de madera de fondo en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas-2020. La resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo se relaciona de manera significativa para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de tener un mejor entendimiento del tema de la presente investigación así mismo tener referencias que nos brinden mayor información, se presentan los siguientes **antecedentes internacionales**.

Cañar (2017), en la tesis *“Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”* presentada por la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. El **nivel** de investigación descriptivo explicativo, tiene como **objetivo** analizar los resultados de firmeza y la conducta mecánica de las consolidaciones del tipo de suelo arenosos y arcillosos con ceniza de carbón y así establecer las circunstancias para su empleo. El **resultado** para el ensayo de granulometría se tiene como resultado acerca del tipo de suelo es arcilla de alta blandura según la clasificación SUCS, se realizó la prueba de contenido de humedad siendo 22.13% el cual se encuentra por debajo de 40%, el límite plástico corresponde a un 19.38% y el índice de plasticidad es de 2.75% lo que conlleva a que es un suelo arenoso limoso puesto que el límite de plasticidad es menos que el 4%. El resultado que se obtuvo para el Límite plástico es de 65.28% y su índice de plasticidad corresponde a 19.87% por lo que se concluye que es un suelo de tipo arcilloso de alta plasticidad, esta posee una densidad seca baja por ello la compactación es menor, para el ensayo de próctor modificado se añadió cenizas de carbón en porcentajes distintos de 20%, 23 y 25%, siendo el 20% y 25% datos de estudios anteriores y 23% un promedio entre ellos. Para poder determinar el valor del CBR, se realizaron ensayos con estos tres porcentajes donde se obtiene que al añadirle mayor porcentaje de ceniza de carbón se obtuvo un CBR con mayor porcentaje, con contenido de humedad alto, sin embargo, se mantiene la densidad seca máxima. Por ello se optó por adicionarle el 25% de ceniza de carbón el cual nos da un resultado de 11.20% de CBR, el cual es considerado capaz para la estabilización de sub rasante. Para verificar la resistencia al corte se realizó el Ensayo de Compresión donde se obtuvo que la añadidura de ceniza de carbón llena vacíos de la muestra de suelo, y se hace más sólida por lo que aumenta la resistencia al corte. Se llegó a la **conclusión** que la

adición de las cenizas de fondo tiene un efecto favorable en los suelos arcillosos, el cual aumenta el grado de compactación y la resistencia al corte.

Cobos, Ortegón y Peralta (2019), en la tesis *“Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza provenientes de Cáscara de Coco y Cisco de Café”* presentada por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia de Ibagué – Colombia. El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, tiene como **objetivo** la evaluación del comportamiento geotécnico del suelo de origen volcánico adjudicando la ceniza de cascara de coco y cisco de café, con ello determinar las cualidades físicas y mecánicas al mezclar el suelo volcánico con la ceniza de biomasa. El **resultado** que se obtiene tras los ensayos realizados, muestran que el suelo volcánico consolidado no tiene capacidad portante suficiente para recibir cargas determinadas, al realizarse granulometría se realizó la evaluación con secado al horno 50% y con humedad natural determinando así que el material se clasifica según SUCS como SM. Seguidamente, se procedió a la evaluación de Límites de Atterberg donde se encontró un límite líquido de 87,81% con su humedad natural, un límite plástico de 52,22% y un índice de plasticidad de 35,58%, obteniendo así un suelo limoso de alta plasticidad. En el ensayo de compactación se evaluó de dos formas con secado al horno a temperatura 50° y con la humedad natural donde este último se procede a secado de hasta 25% de humedad se tiene como resultado 3% de humedad óptima y densidad seca máxima de 10,167 gr/cm³. Con los datos obtenidos en la muestra húmeda en la prueba anterior se tiene que al realizar el ensayo de CBR se logra porcentajes promedio de compactación superior al 100% al adicionarle 15% de la biomasa. Se llegó a la **conclusión** de que la ceniza de cascara de coco y cisco de café funcionan como material conglomerante el cual permite potenciar las propiedades del suelo.

González (2014), en la tesis *“Estabilización mecaniza de suelos cohesivos a través de la utilización de Cal – Ceniza Volante”* presentada por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala – Guatemala. El **nivel** de investigación es descriptivo, tiene como **objetivo** determinar la viabilidad de la estabilización de los suelos cohesivos aplicando ceniza volantes y cal, y así mediante

los ensayos conocer las proporciones óptimas para la estabilización del suelo en estudio. El **resultado** que se obtiene, mientras mayor es la cantidad de ceniza volante, la densidad seca máxima es mayor ya que estas llenan los espacios vacíos que genera el suelo. Al realizar la prueba de humedad optima se obtiene que a mayor cantidad de cenizas volantes es menor el contenido de humedad, ya que la ceniza se encuentra prehidratada el cual genera una mayor humedad inicial. Al realizar el CBR en la muestra que contiene mayor cantidad de cal el porcentaje es mayor, ya que al ser menos plástico soporta mayor esfuerzo cortante y se verifica una mejora de hasta 400%. Se llegó a la **conclusión** que al aplicar la ceniza volante y la cal permite un mejor resultado en la subrasante, debido a que se observó un progreso de hasta cuatro veces el valor inicial de CBR a 95%.

Morales (2015), en la tesis “**Valorización de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas**” presentada por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Medellín – Colombia”. El nivel de investigación descriptivo correlacional, tiene como objetivo analizar el efecto que genera la aplicación de ceniza de carbón en el suelo en estudio, a fin de viable para su uso en terrenos no pavimentados. El resultado que se obtuvo a través de los ensayos, se realizó la prueba granulométrica de esa forma clasificarlo en el AASHTO, donde se obtuvo tres tipos de muestras, donde la arenilla forma parte de la agrupación A-1b lo que significa es material grueso, la arcilla entra en el grupo A-7-6, lo cual determina ser un material arcilloso fino y con altos niveles de plasticidad y el Urrao A7-5 el cual significa ser una materia con plasticidad moderada. Al ejecutar la prueba de próctor modificado se verifica que al incrementar el residuo de carbón la humedad optima disminuye. Al realizar la prueba de resistencia a la compresión se verifica que al añadir ceniza de carbón esta no genera cambio sin embargo al adicionarle activación alcalina en este caso CColtejer se incrementó la resistencia. Se llegó a la **conclusión** que el uso de CColtejer en el suelo genera cambios satisfactorios en la resistencia y la plasticidad, por sus propiedades cementosas, siendo opción como uso para estabilizar suelos arenosos.

Parra (2018), en la tesis “**Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante**” presentada por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Colombia – Bogotá – Colombia. El **nivel** de investigación descriptivo, tiene como **objetivo** realizar la estabilización mecánica de suelo, mediante la aplicación de cal y ceniza por medio de la resistencia a tracción y compresión. El **resultado** que se obtuvo fue la gravedad específica habiendo mínima variación entre sí, por lo que se verifica que depende de las proporciones década uno; mediante el ensayo de Próctor Estándar que se aplicó al suelo en estudio presenta 19.5% de humedad óptima. Al realizarse la estabilización de suelo con cal cuando existe contacto con la humedad aplicada tienen a aumentar la resistencia, con respecto a la ceniza volante su capacidad es de aglomerar las partículas y aumenta la capacidad de cohesión. Así mismo se verifica que la escoria volante aumenta la resistencia del suelo. Al adicionar ambos aditivos al suelo en estudio, se verifica que la cal aumenta la estabilidad y su resistencia, mientras que la ceniza volante llena vacíos en el suelo el cual aumenta la resistencia. Se llegó a la **conclusión** que la adición de escoria volante y cal se complementan para el mejoramiento del suelo, el cual es viable, los ensayos demostraron satisfactoriamente que hay mejoras en el suelo.

Siguiendo el mismo objetivo de tener un mejor entendimiento del tema, en base a investigaciones realizadas, se presentan los siguientes **antecedentes nacionales**.

Cabrera y Paredes (2018), en la tesis “**Estabilización de Suelos con Cenizas de Carbón Mineral con fines de Pavimentación en el Centro Poblado de Cascajal Izquierdo, Provincia de Santa - Ancash – 2018**” presentada en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo de Lima – Perú. El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, tiene como **objetivo** establecer cómo influye las escorias de carbón mineral en el equilibrio de superficies con propósitos de asfaltar en el centro poblado de Cascajal Izquierdo, provincia de Santa – Ancash a través de análisis granulométrico, índice flexibilidad o blandura, próctor modificado y CBR. Los **resultados** que se obtuvieron por medio de las cuatro calicatas que se realizaron para la prueba de granulometría se encuentra arena y grava. Así mismo al realizarse el ensayo de Límites de Atterberg, se observó que hay variación en el índice

de plasticidad según la calicata verificada encontrándose% en la calicata N° 3, y en la calicata N° 1 se encontró 7% de índice de plasticidad. A través de estos resultados se sobreentiende que al tener estos índices de plasticidad y al ingresar en empalme con el agua, estos reservan líquido y se transforman más plásticos. Al tener estos dos resultados se pudo realizar la prueba de AASHTO, adicionando la ceniza de carbón mineral el cual al agregarle un 8% y 10%, disminuye el límite líquido, plástico e índice de plasticidad el cual ayuda para proyectos de pavimentación. Sin embargo, cuando se le añade un 4% de ceniza de carbón mineral, se mantiene el límite líquido, plástico e índice de plasticidad, como el de la muestra del suelo sin ser alterado, por lo tanto, no tiene consecuencia eficaz sobre la muestra en evaluación. Al hacer el ensayo de CBR, con los porcentajes analizados se tiene como resultado que al añadirle un 10% de escoria de carbón mineral aumenta a 13% el Valor del CBR, teniendo una subrasante buena. Llega a las subsecuentes **conclusiones**, las escorias de carbón mineral influyen de una forma positiva al ser aplicado a la superficie arcillosa del Centro Poblado de Cascajal Izquierdo, ya que presenta mejoría en sus atributos físicos y mecánicos de la muestra en estudio, el cual se concluye como apto para futuros proyectos de pavimentación.

Huancoillo (2017), en la tesis *“Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno”* presentada en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno – Perú. El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, tiene como **objetivo** analizar las propiedades mecánicas al aplicarse la Ceniza Volante y Cal en la estabilización del suelo de la carretera no pavimentada Dv. Huancané – Chupa mediante una serie de ensayos físicos y mecánicos para lograr el objetivo planteado. Los **resultados** que se obtienen tras los ensayos realizados, en la prueba de granulometría se verifica que el tipo de suelo es de material granular A-6 (1), suelo arcilloso, al realizarse la prueba de Límites de Atterberg, se obtiene que la escoria volante no presenta plasticidad y que se reafirma que el tipo de superficie es arcilloso y al aplicarse ceniza volante y cal, baja notoriamente su índice de plasticidad. Al realizarse la prueba de Próctor Modificado el

cual menciona que al adicionarle la ceniza volante y cal la máxima densidad seca disminuye, tras ello se realiza el ensayo de CBR, al 100% de la máxima densidad seca para cada tipo de combinación y se verifica que el valor de la CBR se incrementa desde 20% hasta 117% cuando se distribuye la combinación de ceniza volante en 15% y Cal 5%, el cual puede ser usado para proyectos futuros de pavimentación. Se llegó a las siguientes **conclusiones**, los atributos físicos y mecánicos de la muestra en estudio si mejoran con la aplicación en las dosis planteadas de Ceniza Volante y Cal, considerando material apto para proyectos de pavimentación.

Landa y Torres (2019), en la tesis *“Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal”* presentada en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Lima – Perú. El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, tiene como **objetivo** estudiar los resultados del ensayo de análisis granulométrico, límites de consistencia para deducir el comportamiento del suelo en estudio para obtener el comportamiento del suelo al añadir las cenizas volantes y la cal, tras estos ensayos se procede a las pruebas de próctor modificado y BCR con el fin de verificar si al realizar la combinación sufre algún cambio físico y mecánico. Los **resultados** que se observan de la combinación de 50% de cal y 50% de CBCA, resultado de 7.8% de CBR, esta combinación resulta viable por el uso de Cal en menor cantidad, y lo reemplaza proporcionalmente el CBCA. El incremento de la resistencia del suelo es a través de la combinación eficaz, lo que significa menor gasto y mejora del CBR del suelo. Llega a las subsecuentes **conclusiones**: A través de los ensayos realizados se verifica que hay mejora de los atributos mecánicos del suelo aplicando Cal y CBCA de manera independiente.

Mamani y Yataco (2017), en la tesis *“Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho”* presentada en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad San Martín de Porres – Lima – Perú. El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional y tiene como **objetivo** resolver la repercusión de la escoria orgánica, resultado de ladrilleras de tipo artesanal, en la consolidación del suelo de

tipo arcilloso, en el Departamento de Ayacucho. Para llegar al objetivo general se realizaron una serie de ensayos, Limite de Atterberg con este ensayo se determina el índice de plasticidad, para verificar la humedad optima se llevó a cabo el ensayo de Próctor Modificado, así mismo el ensayo de Consolidación Unidimensional así determinar el esfuerzo y deformación del suelo en muestra, y con la prueba de Corte Directo, se establecieron los datos de resistencia. Los **resultados** que se tuvieron con los ensayos de los ensayos de características físicas y mecánicas, en el ensayo de Limite de Consistencia al añadir la ceniza de fondo se obtuvo 43% de Índice de plasticidad con respecto al del suelo en muestra, al llevar a cabo el ensayo de Próctor Modificado se obtuvo la disminución de humedad al añadir ceniza de fondo. Se realizó el ensayo de Consolidación Unidimensional, donde la añadidura de escoria de fondo genera la reducción de imperfección de la superficie y que el esfuerzo se incremente, con el ensayo de Corte directo, se obtuvo que la aplicación de ceniza de fondo sirve como estabilizador, la resistencia de la superficie se incrementa en un 50%. Se llegó a la **conclusión** que al aplicar la escoria de madera de fondo al tipo de superficie arcillosa obtiene mejoría en su comportamiento mecánico y físico, siendo un buen estabilizante para su uso en próximo proyecto viales en Ayacucho.

Terrones (2018), en la tesis *“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el Sector Barraza, Trujillo – 2018”* presentada en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte – Trujillo – Perú. El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional y tiene como **objetivo** es determinar la influencia al adiciona la escoria de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 5%, 10% y 15% al suelo para su estabilización en el Sector Barraza, Trujillo – 2018 mediante la prueba de próctor modificado, comprensión simple no confinada y CBR. Los **resultados** que se tuvieron en el próctor modificado se realizó con el material que se obtuvo de las calicatas, el cual permite conocer la densidad seca máxima así mismo el óptimo contenido de humedad, estos datos permiten perfeccionar los atributos físicos y mecánicos del suelo para su estabilización. En la calicata N° 1 tuvo con resultado 11.05% de humedad, no llega a su densidad máxima en su estado natural, en la prueba de próctor modificado

para la muestra de suelo calicata N° 3, donde se verifica que varía la densidad seca al modificar la humedad de compactación, así mismo se tiene que la humedad óptima corresponde con el máximo valor de densidad seca en un 12.5%. Para todas las muestras de las calicatas se realiza la prueba de resistencia a la compresión simple no confinada, el cual muestra que los resultados no son tan alejados entre sí en su estado natural. Al realizar la aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar los cambios son notorios en paralelo a las muestras en su estado natural, ya que presentan aumento en su densidad seca respecto a su contenido de humedad. Por lo que se llegó a la **conclusión** que con la aplicación de escoria de bagazo de caña de azúcar en un 15% al suelo mejora sus propiedades mecánicas y su capacidad de soporte, siendo así una disyuntiva económica, sustentable y de aspecto efectivo socio ambiental para la transición y perfeccionamiento de suelos flexibles.

La presente investigación brinda conceptos básicos mencionados, con el fin de facilitar su entendimiento, ya que son términos usados en la formulación del proyecto. Se tiene como variable independiente a la **ceniza de madera de fondo**, es el resto grueso se forma en la cama inferior y lo que queda en el lecho de la cámara de combustión. Por lo general estos residuos se combinan con impurezas que contiene el combustible, estas impurezas pueden ser minerales, y partículas de cenizas de otros componentes. La ceniza cae en lo más profundo del horno y automáticamente se separa, a mayor parte del total de ceniza producto de combustión del carbón y la madera lo compone la ceniza de fondo. Para poder comprender más sobre la ceniza de madera de fondo es necesario conocer su **origen y obtención de ceniza de madera** según Swisscontact (2014), “En el Perú, hay cerca de 2000 hornos que sirven para la industria de ladrillos de tipo artesanal, generando cenizas de fondo en un total de 53,500 Ton/año.” (p.29)

En Distrito de Lurigancho, en Huachipa, en el Departamento de Lima se encuentran las principales ladrilleras, con el uso de los Hornos Túnel y Hornos Hoffm produciendo 20 millares por hora aproximadamente, de las cuales únicamente tres de las ladrilleras cuentan con los permisos, mientras que el resto no cuentan con licencia.

El mismo caso se encuentra en el Distrito de Carabayllo donde se ubican cuatro ladrilleras de alta productividad en las Lomas de Carabayllo, según el ente regulador, tan solo una ladrillera presenta permisos de actividad y Estudio de Impacto Ambiental.

Es de vital importancia mencionar que la ejecución de ladrillos en lima se divide en fabricación en crudo y la cocción. La elaboración y moldeo son ejecutados por familias en forma artesanal, luego son vendidos a los dueños de los hornos Hoffman. Debe destacarse que muchos de estas ladrilleras fueron las empresas que intermediaron la comercialización de los ladrillos artesanales.

Para la producción y obtención es necesario conocer el **tipo de horno de ladrilleras convencionales**, horno de planta normalmente constituida por una enorme galería anular de forma arqueada con divisiones, sistema que permite que el fuego llegue a todos los compartimientos durante el desarrollo de cocción. Cada sección tiene una puerta individual y aunque son denominadas cámaras no existe desunión entre ellos. En este proceso, la cocción es secuencia, mientras por un lado se cocciona el material por el otro se eleva la temperatura, consiguiendo que el anterior pueda ser descargado. Al realizarse este tipo de actividad, de introducción, cocción y extracción de los materiales se realizan en sincronía y se puede producir un aproximado de 300 millares al mes, de esta forma se genera ahorrar el combustible y mayor producción.

En el **tipo de horno de ladrilleras artesanales**, los ladrillos coccionados son fabricados manualmente. Las personas que trabajan en moldear estos ladrillos son familias dedicadas a esta actividad, para este tipo de trabajo son ubicadas en las denominadas “pampas de labranza” los cuales son cercanas a las fabricas ladrilleras.

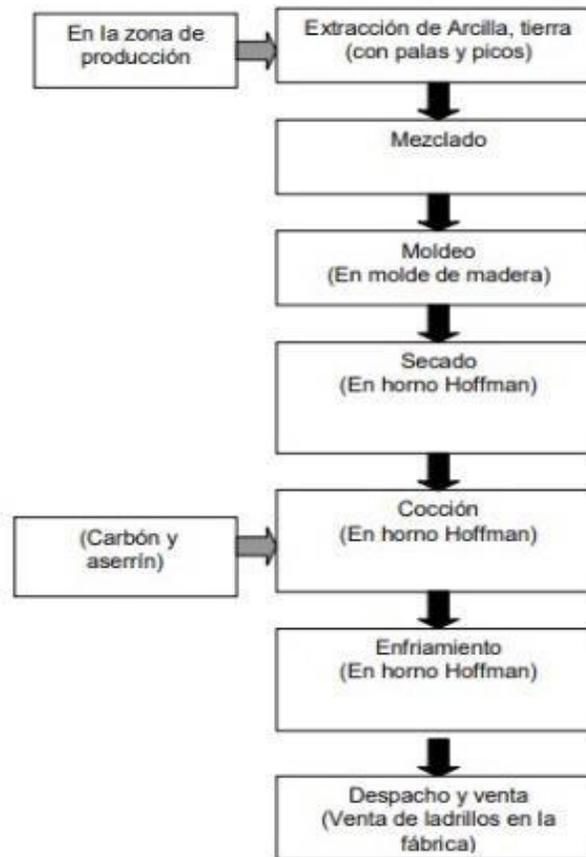


Figura 1: Proceso productivo en horno Hoffman
(Swisscontact, 2014, p.43)

En la presente investigación se tiene como **variable dependiente** a la **estabilización de subrasante**, Según Rico y Castillo, (2014): “Suceso que tiene como fin la mejora de los atributos del suelo.”

La estabilización de suelos se basa en generar cambios en sus características físicas y mecánicas que no son óptimas para el fin que se desea. En la Avenida San Felipe se presenta un suelo de tipo arcilloso, cuyas características no aptas son: Su volumen el cual es cambiante cuando absorbe líquidos o cuando no, generando así inflamamiento en el suelo y estas al secarse producen grietas, otra característica es su índice de plasticidad elevado, el cual indica que a mayor índice de plasticidad mayor será la compresibilidad de suelo.

Una vez definida la variable dependiente se requiere tener concepto sobre el tipo de suelo de muestra de esta investigación, el tipo de **suelo arcillosos**, se localiza en zonas de gran precipitación, el cual presente problemas en el drenaje, tiene como característica su elevado contenido de líquido y su disminución de resistencia. El suelo arcilloso se constituye por minerales activos tales como la montmorillonita en tamaños elevadas, clorita en mínimas cantidades y la vermiculita; en los minerales consideradas activas son las illitas y las caolinitas, estos contribuyen en la expansión siempre y cuando sean en cantidades grandes. Para la verificación de las dimensiones de sus partículas según la norma: Asociación Americana de Ensayos de Materiales (ASTM D422), se puede explorar en la Tabla 2 y el índice de flexibilidad para la propiedad del tipo de superficie arcilloso se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. *Índice de Plasticidad del suelo Arcilloso Norma ASTM D4318-84*

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICA
IP>20	Suelos muy arcillosos
20>IP>10	Suelos arcillosos
10>IP>4	Suelos poco arcillosos
IP=0	Suelos exentos de arcilla

Fuente: M.T.C. (2016).

Manual de Ensayos de Materiales

Tabla 2. *Clasificación de Suelos según Tamaño de Partículas Norma ASTM D422*

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO DE PARTÍCULAS
Grava	75 mm - 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm - 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm - 0.05 mm
Limo	0.05 mm - 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: M.T.C.(2016).

Manual de Ensayo de Materiales

Dentro de las variedades de minerales que compone la arcilla se pueden reconocer en cuatro grupos los cuales son:

Grupo de la caolinita, son los resultados del cambio brusco del feldespato ortoclasa que proviene del granito, este se encuentra en el tipo de suelo donde se halla residuos. Es de forma hexagonal de pequeño tamaño, el cual lo constituye láminas de sílice y gibsita.

Grupo de la illita, tiene una forma de hojuelas y estructuralmente laminar, similar a la mica blanca contiene menor cantidad de potasio y una cantidad considerable de agua en su composición.

Grupo de la montmorilonita, componente principal de la bentonita suelen ser el resultado del cambio brusco del feldespato plagiocasa encontrados en los depósitos de ceniza volcánica. Estas al absorber líquido aumenta considerablemente su volumen.

Grupo de la vermiculita, producto del cambio brusco de la biotita y la clorita, su estructura es similar a la montmorilonita.

Estructura de las Arcillas, según Whitlow (2015), menciona: “Los minerales de tipo arcilloso son producto por el cambio brusco de las rocas, estos minerales son a causa de la deformación de la roca. Se puede ver su estructura a través de un microscopio puesto que su tamaño es diminuto” (p.85)

La Figura 2 (a) se expone las dos unidades estructurales fundamentales de los minerales de arcilla, y en la Figura 2 (b) la unidad octaédrica de la arcilla.

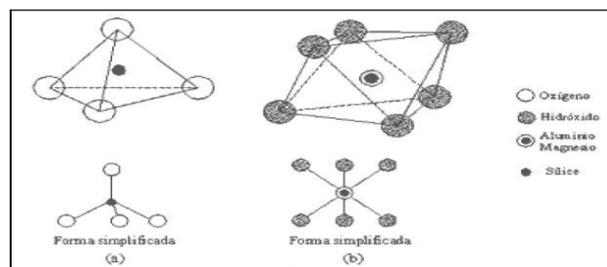


Figura 2: Estructuras atómicas básicas de los minerales de arcilla.

(Whitlow, 2015)

Contenido de Humedad, según Morales (2015), “es la correspondencia entre el peso del agua que se encuentra en la muestra y el peso de la misma una vez secado a una temperatura entre los 105 y 110 grados centígrados.”

La conducta y la firmeza de las superficies se sujeta de la cuantía de agua que adquiere en interno debido a que esta posesión interviene rectamente a la alteración del cuerpo y a la permanencia mecánica, el comprendido de humedad se representa en porcentaje que va de 0% cuando la superficie está seca a un importe límite alrededor de 100%.

En la presente investigación, se toma en cuenta los siguientes **instrumentos** los cuales sirven como herramientas para recoger la pesquisa que se necesita y de esta forma conseguir solventar el problema general de la investigación. Se toma en cuenta, los ensayos que serán realizados a fin de obtener el objetivo principal, y llegar a una conclusión optima con los resultados de las mismas.

Análisis Granulométrico, según P.U.C.P. (2014), “Reside en apartar y catalogar por tamaños los granos que lo establece, este estudio admite constituir una imagen aproximada de algunas de los atributos de las superficies, básicamente de los gruesos” (p.45)

La granulometría es una de los atributos más considerables de una superficie y es conjuntamente la crecidamente representativa de un suelo, hasta el punto de que en un lenguaje insuficiente técnico diferencian los suelos según las variedades de tamaños de la fragmentación del suelo que son: grava, arena, arcilla, limo, etc.

Análisis Granulométrico por Tamizado, según P.U.C.P. (2014), “Se concreta a segregar la muestra mediante diversas mallas que definen el tamaño de la partícula”

La indagación que se alcanza del estudio granulométrico se muestra de figura de parábola semilogaritmica en la que el “porcentaje que pasa” manifiesta las ordenadas y las mallas son abscisas.

