

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

## **“INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022”**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Ricardo Dennis Gavidia Reyes

**Asesor:**

Mg. German Sagastegui Vásquez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Luis Alberto, Alva Reyes</b>	<b>42013371</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Nixon Brayan, Peche Melo</b>	<b>70615775</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Sheyla Yuliana, Cornejo Rodriguez</b>	<b>41639360</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD



### Document Information

Analyzed document	TESIS - CENIZA DE CAFÉ - RICARDO DENNIS GAVIDIA REYES.pdf (D158815521)
Submitted	2/16/2023 6:05:00 PM
Submitted by	German
Submitter email	german.sagastegui@upn.edu.pe
Similarity	9%
Analysis address	german.sagastegui.delnor@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / T3_TALLERTESIS2_ANTONYCUADROS.docx</b> Document T3_TALLERTESIS2_ANTONYCUADROS.docx (D150044682) Submitted by: paula.julian@upn.pe Receiver: paula.julian.delnor@analysis.orkund.com	1
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / INFORME FINAL DE TESIS VICTOR CASTILLO Y RAMON BELLO (TODO Ok).pdf</b> Document INFORME FINAL DE TESIS VICTOR CASTILLO Y RAMON BELLO (TODO Ok).pdf (D154975887) Submitted by: german.sagastegui@upn.edu.pe Receiver: german.sagastegui.delnor@analysis.orkund.com	4
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / T3_NARRO_MANTILLA_VICTOR_07112022.docx</b> Document T3_NARRO_MANTILLA_VICTOR_07112022.docx (D149516206) Submitted by: cristhian.mogollon@upn.pe Receiver: cristhian.mogollon.delnor@analysis.orkund.com	6
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / TESIS RICARDO DENNIS GAVIDIA REYES.pdf</b> Document TESIS RICARDO DENNIS GAVIDIA REYES.pdf (D158202168) Submitted by: german.sagastegui@upn.edu.pe Receiver: german.sagastegui.delnor@analysis.orkund.com	3
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47343">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47343</a> Fetched: 2/16/2023 6:06:00 PM	1
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626177/LandaA_J.pdf?sequence=66...">https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626177/LandaA_J.pdf?sequence=66...</a> Fetched: 2/16/2023 6:07:00 PM	2
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / TESIS GUEVARA ÑUÑUVERA FINAL.pdf</b> Document TESIS GUEVARA ÑUÑUVERA FINAL.pdf (D146852137) Submitted by: german.sagastegui@upn.edu.pe Receiver: german.sagastegui.delnor@analysis.orkund.com	18
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / TESIS PEÑA LOPEZ KIARITH Y SIFUENTES ALVAREZ NAYSHA.pdf</b> Document TESIS PEÑA LOPEZ KIARITH Y SIFUENTES ALVAREZ NAYSHA.pdf (D119091771) Submitted by: german.sagastegui@upn.edu.pe Receiver: german.sagastegui.delnor@analysis.orkund.com	1
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / TESIS GUEVARA ÑUÑUVERA.pdf</b> Document TESIS GUEVARA ÑUÑUVERA.pdf (D146535151) Submitted by: german.sagastegui@upn.edu.pe Receiver: german.sagastegui.delnor@analysis.orkund.com	3
<b>SA</b>	<b>Tesis, Ladera y Borbor, Ceniza de Palma Aceitera.pdf</b> Document Tesis, Ladera y Borbor, Ceniza de Palma Aceitera.pdf (D142411704)	5



<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / EF_Tesis 2_Ortiz Pacuri Franklin Bryan _ Baldeon Silva Jalexis.docx</b> Document EF_Tesis 2_Ortiz Pacuri Franklin Bryan _ Baldeon Silva Jalexis.docx (D119559816) Submitted by: bryanop1999@gmail.com Receiver: robert.carrasco.delnor@analysis.orkund.com	1
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / T3_3592_Olascuaga_Hernandez.docx</b> Document T3_3592_Olascuaga_Hernandez.docx (D149579480) Submitted by: jaclyn.corrales@upn.pe Receiver: jaclyn.corrales.delnor@analysis.orkund.com	1

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi padre, que me dio el ejemplo para ser un buen hombre. A mi hermana Liz, a quien quiero como a una madre. Y a todos mis hermanos en general porque si no fuera por ustedes no habiéramos logrado esta meta.