Tabla 3. *Tamices según la Norma ASTM*

Tamices	Abertura(mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016)

Análisis Granulométrico por Sedimentación, según P.U.C.P. (2014) menciona, “Resulta conveniente en el tipo de suelo que tienen una gran cantidad de partículas menores que la malla #200 y mayores que 0.001 mm los cuales nos pueden servir para estimar el potencial de expansión”

Este ensayo permite medir la distribución granulométrica de los suelos que son más finos que el tamiz ASTM N° 200 de apertura. Este ensayo consiste en **defocular** la porción más fina del suelo y calcular la concentración de estas partículas utilizando un hidrómetro estandarizado. El hidrómetro es un dispositivo que permite medir la densidad de la solución en la cual se suspende. Consiste en colocar suelo seco y un agente dispersante en un recipiente en un tiempo mínimo de 12 horas, una vez transcurrido el tiempo, el agregado es trasladado al recipiente de un agitador mecánico, y en un plazo de un minuto es mezclado, se introduce el hidrómetro en la muestra en suspensión y se empieza a tomar nota de la lectura. Las tablas presentadas en el proyecto de investigación 4, 5, 6, 7 y 8 servirán para ejecutar las correcciones necesarias con relación a la prueba realizada.

Tabla 4. Valores de la Profundidad efectiva fundamentada en hidrómetro y cilindro de sedimentación de dimensiones específicas.

Hidrómetro 151 H			Hidrómetro 152 H		
Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (Cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (cm)
1,000	16,3	0	16,3	-	-
1,001	16,0	1	16,1	31	11,2
1,002	15,8	2	16,0	32	11,1
1,003	15,5	3	15,8	33	10,9
1,004	15,2	4	15,6	34	10,7
1,005	15,0	5	15,5	35	10,6
1,006	14,7	6	15,3	36	10,4
1,007	14,4	7	15,2	37	10,2
1,008	14,2	8	15,0	38	10,1
1,009	13,9	9	14,8	39	9,9
1,010	13,7	10	14,7	40	9,7
1,011	13,4	11	14,5	41	9,6
1,012	13,1	12	14,3	42	9,4
1,013	12,9	13	14,2	43	9,2
1,014	12,6	14	14,0	44	9,1

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

Manual de Ensayo de Materiales

Tabla 5. Valores de la Profundidad efectiva fundamentada en hidrómetro y cilindro de dimensiones específicas.

Hidrómetro 151 H			Hidrómetro 152 H		
Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (Cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (cm)
1,015	12,3	15	13,8	45	8,9
1,016	12,1	16	13,7	46	8,8
1,017	11,8	17	13,5	47	8,6
1,018	11,5	18	13,3	48	8,4
1,019	11,3	19	13,2	49	8,3
1,020	11,0	20	13,0	50	8,1
1,021	10,8	21	12,9	51	7,9
1,022	10,5	22	12,7	52	7,8
1,023	10,2	23	12,5	53	7,6
1,024	10,0	24	12,4	54	7,4
1,025	9,7	25	12,2	55	7,3
1,026	9,4	26	12,0	56	7,1
1,027	9,2	27	11,9	57	7
1,028	8,9	28	11,7	58	6,8
1,029	8,6	29	11,5	59	6,6
1,030	8,4	30	11,4	60	6,5
1,031		8,1		*Lectura del hidrómetro corregida por Menisco	
1,032	7,8				
1,033	7,6				
1,034	7,3				
1,035	7,0				
1,036	6,8				
1,037	6,5				
1,038	6,2				

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

Manual de Ensayo de Materiales

Tabla 6. Valores de constante para la modificación por temperatura de las lecturas del hidrómetro.

Temp. C	Ct	
	Hidrómetro graduado en	
	Densidad (gr/cm ³) x 10 ³	Concentración (gr/litro)*
10	-1,3	-2,0
11	-1,2	-1,9
12	-1,1	-1,8
13	-1,0	-1,6
14	-0,9	-1,4
15	-0,8	-1,2
16	-0,6	-1,0
17	-0,5	-0,8
18	-0,3	-0,5
19	-0,2	-0,3
20	0,0	0,0
21	0,2	0,3
22	0,4	0,6
23	0,6	0,9
24	0,8	1,3
25	1,0	1,7
26	1,3	2,0
27	1,5	2,4
28	1,8	2,9
29	2,0	3,3
30	2,3	3,7

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

Manual de Ensayo de Materiales

Tabla 7. Valores de “K” para el análisis del diámetro de partículas en el análisis hidrométrico.

Tem °C	Peso específico de las partículas del suelo								
	2,45	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85
10	0,01659	0,01631	0,01604	0,1583	0,1555	0,01532	0,01510	0,01488	0,01468
11	0,01636	0,01608	0,01582	0,01557	0,01533	0,01511	0,01489	0,01468	0,01448
12	0,01613	0,01586	0,01560	0,01535	0,01512	0,01490	0,01468	0,01448	0,01428
13	0,01591	0,01565	0,01539	0,01515	0,01492	0,01470	0,01449	0,01428	0,01409
14	0,01571	0,01544	0,01519	0,01495	0,01474	0,01451	0,01430	0,01410	0,01391
15	0,01551	0,01525	0,01500	0,01476	0,01454	0,01432	0,01412	0,01392	0,01373
16	0,01530	0,01505	0,01481	0,01457	0,01435	0,01414	0,01394	0,01374	0,01356
17	0,01521	0,01486	0,01462	0,01439	0,01417	0,01396	0,01376	0,01356	0,01338
18	0,01492	0,01467	0,01443	0,01421	0,01399	0,01378	0,01359	0,01339	0,01321
19	0,01437	0,01449	0,01425	0,01403	0,01382	0,01361	0,01342	0,01323	0,01305
20	0,01456	0,01431	0,01408	0,01386	0,01365	0,01344	0,01325	0,01307	0,01289
21	0,01438	0,01414	0,01391	0,01369	0,01348	0,01328	0,01309	0,01291	0,01273
22	0,01421	0,01397	0,01374	0,01353	0,01332	0,01312	0,01294	0,01276	0,01258
23	0,01404	0,01381	0,01358	0,01337	0,01317	0,01297	0,01279	0,01261	0,01243
24	0,01388	0,01365	0,01342	0,01321	0,01301	0,01282	0,01264	0,01246	0,01229
25	0,01372	0,01349	0,01327	0,01306	0,01286	0,01267	0,01249	0,01232	0,01215
26	0,01357	0,01334	0,01312	0,01291	0,01272	0,01253	0,01235	0,01219	0,01201
27	0,01342	0,01319	0,01297	0,01277	0,01258	0,01239	0,01221	0,01204	0,01188
28	0,01327	0,01304	0,01283	0,01264	0,01244	0,01225	0,01208	0,01191	0,01175
29	0,01312	0,01290	0,01269	0,01249	0,01230	0,01212	0,01195	0,01178	0,01162
30	0,01298	0,01276	0,01256	0,01236	0,01217	0,01199	0,01182	0,01165	0,01149

Fuente: Ministerios de Transportes y Comunicaciones (2016).

Manual de Ensayo de Materiales

Tabla 8. Valores de coeficientes de corrección para distintos pesos específicos de las partículas del suelo.

Peso Específico	Coficiente “a”	Peso Específico	Coficiente “a”	Peso Específico	Coficiente “a”
2,45	1,05	2,60	1,01	2,75	0,98
2,50	1,03	2,65	1,00	2,80	0,97
2,55	1,02	2,70	0,99	2,85	0,96

Fuente: Ministerios de Transportes y Comunicaciones (2016).

Manual de Ensayo de Materiales

Peso Específico, según P.U.C.P. (2014) menciona, “Se alcanza en la evaluación como la correspondencia entre el peso de sólidos y el volumen de agua que desocupa a la temperatura ambiente. Al valor obtenido se le realiza una corrección por temperatura.”

En Mecánica de Suelos, usualmente es de mayor importancia el peso específico de las partículas integrales y por ello las partículas que sean usadas no deben ser trituradas o rotas. El peso específico de una muestra de suelo es expresado en unidades de peso sobre volumen.

Según el M. T. C. (2016) menciona, “Para la fijación de la gravedad específica de los sólidos se puede ejecutar por dos métodos.”

Primer método: Se realiza para muestras húmedas, en especial para suelos altamente blandos y sólidos de granulometría fina. Segundo método: Se realiza para muestras secadas en la calera, esencialmente en sólidos en granulometría fina.

En el ensayo de **Límite de Atterberg**, se obtendrá el límite líquido y el límite plástico donde **Límite Líquido**, según P.U.C.P. (2014) menciona, “El límite líquido se refiere a la cuantía de humedad que está simbolizado en porcentaje, en el cual un adoquinado puede habitar entre el existido saldo y maleable, se le determina con un adiestramiento denominado Casagrande.”

Es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, que delimita la transición entre el estado líquido y plástico de un suelo y **Límite Plástico**, según Morales (2015) menciona, “Se refiere al contenido de humedad que representa en porcentaje de suelo son contenido de humedad, en el cual el tipo de suelo en muestra puede cambiar del estado maleable a un vivido semisólido y de un estado sólido. Este límite se considera como el más bajo contenido de humedad.”

El método consiste en ligar elipsoidalmente un amasijo de superficie sobre una placa de vidrio, en un diámetro de 3,2 mm, mientras el adoquinado se vuelve débil por pérdida de saturación, se mide el contenido de humedad, si el tipo de suelo presenta

una plasticidad bien definida se le agrega más líquida la pasta de suelo sobrante en la capsula y se ejecuta la prueba de límite líquido.

Clasificación del suelo mediante Sistema Unificados de Clasificación de Suelos (SUCS), se apertura a partir del Tamiz N° 200, tamiz que los fracciona en dos grupos: suelos gruesos y finos. En seguida en cada clase se sigue, Tamiz N° 4 en el caso de gruesos y en el de los finos, a dependiendo del Límite Líquido. De esto sub-grupos, cada vez se va descartando a partir de la Plasticidad y otras atribuciones físicas y químicas En los suelos finos, la carta de Plasticidad de A. Casagrande, juega un rol importante para el SUCS. Como se verifica en la Figura 3.

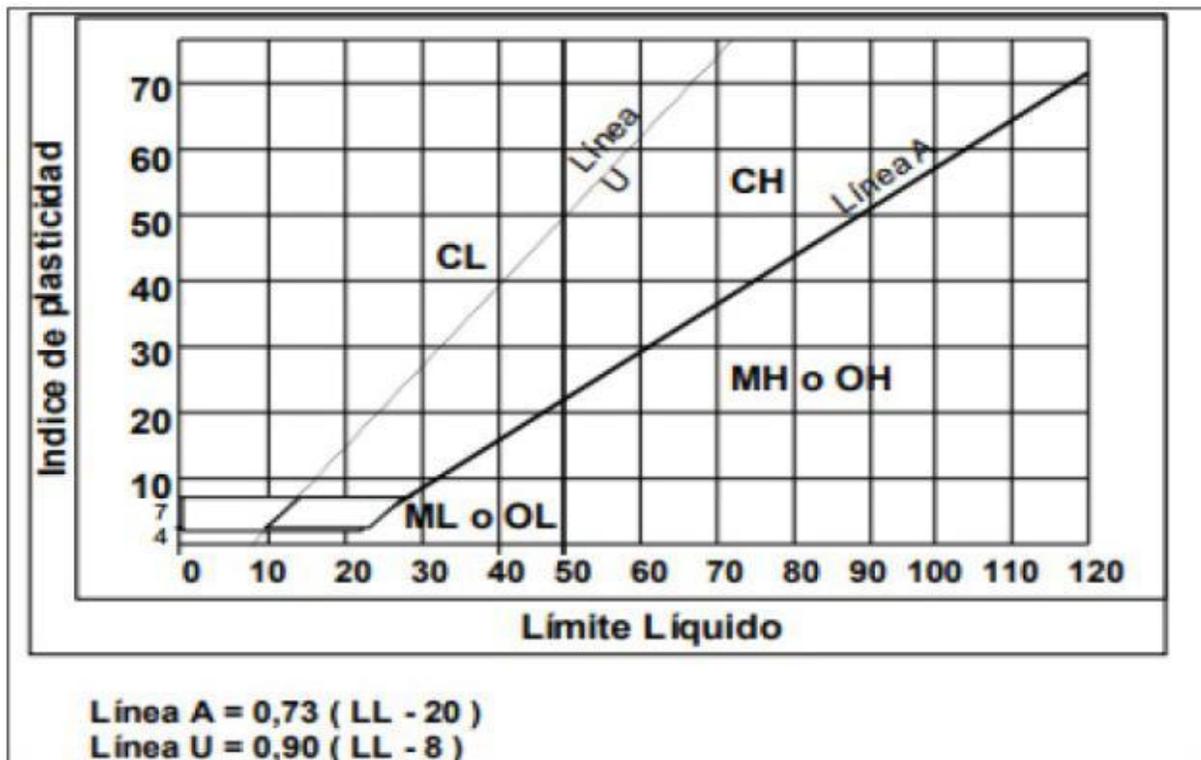


Figura 3: Límite de Atterberg (Carta de Plasticidad)
(Conanma 2016)

Tabla 9. Clasificación de suelos

Divisiones principales				Simbolo del grupo	Nombre clásico
1	2		3	4	
Suelos de grano grueso. Más de la mitad del material es mayor que el t. n°200	GRAVAS Más de la mitad de los gruesos es > 5mm	Para clasificación visual el tamiz n°4 equivale a 5 mm	Gravas limpias (poco ó ningún fino)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, poco ó ningún fino.
			Gravas con finos (apreciable cantidad)	GP	Gravas pobremente graduadas, mezclas de grava y arena, poco ó ningún fino.
			Arenas limpias (poco ó ningún fino)	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.
			Arenas con finos (apreciable cantidad)	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.
	ARENAS Más de la mitad de los gruesos es < 5 mm	Para clasificación visual el tamiz n°4 equivale a 5 mm	Arenas bien graduadas, arenas con grava, poco ó ningún fino.	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, poco ó ningún fino.
			Arenas pobremente graduadas, arenas con grava, poco ó ningún fino.	SP	Arenas pobremente graduadas, arenas con grava, poco ó ningún fino.
			Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
			Arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla.	SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla.
Suelos de grano fino. Más de la mitad del material es menor que el t. n°200	Limos y arcillas. Límite líquido menor que 50			ML	Limos inorgánicos de baja compresibilidad.
				CL	Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas
				OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja compresibilidad
	Limos y arcillas. Límite líquido mayor que 50			MH	Limos inorgánicos de alta compresibilidad
				CH	Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad
				OH	Arcillas y limos orgánicos de media a alta compresibilidad.
Suelos altamente orgánicos				Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos

Fuente: Conanma (2016). Geotecnia

Compactación tipo Próctor, según P.U.C.P (2014) menciona, “Es aplicable solo para aquellas muestras de suelos las cuales contienen 30% de peso o menos de partículas retenidas en la malla $\frac{3}{4}$ ”.

La muestra de superficie con atribución de humedad seleccionado, se instala en capas en un molde de magnitudes predispuestas. Cada cubierta es comprimida por una cierta cantidad de golpes realizados por medio del uso de un martillo con tara y elevación de caída estandarizada. Se valora la densidad seca resultante y se reitera el proceso con diferentes contenidos de humedad, la cantidad necesaria de ocasiones como para implantar la idoneidad entre la densidad seca obtenida y la humedad del suelo.

Ensayo tipo Próctor Modificado, según P.U.C.P. (2014) menciona, “Este sistema de prueba se administra únicamente a aquellos suelos que tienen 30% de peso o menos de partículas retenidas en la malla $\frac{3}{4}$ ”

Este estudio es la alteración del ensayo de Próctor estándar, aumentando el esfuerzo de compactación, la cifra de golpes por capa se eleva a 56 y la cifra de capas a 5, aumentando la sobrecarga del martillo y la elevación de desplome del mismo.

Ensayo de Corte Directo, según P.U.C.P. (2014) menciona, “Induce el acontecimiento de un error por medio de un plano de situación predeterminado. Sobre este plano ejercen dos fuerzas debido a una carga vertical P_v aplicada un esfuerzo normal externamente y un esfuerzo cortante a causa de la aplicación de una carga horizontal P_h .”

La firmeza a la incisión de una masa de muestra es el empuje interno por área unitaria que la masa de muestra ofrece para contrastar la deficiencia y el movimiento a lo largo de cualquier plano dentro de él. El análisis de la firmeza al corte es de vital importancia para estudiar los problemas de estabilidad, capacidad de carga, estabilidad de taludes, coacción lateral sobre estructuras de obstrucción de tierras, etcétera.

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación: Para Lozada (2015), nos indica:

“La investigación aplicada busca la reproducción de discernimiento con diligencia directa a los problemas de la comodidad o el sector fructífero. Esta se fundamenta principalmente en los hallazgos tecnológicos de la inspección básica, ocupándose del procedimiento de enlace entre la teoría y el producto” (pág. 34).

La presente investigación será de tipo Aplicada porque los conocimientos generados serán material de ayuda para dar solución a los problemas, conveniente a que se propone la aplicación de una nueva técnica de creación que ayudara a la estabilidad de la subrasante en terrenos sueltos.

Así mismo se precisa como una investigación de enfoque Cuantitativo, debido a que los desenlaces que se obtendrán a través de los ensayos serán valores numéricos medibles, con ello se podrá demostrar la eficiencia de la aplicación de la ceniza de madera de fondo como estabilizador.

Diseño de Investigación: Según Tam, Vera y Oliveros (2016), nos dice:

“En este procedimiento los tratamientos de la variable independiente han sido manipulados por el analista – X - por lo que se tiene el superior control y evidencias de causa- efecto” (pág. 149)

Se utilizará un diseño de investigación experimental, cuasi experimental, ya que se efectuará ensayos con algunas combinaciones de mixtura del suelo de modelo y la ceniza de madera de fondo, con el objetivo de formar una variedad de resultados y de esa forma cotejar de qué manera influye la ceniza de fondo en la estabilidad de la subrasante.

Nivel de investigación:

El nivel de investigación es descriptivo – explicativo, el cual recolecta información de manera individual o colectiva en cuanto a las variables, especifica propiedades físicas y químicas de ellas.

Enfoque de investigación: Según Barrientos (2016), nos dice:

“El enfoque cuantitativo, específicamente en la técnica se produce en una obra de Augusto Comte y Emile Durkheim. Sugieren que los análisis sobre dichos fenómenos solicita ser “científico”, dicho de otro modo, dispuesto a la utilización del mismo sistema científico que se empleaba con enorme logro en las ciencias naturales afirmaban que los elementos pueden medirse” (p. 52).

Es cuantitativa debido a que permite analizar datos numéricos en relación a las variables, construye una conexión entre los elementos numéricos y los objetivos los cuales se desean cumplir, se basa en la recopilación y en el análisis de los datos que fueron obtenidos en otras investigaciones.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Para Hernández, (2015) nos dice:

“Expresa, limita, o decide el cambio en los valores de la variable dependiente actúa como agente condicionante de la variable dependiente” (p. 22).

VI (X): ceniza de madera de fondo

Definición conceptual: Para Mamani, (2017) nos dice:

“La ceniza de fondo comprende el fragmento grueso de ceniza producida en la cama inferior y el cámara de deflagración primaria. La ceniza de fondo constituye la mayor parte (60%) del total de las cenizas producidas por la deflagración de madera y carbón.”

Definición operacional: Residuo orgánico producto de las ladrilleras artesanales, sub divididas en volantes y de fondo, diferenciadas en el diámetro de la partícula.

Variable dependiente: Según Mamani, (2012) nos dice:

“Es el fenómeno o contexto explicado, es la variable que es afectada por la figura o acto de la variable independiente” (p. 21).

VD (Y): estabilizar la subrasante

Definición conceptual: Para Álvarez, (2016) nos dice:

“Conjunto de procesos físicos, químicos, tendientes a alterar las propiedades de los suelos que interesan para un preciso uso en ingeniería, haciendo que el “suelo” sea correcto para la utilización.” (pág. 35)

Definición operaciones: Proceso que tiene como objetivo la mejora de propiedades físicas y mecánicas.

Operacionalización de variables: Para Mayntz, (2012) nos dice:

“Constituye el acumulado de procedimientos que describe las actividades que un espectador debe efectuar para recoger las impresiones sensoriales que indican la presencia de un concepto teórico en mayor o menor grado” (p. 34).

Indicadores:

- Tamaño de partículas
- Distribución de fracción fina tamiz N° 200
- Contenido de humedad
- Densidad máxima seca
- Resistencia de cohesión y ángulo de fricción
- Costo de material
- Costo de ejecución

Escala de medición:

- Análisis granulométrico por Tamizado ASTM D422 (Razón)

- Análisis granulométrico por Sedimentación ASTM D422 (Razón)
- Clasificación del suelo mediante (SUCS) (Razón)
- Límites de consistencia ASTM D4318 (Razón)
- Ensayo de Próctor Modificado (Razón)
- Ensayo de Corte Directo ASTM D3080 (Razón)
- Hoja de cálculo (Razón)

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Según Behar (2014), nos dice:

“Se puede manifestar que es un conjunto de propiedades que pertenece a ese equipo establecido en sus necesidades que nombramos población. De la población es apropiado sacar muestras significativas del universo. Se debe precisar en el plan y argumentar, los universos en formación, la dimensión de la muestra, el método a usar y el desarrollo de elección de la unidad de análisis” (p. 51).

Para la presente investigación, la población de estudio serán Avenidas San Felipe y Universitaria, correspondiente al Distrito de Comas, departamento de Lima.

Muestra: Según Barrientos (2013), nos dice:

La muestra es un fragmento de la población que se considera para efectuar el estudio, de tal forma que se considera propio de la población. Son requerimiento de la muestra, (p. 138).

Para la presente investigación se tomará como muestra el suelo ubicado en el cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria.

- Región : Lima
- Departamento : Lima
- Distrito : Comas

Muestreo: Según Carrasco (2015), nos dice:

“En este modelo de muestra, no todos los individuos de la población poseen la expectativa de ser seleccionados para formar parte de la muestra, por eso, no son tan característicos” (p. 243).

El tipo de muestreo es no probabilístico porque la muestra se recoge en un proceso que no se otorga a toda la población oportunidades de ser seleccionados, ya que se elige la muestra según conveniencia.

Unidad de análisis: Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria Distrito de Comas.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Según Behar (2014), nos dice:

“El estudio no tiene significado sin la técnica de recolección de dato. Este sistema conlleva a la comprobación del problema planteado. Cada ejemplo de investigación definirá las técnicas a emplearse y cada técnica constituye sus mecanismos o métodos que serán utilizados “, (p.55).

Para la presente investigación se utiliza la observación directa, que quiere decir, la verificación que se realiza directamente a una manifestación, para el análisis de su comportamiento y características físicas y químicas. La técnica a usar serán la observación y experimentos.

Se entiende por recopilación de datos, al proceso de reunir información de diferentes técnicas y mecanismos, las cuales serán aplicadas a fin de sustentar los sistemas de información, esto generara un mayor entendimiento sobre nuestro estudio.

Instrumento de recolección de datos: Los instrumentos son el recurso que registra información, el cual puede ser digital o escrita, estos son de utilidad para el registro de las actividades de forma clara y se diseña en base a la operacionalización de las variables.

Confiabilidad: Según Carrasco (2015), nos dice:

“La confiabilidad es el aspecto o cualidad de un mecanismo de medición, que accede alcanzar resultados similares, al emplearse a uno o más ocasiones a dicha persona o conjunto de personas en distintas etapas”, (p. 339).

Tabla 10. *Confiabilidad*

Intervalo	Clasificación
0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1,00	Confiabilidad perfecta

Fuente: Elaboración propia

Validez: Para Carrasco (2015), nos dice:

“Esta propiedad de los instrumentos de investigación radica en que estos evalúan con imparcialidad, exactitud, claridad y certeza aquello que se requiere comprobar de la variable o variable en estudio” (p. 336).

Referido al grado en el que el instrumento pretende medir la variable y conduce a conclusiones válidas.

Tabla 11. *Validez*

Intervalo	Clasificación
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,00	Validez perfecta

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de laboratorio:

- Análisis granulométrico por Tamizado ASTM D422
- Análisis granulométrico por Sedimentación ASTM D422
- Clasificación del suelo mediante (SUCS)
- Límites de consistencia ASTM D4318
- Ensayo de Próctor Modificado
- Ensayo de Corte Directo ASTM D3080

3.5 Procedimientos

En primera instancia se realizara una revisión en el cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria para lograr las muestras necesarias se tomara en cuenta la condición del suelo y de esta manera realizar calicatas para su respectivo análisis con los ensayos, las muestras serán llevadas al laboratorio de esta forma ser analizadas a través de los ensayos el cual será supervisado por el ingeniero a cargo y un técnico especializado por lo que permitirá garantizar su validez y confiabilidad en los resultados adquiridos.

3.6 Método de análisis de datos

Para Diestra (2013), nos dice:

“El grado de la investigación, se van emplear diferentes métodos estadísticos para determinar las mediciones de la variable dependiente: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso” (p. 142)

Para tener una mejor comprensión y adecuado análisis de datos se sugiere realizar las siguientes fases:

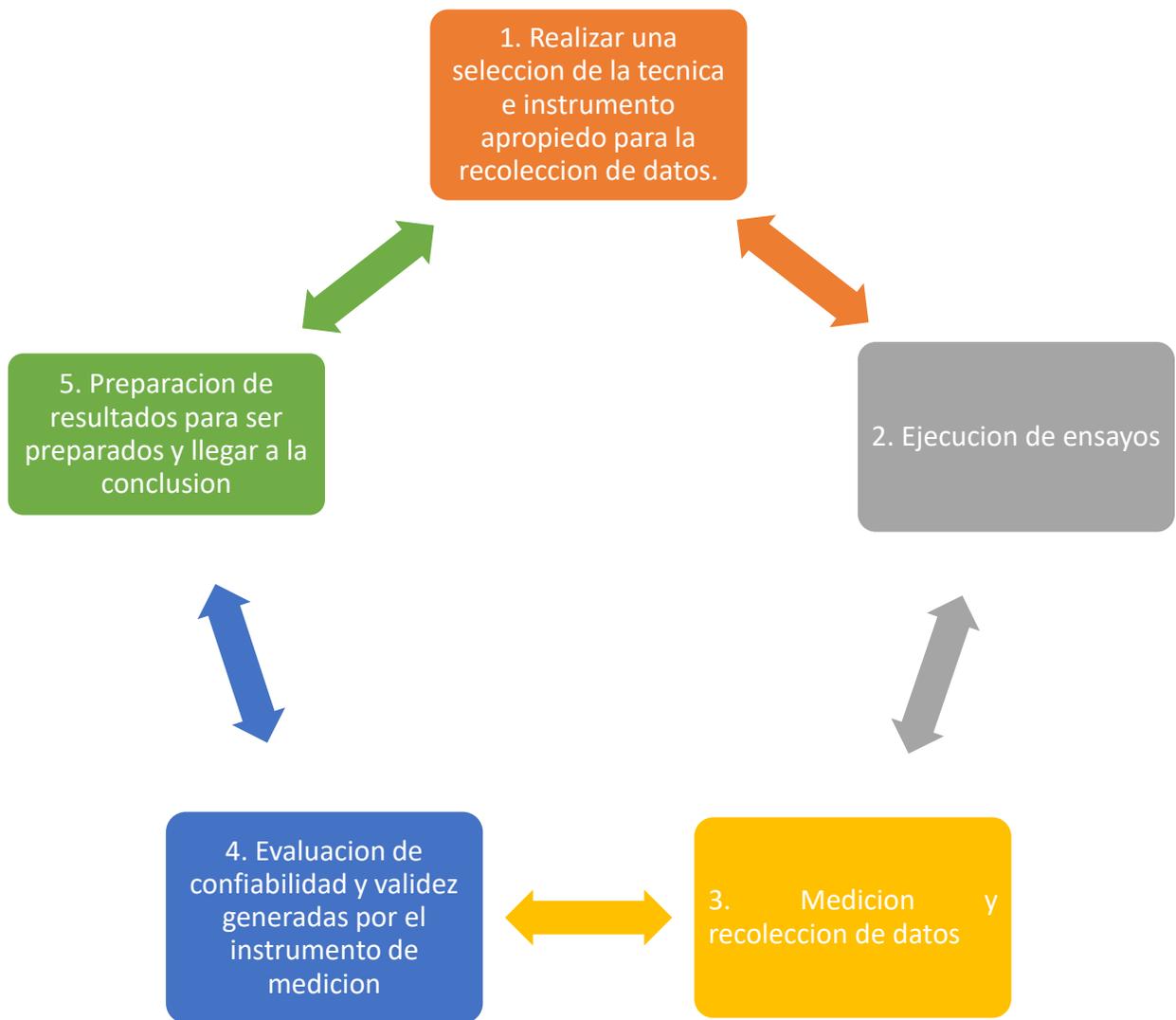


Figura 4. Fases para el estudio de datos.

3.7 Aspectos éticos

La ética en la investigación está construida en base a la confianza, la sociedad confía en que los resultados sean honestos por parte del autor. En la presente investigación se pondrá en praxis el respeto a la ética y la moral de la actitud del ser humano, en el ámbito académico el autor se compromete en ser transparente al tener en cuenta todo tipo de fuentes, sin omitir al autor a través de las referencias.

IV. RESULTADOS

En el presente Informe de Investigación se realizó el estudio al material de muestra de la Av. San Felipe, obtenida de una calicata, tramo cruce de las Avenidas San Felipe con Universitaria, Comas.

Tabla 12. *Ensayo granulométrico por tamices ASTM Norma (MTC E-104-2000)*

Cuadro de Resumen de Ensayo Granulométrico por Tamices S100%			
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Ret (%)	Pasa (%)
3"	76.200	-	-
2 1/2"	63.500	-	-
2"	50.800	-	-
1 1/2"	38.100	-	100
1"	25.400	3	97
3/4"	19.050	5	92
1/2"	12.700	5	87
3/8"	9.525	7	80
1/4"	6.350	6	74
N° 4	4.760	9	65
N° 6	3.360	3	62
N° 8	2.380	4	58
N° 10	2.000	3	55
N° 16	1.190	4	51
N° 20	0.840	3	48
N° 30	0.590	4	44
N° 40	0.426	5	39
N° 50	0.297	3	36
N° 80	0.177	12	24
N° 100	0.149	3	21
N° 200	0.074	4	17
- N° 200	0.074	17	.

Tabla 13. *Contenido de humedad y Limite de consistencia.*

Calicata	Contenido de Humedad (%)	Límite de consistencia			Clasificación	
		LL (Malla N° 40)	LP (Malla N° 40)	IP (%)	SUCS	AASHTO
C- 01	2.7	24	19	5	SC-SM	A-1-b (0)

Interpretación: La clasificación de suelo mediante el SUCS SC-SM el cual indica que el material es de tipo Arena limosa arcilla, para la clasificación según el método AASHTO nos da como resultado que el suelo de la muestra es de tipo A-1-b (0), el cual indica que es un material granular, y material ligante de suelo poco plástico o de baja plasticidad.

Tabla 14. *Límite de consistencia.*

Límite de Consistencia	
Contenido de Humedad (%)	2.7
LL (Malla N° 40)	24
LP (Malla N° 40)	19
IP (%)	5

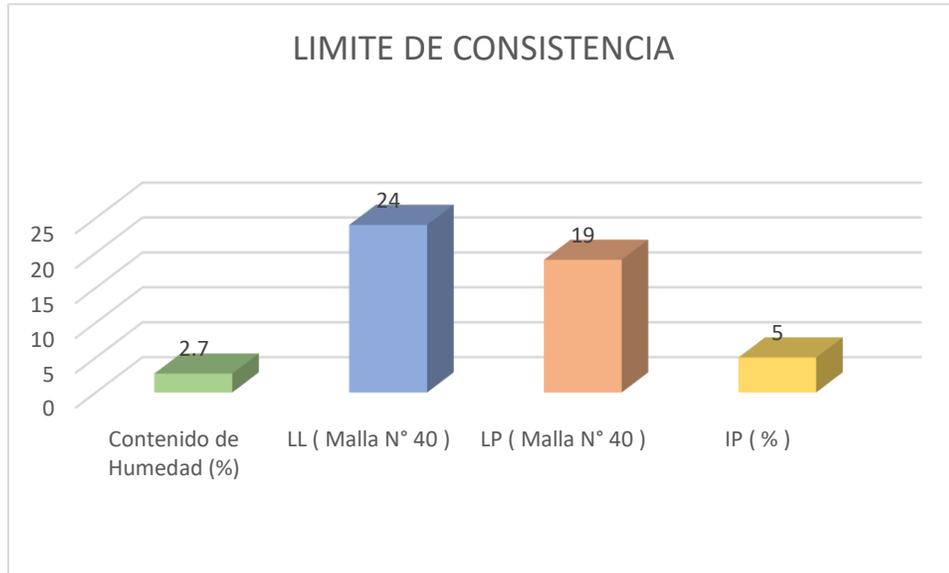


Figura 5. Límite de consistencia.

Interpretación: En la Figura 5 se puede observar que el Contenido de Humedad es de 2.7%, el Limite Liquido es de 24%, el Limite Plástico es de 19% y el Índice de Plasticidad es de 5%, a lo que se llega que el LP es elevado el cual significa que para que la muestra pase del estado semisólido al líquido, se le debe añadir una buena cantidad agua. Mientras que el IP es bajo, el cual indica que un pequeño incremento en el contenido de humedad del suelo lo transforma de semisólido a líquido, ya que resulta ser sensible a los cambios de humedad.

El Ensayo de CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo para ser evaluada la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.

Se presentan los resultados de ensayos de CBR al 100% y 95% para cada dosificación, se puede verificar que el valor de CBR incrementa notablemente desde 34.80% correspondiente a un suelo arena limosa arcilla SM – SC, hasta un valor de CBR de 58.1% para un valor de 50% de muestra patrón y 50% de ceniza de madera de fondo. Por lo que nos indica que a mayor cantidad de Ceniza de Madera de Fondo mayor sera el valor de CBR y eso lleva a que pueda ser usado en pavimentación.

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00 – 1.50) de suelo natural

Máxima densidad seca (gr/cm³) : 2.125

Optimo contenido de humedad (%) : 6.0

Tabla 15. Compactación de Moldes SN100%.

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.125	1.909	1.744
Contenido de Humedad	6	6	5.9

Interpretación: En la tabla 16 se observa que tanto la densidad seca obtenida es de 2.125 y el contenido de humedad es de 6.0.

Tabla 16. Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN100%

MOLDE N°	Penetracion (pulg)	Presion Aplicada (Lb/pug ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	348	1000	34.8
II	0.1	232	1000	23.2
III	0.1	143	1000	14.3

Interpretación: En la tabla 17 se observa que el CBR con mejor porcentaje es de 34.8 el cual es del 100%.

CBR para el 100% de la M.D.S. : 34.8%

CBR para el 95% de la M.D.S. : 29.0%

Tabla 17. CBR Suelo Natural SN100%

C.B.R. SN100%	
C.B.R. 100%	34.80%
C.B.R. 95%	29.00%

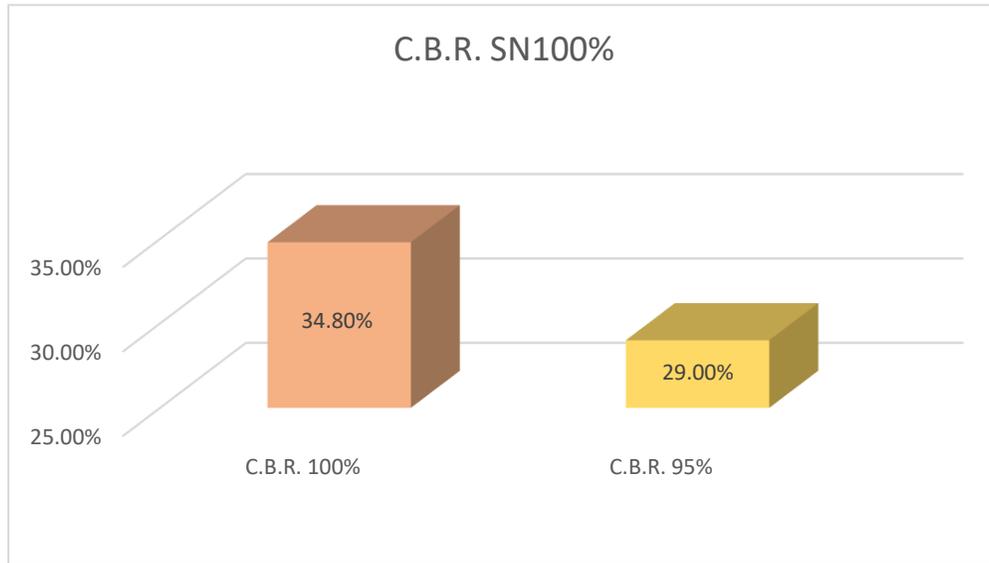


Figura 6. CBR Suelo Natural SN100%

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00 – 1.50) de SN90 + CF10

Máxima densidad seca (gr/cm³) : 2.16

Optimo contenido de humedad (%) : 6.7

Tabla 18. Compactación de Moldes SN90% + CF10%

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.160	1.962	1.778
Contenido de Humedad	6.7	6.8	6.7

Interpretación: En la tabla 16 se observa que tanto la densidad seca obtenida es de 2.160 y el contenido de humedad es de 6.7.

Tabla 19. Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN90% + CF10%

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg2)	Presión Patron (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)
I	0.1	426	1000	42.6
II	0.1	310	1000	31.0
III	0.1	202	1000	20.2

Interpretación: En la Tabla 20 de CBR se observa que el mejor porcentaje obtenido es de 42.6% al 100%.

CBR para el 100% de la M.D.S : 42.6%

CBR para el 95% de la M.D.S : 36.0%

Tabla 20. CBR Suelo Natural SN90% + CF10%

C.B.R. SN90% + CF10%	
C.B.R. 100%	42.60%
C.B.R. 95%	36.00%

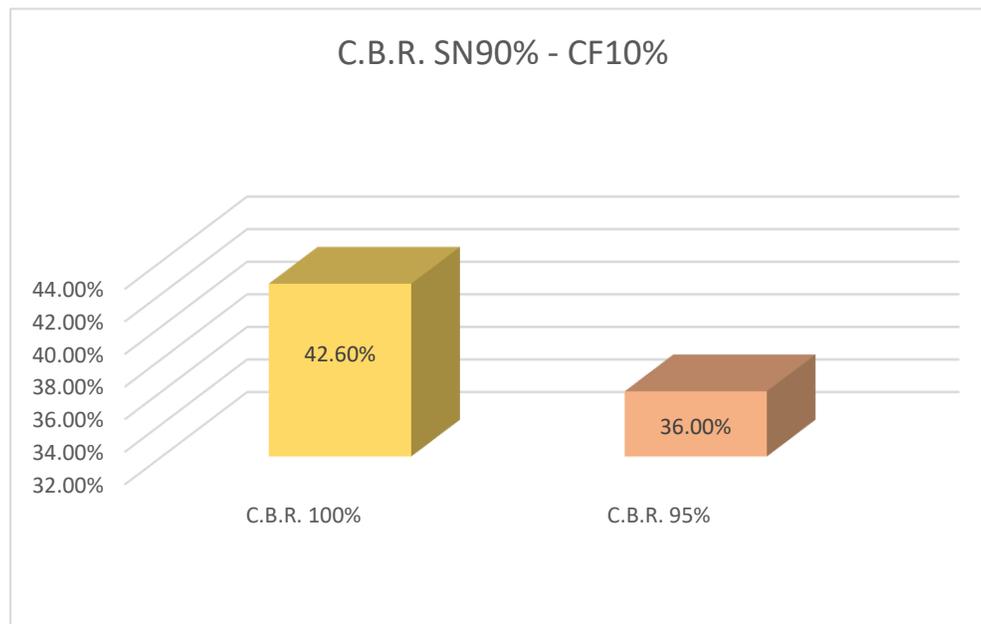


Figura 7. CBR Suelo Natural SN90% + CF10%

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00 – 1.50) de SN70 + CF30

Máxima densidad seca (gr/cm³) : 2.164

Optimo contenido de humedad (%) : 6.5

Tabla 21. Compactación de Moldes SN70% + CF30%

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.164	1.916	1.754
Contenido de Humedad	6.5	6.5	6.5

Interpretación: En la tabla 22 la densidad seca que se obtuvo fue de 2.164 y el contenido de humedad de 6.5.

Tabla 22. Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN70% + CF30%

MOLDE N°	Penetracion (pulg)	Presion Aplicada (Lb/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	501	1000	50.1
II	0.1	357	1000	35.7
III	0.1	235	1000	23.5

Interpretación: La tabla 23 nos muestra que el CBR al 100% en el molde I es de 50.1 el cual fue el mejor porcentaje que dio el molde.

CBR para el 100% de la M.D.S : 50.1%

CBR para el 95% de la M.D.S : 44.0%

Tabla 23. CBR Suelo Natural SN70% + CF30%

C.B.R. SN 70% + CF 30%	
C.B.R. 100%	50.10%
C.B.R. 95%	44.00%

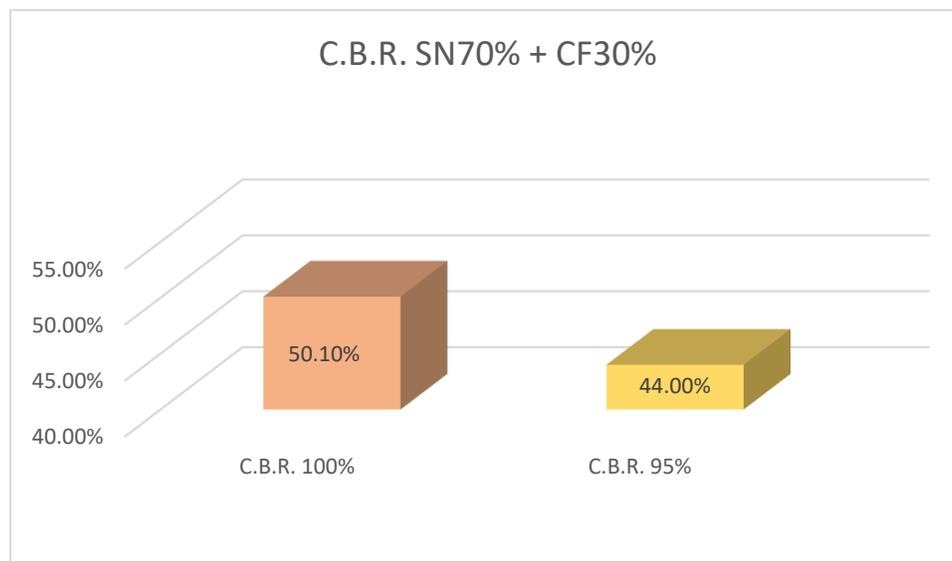


Figura 8. CBR Suelo Natural SN70% + CF30%

Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00 – 1.50) de SN50 + CF50

Máxima densidad seca (gr/cm³) : 2.184

Optimo contenido de humedad (%) : 6.7

Tabla 24. Compactación de Moldes SN50% + CF50%

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.184	1.928	1.754
Contenido de Humedad	6.7	6.8	6.7

Interpretación: En la tabla 25 obtuvimos una densidad seca de 2.184 y el óptimo contenido de humedad de 6.7%.

Tabla 25. Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN50% + CF50%

MOLDE N°	Penetracion (pulg)	Presion Aplicada (Lb/pug2)	Presion Patron (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)
I	0.1	581	1000	58.1
II	0.1	386	1000	38.6
III	0.1	215	1000	21.5

Interpretación: La tabla 26 nos muestra que el CBR al 100% en el molde I es de 58.1 el cual fue el mejor porcentaje que dio el molde.

CBR para el 100% de la M.D.S : 58.1%

CBR para el 95% de la M.D.S : 50.0%

Tabla 26. CBR Suelo Natural SN50% + CF50%

C.B.R. SN 50% + CF 50%	
C.B.R. 100%	58.10%
C.B.R. 95%	50.00%

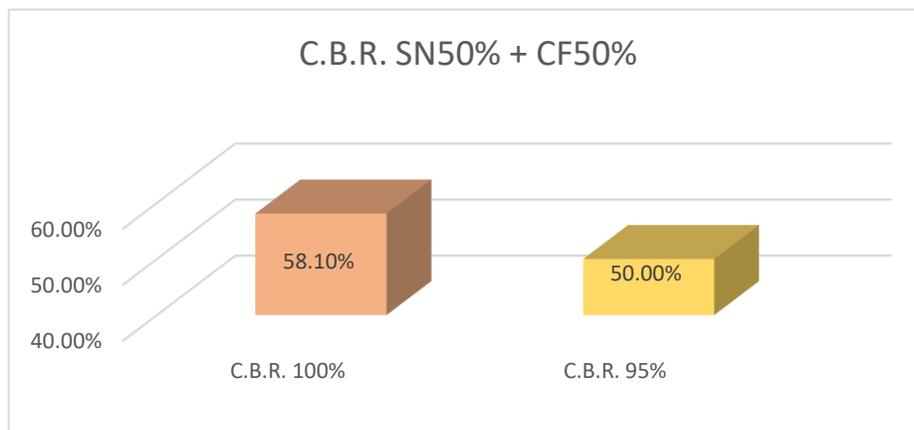


Figura 9. CBR Suelo Natural SN50% + CF50%

Tabla 27. Resumen de CBR con las dosificaciones.

	SN100%	SN 90% + CF 10%	SN 70% + CF 30%	SN 50% + CF 50%
C.B.R. 100%	34.8	42.6	50.1	58.1
C.B.R. 95%	29.0	36.0	44.0	50.0

Tabla 28. CBR 100%

C.B.R. 100%	
SN 100%	34.8
SN 90% + CF 10%	42.6
SN 70% + CF 30%	50.1
SN 50% + CF 50%	58.1

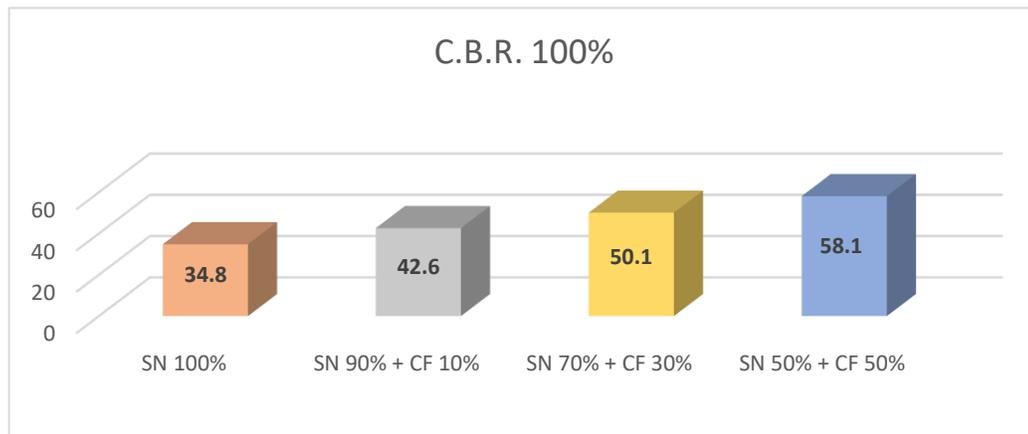


Figura 10. CBR 100%

Tabla 29. CBR 95%

C.B.R. 95%	
SN 100%	29.0
SN 90% + CF 10%	36.0
SN 70% + CF 30%	44.0
SN 50% + CF 50%	50.0

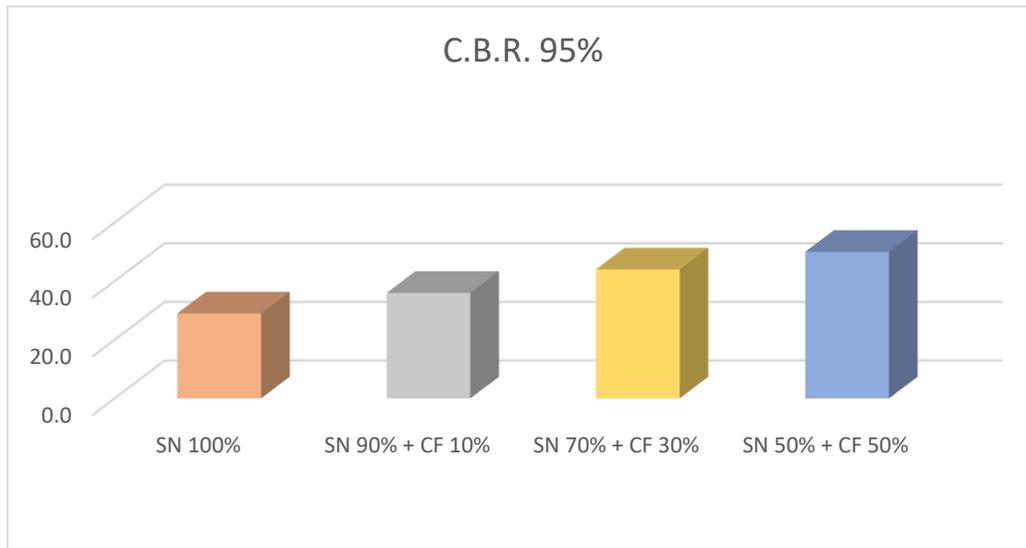


Figura 11. CBR 95%

Interpretación: En la Tabla 27 nos muestra que los CBR de todos los ensayos realizados de suelo natural y con la aplicación de Ceniza de fondo en distintas dosificaciones el cual muestra que cuando se agrega mayor cantidad de ceniza de fondo, el CBR mejora de forma que se sugiere usar más del 50% de la ceniza de fondo.

En la Figura 9 nos muestra a través del gráfico de barras, donde se puede verificar el incremento del valor del CBR al 100% verificando así que a mayor aplicación de ceniza de fondo mayor es el valor de CBR, por lo que se puede afirmar que la ceniza de madera de fondo tiene propiedades aglomerantes en el tipo de suelo SC – SM.

La resistencia a la compresión no confinada (UCS) es el esfuerzo de compresión axial máximo el cual puede tolerar la muestra bajo condiciones no confinadas, por lo que se puede verificar a medida que se añade la ceniza de madera de fondo mayor es la resistencia

Tabla 30. *Ensayo de compresión no confinada en muestra de suelos.*

N° DE TESTIGOS	DENOMINACION	EDAD (Dias)	DIAM. (cm)	AREA (cm)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	SN 100%	3	10.1	80.1	100	1.25
2	SN 90% + CF 10%	3	10.0	78.5	140	1.78
3	SN 70% + CF 30%	3	10.2	81.7	180	2.20
4	SN 50% + CF 50%	3	10.1	80.1	205	2.56

Tabla 31. *Resistencia.*

RESISTENCIA (kg/cm2)	
SN 100%	1.25
SN 90% + CF 10%	1.78
SN 70% + CF 30%	2.20
SN 50% + CF 50%	2.56

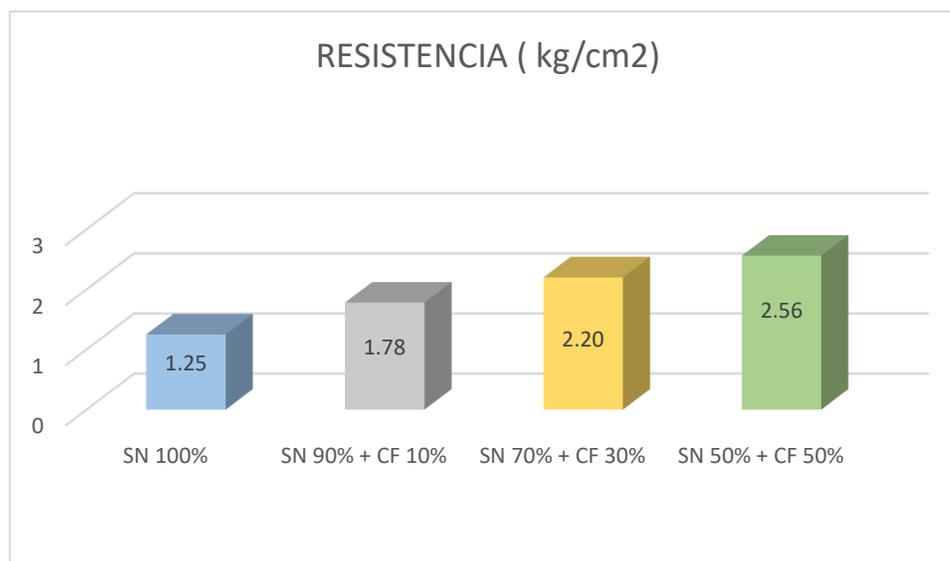


Figura 12. Resistencia

Interpretación: En la figura 12 se ve la resistencia del suelo natural y adicionando el aditivo ceniza de fondo lo que nos muestra que cuando se añade 50% de ceniza de fondo la resistencia es de 2.56 kg/cm2.