**Ricardo Dennis Gavidia Reyes**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y por darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre, que con su demostración de madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni a rendirme ante nada y siempre perseverar con la ayuda de sus sabios consejos.

A mi padre, por haber sido un apoyo y un pilar en mi formación como hombre que con rectitud e integridad me supo encaminar por un buen camino.

A mi hermana Liz, por su apoyo incondicional y estar siempre ahí cuando la necesité.

A todos mis hermanos que de alguna u otra manera han aportado su apoyo para que llegue a esta meta profesional.

A mi asesor de tesis al Mg. Germán Sagastegui Vásquez quien estuvo ahí en cada paso de la elaboración de mi tesis orientándome y dándome las recomendaciones necesarias para concluirla.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
JURADO EVALUADOR .....	I
INFORME DE SIMILITUD .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
TABLA DE CONTENIDO .....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
RESUMEN .....	VIII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	27
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	38
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	49
REFERENCIAS .....	58
ANEXOS .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> <i>Composición típica de ceniza</i> .....	23
<b>Tabla 2:</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	29
<b>Tabla 3:</b> <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable independiente</i> .....	32
<b>Tabla 4:</b> <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable dependiente</i> .....	32
<b>Tabla 5:</b> <i>Detalle de herramientas</i> .....	33
<b>Tabla 6:</b> <i>Coordenadas de la toma de muestras</i> .....	38
<b>Tabla 7:</b> <i>Determinación del diámetro efectivo, coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura</i> .....	39
<b>Tabla 8:</b> <i>Ensayos de límites de consistencia</i> .....	40
<b>Tabla 9:</b> <i>Determinación de la densidad seca y contenido óptimo de humeada</i> .....	40
<b>Tabla 10:</b> <i>Clasificación de suelo</i> .....	40
<b>Tabla 11:</b> <i>CBR ASTM D-1557-91</i> .....	40
<b>Tabla 12:</b> <i>Resumen de características promedio del subrasante</i> .....	42
<b>Tabla 13:</b> <i>Ensayos de límites de consistencia</i> .....	44
<b>Tabla 14:</b> <i>Determinación de la densidad seca y contenido óptimo de humedad</i> .....	45
<b>Tabla 15:</b> <i>CBR ASTM D-1557-91</i> .....	45
<b>Tabla 16:</b> <i>Determinación de la dosificación de ceniza óptima para estabilización del subrasante</i> .....	46
<b>Tabla 17:</b> <i>VARIABLES A SER EVALUADAS MEDIANTE ANÁLISIS ANOVA</i> .....	47
<b>Tabla 18:</b> <i>Resultado de prueba de ANOVA para humedad óptima</i> .....	48
<b>Tabla 19:</b> <i>Resultado de prueba de ANOVA para humedad óptima</i> .....	48
<b>Tabla 20:</b> <i>Resultado de prueba de ANOVA para densidad seca</i> .....	49
<b>Tabla 21:</b> <i>Resultado de prueba de ANOVA para densidad seca</i> .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Ruta de los objetivos específicos secuencialmente.</i> .....	38
--	----

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar la influencia de agregado de ceniza de pulpa de café para la estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén, 2022. La investigación fue de diseño experimental, la muestra de esta compuesta por 8 calicatas del subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km. Los resultados permiten concluir: Respecto al objetivo general las dosificaciones de ceniza de pulpa de café mejoran las condiciones de estabilidad de suelo de la vía Chontalí – Pachapiriana, siendo la dosificación más óptima la de 9%. Esta dosificación mejoró sustancialmente las propiedades de plasticidad de 12.2 a 6.61 (38.6% ), Incrementó la densidad seca de 1.89 a 1.99 (8.4%); e incrementó el CBR AL 100% de M.D.S. de 45 a 58 ( 28.9%) y el CBR AL 95% de M.D.S. de 35 a 43 (22.9%), lográndose demostrar la hipótesis de investigación agregado de ceniza de pulpa de café para la estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén, 2022. Las características geotécnicas del suelo con diversos porcentajes de estabilizante fueron para el índice de plasticidad para una dosificación de 3% de Ceniza de Pulpa de Café (CPC) ( $I_p = 7.83$ ,  $D_s = 1.950$ ); para 6% CPC ( $I_p = 7.03$ ,  $D_s = 1.980$ ); 9% CPC ( $I_p = 6.61$ ,  $D_s = 1.99$ ), y; 12% CPC ( $I_p = 7.29$ ,  $D_s = 1.980$ ). siendo en estos parámetros la dosificación de 9% fue la más destacada, se sometió a la prueba ASTM D-1557-91, mostrando CBR al 100% de M.D.S. de 58 y el CBR AL 95% de M.D.S. de 43.

**Palabras clave:** Suelos – Estabilización – Ceniza pulpa de café; Vías terciarias – Estabilización, Residuos agropecuarios estabilización

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel mundial producción de cafetalera, por cada Tonelada de granos de café se obtiene entre 4-6 kg de ceniza, que es la parte no utilizable que se seca y quema para producir energía (Ramírez et al., 2011a). Una planta de procesamiento de café procesa 34 toneladas métricas (TM) café por hora (no incluye tuza), lo que hace un total de 24,480 TM por mes, representando una producción de cenizas de 122.4 TM al mes lo que es un problema para su disposición, además la empresa recibe presiones de economía circular.

En Colombia, Parra (2018) evaluó la resistencia mecánica bajo carga monotonica de tracción y compresión de varios especímenes de caolín en laboratorio, con adición de cal y cenizas volantes al 2%, 4%, 6% y 8% según la Prueba de Proctor estándar y suelo de investigación (Caolín ).Previamente se hizo una caracterización de los materiales y finalmente se hizo una comparación para determinar la mejora del suelo, concluyendo que no hay una mejora significativa de los suelos de ceniza que los de caolín en que la cal tiene una mejor resistencia al estrés y máxima deformación.

En Ecuador, Cañar (2017) realizó los análisis comparativos y estabilización de la resistencia al corte de suelos de arena fina y suelos arcillosos con ceniza de carbón, y se estabilizaron dos suelos con diferentes características mediante la combinación de aditivos como ceniza de carbón, y se realizaron ensayos de laboratorio con ensayo de compresión o proctor modificado. Después de calcular la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad mediante

la evaluación de la capacidad portante y la resistencia al corte del Suelo arenoso fino y suelo arcilloso fino, 20, 23 y 25% Se siguió el mismo procedimiento para la combinación de ceniza de carbón al 3%...

En Perú, Chilcon y León (2020) analizaron la estabilidad de suelos arcillosos tratados con un agregado de cenizas de carbón n el subsuelo AV. Cuzco, encontrando que la arcilla tratada con ceniza de carbón mejora la estabilización de este tipo de suelo, también se propuso aumentar la proporción de ceniza de carbón para lograr una mejor estabilización.

En La Libertad, Terrones (2019) logró estabilizar el suelo arcilloso del sector de Barraza juzgando el efecto de la adición de bagazo de caña de azúcar en la proporción de 5%, 10% y 15% en peso, se prepararon seis muestras de Trujillo y la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar al 15%. resistividad de 150,60 KPA, como resultado de juzgar que se pueden obtener ventajas positivas para las empresas involucradas en la construcción de infraestructura vial, la adición de 15% de ceniza de bagazo de caña de azúcar tiene una resistividad promedio de 150,60 KPA, positiva para las empresas involucradas en la construcción de infraestructura vial. es un desperdicio ahorrar dinero al comprar aditivos de estabilización y ahorrar dinero durante la fase de mantenimiento.