Tabla 32. Resumen de ensayos de Próctor Modificado.

DOSIFICACIONES	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Optima Contenido de Humedad (%)
Ensayo de Próctor Modificado de SN 100%	2.125	6.0
Ensayo de Próctor Modificado de SN 90% + CF 10%	2.160	6.7
Ensayo de Próctor Modificado de SN 70% + CF 30%	2.164	6.5
Ensayo de Próctor Modificado de SN 50% + CF 50%	2.184	6.7

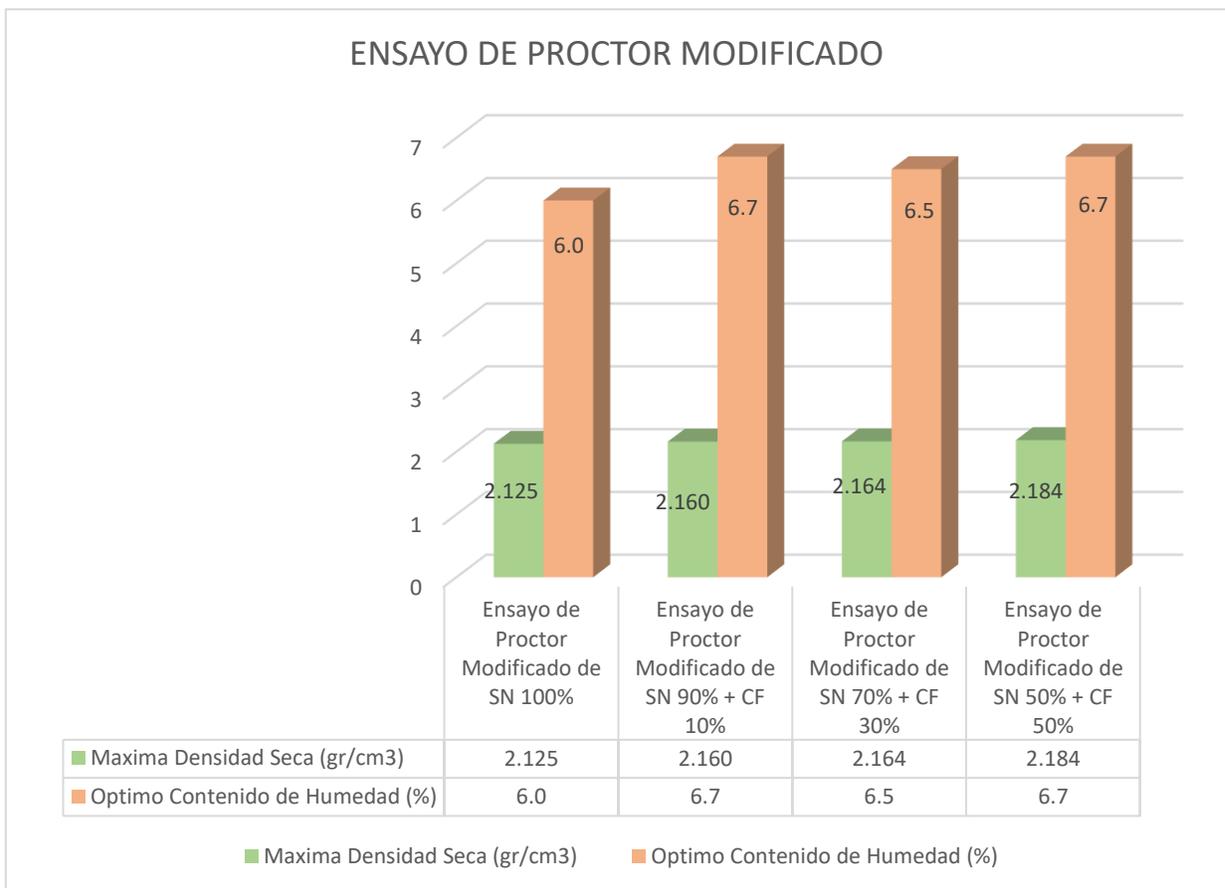


Figura 13. Próctor Modificado

Interpretación: El objetivo del Ensayo de Corte Directo es determinar los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante de muestras sometidas a esfuerzo horizontal con respecto a una carga vertical. Para lo cual se propuso cuatro dosificaciones de muestra

patrón y ceniza de madera fondo (SN 100%, SN 90% + CF 10%, SN 70% + CF 30% y SN 50% + CF 50%) con la finalidad de comparar los resultados obtenidos, a fin de demostrar la hipótesis planteada en el informe de investigación en la mejora de las características físicas y mecánicas del suelo.

Tabla 33. *Datos Utilizados para el Ensayo de Corte Directo de suelos bajo Condiciones Consolidadas Drenadas.*

DOSIFICACIONES	DATOS DEL ENSAYO	
	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO NORMAL
	VELOCIDAD DE CORTE (mm/min)	CARGA AXIAL (kg)
S100%	0.143	0.5
S90% + CF10%		1
S70% + CF30%		2
S50% + CF50%		

Tabla 34. *Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S100%.*

Dosificación SN100%	
Esfuerzo Normal	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0.5 kg	0.3566
1.00 kg	0.5298
2 kg	0.8854

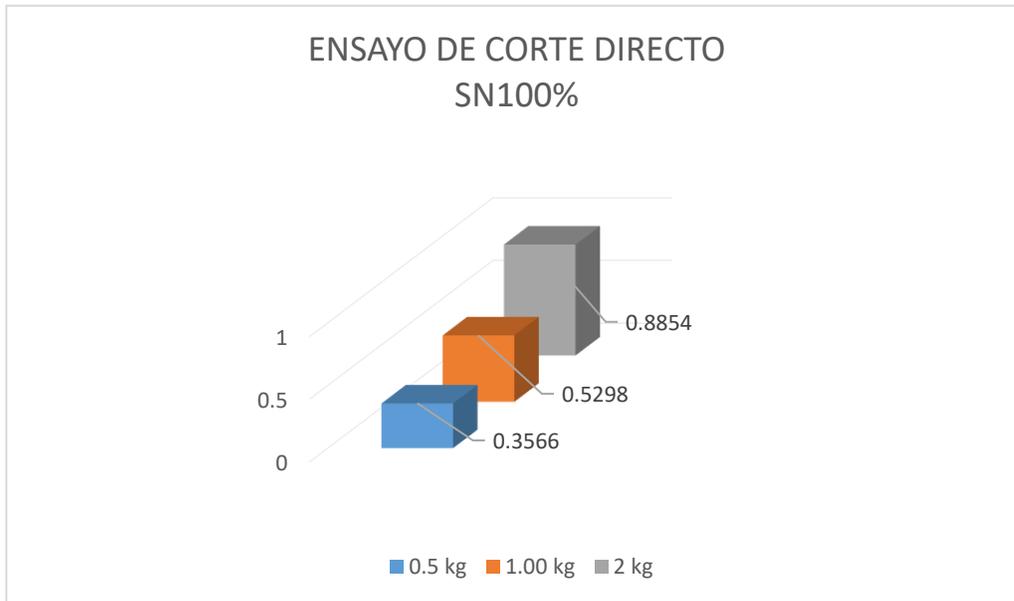


Figura 14. Ensayo de Corte Directo S100%.

Tabla 35. *Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción S100%.*

RESULTADOS	kg/cm ³
COHESION	17.5
ANGULO DE FRICCION (ϕ)	19.4°

Tabla 36. *Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S90% + CF10%.*

S90% + CF10%	
Esfuerzo Normal	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0.5 kg	0.4911
1.00 kg	0.7316
2 kg	1.19

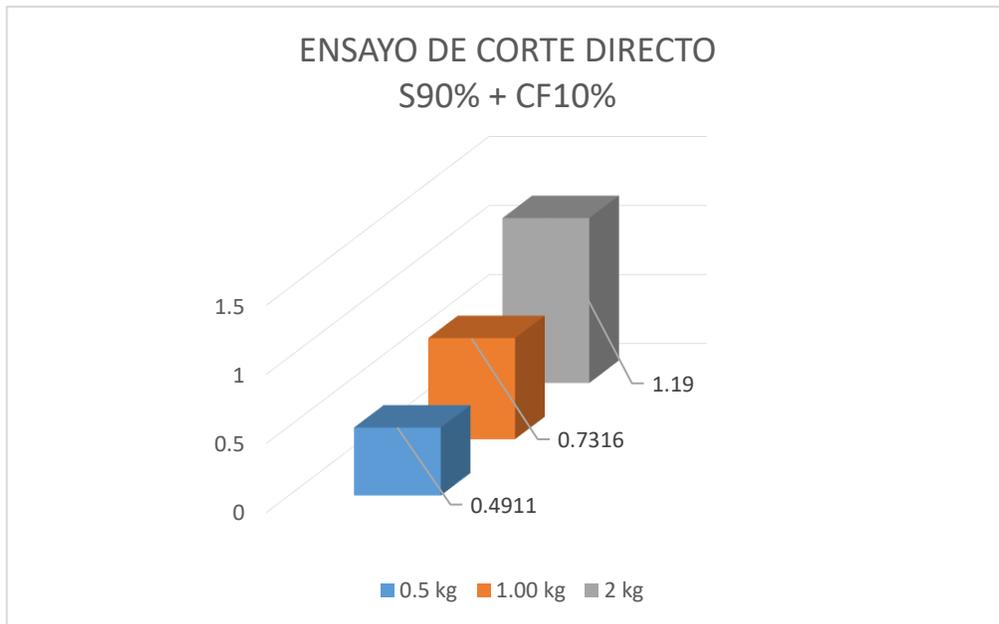


Figura 15. Ensayo de Corte Directo S90% + CF10%

Tabla 37. *Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción S90% + CF10%.*

RESULTADOS	kg/cm ³
COHESION	25.5
ANGULO DE FRICCION (ϕ)	25.0°

Tabla 38. *Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S70% + CF30%.*

S70% + CF30%	
Esfuerzo Normal	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0.5 kg	0.4528
1.00 kg	0.7124
2 kg	1.25

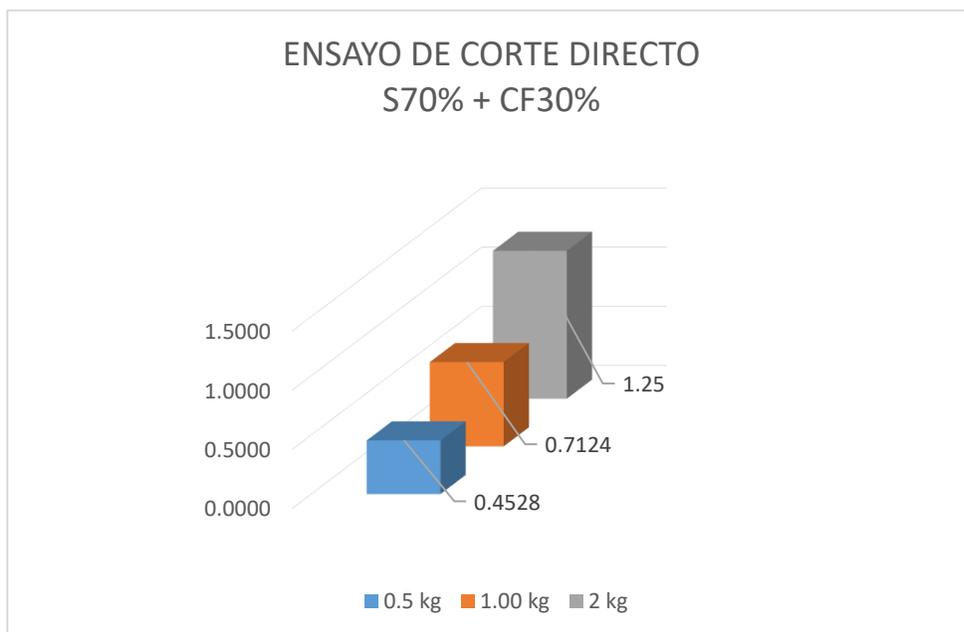


Figura 16. Ensayo de Corte Directo S70% + CF30%

Tabla 39. *Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción S70% + CF30%.*

RESULTADOS	kg/cm ³
COHESION	18.0
ANGULO DE FRICCION (ϕ)	28.1°

Tabla 40. *Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S50% + CF50%.*

S50% + C50%	
Esfuerzo Normal	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0.5 kg	0.4336
1.00 kg	0.7316
2 kg	1.3374

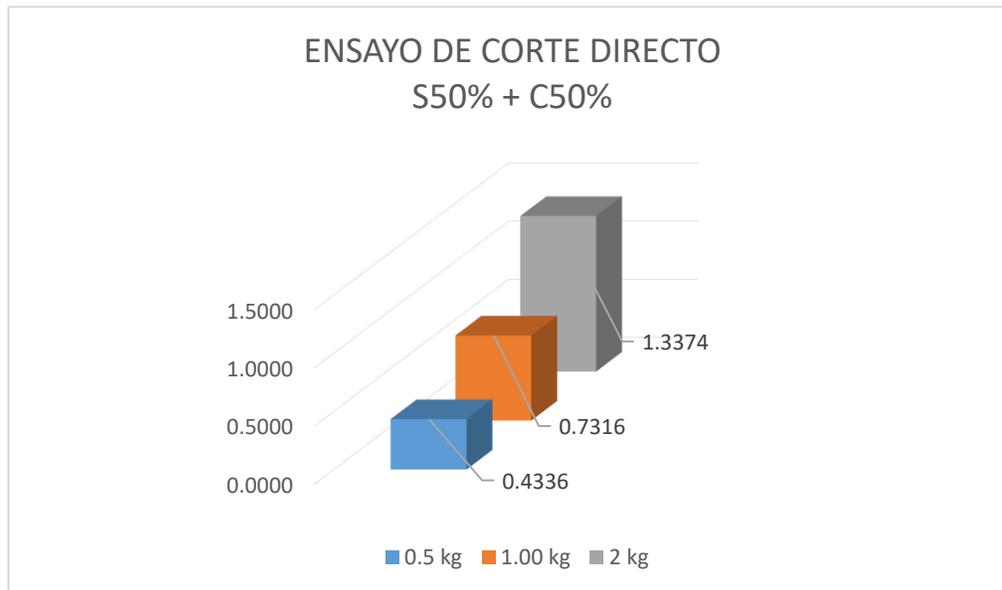


Figura 17. Ensayo de Corte Directo S50% + CF50%

Tabla 41. *Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S50% + CF50%.*

RESULTADOS	kg/cm ³
COHESION	14.7
ANGULO DE FRICCION (ϕ)	30.6°

Tabla 42. *Cuadro resumen de Esfuerzo Cortante.*

Dosificación	Esfuerzo Cortante		
	0.5 kg	1.00 kg	2 kg
S100%	0.3566	0.5298	0.8854
S90% + CF10%	0.4911	0.7316	1.19
S70% + CF30%	0.4528	0.7124	1.25
S50% + C50%	0.4336	0.7316	1.3374

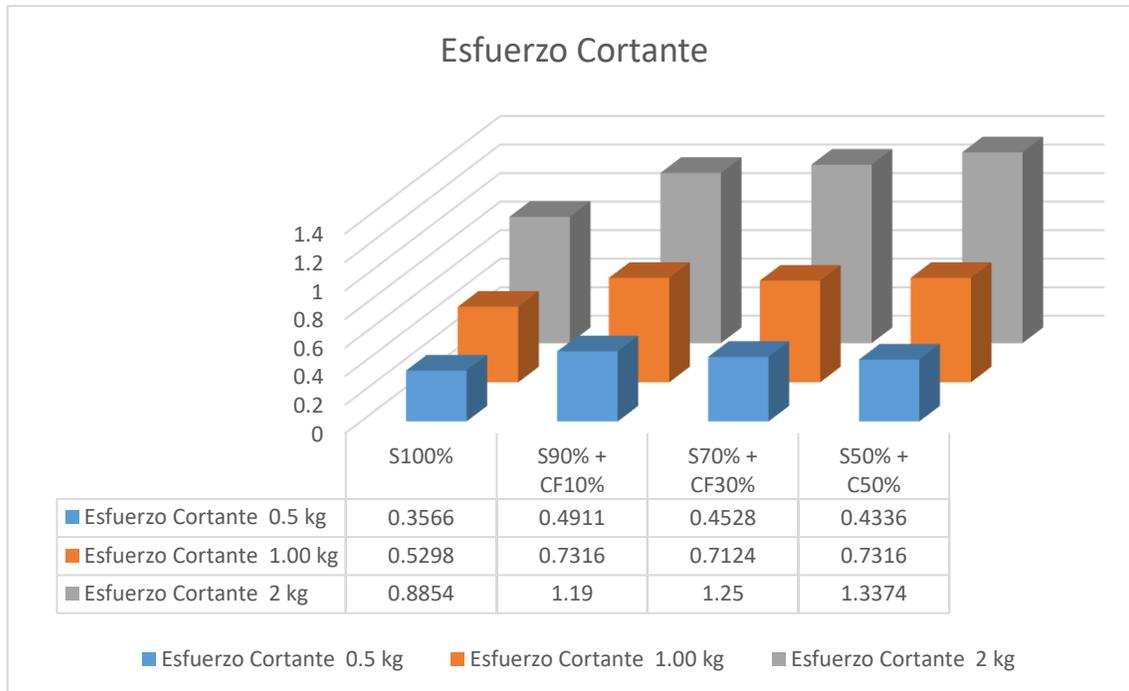


Figura 18. Cuadro Resumen de Esfuerzo Cortante

Tabla 43. Cuadro resumen de la cohesión con cada dosificación.

	COHESION kg/CM2
RESULTADOS S100%	17.5
RESULTADOS S80% + CF20%	25.5
RESULTADOS S70% + CF30%	18.0
RESULTADOS S50% + CF50%	14.7

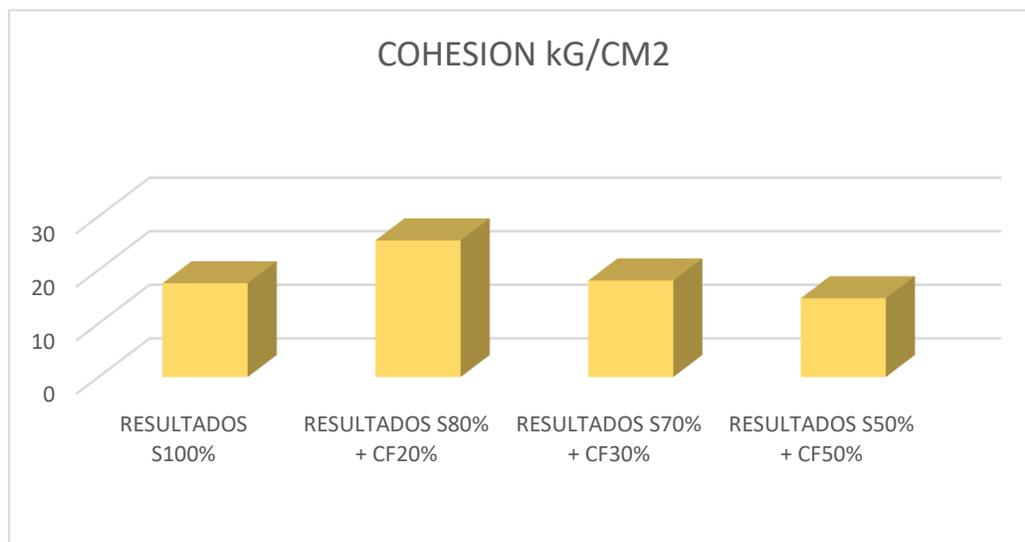


Figura 19. Resumen de Cohesión.

Tabla 44. Cuadro resumen de la Angulo de fricción con cada dosificación.

	ANGULO DE FRICCIÓN
RESULTADOS S100%	19.4
RESULTADOS S80% + CF20%	25.0
RESULTADOS S70% + CF30%	28.1
RESULTADOS S50% + CF50%	30.6

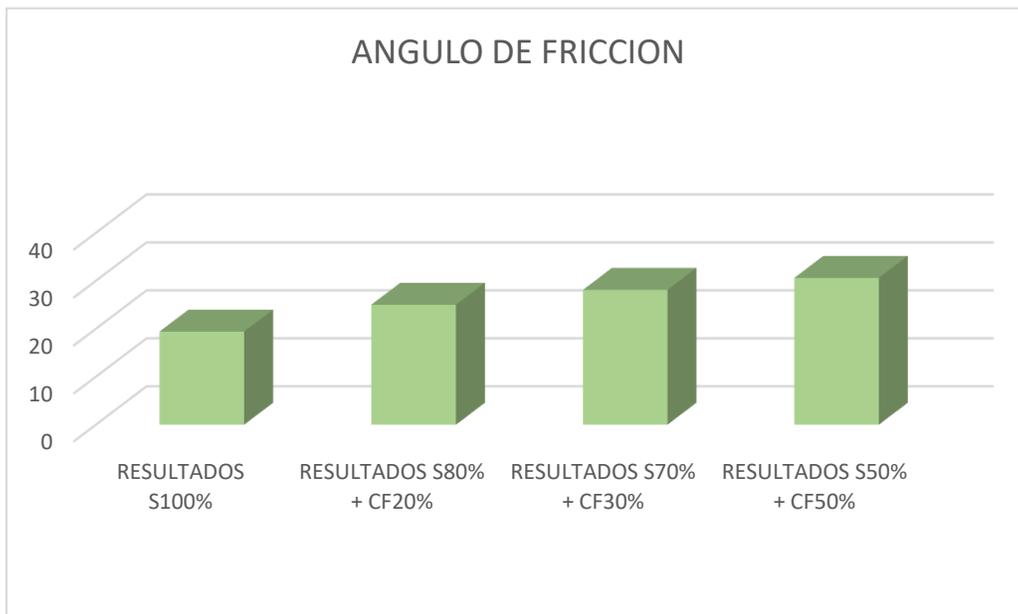


Figura 20. Resumen de fricción

V. DISCUSIÓN

El principal objetivo del presente informe de investigación es determinar la incidencia que genera la aplicación de ceniza de fondo en la estabilización de suelos arcillosos limosos, por lo que se evaluó el comportamiento del material de muestra y la ceniza de fondo, en base a los resultados de los ensayos realizado se llevó a cabo el análisis de acuerdo a los objetivos y los antecedentes mencionados.

Para Mamani y Yataco (2017), en la tesis **“Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho”**. Tuvo como resultados en su muestra de suelo lo siguiente:

Tabla 45. *Contenido de humedad y límite de consistencia. Autor Mamani y Yataco (2017).*

Calicata	Contenido de Humedad (%)	Límite de consistencia			Clasificación
		LL (Malla N° 40)	LP (Malla N° 40)	IP (%)	SUCS
C- 01	82.712	82.71	23.37	59.34	CH

Los resultados que se obtuvieron de la muestra de suelo del cruce de las Avenidas San Felipe con Universitaria:

Tabla 13. *Contenido de humedad y límite de consistencia.*

Calicata	Contenido de Humedad (%)	Límite de consistencia			Clasificación	
		LL (Malla N° 40)	LP (Malla N° 40)	IP (%)	SUCS	AASHTO
C-01	2.7	24	19	5	SC-SM	A-1-b (0)

Como se muestra para Mamani y Yataco en sus resultados el Contenido de Humedad es de 82.712% mientras que en los resultados de la muestra del presente informe de investigación se obtuvo 2.7%, verificando el porcentaje de agua existente para una masa dada de suelo en términos de su peso seco, en ambos casos extraídos de calicatas de 1.5 mts. de profundidad de sus respectivas poblaciones. Con respecto a los resultados de Límite líquido (LL), Límite plástico (LP) e Índice de Plasticidad (LP), se obtuvo para la muestra de suelo de Mamani y Yataco el (LL) fue de 82.71%, (LP) fue de 23.37% y el (IP) de 23.37% mientras que de acuerdo a los procedimientos efectuados del presente informe se obtuvo (LL) de 24%, (LP) fue de 19% y el (IP) de 5%, donde se puede observar que el límite líquido de la muestra de suelo del distrito de Comas es menor en comparación para los resultados de la muestra de suelo de Ayacucho, así mismo se puede verificar el Índice de plasticidad elevado de la muestra de suelo de la tesis de Mamani y Yataco con respecto a la muestra obtenida del distrito de Comas. Para el análisis granulométrico se puede verificar que los resultados de la tesis de Mamani y Yataco a través del método SUSCS indica que el material de muestra de suelo del Departamento de Ayacucho es de tipo Arcilla de alta Plasticidad, ya que sus partículas son muy pequeñas y como resultado de la muestra de suelo del distrito de Comas se obtuvo que es de tipo SC – SM el cual indica que la muestra es de arena limosa arcilla cuyo valor como una base granular para pavimentación es de

carácter Regular a pobre y una clasificación AASHTO A-1-b (0), cuyo predominante es de arena gruesa y de material ligante de suelo poco plástico, de baja plasticidad.