Chontalí es un distrito de la provincia de Jaén de agricultura y ganadería, el 90% de PEA distrital, se debe al cultivo de café el principal producto agrícola (58% del área cultivada), y por lo tanto, principal fuente generadora de ingresos

de los agricultores, el café, da estabilidad económica y enriquece la economía por cuanto el café se enlaza en la cadena productiva de exportación, por lo que contribuye a la balanza comercial del distrito, es decir, no es afectado por la economía local (Carranza, 2022).

El Gobierno Regional de Cajamarca señala que el problema serio de los distritos rurales, son los costos logísticos, no solo para la producción agrícola, sino para el costo de vida y desarrollo humano, debido a la mala calidad de las vías de comunicación, generalmente afirmadas e inadecuadamente o sin mantenimiento. Por otro lado, dado los suelos arcillosos, las vías afirmadas son muy vulnerables a las lluvias y el tránsito de camiones (que transportan el café). Siendo necesario alternativas para su estabilización, que permite reemplazar un suelo de baja calidad por otro estabilizado y mejorado, siendo los costos una gran limitante, en particular de material (GRPP, 2022).

La vía del centro poblado Pachapirana con el distrito de Chontalí – Jaén es una carretera afirmada sin agenda de mejorarse, y en continuo deterioro por su naturaleza arcillosa, por la lluvia y falta de estabilización del suelo, esto molesta a los productores cafeteros del centro poblado de Pachapirana y en general a toda la provincia, pues estos pueblos contribuyen con su desarrollo, su desarrollo mejora el desarrollo de Jaén (DePeru.com, 2022).

En el centro poblado Pachapirana el cultivo del café se produce gran cantidad de residuos como la pulpa, la cual es generadora de altos niveles de contaminación al igual que en todas las áreas cafetaleras. El procesamiento adecuado de los desechos generados, para ser transformados en productos de valor agregado, puede mejorar la calidad de vida de los caficultores. Los caficultores

requieren de energía térmica para sus diferentes procesos, como calentar el agua para el lavado y despulpado del café, por lo que un manejo para la pulpa es secarlo y quemarlo, la misma que evita la contaminación de los ríos y aporta energía. Luego la ceniza producida en grandes volúmenes es desechada provocando contaminación, es por ello por lo que muchos antecedentes señalan su uso como material estabilizante de sus vías de comunicación rurales, pues estos estudios muestran idóneo como solución de estabilizante, siendo una solución para los suelos, la vía, ambiental para los ríos, y suelos y contribuye a la economía del centro poblado y distrito al mejorar la vía de comunicación y reducir los costos de transporte y logísticos (Carranza, 2022).

**Título: “Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante a partir de cenizas cascarilla de café arábica”**

Olano et al. (2021) logró aumentar el valor del soporte del suelo mediante la adición de eco estabilizadores de ceniza de cáscara de café arábica, este estudio tiene como objetivo determinar la dosis para estabilizar el suelo cohesivo mediante la incorporación de eco estabilizadores de ceniza de cáscara de café arábica. Este estudio siguió un diseño cuantitativo experimental, y las técnicas utilizadas fueron la observación y fichas de recolección de datos. Los Estabilizadores Ambientales tienen partículas gruesas, y se incorporan 10%, 15%, 20% y 25% de Estabilizadores Ambientales. Conclusión de que la dosis ideal es una integral del 15% del peso de la muestra.

**Aporte:** Esta investigación es importante porque opta por utilizar un eco estabilizante, contribuyendo al aumento de su resistencia, reducción costos de

mantenimiento, acortando los tiempos de traslado en cualquier temporada, forjando una mejor economía y calidad de vida para los lugareños.

**Título: “Estimación de la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de café con relación a uno sin modificar”**

Ortiz (2021) estimó la resistencia de los suelos delgados cuando se les agrega ceniza de cascarilla de café con respecto a los no fertilizados, en este trabajo se analiza el uso de la ceniza de cascarilla de café como aditivo en suelos delgados con baja capacidad portante y con propiedades muy plásticas. Este estudio experimental tiene como objetivo analizar los cambios físico-mecánicos de suelos delgados de alta plasticidad buscando una solución para la estabilización de caminos terciarios en el municipio de Bio 4 mediante la adición de un 15% de ceniza de cascarilla de café. o suelos saturados en regiones tropicales. En este estudio se utilizó la ceniza de cascarilla de café porque es un desecho agroindustrial de muy bajo costo que se presenta en grandes cantidades en las comunidades y no se dispone adecuadamente, brindando un aprovechamiento y mitigando los problemas ambientales que ocasiona. Un método cuantitativo basado en la Norma Técnica Colombia y un enfoque mixto aumenta la resistencia a la compresión en un 28% y pierde completamente la plasticidad, demostrando así un efecto positivo en la resistividad del suelo al agregarle un 15% a este tipo de suelo con pruebas de laboratorio que se pueden demostrar. se utiliza para analizar cada estudio realizado.

**Aporte:** La estabilización de un suelo es el proceso al que se someten los suelos naturales en el cual se mejoran sus características físicas, químicas y

mecánicas para que aguanten las condiciones medioambientales y se obtenga una plataforma firme y estable que soporte los efectos del tránsito. Las ventajas que se obtienen al estabilizar una vía con material orgánico principalmente es su bajo costo, el tiempo de ejecución y la durabilidad de la obra.

**Título: “Estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación de cenizas cascarilla café arábica, carretera Guineas a Mañumalkm. 0+000 al km.7+500, Utcubamba ”**

Olano (2021) estabilizó suelos cohesivos mediante la incorporación de cenizas de cascarilla de café arábica, Km a la Autopista Guinea, el objetivo fue distinguir las propiedades físicas del cambio climático, aplicar estos insumos en diferentes proporciones, analizar las propiedades de resistencia de los suelos estabilizados, mostrar el efecto de permeabilidad en suelos estabilizados y determinar las dosis ideales. Tipo de estudio aplicado, la población está conformada por vías cercanas a la jurisdicción de la Falgua Grande, que es por ejemplo la vía Guinea a Macumal. Como resultado, los suelos cohesivos estudiados son granulares, tales como arenas arcillosas, arenas limosas y arcillas inorgánicas de plasticidad media y alta, que mejoran las propiedades resistivas del suelo incorporándolas en diferentes proporciones. Concluyó que la dosis ideal de incorporación del 15%, de ceniza de pulpa de café, basada en el peso de la muestra, es de Guineas a Ma Kwumal km 0+000-7+500, Utcubamba.

**Aporte:** Esta investigación es importante porque con una carretera en buen estado, los pobladores podrán trasladarse en tiempos cortos, en cualquier temporada del año, forjando una mejor economía y calidad de vida. Servirá para

incentivar a futuras investigaciones y a que brinden la importancia necesaria a la estabilización de trochas.

**Título: “Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de Bagacillo (CB) para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Universitaria, Lima 2019”**

Ccanto (2019) indica la estabilización de suelos arcillosos con ceniza de bagacillo (columbium) para el mejoramiento de la calzada. Para obtener un mejor soporte técnico, se recomienda el uso de cenizas de bagazo en proporciones de 10%, 15% y 20% como método alternativo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos para que cumplan con los requisitos mínimos de uso subterráneo. Propuesta por la Universidad de Lima 2019, se cita una teoría sobre la estabilización de suelos utilizando aditivos de residuos industriales, es decir, se han formulado precursores a nivel nacional, internacional y regional que sustentan esta tesis brindando información objetiva. En este trabajo se optó por utilizar el método experimental porque busca relacionar dos variables para obtener un resultado de manera deliberada o manipulada, en este orden los estudios de tipo aplicación pretenden brindar nuevos análisis, soluciones y datos de conclusión. El nivel de estudio propuesto se describe en un enfoque cuantitativo, ya que el proceso se realiza directamente a través de la prueba, este estudio tiene como objetivo determinar el efecto de la adición de Bagasesca a razón de 10%, 15% y 20%, puede mejorar la estabilidad de suelos arcillosos para su uso como firmes para caminos de acceso. Fecha de consulta 19 de diciembre de 1999. Fecha de consulta 19 de diciembre de 1999. Universidad, sección 2019, debe usar. Además, se han utilizado los siguientes instrumentos para la recolección de datos confiable