Se muestra un gráfico comparativo de los resultados mencionados en las tablas anteriores, donde se puede visualizar las variaciones de cada una de ellas.

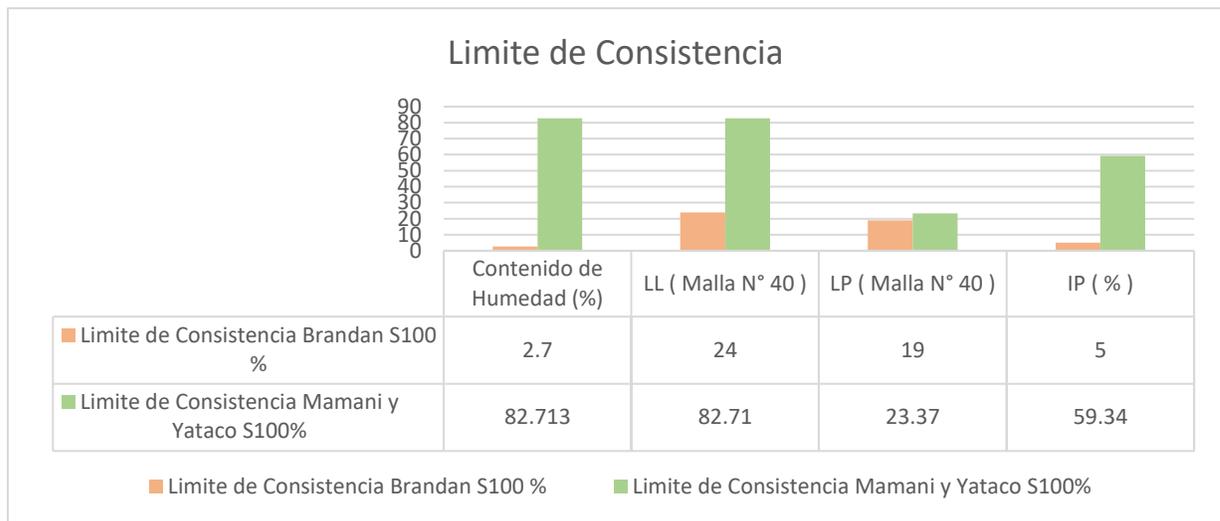


Figura 21. Cuadro Comparativo de Limite de Consistencia

Para **Huancoillo (2017)**, en la tesis **“Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno”**. En su ensayo de C.B.R. como resultado al 100% con cada dosificación tuvo lo siguiente:

Tabla 46. Cuadro resumen de CBR al 100% para Huancoillo (2017).

C.B.R. 100%	
SN 100%	20
SN 90% + CV 5% + C 5%	103
SN 80% + CV 15% + C 5%	123
SN 70% + CV 25% + C 5%	80

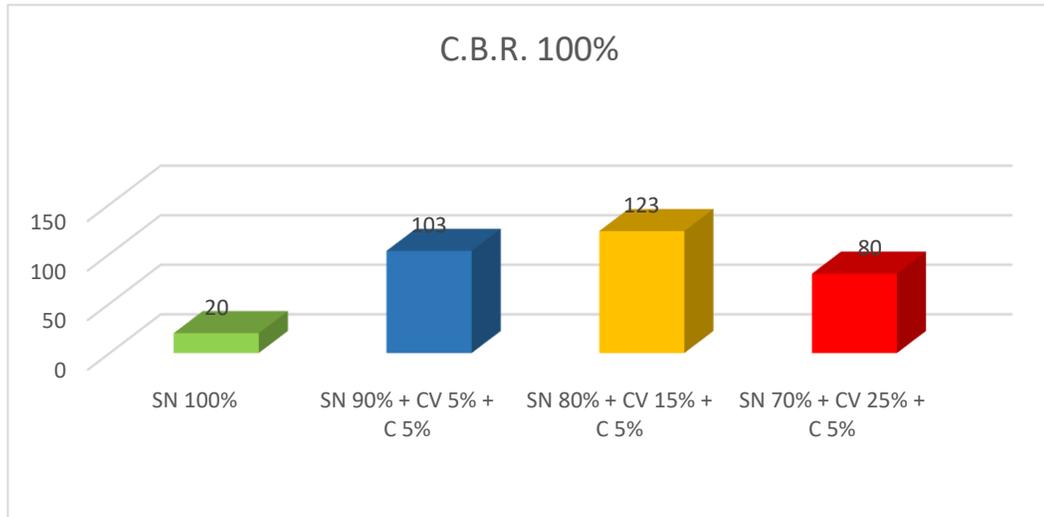


Figura 22. Resumen de C.B.R. al 100% para Huancoillo (2017)

En la presente investigación se utilizó tres dosificaciones adicionales a la del terreno natural de la muestra, donde se obtuvo los siguientes resultados al ser sometidos al ensayo de C.B.R. como resultado al 100%.

Tabla 28. C.B.R. al 100%

C.B.R. 100%	
SN 100%	34.8
SN 90% + CF 10%	42.6
SN 70% + CF 30%	50.1
SN 50% + CF 50%	58.1

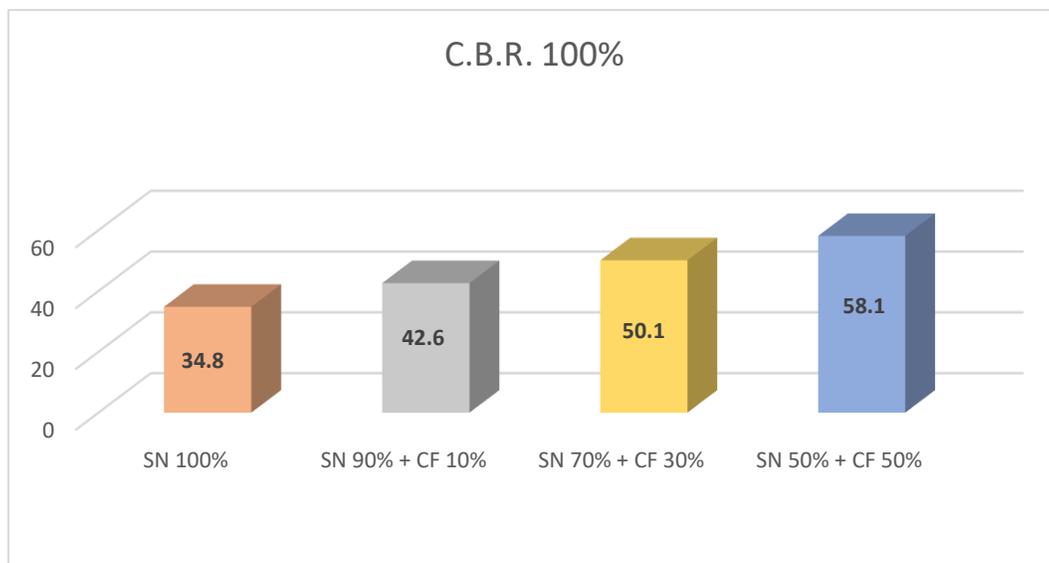


Figura 9. CBR 100%

Como se observa en los resultados para Huancoillo se puede verificar para el Suelo Natural en un 100% tiene un 20% de CBR el cual indica no ser apto para la conformación de muestra de base para el pavimento a nivel afirmado, así mismo la adición de Ceniza volante en porcentajes de 5%, 15% y 25% y Cal 5% (cte) se visualiza un incremento en el CBR por lo que se puede deducir que es apto para la conformación de base para el pavimento a nivel afirmado.

Los resultados mostrados para el ensayo de C.B.R. para el presente informe de investigación, se puede verificar para el Suelo en estado Natural tiene un 34.8% de CBR el cual indica no ser óptimo para la estabilidad de la subrasante, así mismo al adicionar ceniza de fondo en porcentajes de 10%, 30% y 50% hay un ligero incremento en el CBR, a medida que hay mayor incremento de la ceniza de fondo, mayor es la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

Para Mamani y Yataco (2017), en la tesis *“Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho”*. Tuvo como resultados en el ensayo de Corte Directo lo siguiente para sus tres dosificaciones incluyendo el terreno en su estado natural.

Tabla 47. Datos utilizados para el Ensayo de Corte Directo de suelos bajo Condiciones Consolidadas Drenadas para Mamani y Yataco (2017).

DOSIFICACIONES	DATOS DEL ENSAYO	
	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO NORMAL
	VELOCIDAD DE CORTE (mm/min)	CARGA AXIAL (kg)
S100%	35	0.9
S80% + CF20%		1.8
S70% + CF30%		3.6
S50% + CF50%		

Tabla 48. Cuadro resumen de Esfuerzo cortante para Mamani y Yataco (2017).

Esfuerzo Cortante			
Dosificación	0.9 kg	1.8 kg	3.6 kg
S100%	0.088	0.128	0.171
S80% + CF20%	0.132	0.179	0.24
S70% + CF30%	0.179	0.282	0.34
S50% + C50%	0.159	0.229	0.284

En la primera tabla se puede verificar los datos utilizados para el ensayo, donde las cargas serán incrementadas iniciando con un 0.9 kg, 1.8 kg y 3.6 kg, con una velocidad de corte de 0.35 mm/min, usando cuatro muestras donde la primera es terreno natural en su 100%, y la segunda muestra añadiendo 20% de ceniza de fondo, la tercera con adición de CF en 30% y por ultimo con una adición de 50% al terreno natural, donde se puede verificar que a mayor incremento de ceniza mayor será el alcance de

resistencia que tendrá. Obteniendo como resultados la Cohesión y el Angulo de fricción donde ser verifiko el incremento según la añadidura de la ceniza verificando que al añadir 30% de ceniza de fondo al material de muestra el Angulo de fricción y la Cohesión se incrementan favorablemente.

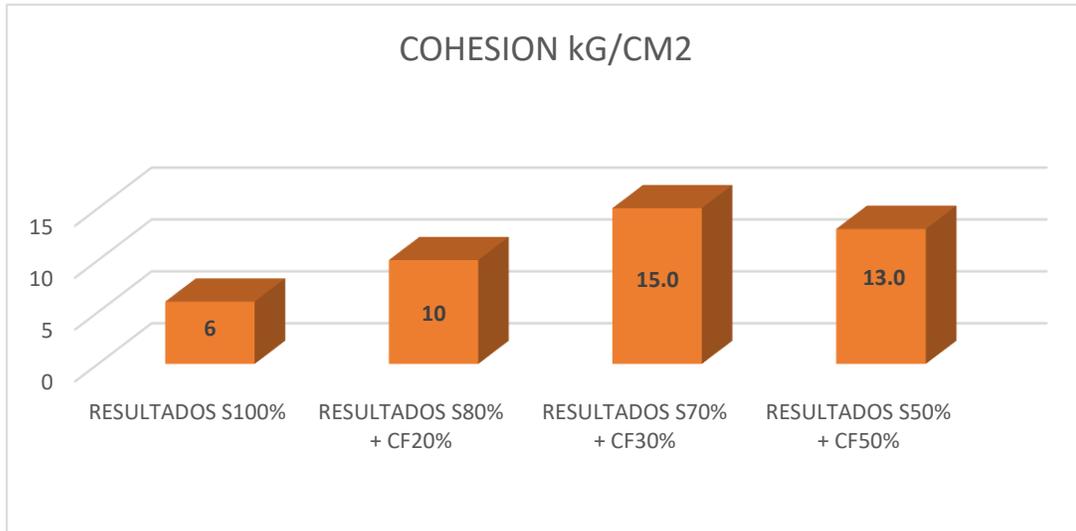


Figura 23. Resumen de Cohesión para Mamani y Yataco (2017).

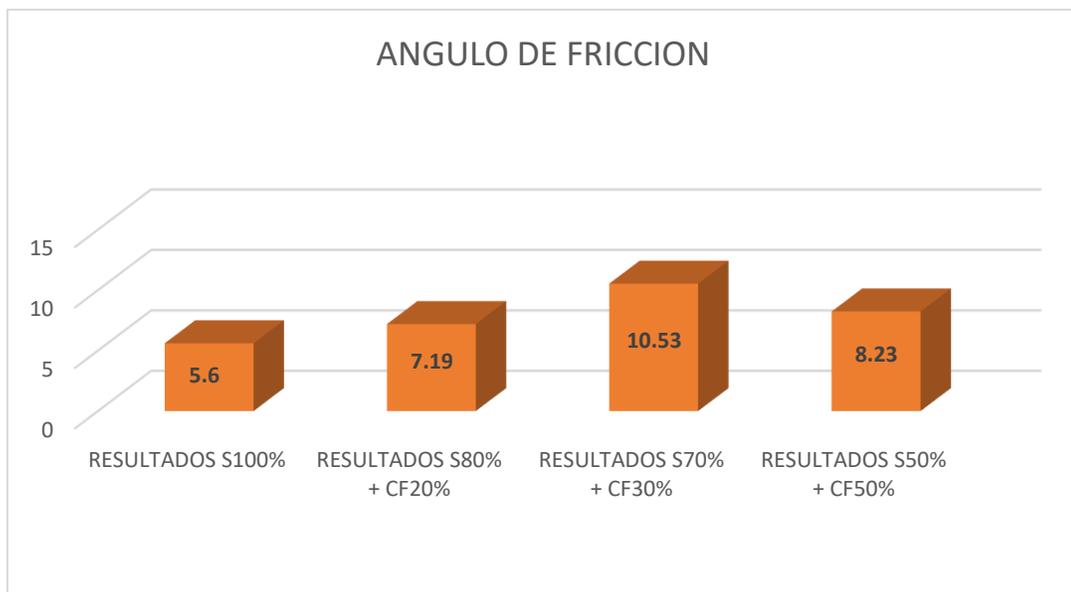


Figura 24. Resumen de Angulo de Fricción para Mamani y Yataco (2017)

Para las dosificaciones de la presente tesis, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 33. Datos utilizados para el Ensayo de Corte Directo de suelos bajo Condiciones Consolidadas Drenadas.

DOSIFICACIONES	DATOS DEL ENSAYO	
	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO NORMAL
	VELOCIDAD DE CORTE (mm/min)	CARGA AXIAL (kg)
S100%	0.143	0.5
S90% + CF10%		1
S70% + CF30%		2
S50% + CF50%		

Tabla 34. Cuadro resumen de Esfuerzo cortante.

Esfuerzo Cortante			
Dosificación	0.5 kg	1.00 kg	2 kg
S100%	0.3566	0.5298	0.8854
S90% + CF10%	0.4911	0.7316	1.19
S70% + CF30%	0.4528	0.7124	1.25
S50% + C50%	0.4336	0.7316	1.3374

Se puede verificar los datos utilizados para el ensayo, donde las cargas serán incrementadas iniciando con un 0.5 kg, 1.0 kg y 2.0 kg, con una velocidad de corte de 0.143 mm/min, usando cuatro muestras donde la primera es terreno natural en su 100%, la segunda muestra añadiendo 20% de ceniza de fondo, la tercera con adición de CF en 30% y por ultimo con una adición de 50% al terreno natural, donde se puede verificar que a mayor incremento de ceniza mayor será la resistencia al corte que tendrá. Obteniendo como resultados la Cohesión y el Angulo de fricción donde ser verifico el incremento según la añadidura de la ceniza verificando que al añadir 30% de ceniza de fondo al material de muestra el Angulo de fricción y la Cohesión se incrementan favorablemente.

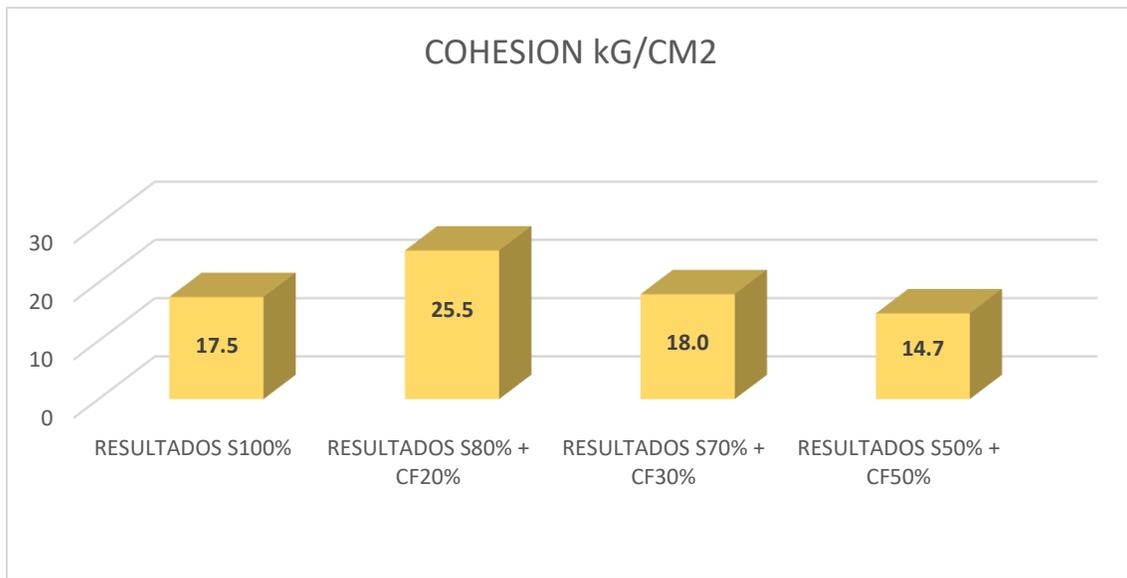


Figura 18. Resumen de Cohesión

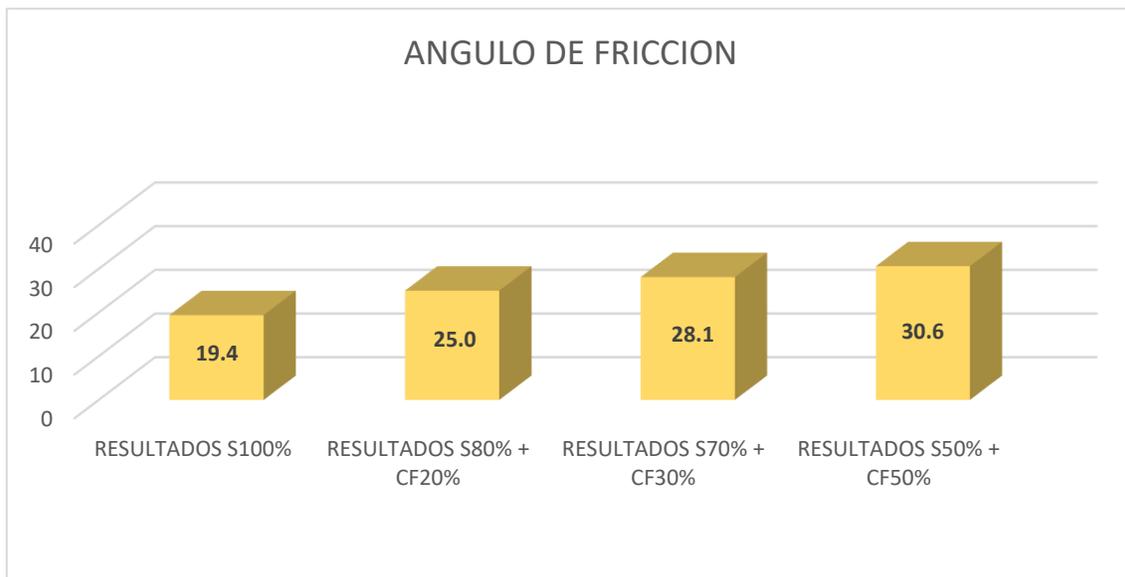


Figura 19. Resumen de Angulo de fricción.

VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos a través de los ensayos de Granulometría y Clasificación de suelos mediante el SUCS se determina que es de tipo SC – SM (Arena Limosa Arcilla) donde la compresión y expansión es pequeña, el drenaje y conductividad hidráulica es mínima y el valor como material de relleno es estable cuando es denso, para una pavimentación es medianamente bueno, para la clasificación mediante el método AASHTO es de tipo A-1-b (0) encontrándose material granular, conformado por arena gruesa, material ligante de suelo poco plástico.
2. En el Ensayo de Próctor Modificado se puede verificar que disminuye la humedad óptima del suelo de acuerdo a las combinaciones del material de muestra y la ceniza de madera de fondo, para el ensayo se realizó 4 dosificaciones (SN100%, SN90% + CF10%, SN70% + CF30% y SN50% Y CF50%), donde al aplicar 50% de ceniza de madera de fondo al terreno natural el óptimo contenido de humedad será de 6.7%, siendo óptima la dosificación empleada; lo mismo sucede con la máxima densidad seca, donde al aplicar 50% de ceniza de madera de fondo al suelo natural es de 2.184 gr/cm³.
3. Al combinar arena arcilla limosa y ceniza de madera de madera de fondo de acuerdo al ensayo de Corte Directo según la norma ASTM D3080, incrementa los parámetros de resistencia al corte considerablemente, como es en el caso del esfuerzo al corte, cohesión y el ángulo de fricción, demostrando que la aplicación de ceniza de fondo a la muestra patrón es eficiente.
4. La ceniza de madera de fondo influye positivamente al ser aplicado al suelo de tipo arena limosa arcilla del cruce de las Avenidas San Felipe con Universitaria, ya que mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo en estudio de esta forma siendo óptimo para futuros proyectos de pavimentación.

VII. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se recomienda continuar con estudios en distintos tipos de suelo y diferentes dosificaciones a fin de evaluar su comportamiento y la mejora en tipos de suelos de baja estabilidad, ya que la ceniza de madera de fondo tiende a actuar como estabilizador de suelos.

Se sugiere realizar más investigaciones con la aplicación de ceniza de fondo producto de ladrilleras artesanales a fin de evaluar el contenido de humedad y la máxima densidad seca tras la aplicación de esta en el terreno patrón, ya que no existe suficiente información con respecto a ensayos utilizando dicho material orgánico desechado.

Se recomienda realizar mayor cantidad de dosificaciones para poder obtener diferentes datos con distintas muestras, ya que al ser un trabajo experimental se requiere tener datos más precisos a fin de ser una opción para proyectos de estabilidad de subrasante para la pavimentación.

Se recomienda la utilización de la investigación puesto que ayuda a la mejorar la subrasante con el uso de ceniza de madera de fondo para futuros proyectos de investigación.

REFERENCIAS

AHMARUZZAMAN, M. (2016). A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010(36), 327-363.

ARIAS, Fidias. *Introducción a la metodología científica*, 6^{ta} Ed. Venezuela, 2014. ISBN: 980-07-8529-9.

BARRIENTOS, Marianella (2016) *Metodología de Investigación*. Piura.

BUITRÓN, S., ENRÍQUEZ, A. (2018). Estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manabí con ceniza del volcán Tungurahua. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

CABRERA, José y PAREDES, Jery (2018) Estabilización de suelos con cenizas de carbón mineral con fines de pavimentación en el centro poblado de cascajal izquierdo, Provincia de Santa – Ancash – 2018. Chimbote.

CAÑAR, Edwin (2017) Análisis comparativo de la resistencia al corte u estabilización de suelo arenosos finos y arcillosos combinados con cenizas de carbón. Ecuador.

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES (2014). Microzonificación sísmica del distrito de Comas.

COBOS, Mario; ORTEGON, Carol y PERALTA, Juan (2019) Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café. Colombia.

COENEN, A. R., Titi, H.H. & Elias, M. B. (2010). Resilient Characteristics of Bottom Ash and Bottom Ash-soil Mixtures. *Journal of ASTM International*, 8(9), 1-15

CONANMA (2016). *Geotecnia*. Andalucía, España: Asociación de Laboratorios Acreditados de Andalucía.

CUBAS, Kevin y FALLEN, José (2016) Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. Tesis (Título de ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipan.

DURÁN, G. (2016). Mejoramiento de un Suelo Arcilloso con Ceniza de Madera: agregando valor a los residuos de la industria de ladrillos artesanales en el Perú. En J. López (Presidencia), Formando líderes innovadores con tecnología identificando nuevas oportunidades de crecimiento. Simposio llevado a cabo en el XXI Congreso Internacional de Ingeniería y XIII Arquiforo “Visión 2016”, Lima, Perú.

GONZALES, Ángel (2014) Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante. Guatemala.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación, 6^{ta} Ed. Mc Graw-Hill. México 2010. ISBN 968-422-931-3.

HUANCOILLO, Yuniór (2017) Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno. Puno.

KERLINGER, Fred. Investigación del Comportamiento, 4ta Ed. California, 2014.

KUKKO, H. "Estabilización de arcilla con subproductos inorgánicos". "Revista de materiales en Ingeniería Civil 2018".

LANDA, Jackes y TORRES, Sergio (2019) Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal. Lima.

LOZADA, José (2015). Definición Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Ecuador.

MAMANI, Lux y YATACO, Alejandro (2017) Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Lima.

MARTINEZ, José. Evaluación del mejoramiento de suelos arcillosos empleando materiales cementantes .Tesis (Título de ingeniero civil). México: Universidad Veracruzana, 2012.122pp.

M.T.C. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) Manual de Ensayo de Materiales.

MORALES, D. (2015). Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. (Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad de Medellín facultad de Ingeniería Civil, Medellín, Colombia.

NIYAZI, U. K. & TURAN, O. (2016). Effects of lightweight fly ash aggregate properties on the behavior of lightweight concretes. *Journal of Hazardous Materials*, 2016 (179), 954-965.

NORABUENA, F. (2017). Resistencia de un suelo arcilloso sustituido al 6% por ceniza de bagazo de caña de azúcar en Huanroc – Macate. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.

PARRA, Manuel (2018) Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Colombia.

PÉREZ, R. (2016). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base. Lima, Perú.

ROBAYO NÚÑEZ, Estefania (2016). Comportamiento mecánico y durabilidad de morteros de cenizas de carbón volantes activadas alcalinamente. (Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil.) Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá – Colombia

SWISSCONTACT. (2014). Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria.

PÉREZ, R. (2015). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base. Universidad Nacional de Ingeniería facultad de Ingeniería Civil sección Posgrado, Lima, Perú.