y directa: propiedades mecánicas, etc. (ASTM D422, MTC E109-2016, NTP339.132-2014), límites de Atterberg (ASTM D4318, MTC E111) y Procter modificado. (ASTM D4318), D1557, MTC E115-2000) y CBR (ASTM D1883, MTC E109-2016, NTP339.132-2014). 132-2000). El resultado obtenido fue positivo, un aumento de 2,3% a 15,2%, lo que se considera un excelente sustrato, y también mostró una disminución en el resultado de hinchamiento de 9,06% a 1,89% y una disminución en la absorción de agua de 14,3% a 4,6%.

**Aporte:** Es de gran importancia conocer el comportamiento, capacidades y propiedades del suelo, ya que, este es el primer paso para todo tipo de proyectos a ejecutar es por ello que es de vital importancia que los suelos de tipo arcilloso cumplan requisitos mínimos de calidad establecidos en la norma nacional e internacional y puedan garantizar un buen servicio en las estructuras de cualquier edificación.

**Título: “Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal”**

Landa y Torres (2019) lograron mejorar el subsuelo arcilloso con cenizas volantes de sorgo de caña de azúcar y cal, la investigación actual tiene como objetivo utilizar residuos agroindustriales junto con cal para estabilizar el subsuelo pobre de las carreteras asfaltadas. Se estudió el efecto de la ceniza de caña de azúcar combinada con cal para mejorar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos con baja plasticidad y pertenecientes al subgrupo -6 según Ashto (8). Los ensayos realizados fueron compactaciones estándar para comparar Ashto y muestras de suelo natural con porcentajes totales de 5%, 15% y 25% del material

estabilizador aplicado en seco. Además, estas proporciones incluían cuatro combinaciones parciales de 100 % cal, 75 % cal + 25 % cal, 50 % cal + 50 % cal y 100 % cal. Entre los resultados más destacables se encuentra la mejora de las propiedades de compactación y censo del suelo, reduciendo en un 50% la aparición de cal. Al utilizar un 5% de material estabilizador en subrasante a la masa seca de la arcilla, se puede obtener un porcentaje de material estabilizador que muestra una mejora efectiva e inmediata.

**Aporte:** La función principal de la subrasante es proporcionar el soporte adecuado para el afirmado para el caso de una carretera no pavimentada. No obstante, las fallas presentadas en la superficie de rodadura de la carretera se evidencian un deficiente comportamiento mecánico del material arcilloso de la subrasante

**Título: “Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo—Trujillo, La Libertad 2018 ”**

Aquino (2020) consiguió estabilizar suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en el subsuelo del Distrito de Laredo-Trujillo, La Libertad 2018, este estudio examina el efecto de la estabilización global de suelos en la estabilización de suelos a nivel de subsuelo en el Distrito de Laredo. El trabajo de laboratorio incluyó la caracterización del suelo y la caracterización del globo por difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido. Las pruebas preliminares del suelo muestran que pertenece a la Clase-6 según la clasificación de Ashtor. Los suelos de esta clase son generalmente de poca utilidad en

ingeniería. Se utilizaron el límite de Atterberg, la expansión libre, el índice de expansión libre y Procter y tamiz modificados para evaluar las propiedades de los suelos estabilizados. El suelo se estabilizó con concentraciones incrementales de 5%, 10% y 15% del peso seco del suelo. Como resultado del análisis de los resultados, el índice de masa del suelo mejoró a medida que el índice de masa del suelo se estabilizó debido a la disminución de la plasticidad, la capacidad de expansión y el índice de masa del suelo, y el índice de masa del suelo mejoró a medida que aumentó el índice de masa del suelo. Con base en las mejores relaciones y mezclas de rendimiento de ingeniería, se realizó un diseño de sección de pavimento típico y un análisis económico comparativo posterior que mostró reducciones en los costos de construcción y mantenimiento de las superficies de carreteras y pavimentos de estabilización urbana. En este estudio se cumplen los requisitos mínimos del manual vial de la siguiente manera: pavimento para uso como material de firme en medicina oriental de suelos, geología, ingeniería geotécnica y construcción de carreteras.