P.U.C.P. Pontificia Universidad Católica del Perú (2014). Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos.

RAMOS, M., ILLIDGE, D. (2017). Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento

(Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

RICO A. Y CASTILLO M. (2014) El papel de la mecánica de suelos en el proyecto y construcción de las obras viales. Mérida.

SANJUAN, Miguel; ARGIZ, Cristina; MENEDEZ, Esperanza (2017). Evaluación de un nuevo constituyente del cemento Portland: Ceniza de Fondo Molida. Madrid.

SALCEDO, Kaite y GUTIERREZ Lizet. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación Tesis (Título de ingeniero Civil). Huancayo: Universidad peruana Los Andes, 2016.146pp

SORIANO, C. (2012). Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Lima, Perú: Mercadeando S.A.

SWISSCONTACT (2014). Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria.

TAM, Jorge; VERRA, Giovanna y OLIVEROS, Ricardo (2016) Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación Científica. Pensamiento y Acción 5:145 – 154.

TERRONES, Andrea (2018) Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018. Trujillo.

UMAÑA PEÑA, J. C. Síntesis de Zeolitas a partir de Cenizas Volantes de Centrales Termoeléctricas de Carbón. Tesis de Doctorado – Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2016.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar Proyectos de Investigación Científica, 1era Ed. Lima 2014. ISBN: 978-612-302-878-7

WHITLOW, R. (2015). Fundamentos de Mecánica de suelos.

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.

Título: “Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020”

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente (X) Ceniza de madera de fondo	Para Mamani (2017), “La ceniza de fondo comprende el fragmento grueso de ceniza producida en la cama inferior y el cámara de deflagración primaria. La ceniza de fondo constituye la mayor parte (60%) del total de las cenizas producidas por la deflagración de madera y carbón.”	Residuo orgánico producto de las ladrilleras artesanales, sub divididas en volantes y de fondo, diferenciadas en el diámetro de la partícula.	Características Físicas	Tamaño de las partículas Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Razón
			Propiedades mecánicas	Distribución de fracción fina tamiz N° 200 Contenido de humedad	Razón
Variable Dependiente (Y) Estabilizar subrasante	Según Álvarez (2016), “Conjunto de procesos físicos, químicos, tendientes a alterar las propiedades de los suelos que interesan para un preciso uso en ingeniería, haciendo que el “suelo” sea correcto para la utilización.” (pág. 35)	Proceso que tiene como objetivo la mejora de propiedades físicas y mecánicas.	Propiedades mecánicas	Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Razón
				Contenido de humedad	Razón
				Densidad Máxima Seca	Razón
				Resistencia al esfuerzo	Razón
				Resistencia de cohesión y ángulo de fricción	Razón

Fuente: Elaborado por el autor

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título: “Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL				
¿De qué manera influye la aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020?	Evaluar la influencia de aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020.	La aplicación de la ceniza de madera de fondo influye de manera significativa en la estabilización de la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020.	Variable Independiente (X) Ceniza de madera de fondo	Características Físicas	Tamaño de las partículas	Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422
					Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422
				Propiedades mecánicas de la ceniza de fondo	Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Clasificación del suelo mediante (SUCS)
					Contenido de humedad	Límites de consistencia ASTM D4318
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS				
¿Cuál es la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra de Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020?	Determinar la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra de Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020.	Se obtiene la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra de Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020.	Variable Dependiente (Y) Estabilizar la Subrasante	Propiedades mecánicas	Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422
					Contenido de humedad	Límites de consistencia ASTM D4318
					Densidad Máxima Seca	Ensayo de Próctor Modificado
					Resistencia al esfuerzo	C.B.R.
¿Cuál es el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin adición de ceniza de madera de fondo en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020?	Determinar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin adición de ceniza de madera de fondo en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020	El óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca se relaciona de manera significativa aplicando la ceniza de madera de fondo en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas-2020.				
¿Cuál es la resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020?	Determinar la resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020.	La resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo se relaciona de manera significativa para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas – 2020.			Resistencia de cohesión y ángulo de fricción.	Ensayo de Corte Directo ASTM D3080

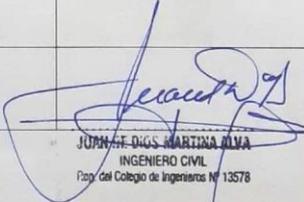
Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 2

ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO NTP 339.141					
OBRA: "Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"					
ELABORADO: Brandan Calero Yoselin Anaiss			ASESOR: Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl		
UBICACIÓN: Comas - Lima			COMB:	N° LAB:	
Tipo de prueba:	Próctor Modificado		Volumen del molde:		
Peso del martillo:					
N° de capas:					
Altura de caída:					
N° de golpes:					
MOLDE	4 - B	4 - A	5 - A	5 - A	5 - A
Peso molde (g)					
Volumen molde (cm ³)					
Peso molde + Suelo húmedo					
Peso Suelo Húmedo					
Peso molde + Suelo seco (g)					
Peso Suelo Seco					
Densidad húmeda (g/cm ³)					
Densidad seca (g/cm ³)					
CAPSULA	6 - E	3	1	5 - A	3 - E
Peso capsula (g)					
Peso capsula + Suelo húmedo					
Peso capsula + Suelo seco (g)					
Peso agua (g)					
Peso suelo seco (g)					
Humedad (%)					

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	
NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA Y CIP
EXPERTO 1	 ARIANA CRISTINA SOCOLA RODRIGUEZ Ingeniera Civil CIP N° 243925
EXPERTO 2	 MIGUEL ÁNGEL AVALOS CORPUS Ingeniero Civil CIP N° 238419
EXPERTO 3	 JUAN DE DIOS MARTÍNEZ ALCA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 13378

ANÁLISIS GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO ASTM D422					
OBRA: "Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"					
ELABORADO: Brandan Calero Yoselin Anaiss			ASESOR: Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl		
UBICACIÓN: Comas - Lima			COMB:	N° LAB:	
Peso de muestra:					
% PASA N° 200:					
Tamiz		Retenido		Retenido Acumulado	Pasa
(mm)	(pulg)	(gr)	(%)	(%)	(%)
4.760					
2.000					
0.840					
0.425					
0.260					
0.106					
0.075					
Fondo					
Suma					

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	
NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA Y CIP
EXPERTO 1	 ARIANA CRISTINA SOCOLA RODRIGUEZ Ingeniera Civil CIP N° 243925
EXPERTO 2	 MIGUEL ANGEL AVALOS CORPUS Ingeniero Civil CIP N° 238419
EXPERTO 3	 JUAN DIEGO MARTINA ALVA INGENIERO CIVIL Pape del Colegio de Ingenieros N° 13578

ANEXO 5



Ensayo de Granulometría por tamizado



Ensayo de C.B.R.



Ensayo de Próctor Modificado



Ensayo de Corte Directo



Moldeo de Ensayo de Corte Directo



Muestra de Ensayo de Corte Directo



Ensayo de Compresión Uniaxial de Suelos



Ensayo de Compresión Uniaxial



Ensayo de Limite de consistencia



Muestras de Limites de Consistencia

ANEXO 5



SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss
PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
IDENTIFICCIÓN : Distrito de Comas
FECHA : 6/10/2020

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 90% - Ceniza de madera 10%
Muestra : SUMERGIDO
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C)-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.160
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.7

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.160	1.962	1.778
Contenido de Humedad	6.7	6.8	6.7

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	426	1000	42.6
II	0.1	310	1000	31.0
III	0.1	202	1000	20.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 42.6 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 36.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.



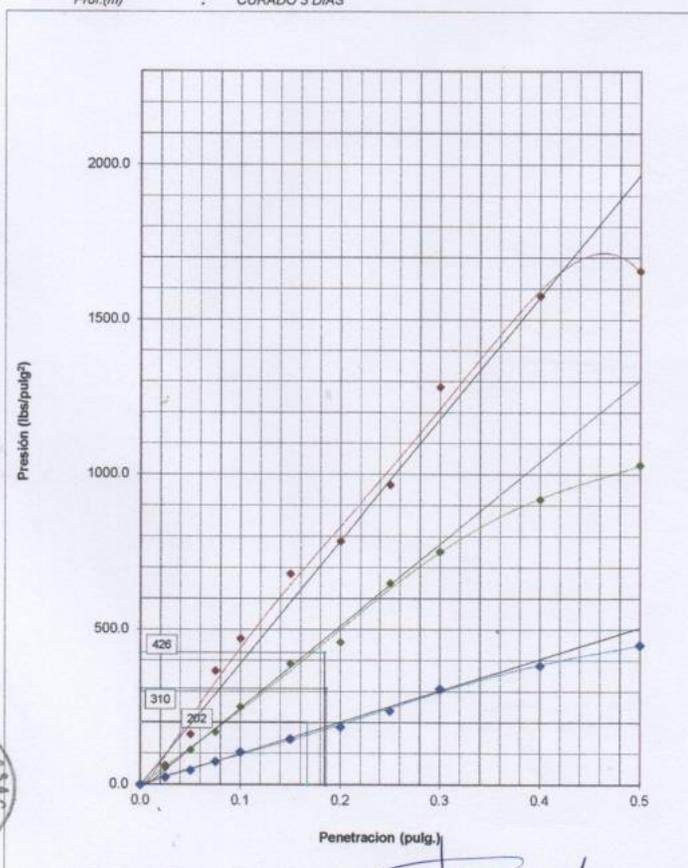
LSP (5/30)
 cafo/vrc
 O.S. N°055

ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : **Brandan Calero, Yoselin Anaiss**
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICACIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C) - 91

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 90% - Ceniza de madera 10%
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (6/30)
cafc/vrc
O.S. N°055

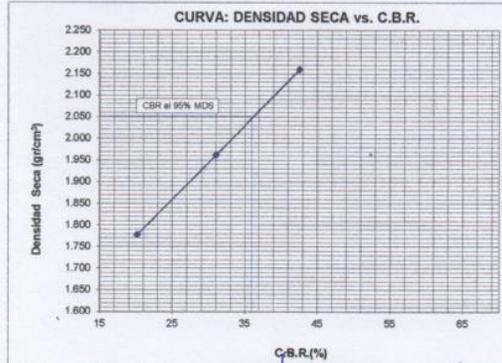
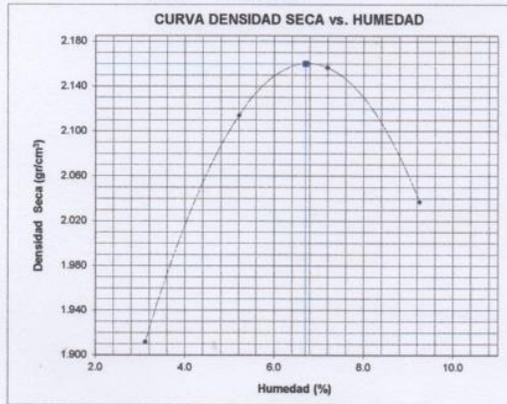
ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anales
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICCIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.160
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.7
 CBR al 100% de la MDS (%) : 42.6
 CBR al 95% de la MDS (%) : 36.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 90% - Ceniza de madera 10%
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (7/30)
 castc/vrc
 O.S. N°055

ING. JORGE ISÁAC CASTAÑEDA CENTURÓN
 CIP 83285

Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss
PROYECTO : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020*
UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
IDENTIFICCIÓN : Distrito de Comas
FECHA : 6/10/2020

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 70% - Ceniza de madera 30%
Muestra : SUMERGIDO
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C)-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.164
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.5

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.164	1.916	1.754
Contenido de Humedad	6.5	6.5	6.5

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	501	1000	50.1
II	0.1	357	1000	35.7
III	0.1	235	1000	23.5

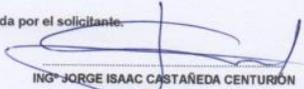
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 50.1 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 44.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (8/30)
 cafo/vrc
 O.S. N°055

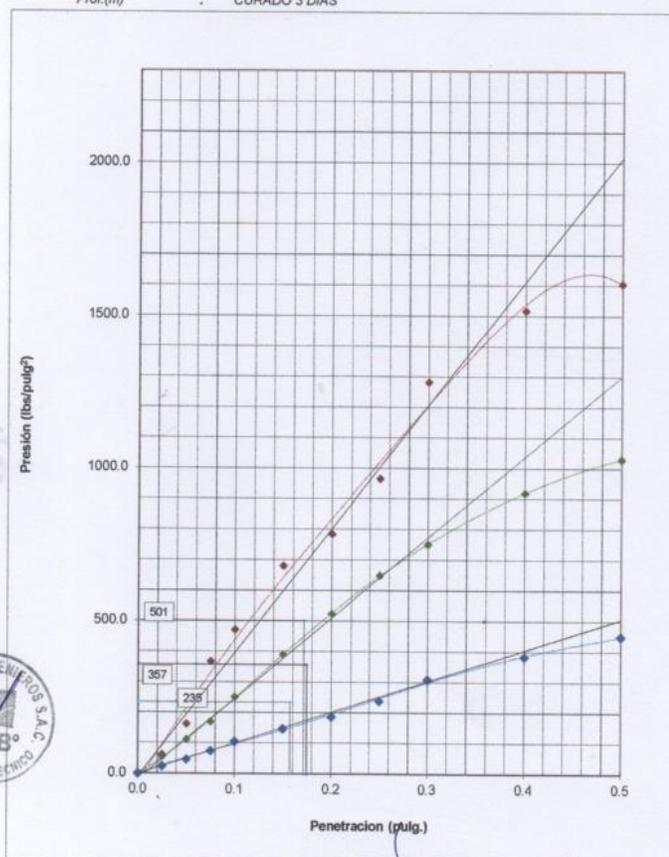

ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 CIP 63285

Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : **Brandan Calero, Yoselin Anaiss**
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICCIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C) - 91

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 70% - Ceniza de madera 30%
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (9/30)
cafc/vrc
O.S. N°055

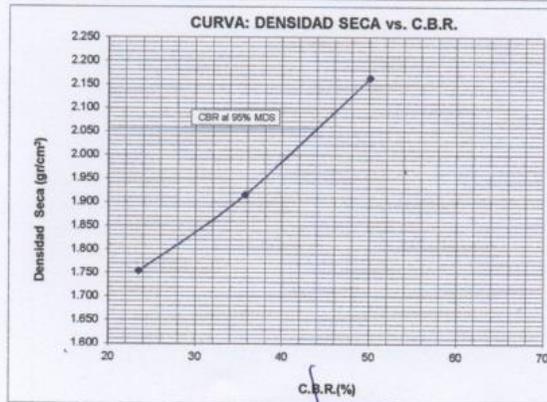
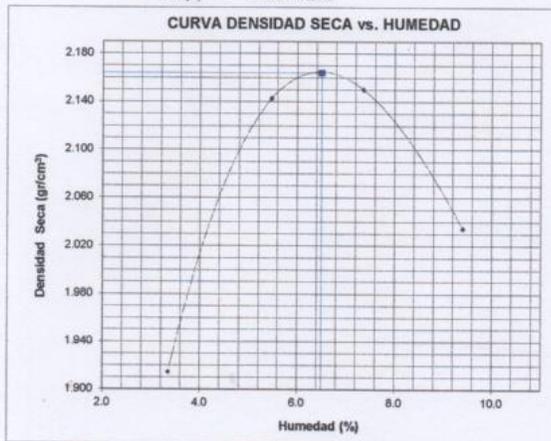
ING JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : **Brandan Calero, Yoselin Anais**
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICCIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.164
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.5
 CBR al 100% de la MDS (%) : 50.1
 CBR al 95% de la MDS (%) : 44.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 70% - Ceniza de madera 30%
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (10/30)
 cafo/vrc
 O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICACIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 90% - Ceniza de madera 50%
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C)-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.184
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.7

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.184	1.928	1.754
Contenido de Humedad	6.7	6.8	6.7

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	581	1000	58.1
II	0.1	386	1000	38.6
III	0.1	215	1000	21.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 58.1 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 50.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (11/30)
cafc/vrc
O.S. N°055




ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss
 PROYECTO : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020*
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICCIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 90% - Ceniza de madera 50%
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C J-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.184
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.7

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.184	1.928	1.754
Contenido de Humedad	6.7	6.8	6.7

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	581	1000	58.1
II	0.1	386	1000	38.6
III	0.1	215	1000	21.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 58.1 %

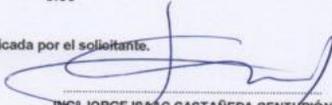
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 50.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

LSP (11/30)
cafc/vrc
O.S. N°055



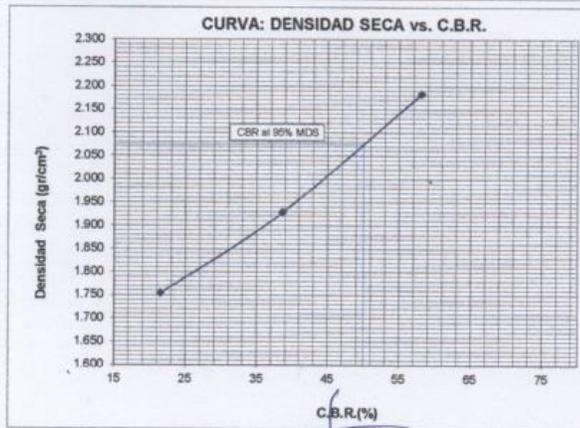
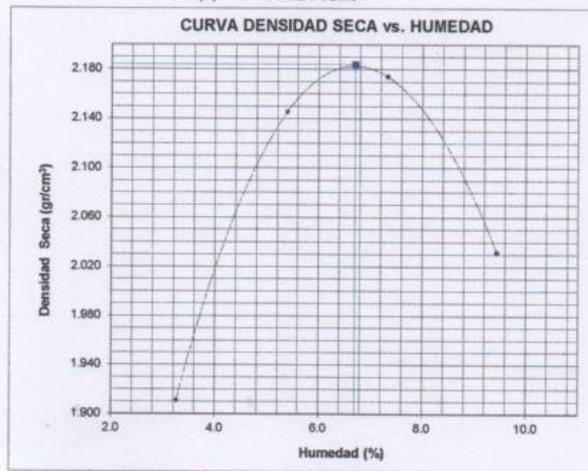

ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICCIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.184
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.7
 CBR al 100% de la MDS (%) : 58.1
 CBR al 95% de la MDS (%) : 50.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 90% - Ceniza de madera 50%
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (13/30)
 cafc/vrc
 O.S. N°055

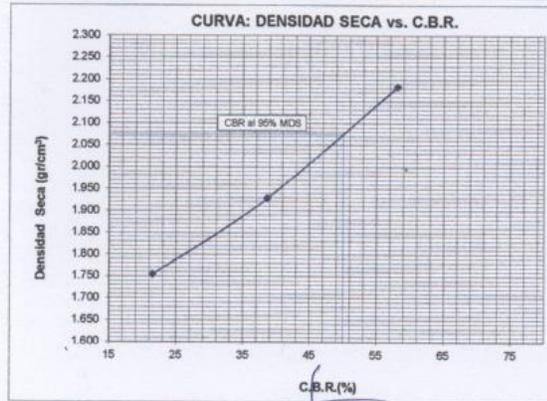
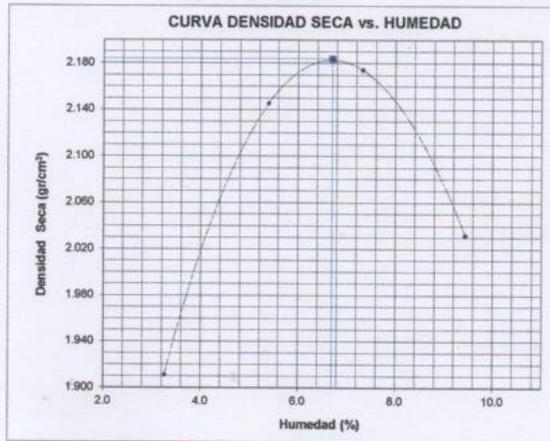
ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anals
 PROYECTO : Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICCIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.184
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.7
 CBR al 100% de la MDS (%) : 58.1
 CBR al 95% de la MDS (%) : 50.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 90% - Ceniza de madera 50%
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



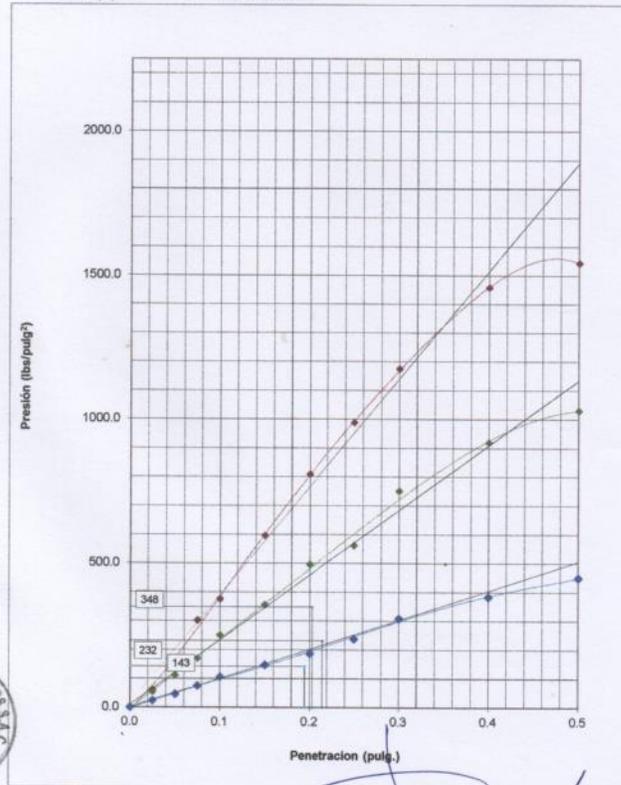
LSP (13/30)
 cafo/vrc
 O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

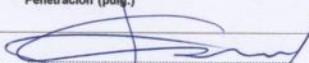
SOLICITANTE : **Brandan Calero, Yoselin Anais**
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICACIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C) - 91

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) NATURAL
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof. (m) : CURADO 3 DIAS



LSP (3/30)
 cafc/vrc
 O.S. N°055


ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

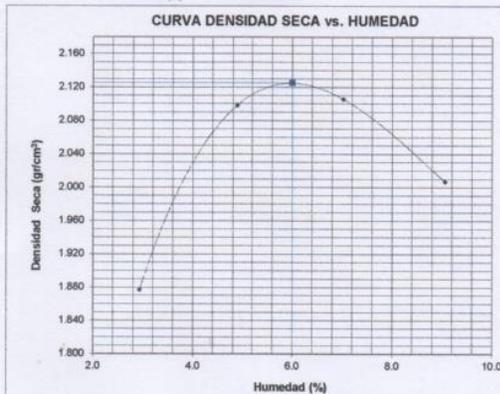
SOLICITANTE : **Brandan Calero, Yoselin Anais**
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"
 UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria
 IDENTIFICACIÓN : Distrito de Comas
 FECHA : 6/10/2020

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C) - 91

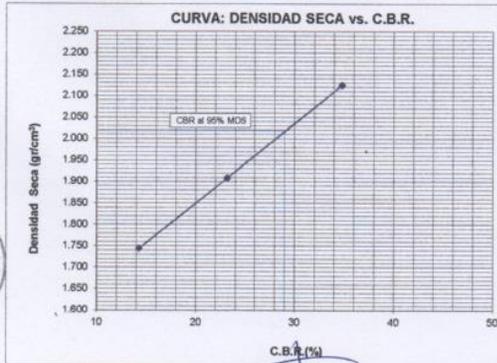
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.125
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.0
 CBR al 100% de la MDS (%) : 34.8
 CBR al 95% de la MDS (%) : 29.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) NATURAL
 Muestra : SUMERGIDO
 Prof (m) : CURADO 3 DIAS

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



CURVA: DENSIDAD SECA vs. C.B.R.



LSP (4/30)
 cafc/vrc
 O.S. N°055

ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - M&V**

SOLICITANTE : **Brandan Calero, Yoselin Anaiss** MUESTRA : **Probetas 4"x4"**
 PROYECTO DE TESIS : ***Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020*** CONDICIÓN : **Muestra moldeada.**
 PROCEDENCIA : **Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria** CANTIDAD : **04 unidades**
 FECHA DE RECEPCIÓN : **2020.09.15** FECHA DE ENSAYO : **2020.09.15 al 10.06**

MTC E 121 COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	DIAM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
1	Suelo Natural	20/09/20	23/09/20	3	10.1	80.1	100	1.25
2	Suelo 90% + 10% *	20/09/20	23/09/20	3	10.0	78.5	140	1.78
3	Suelo 70% + 30% *	20/09/20	23/09/20	3	10.2	81.7	180	2.20
4	Suelo 50% + 50% *	20/09/20	23/09/20	3	10.1	80.1	205	2.56

Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión

Marca : G&L LABORATORIO	Modelo : STYE-2000	Serie : N° 170251
Fecha de calibración: 2020.06.10 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 112 - 2020		

Observaciones

- * Ceniza de madera.
- Fecha de orden de ensayo: 2020.09.15
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm²) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




ING° JORGE I. CASTANEDA CENTURION
 REG. CIP 83285
 Lima, 6 de Octubre del 2020

M&V (30/30)
gam/jch/kra
O.S. N°055

INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - M&V/JMI

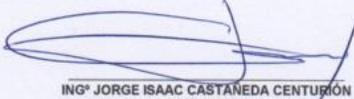
SOLICITANTE	:	Brandan Calero, Yoselin Anaiss	MUESTRA	:	SUELO
PROYECTO DE TESIS	:	*Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020*	IDENTIFICACIÓN	:	Calicata.
UBICACIÓN	:	Distrito de Comas	CANTIDAD	:	50.0 Kg
FECHA DE RECEPCIÓN	:	15.09.2020	PRESENTACIÓN	:	Saco.
			FECHA ENSAYO	:	28.09.2020

MALLAS		DENOMINACIÓN	C-1 M-1 (0.00 - 1.50)					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)				
3"	76.200	MTC E-104 (2000)						
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100				100			
1"	25.400			3	97			
3/4"	19.050			5	92			
1/2"	12.700			5	87			
3/8"	9.525			7	80			
1/4"	6.350			6	74			
N° 4	4.760			9	65			
N° 6	3.360			3	62			
N° 8	2.360			4	58			
N° 10	2.000			3	55			
N° 16	1.190			4	51			
N° 20	0.840			3	48			
N° 30	0.590			4	44			
N° 40	0.426			5	39			
N° 50	0.297			3	36			
N° 60	0.177			12	24			
N° 100	0.149			3	21			
N° 200	0.074		4	17				
- N° 200	-		17	-				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.127 (1 999)		2.7				
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)		24				
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)		19				
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129 (1 999)		5				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		NTP 339.134 (1 999)		SC - SM				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339.135 (99)		A-1-b (0)				

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 15.09.2020
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

M&V (1/30)
 mhr/jms/ra
 O.S. N° 055

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1°. Elapa - Callao.
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
 LIMA-FERU

mvy_ingsac@hotmail.com
cotizaciones@mvingenieros.com
www.ingenieros.com



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss **MUESTRA** : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020* **CANTIDAD** : 10 kg

UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO						
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SC - SM	Limite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	24	
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Limite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	5	
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	17	
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--	
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPESÍMENES DE ENSAYO						
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)		
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270		
Área	(cm ²)	30.88	30.88	30.88		
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015		
Altura Final	(cm)	1.798	1.758	1.701		
Volumen Inicial	(cm ³)	62.22	62.22	62.22		
Volumen Final	(cm ³)	55.51	54.29	52.52		
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11		
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado		
Peso Húmedo Inicial	(g)	84.0	84.0	84.0		
Peso Húmedo Final	(g)	91.6	91.8	92.1		
Peso Seco	(g)	77.5	77.4	77.5		
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	8.3	8.6	8.4		
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	18.2	18.6	18.9		
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.350	1.350	1.350		
Densidad Húmeda Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.651	1.690	1.754		
Densidad Seca Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.246	1.243	1.245		
Densidad Seca Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.397	1.425	1.475		
Condiciones Ambientales del Ensayo						
Temperatura Ambiente (°C)	26.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Específica (g/cm ³)		
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO						
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE					
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4			
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00			

Nota:

- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 90% + 10% de Ceniza de Madera
- Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
- Muestra ensayada pasante la malla N°4.
- Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (18/30)
cafo/vrc
O.S. N°055



ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : **Brandan Calero, Yoselin Anaiss** MUESTRA : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas" CANTIDAD : 10 kg

UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria PRESENTACIÓN : saco de polietileno.

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.045	0.0	0.00	0.00	2.355	0.0	0.00	0.00	2.842	0.0	0.00	0.00
0.25	2.090	13.0	8.34	26.49	2.380	25.0	11.90	37.80	2.860	41.0	16.65	52.89
0.50	2.111	18.0	9.83	31.20	2.423	30.0	13.39	42.52	2.913	48.0	18.73	59.49
0.75	2.123	22.0	11.01	34.97	2.449	35.0	14.87	47.23	2.995	55.0	20.81	66.09
1.00	2.134	26.0	12.20	38.75	2.479	40.0	16.36	51.95	3.015	62.0	22.89	72.69
1.25	2.141	30.0	13.39	42.52	2.492	45.0	17.84	56.66	3.030	69.0	24.97	79.29
1.50	2.151	35.0	14.87	47.23	2.510	50.0	19.33	61.37	3.045	76.0	27.05	85.89
1.75	2.159	36.0	15.17	48.17	2.520	55.0	20.81	66.09	3.063	83.0	29.12	92.49
2.00	2.174	36.0	15.17	48.17	2.535	60.0	22.30	70.80	3.073	90.0	31.20	99.09
2.25					2.553	61.0	22.59	71.75	3.086	97.0	33.28	105.69
2.50					2.570	61.0	22.59	71.75	3.099	103.0	35.06	111.35
2.75									3.112	106.0	35.95	114.17
3.00									3.124	108.0	36.55	116.06
3.25									3.129	109.0	36.84	117.00
3.50									3.142	109.0	36.84	117.00
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

**Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota: - Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 90% + 10% de Ceniza de Madera
- Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (19/30)
calc/vrc
O.S. N°055

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION

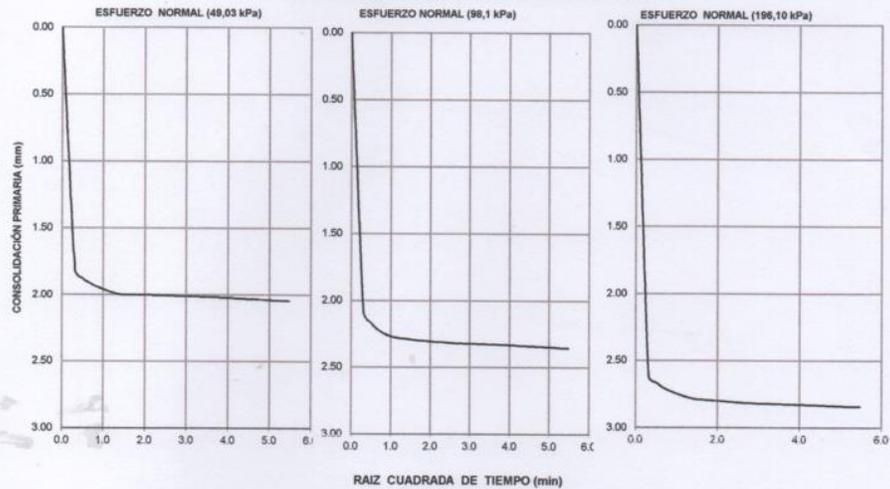
CIP 83285

Lima, 06 de Octubre del 2020

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP**

SOLICITANTE	: Brandan Calero, Yoselin Anaiss	MUESTRA	: Distrito de Comas	
PROYECTO DE TESIS	: *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas		CANTIDAD	: 10 kg
UBICACIÓN	: Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria		PRESENTACIÓN	: saco de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 15.09.2020	FECHA DE ENSAYO	: 17.09.2020	

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 90% + 10% de Ceniza de Madera
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

LSP (20/30)
cafc/vrc
O.S. N°055

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP**

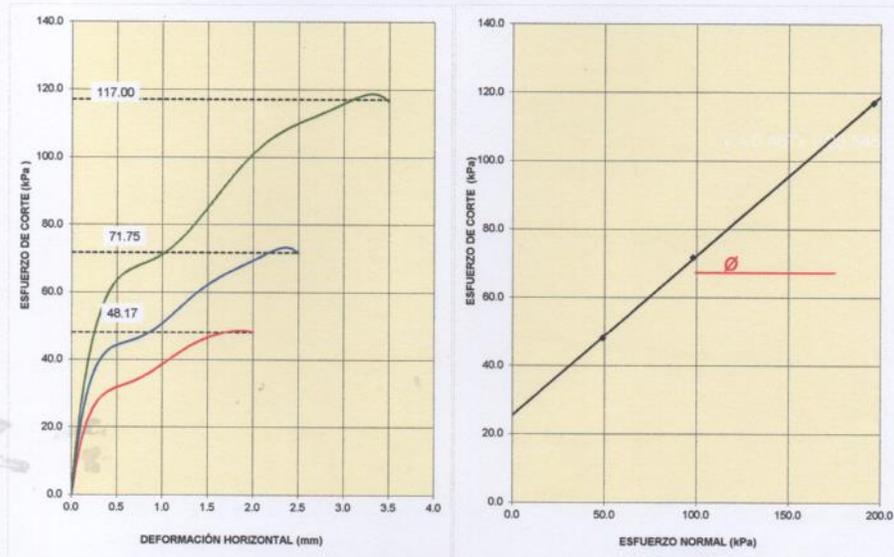
SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss **MUESTRA** : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas **CANTIDAD** : 10 kg

UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	25.5	kg/cm ² (0.28)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (α)
			25.0°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 90% + 10% de Ceniza de Madera
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (21/30)
cafc/vrc
O.S. N°055

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION

CIP 83285

Lima, 06 de Octubre del 2020



**Grupo
M & V
Ingenieros SAC**

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss **MUESTRA** : Distrito de Comas
PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020" **CANTIDAD** : 10 kg
UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SC - SM	Límite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	24
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	5
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	17
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270	
Área	(cm ²)	30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015	
Altura Final	(cm)	1.794	1.753	1.699	
Volumen Inicial	(cm ³)	62.22	62.22	62.22	
Volumen Final	(cm ³)	55.39	54.12	52.47	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial	(g)	85.6	85.6	85.6	
Peso Húmedo Final	(g)	93.7	93.2	93.6	
Peso Seco	(g)	78.2	78.1	78.4	
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	9.4	9.6	9.2	
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	19.7	19.4	19.4	
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.376	1.376	1.376	
Densidad Húmeda Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.691	1.722	1.783	
Densidad Seca Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.257	1.255	1.260	
Densidad Seca Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.412	1.443	1.494	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	27	Humedad Relativa (%)	53	Gravedad Especifica (g/cm ³)	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 70% + 30% de Ceniza de Madera
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (22/30)
cafo/vrc
O.S. N°055



ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

Coop. San Miguel Mz D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
 LIMA-FERU

mw.ingsac@hotmail.com
cotizaciones@mvingenieros.com
www.ingenieros.com

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss MUESTRA : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020* CANTIDAD : 10 kg

UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria PRESENTACIÓN : saco de polietileno.

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.060	0.0	0.00	0.00	2.380	0.0	0.00	0.00	2.898	0.0	0.00	0.00
0.25	2.134	13.0	8.34	26.49	2.408	23.0	11.31	35.92	2.929	46.0	18.14	57.60
0.50	2.144	17.0	9.53	30.26	2.441	29.0	13.09	41.57	2.954	54.0	20.51	65.15
0.75	2.154	21.0	10.72	34.03	2.469	35.0	14.87	47.23	2.990	61.0	22.59	71.75
1.00	2.164	25.0	11.90	37.80	2.494	40.0	16.36	51.95	3.020	68.0	24.67	78.35
1.25	2.177	28.0	12.79	40.63	2.520	45.0	17.84	56.66	3.035	75.0	26.75	84.95
1.50	2.187	30.0	13.39	42.52	2.537	50.0	19.33	61.37	3.058	81.0	28.53	90.60
1.75	2.200	32.0	13.98	44.40	2.553	54.0	20.51	65.15	3.071	87.0	30.31	96.26
2.00	2.212	32.0	13.96	44.40	2.576	57.0	21.40	67.97	3.081	93.0	32.09	101.92
2.25					2.601	59.0	22.00	69.86	3.096	98.0	33.58	106.63
2.50					2.624	59.0	22.00	69.86	3.112	104.0	35.36	112.29
2.75									3.124	109.0	36.84	117.00
3.00									3.134	113.0	38.03	120.77
3.25									3.147	115.0	38.62	122.66
3.50									3.157	115.0	38.62	122.66
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

**Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 70% + 30% de Ceniza de Madera
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (2330)
calo/vc
O.S. N°055



ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
CIP 83285

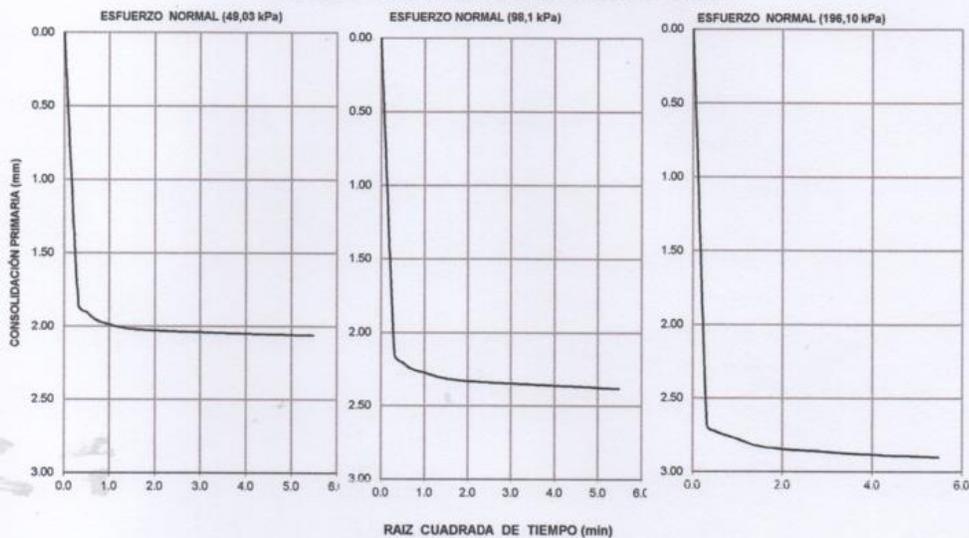
Lima, 06 de Octubre del 2020

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP

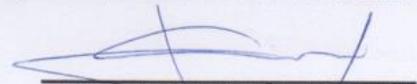
SOLICITANTE	: Brandan Calero, Yoselin Anaiss	MUESTRA	: Distrito de Comas
PROYECTO DE TESIS	: "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas	CANTIDAD	: 10 kg
UBICACIÓN	: Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria	PRESENTACIÓN	: saco de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 15.09.2020	FECHA DE ENSAYO	: 17.09.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 70% + 30% de Ceniza de Madera
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



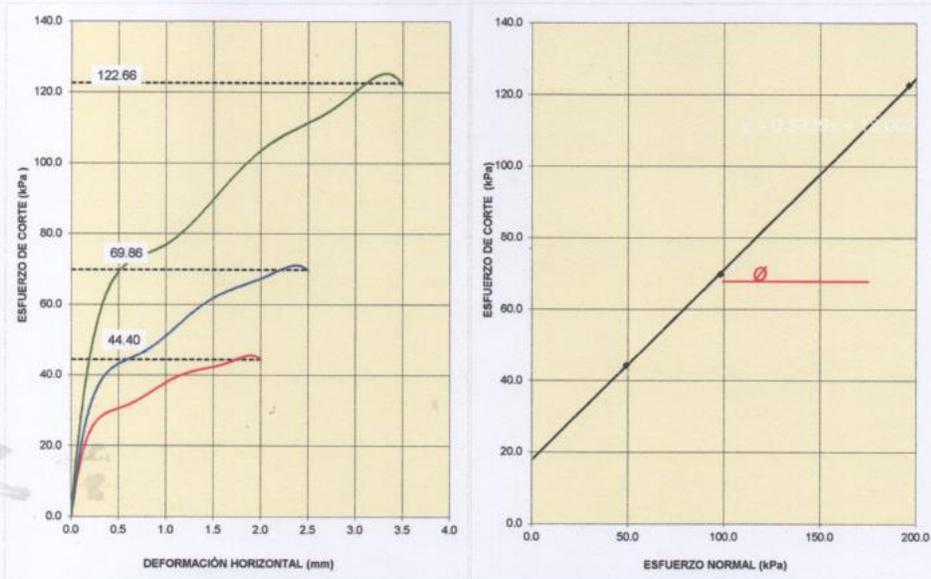

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

LSP (24/30)
cafc/vrc
O.S. N°055

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss MUESTRA : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020* CANTIDAD : 10 kg
UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria PRESENTACIÓN : saco de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

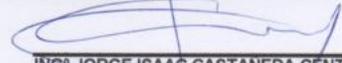


RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	18.0	kg/cm ² (0.18)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (ϕ)
			28.1°

- Nota: - Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 70% + 30% de Ceniza de Madera
- Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
- Muestra ensayada pasante la malla N°4.
- Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (25/30)
cafc/vrc
O.S. N°055




ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss MUESTRA : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020"

CANTIDAD : 10 kg

UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria

PRESENTACIÓN : saco de polietileno.

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020

FECHA DE ENSAYO : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

DESCRIPCIÓN DEL SUELO				
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SC - SM	Límite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999) 24
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999) 5
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999) 17
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001) --
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO				
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270
Área	(cm ²)	30.88	30.88	30.88
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015
Altura Final	(cm)	1.796	1.752	1.696
Volumen Inicial	(cm ³)	62.22	62.22	62.22
Volumen Final	(cm ³)	55.45	54.11	52.38
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11
Condiciones de la Estructura del Suelo				
Peso Húmedo Inicial	(g)	Alterado	Alterado	Alterado
Peso Húmedo Final	(g)	91.0	91.0	91.0
Peso Seco	(g)	98.6	98.8	99.1
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	82.9	83.0	83.1
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	9.8	9.6	9.6
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	19.0	19.1	19.4
Densidad Húmeda Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.462	1.462	1.462
Densidad Seca Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.779	1.827	1.893
Densidad Seca Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.331	1.334	1.334
Densidad Seca Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.495	1.534	1.586
Condiciones Ambientales del Ensayo				
Temperatura Ambiente (°C)	28.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Específica (g/cm ³)
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO				
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE			
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4	
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00	

- Nota:
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 50% + 50% de Ceniza de Madera.
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (26/30)
cafo/vrc
O.S. N°051



ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285

Lima, 06 de Octubre del 2020



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss MUESTRA : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas

CANTIDAD : 10 kg
PRESENTACIÓN : saco de polietileno.

UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020

FECHA DE ENSAYO : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

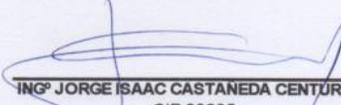
Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.050	0.0	0.00	0.00	2.377	0.0	0.00	0.00	2.875	0.0	0.00	0.00
0.25	2.118	14.0	8.64	27.43	2.398	24.0	11.61	36.86	2.903	45.0	17.84	56.66
0.50	2.126	18.0	9.83	31.20	2.438	32.0	13.98	44.40	2.926	56.0	21.11	67.03
0.75	2.141	22.0	11.01	34.97	2.436	39.0	16.06	51.00	3.015	67.0	24.37	77.40
1.00	2.154	25.0	11.90	37.80	2.492	45.0	17.84	56.66	3.035	77.0	27.34	86.83
1.25	2.162	28.0	12.79	40.63	2.520	49.0	19.03	60.43	3.048	85.0	29.72	94.37
1.50	2.169	30.0	13.39	42.52	2.530	53.0	20.22	64.20	3.076	92.0	31.80	100.97
1.75	2.182	32.0	13.98	44.40	2.558	57.0	21.40	67.97	3.096	99.0	33.87	107.57
2.00	2.195	30.0	13.39	42.52	2.591	60.0	22.30	70.80	3.114	105.0	35.66	113.23
2.25					2.614	61.0	22.59	71.75	3.122	110.0	37.14	117.95
2.50					2.629	61.0	22.59	71.75	3.132	114.0	38.33	121.72
2.75									3.147	119.0	39.81	126.43
3.00									3.160	123.0	41.00	130.20
3.25									3.175	124.0	41.30	131.15
3.50									3.188	124.0	41.30	131.15
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

**Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 50% + 50% de Ceniza de Madera.
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



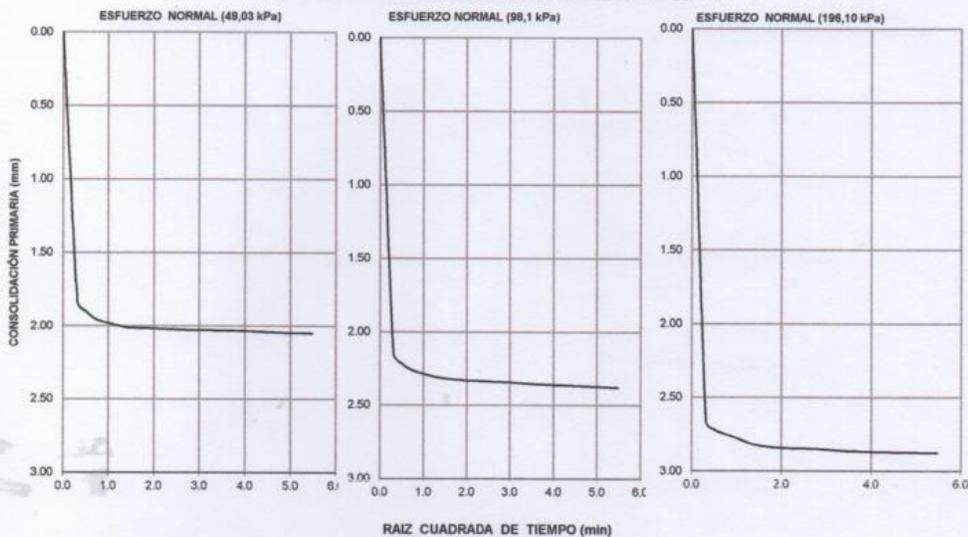
LSP (27/30)
cafc/vrc
O.S. N°051


ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP**

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss **MUESTRA** : Distrito de Comas
PROYECTO DE TESIS : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas **CANTIDAD** : 10 kg
UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 17.09.2020

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 50% + 50% de Ceniza de Madera.
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



(Handwritten signature)
ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
 CIP 83285
 Lima, 17 de Julio del 2020

LSP (28/30)
 cafc/vrc
 O.S. N°051

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss MUESTRA : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas

CANTIDAD : 10 kg

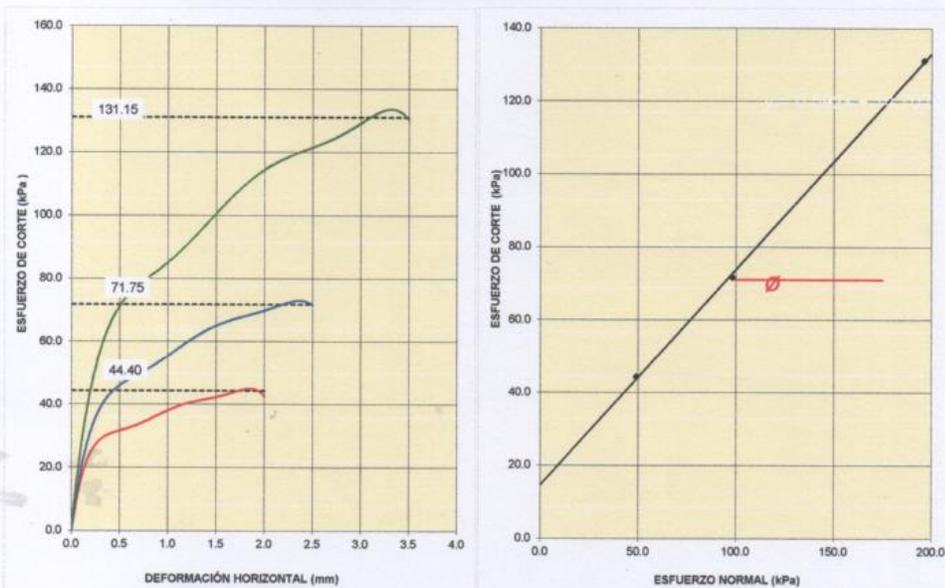
UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria

PRESENTACIÓN : saco de polietileno.

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020

FECHA DE ENSAYO : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	14.7	kg/cm ³ (0.15)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (φ)
			30.6°

- Nota:
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 50% + 50% de Ceniza de Madera.
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (29/30)
cafc/vrc
O.S. N°051

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION

CIP 83285

Lima, 06 de Octubre del 2020

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss **MUESTRA** : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020*

UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria **CANTIDAD** : 10 kg

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

FECHA DE ENSAYO : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (NTP 339.134-1999)	SC - SM	Límite Líquido (%) (NTP 339.129-1999)	24		
Clasificación AASHTO (NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%) (NTP 339.129-1999)	5		
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%) (NTP 339.132-1999)	17		
Consistencia (s. fino) (NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso) (NTP 339.150-2001)	--		
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN	(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)		
Diámetro (cm)	6.270	6.270	6.270		
Área (cm ²)	30.88	30.88	30.88		
Altura Inicial (cm)	2.015	2.015	2.015		
Altura Final (cm)	1.797	1.758	1.701		
Volumen Inicial (cm ³)	62.22	62.22	62.22		
Volumen Final (cm ³)	55.49	54.29	52.51		
Relación Diámetro / Altura	3.11	3.11	3.11		
Condiciones de la Estructura del Suelo					
	Alterado	Alterado	Alterado		
Peso Húmedo Inicial (g)	82.0	82.0	82.0		
Peso Húmedo Final (g)	89.3	88.9	89.2		
Peso Seco (g)	75.8	75.7	75.8		
Humedad Inicial (%) (NTP 339.127 - 1998)	8.2	8.3	8.1		
Humedad Final (%) (NTP 339.127 - 1998)	17.8	17.4	17.6		
Densidad Húmeda Inicial (g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.318	1.318	1.318		
Densidad Húmeda Final (g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.608	1.637	1.698		
Densidad Seca Inicial (g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.218	1.217	1.219		
Densidad Seca Final (g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.366	1.395	1.444		
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	28.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Específica (g/cm ³)	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (14/30)
cal/vlc
O.S. N°055



ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss MUESTRA : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas CANTIDAD : 10 kg
UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria PRESENTACIÓN : saco de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 FECHA DE ENSAYO : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.037	0.0	0.00	0.00	2.357	0.0	0.00	0.00	2.840	0.0	0.00	0.00
0.25	2.101	9.0	7.15	22.72	2.388	18.0	9.83	31.20	2.863	36.0	15.17	48.17
0.50	2.116	12.0	8.04	25.54	2.431	24.0	11.61	36.86	2.918	45.0	17.84	56.66
0.75	2.126	15.0	8.93	28.37	2.510	28.0	12.79	40.63	3.002	52.0	19.92	63.26
1.00	2.136	17.0	9.53	30.26	2.482	31.0	13.68	43.46	3.023	57.0	21.40	67.97
1.25	2.144	19.0	10.12	32.15	2.494	33.0	14.28	45.35	3.038	61.0	22.59	71.75
1.50	2.154	21.0	10.72	34.03	2.515	35.0	14.87	47.23	3.051	63.0	23.19	73.63
1.75	2.162	22.0	11.01	34.97	2.522	37.0	15.47	49.12	3.068	65.0	23.78	75.52
2.00	2.179	22.0	11.01	34.97	2.537	39.0	16.06	51.00	3.068	67.0	24.37	77.40
2.25					2.558	40.0	16.36	51.95	3.089	69.0	24.97	79.29
2.50					2.568	40.0	16.36	51.95	3.101	71.0	25.56	81.17
2.75									3.114	73.0	26.15	83.06
3.00									3.127	75.0	26.75	84.95
3.25									3.132	77.0	27.34	86.83
3.50									3.145	77.0	27.34	86.83
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

**Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (15/30)
cafc/vrc
O.S. N°055

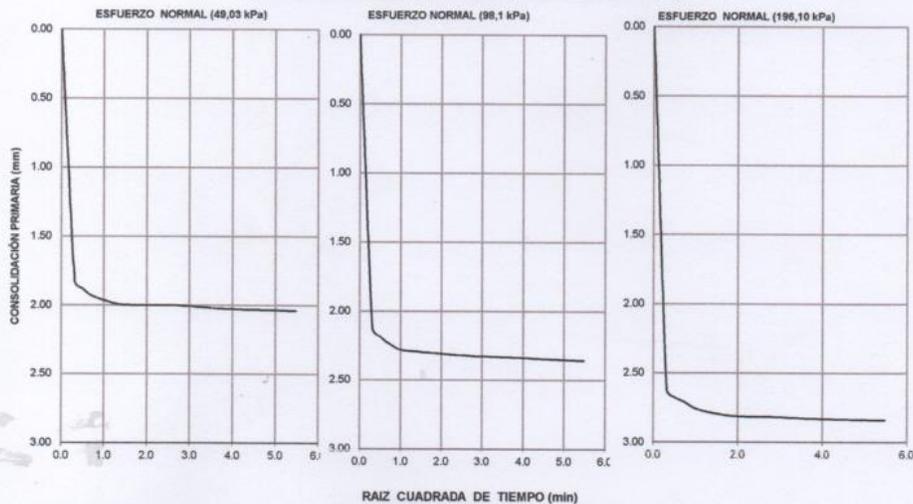
ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP

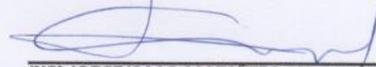
SOLICITANTE	: Brandan Calero, Yoselin Anaiss	MUESTRA	: Distrito de Comas	
PROYECTO DE TESIS	: "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas		CANTIDAD	: 10 kg
UBICACIÓN	: Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria		PRESENTACIÓN	: saco de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 15.09.2020	FECHA DE ENSAYO	: 17.09.2020	

NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




ING° JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN
 CIP 83285
 Lima, 06 de Octubre del 2020

LSP (16/30)
 cafc/vrc
 O.S. N°055

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2020 - LSP**

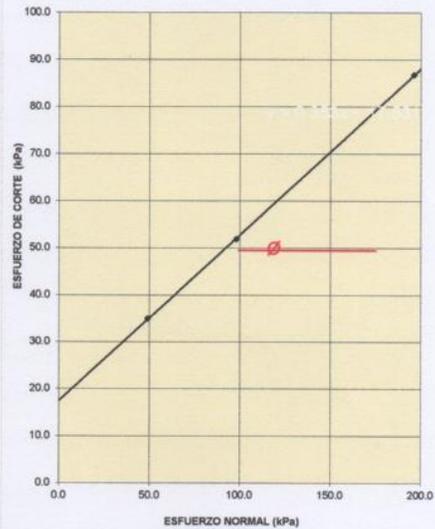
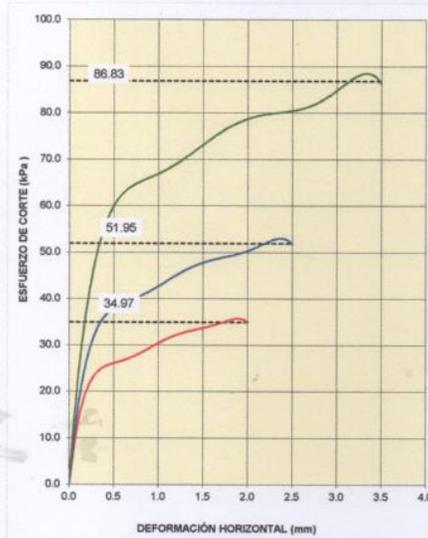
SOLICITANTE : Brandan Calero, Yoselin Anaiss **MUESTRA** : Distrito de Comas

PROYECTO DE TESIS : *Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas **CANTIDAD** : 10 kg

UBICACIÓN : Cruce de las Avenidas San Felipe y Universitaria **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

FECHA DE RECEPCIÓN : 15.09.2020 **FECHA DE ENSAYO** : 17.09.2020

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	17.5	kg/cm ² (0.18)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (α)
			19.4°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
 - Fecha de Orden de Servicio : 15.09.2020
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (17/30)
cafc/vrc
O.S. N°055

ING° JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION
CIP 83285
Lima, 06 de Octubre del 2020

ANEXO 6



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 016 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 032-2020
Fecha de emisión : 2020-02-08

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca : P Y S EQUIPOS
Modelo : STMM-3
Serie : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Contómetro : TAHUA
Modelo de Contómetro : AN-3
Serie de Contómetro : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
07 - FEBRERO - 2020

4. Método de Calibración
Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0974 - 2019	INACAL - DM
CINTA METRICA	STANLEY	L - 1238 - 2019	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2020	PUNTO DE PRECISIÓN

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	35,1	35,4
Humedad %	40	39

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1207-122-2020

Página 1 de 5

Fecha de emisión	2020/11/09
Solicitante	M & V INGENIEROS PERÚ
Dirección	COOPERATIVA SAN MIGUEL, MZ. D LT 8 URB. CAMPOY - SAN JUAN DE LURIGANCHO.
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO
Identificación	1207-122-2020
Marca	PALIO
Modelo	NÓ INDICA
Serie	2245
Cámara	85 Litros
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	DIGITAL
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2020/11/11

Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Esteban Arévalo Carica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1207-122-2020

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2020/11/11

Solicitante M & V INGENIEROS PERÚ

Dirección COOPERATIVA SAN MIGUEL, MZ. D LT 8 URB. CAMPOY - SAN JUAN DE LLIRIGANCHO.

Instrumento de medición BALANZA

Identificación 1207-122-2020

Intervalo de indicación 30000g

División de escala 1 g

Resolución

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante WEIGHT

Modelo JCS-BI

N° de serie HS1503352

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de M&V INGENIEROS PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2020/11/11

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase II y III" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. HAZUÉTTI AREVALO CÉSICA
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vía. Las Flores de San Diego N° C L08421, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 201 6880 / Cel: +51 938 330 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 113 - 2020

Página : 1 de 6

Expediente : T 074-2020
 Fecha de Emisión : 2020-06-10

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JOH S.A.C.

Dirección : AV. PROGRESO DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2298 APY SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIBANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA DE CORTE DIRECTO

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL
 Modelo de Prensa : 28-211401
 Serie de Prensa : 1885-2-1189
 Identificación de Prensa : NO INDICA

Marca de Anillo : ELE
 Modelo de Anillo : 78-0460
 Serie de Anillo : 78-0460-92548
 Capacidad del Anillo : 10 KN
 Identificación de Anillo : NO INDICA

Marca del Dial : ELE INTERNATIONAL
 Modelo del Dial : NO INDICA
 Serie del Dial : 20215
 Procedencia : NO INDICA
 Identificación del Dial : NO INDICA

El equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido cuidadosamente probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROGRESO DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2298 APY SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIBANCHO - LIMA
09 - JUNIO - 2020

4. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de carga patrón.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 160-2018	UNIVERSIDAD CATELÚCA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,7	21,2
Humedad %	71	71

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Lúis Loayza Chapcha
 Reg. CP N° 162691





Punto de Precisión S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 112 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 074-2020
Fecha de emisión : 2020-06-10

1. **Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA.

2. **Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 170251
Capacidad de Prensa : 2000 KN
Código de identificación : NO INDICA

Marca de Indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
09 - JUNIO - 2020

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AFP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AFP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.1	21.1
Humedad %	71	71

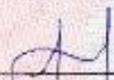
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autocaducosa de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. O.P.N° 152631



JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN418011

DATOS		Fecha de Emisión: 07/12/18
Cliente: M & V INGENIEROS PERÚ		
Dirección: Corporación. San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú		
DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 4		
Marca: PALIO	Serie: 18J014	Procedencia: PERÚ
Tamiz N° 4	Luz: 4.75 mm	Estructura: Acero
	emp.: +/- 0.15 mm	

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN

Fecha de Verificación: 07/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.
Temperatura Inicial/Final: 23 °C / 23 °C	Humedad Relativa: 65 %

1. MEDICION DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (mm)
N° 1	4.78
N° 2	4.84
N° 3	4.31
N° 4	4.79
N° 5	4.95

Promedio: 4.73 **OK**

JMR EQUIPOS S.A.C.

T.C. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO, Hugo Luis Arévalo Camica
JEFE LABORATORIO METROLOGIA INGENIERO CIVIL
 N° 138951

METODO Y TRAZABILIDAD

Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E 11

Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad - INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

OBSERVACIONES

Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA

OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Tel: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN2018007

DATOS
 Cliente: **M & V INGENIEROS PERÚ**
 Dirección: **Corporación. San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú**
 Fecha de Emisión: **07/12/18**

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 20
 Marca: **PALIO** Serie: **18N006** Procedencia: **PERÚ**
 Tamiz N° 20: **Luz: 850 µm** emp.: **+/- 35 µm** Estructura: **Acero**

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN
 Fecha de Verificación: **07/12/18** Lugar de Verificación: **JMR EQUIPOS S.A.C.**
 Temperatura Inicial/Final: **23°C / 23 °C**
 Humedad Relativa: **65 %**

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (µm)
N° 1	845
N° 2	860
N° 3	859
N° 4	847
N° 5	860

JMR EQUIPOS S.A.C.
Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA
 Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 138951

Promedio: 854.20 OK

METODO Y TRAZABILIDAD
 Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Ple de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11
 Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

OBSERVACIONES
 Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA
 OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
 Telf: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN10018005

DATOS
 Cliente: **M & V INGENIEROS PERÚ**
 Dirección: **Corporación. San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú**
 Fecha de Emisión: **07/12/18**

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 100
 Marca: **PALIO** Serie: **18S008** Procedencia: **PERÚ**
 Tamiz N° 100: **Luz: 150 µm** emp.: **+/- 8 µm** Estructura: **Acero Inox.**

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN
 Fecha de Verificación: **07/12/18** Lugar de Verificación: **JMR EQUIPOS S.A.C.**
 Temperatura Inicial/Final: **23 °C / 23 °C**
 Humedad Relativa: **74 %**

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (µm)
N° 1	152
N° 2	156
N° 3	153
N° 4	152
N° 5	154

JMR EQUIPOS S.A.C.
Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA
 Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 138951

Promedio: 153 OK

METODO Y TRAZABILIDAD
 Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Ple de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11
 Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

OBSERVACIONES
 Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA
 OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
 Telf: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN20018008

DATOS		Fecha de Emisión: 07/12/18													
Cliente: M & V INGENIEROS PERU		Dirección: Corporación San Miguel Mz. D.L. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú													
DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 200															
Marca: PALCO	Serie: 16T0018	Procedencia: PERU													
Tamiz N° 200 Luz: 75 µm	Emp: #1- 5 µm	Estructura: Acero inox.													
CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN															
Fecha de Verificación: 07/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.	Temperatura Inicial/Final: 23 °C / 23 °C	Humedad Relativa: 65 %												
1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS															
	 														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (µm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° 1</td><td>77</td></tr> <tr><td>N° 2</td><td>78</td></tr> <tr><td>N° 3</td><td>78</td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>78</td></tr> <tr><td>N° 5</td><td>79</td></tr> </tbody> </table>	Pto	Medición (µm)	N° 1	77	N° 2	78	N° 3	78	N° 4	78	N° 5	79	JMR EQUIPOS S.A.C. Ing. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO JEFE LABORATORIO METROLOGIA Ing. HUGO LUIS ARÉVALO CORNEJO INGENIERO CIVIL (E.N. 13845)		
Pto	Medición (µm)														
N° 1	77														
N° 2	78														
N° 3	78														
N° 4	78														
N° 5	79														
Promedio: 78 OK															
METODO Y TRAZABILIDAD															
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Pá de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E 11															
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS 20000 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MC-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.															
OBSERVACIONES															
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.															
DIRECCION FISCAL CAL. JUNOSAS N° 08 ESTD. - LIMA OFICINA CENTRAL ASOCIACION DE VIVIENDAS SAN DIEGO LAS FLORES MC. 8 LT. 04 - S.M.P. - LIMA Tel: (051) 91 992 802 / Email: ventas@jmrperu.com, servicios@jmrperu.com Web: www.jmrperu.com															

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN20018005

DATOS		Fecha de Emisión: 07/12/18													
Cliente: M & V INGENIEROS PERU		Dirección: Corporación San Miguel Mz. D.L. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú													
DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 10															
Marca: PALCO	Serie: 16T0018	Procedencia: PERU													
Tamiz N° 10 Luz: 2.00mm	Emp: H. 0.07 mm	Estructura: Acero													
CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN															
Fecha de Verificación: 07/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.	Temperatura Inicial/Final: 23 °C / 23 °C	Humedad Relativa: 65 %												
1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS															
	 														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pto</th> <th>Medición (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° 1</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>N° 2</td><td>1.97</td></tr> <tr><td>N° 3</td><td>1.95</td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>2.01</td></tr> <tr><td>N° 5</td><td>2.04</td></tr> </tbody> </table>	Pto	Medición (mm)	N° 1	2.00	N° 2	1.97	N° 3	1.95	N° 4	2.01	N° 5	2.04	JMR EQUIPOS S.A.C. Ing. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO JEFE LABORATORIO METROLOGIA Ing. HUGO LUIS ARÉVALO CORNEJO INGENIERO CIVIL (E.N. 13845)		
Pto	Medición (mm)														
N° 1	2.00														
N° 2	1.97														
N° 3	1.95														
N° 4	2.01														
N° 5	2.04														
Promedio: 2.00 OK															
METODO Y TRAZABILIDAD															
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Pá de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E 11															
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS 20000 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MC-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.															
OBSERVACIONES															
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.															
DIRECCION FISCAL CAL. JUNOSAS N° 08 ESTD. - LIMA OFICINA CENTRAL ASOCIACION DE VIVIENDAS SAN DIEGO LAS FLORES MC. 8 LT. 04 - S.M.P. - LIMA Tel: (051) 91 992 802 / Email: ventas@jmrperu.com, servicios@jmrperu.com Web: www.jmrperu.com															

Documento Autorizado para
 Empresa de Reservas de Derecho Exclusivo
 para uso y/o difusión en nuevas instalaciones. Gerencia Técnica.
 Grupo M & V Ingenieros SAC

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN8018005

DATOS
 Cliente: **M & V INGENIEROS PERÚ.** Fecha de Emisión: **10/12/18**
 Dirección: **Cooperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú.**

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 80
 Marca: **PALIO** Serie: **18R002** Procedencia: **PERU**
 Tamiz N° 80 Luz: **180 µm** emp.: **+/- 9 µm** Estructura: **Acero**

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN
 Fecha de Verificación: **10/12/18** Lugar de Verificación: **JMR EQUIPOS S.A.C.**
 Temperatura Inicial/Final: **24,5 °C / 24,4 °C**
 Humedad Relativa: **67 %**

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (µm)
N° 1	183
N° 2	188
N° 3	186
N° 4	184
N° 5	187

Promedio.: SAC JMR 186 OK

METODO Y TRAZABILIDAD
 Método: Referencia descrito en el PC-012, 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.
 Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

OBSERVACIONES
 Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA
 OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
 Telf.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT118008

DATOS
 Cliente: **M & V INGENIEROS PERÚ.** Fecha de Emisión: **10/12/18**
 Dirección: **Cooperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú.**

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 1"
 Marca: **PALIO** Serie: **18E012** Procedencia: **PERU**
 Tamiz 1" Luz: **25 mm** emp.: **+/- 0.8 mm** Estructura: **Acero**

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN
 Fecha de Verificación: **10/12/18** Lugar de Verificación: **JMR EQUIPOS S.A.C.**
 Temperatura Inicial/Final: **24,5 °C / 24,4 °C**
 Humedad Relativa: **67 %**

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (mm)
N° 1	25.39
N° 2	25.37
N° 3	25.43
N° 4	25.41
N° 5	25.34

Promedio.: SAC JMR 25.39 OK

METODO Y TRAZABILIDAD
 Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.
 Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

OBSERVACIONES
 Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA
 OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
 Telf.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN4018006

DATOS		Cliente: M & V INGENIEROS PERÚ		Fecha de Emisión: 07/12/18	
Dirección: Corporación. San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú					
DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 40					
Marca: PALIO		Serie: 180007		Procedencia: PERÚ	
Tamiz N° 40 Luz: 425 µm		emp.: +/- 19 µm		Estructura: Acero	
CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN					
Fecha de Verificación: 07/12/18			Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.		
Temperatura Inicial/Final: 23 °C / 23 °C			Humedad Relativa: 65 %		
1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS					
Pto	Medición (µm)				
N° 1	428				
N° 2	430				
N° 3	426				
N° 4	427				
N° 5	431	Promedio: 428		OK	
METODO Y TRAZABILIDAD					
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Ple de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.					
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.					
OBSERVACIONES					
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.					
DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B.LT. 04 - S.M.P. - LIMA Tel.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com					

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VTN3018007

DATOS		Cliente: M & V INGENIEROS PERÚ		Fecha de Emisión: 07/12/18	
Dirección: Corporación. San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú					
DATOS DEL EQUIPO TAMIZ N° 30					
Marca: PALIO		Serie: 18N005		Procedencia: PERÚ	
Tamiz N° 30 Luz: 600 µm		emp.: +/- 25 µm		Estructura: Acero	
CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN					
Fecha de Verificación: 07/12/18			Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.		
Temperatura Inicial/Final: 18 °C / 18 °C			Humedad Relativa: 76 %		
1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS					
Pto	Medición (µm)				
N° 1	590				
N° 2	612				
N° 3	615				
N° 4	599				
N° 5	610	Promedio: 605		OK	
METODO Y TRAZABILIDAD					
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Ple de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.					
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.					
OBSERVACIONES					
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.					
DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B.LT. 04 - S.M.P. - LIMA Tel.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com					

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT0.37518009

DATOS
Cliente: M & V INGENIEROS PERÚ
Dirección: Cooperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú.
Fecha de Emisión: 10/12/18

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 3/8"
Marca: PALIO **Serie:** 18H013 **Procedencia:** PERÚ
Tamiz 3/8": Luz: 9,5 mm **emp.:** +/- 0,3 mm **Estructura:** Acero

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN
Fecha de Verificación: 10/12/18 **Lugar de Verificación:** JMR EQUIPOS S.A.C.
Temperatura Inicial/Final: 24,5 °C / 24,4 °C
Humedad Relativa: 67 %

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (mm)
N° 1	9.67
N° 2	9.71
N° 3	9.67
N° 4	9.70
N° 5	9.68

Promedio: 9.69 **OK**

METODO Y TRAZABILIDAD
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

OBSERVACIONES
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.


JMR EQUIPOS S.A.C.
Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO **Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**
JEFE LABORATORIO METROLOGIA **INGENIERO CIVIL**
CIP. N° 138951

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA
OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
Tel.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com Web: www.jmrequipos.com

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT0.7518014

DATOS
Cliente: M & V INGENIEROS PERÚ
Dirección: Cooperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú.
Fecha de Emisión: 10/12/18

DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 3/4"
Marca: PALIO **Serie:** 18F018 **Procedencia:** PERÚ
Tamiz 3/4": Luz: 19 mm **emp.:** +/- 0,6 mm **Estructura:** Acero

CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN
Fecha de Verificación: 10/12/18 **Lugar de Verificación:** JMR EQUIPOS S.A.C.
Temperatura Inicial/Final: 24,5 °C / 24,4 °C
Humedad Relativa: 67 %

1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

Pto	Medición (mm)
N° 1	19.60
N° 2	19.43
N° 3	19.55
N° 4	19.40
N° 5	19.55

Promedio: 19.51 **OK**

METODO Y TRAZABILIDAD
Método: Referencia descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. QS.20500 Con Certificado de Calibración LLA-030-2018 y MS-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL- Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015.

OBSERVACIONES
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.


JMR EQUIPOS S.A.C.
Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO **Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**
JEFE LABORATORIO METROLOGIA **INGENIERO CIVIL**
CIP. N° 138951

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT218009

DATOS		Fecha de Emisión: 10/12/18	
Cliente: M & V INGENIEROS PERU		Dirección: Cooperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú	
DATOS DEL EQUIPO TAMIZ 2"			
Marca: PALJO	Serie: 180018	Procedencia: PERU	
Tamiz 2" Luz: 50 mm	emp: +/- 1.5 mm	Estructura: Acero	
CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN			
Fecha de Verificación: 10/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.		
Temperatura Inicial/Final: 24.5 °C / 24.4 °C		Humedad Relativa: 67 %	
1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS			
Pto	Medición (mm)		JMR EQUIPOS S.A.C. Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO JEFE LABORATORIO METROLOGIA Hugo Luis Arriola Camacho INGENIERO CIVIL CIP N° 13881
N° 1	51.23		
N° 2	51.14		
N° 3	51.26		
N° 4	51.17		
N° 5	51.13		
Promedio: 51.18 OK			
METODO Y TRAZABILIDAD			
Método: Referencia descripto en el PC-012 9a Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11			
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. G8 20500 Con Certificado de Calibración IIA-110-2018 y MB-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015			
OBSERVACIONES			
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.			

JMR EQUIPOS S.A.C.
Certificado de Calibración: N°VT218012

DATOS		Fecha de Emisión: 10/12/18	
Cliente: M & V INGENIEROS PERU		Dirección: Cooperativa San Miguel Mz. D Lt. 8 Urb. Campoy - S.J.L. - Lima - Perú	
DATOS DEL EQUIPO TAMIZ Nº 4			
Marca: PALJO	Serie: 180018	Procedencia: PERU	
Tamiz Nº 4 Luz: 4.75 mm	emp: +/- 1.5 mm	Estructura: Acero	
CARACTERÍSTICA DE LA VERIFICACIÓN			
Fecha de Verificación: 10/12/18	Lugar de Verificación: JMR EQUIPOS S.A.C.		
Temperatura Inicial/Final: 24.5 °C / 24.4 °C		Humedad Relativa: 67 %	
1. MEDICIÓN DE LOS PUNTOS			
Pto	Medición (mm)		JMR EQUIPOS S.A.C. Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO JEFE LABORATORIO METROLOGIA Hugo Luis Arriola Camacho INGENIERO CIVIL CIP N° 13881
N° 1	4.77		
N° 2	4.77		
N° 3	4.78		
N° 4	4.74		
N° 5	4.70		
Promedio: 4.77 OK			
METODO Y TRAZABILIDAD			
Método: Referencia descripto en el PC-012 9a Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11			
Equipo Patrón: Microscopio Digital Mod. G8 20500 Con Certificado de Calibración IIA-050-2018 y MB-0223-2018 respectivamente con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL - Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015			
OBSERVACIONES			
Los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.			



875 Tollgate Rd., Elgin IL 60123 U.S.A.
 1.800.544.7220 Fax: 1.708.456.0137
 e-mail: hmc@humboldtmg.com
www.humboldtmg.com

Humboldt Calibration Certificate

Model	HM-2300.100
Full scale Output	30000gms
NTEPW	0.10%
Serial#	800082
Capacity	10,000 lb
Date	10/2/2019

Zero Balance	±0.00% FS
Rated Excitation	10 Vd
Compensated Temp. Range	10 to 104 (10 to 40°C)
Insulation Res.	1,000 Megohms at 50V DC
Barometric Effect	Nil
Input Resistance	83 ± 1Ω
Output Resistance	350 ± 3Ω
Minimum Dead Load	200LB
Vmax	0.400LB
Scale overload (150%)	150% of capacity
Ultimate overload (300%)	

Wiring Code			
Red	+ Excitation	Black	- Excitation
White	+ Output	Green	- Output

Caution: Cutting cable will affect the Full Scale Output calibration and Voids warranty!

Data obtained utilizing standards traceable to the National Institute of Standards & Technology.

Documento Autorizado para
 la Empresa de Reserva el Derecho Exclusivo
 de Uso y/o difusión de nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.
 Ejecutados en nuestras instalaciones. Grupo M&V Ingenieros SAC



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LPP - 098 - 2019

Página: 1 de 8

Expediente : T 143-2019
 Fecha de Emisión : 2019-03-25

1. Solicitante : MANUEL TORRES ROQUE S.A.C

Dirección : CAL 13 NCA, X1 LOTE 2 URB. SAN ANTONIO DE CARAPONGO - LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA

Marca de Fabrica : ELE INTERNATIONAL
 Marca de Anillo : ELE INTERNATIONAL
 Modelo de Anillo : NO INDICA
 Serie de Anillo : 20014
 Capacidad del Anillo : 5000 kg
 Marca del Dial : SOLTEST
 Modelo del Dial : LC-2
 Serie del Dial : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie above indicados ha sido calibrado primario y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o de condiciones operativas.

Punto de Precisión SAC no se responsabiliza por el uso que se haga de los resultados de esta calibración, ni por el uso que se haga de este certificado, ni de los datos suministrados por el solicitante de la calibración por su cuenta.

3. Lugar y Fecha de Calibración

LUGAR DE CALIBRACIÓN: MANUEL TORRES ROQUE S.A.C
22 - MARZO - 2019

4. Método de Calibración

Calibración de masa por el método de comparación del dial del anillo y la escala de calibración.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	ASP TRANSDUCERS		UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	ASP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24.5	24.7
Humedad %	54	53

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde, con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Lizyza Capcha
Reg. CP N° 152831

Av. Lito Argandoña 653 - LIMA 42 Telf. 262-8106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

Documento Autorizado para Tesis Brandan Calero, Yoselin
La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo de Uso y/o difusión de los Ensayos Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica Grupo M&V Ingenieros SAC