**Aporte:** La importancia de este trabajo radica en el hecho de que puede ofrecerse al medio una nueva adición para la estabilización de suelos, que mejore todas o alguna propiedad de los suelos y que además se dé utilidad a un material que contamina el medio ambiente, con el fin de utilizar a los suelos en la construcción de obras civiles.

Desde el punto de vista de la ingeniería, el suelo es un sustrato físico sobre el que se realizan trabajos o construcciones, del cual son importantes las propiedades fisicoquímicas, especialmente las propiedades mecánicas. El suelo se

considera un sistema multifásico que consiste en una fase sólida, una fase líquida (típicamente agua) que forma la columna vertebral de la composición del suelo y una fase gaseosa (generalmente aire) que ocupa los intersticios entre los sólidos. Se pueden distinguir tres grupos de parámetros que pueden definir el comportamiento de los suelos ante tareas de influencia: parámetros de identificación, parámetros de estado y parámetros estrictamente geomecánicas. (MTC, 2014).

Los principales parámetros de identificación son la granularidad (la distribución del tamaño de las partículas que componen el agregado) y la plasticidad (cambio en la consistencia del agregado con el contenido de agua). Las partículas varían en tamaño desde las conocidas como grava y arena hasta las más finas como la arcilla y el limo. La variación en la consistencia del suelo con el contenido de agua también distingue las principales clases granulares mencionadas anteriormente. Los parámetros básicos del estado son la humedad (el contenido de agua del agregado) y la densidad, que indica el grado de miniaturización de las partículas constituyentes. Los parámetros geomecánicas del suelo enfatizan la resistencia al corte, la deformación o la permeabilidad. La composición química y/o mineralógica de la fase sólida también influye en el comportamiento del suelo, y este efecto es particularmente evidente en suelos muy finos (arcillosos). La capacidad de retención de agua y la estabilidad del volumen dependen de la composición, siendo las que causan mayores problemas con los minerales arcillosos (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012).

Una subrasante se define como la estructura superficial o terraplén de una carretera sobre la que se implanta un ligante asfáltico, compuesto de materiales

seleccionados con propiedades aceptables que, al compactarse en capas, forman una estructura en el suelo y no interfieren con la carga aplicada a él (Castro, 2017).

Dependiendo de la determinación de las características de la subrasante, con el fin de determinar el estado óptimo de la subrasante en cualquier carga, su resistencia, proporcionará datos para determinar la calidad óptima del suelo. (Castro, 2017).

Si el CBR es del 6%, significa que estos suelos son óptimos para ser usados como subrasante, si el porcentaje es menor al CBR o existen áreas con presencia de humedad y suelo blando, se deben crear alternativas para estabilizar, mejorar o reemplace este suelo, si el suelo de cimentación es arcilloso o limoso y pierden la compostura cuando entran en contacto con el agua se expanden debido a las cargas sometidas El sustrato debe estar 0,60 cm por encima del nivel del agua si la subrasante es excelente u obtener un % de CBR de al menos 0,60 m si la subrasante es muy buena o con CBR 20 % en CBR < 30 % a 0,80 m si la subrasante es buena o con CBR 10 % en cbr < 20 % a 1,00 m si la subrasante es buena o con CBR 6 % En CBR < 10 % con 1,20 si la subrasante es mala o con CBR a % CBR < 6% y 1,40 de distancia si la subrasante es muy mala e inadecuada o se obtiene CBR < 3% (Castro, 2017).

La capacidad portante se refiere a la resistencia que ofrece a la deformación bajo cargas vivas. Representan factores que afectan la capacidad de carga de los suelos, como la menor capacidad de carga del suelo (Mamani y Yataco, 2017).

La estabilización de suelos se define como la mejora de sus propiedades físicas, mecánicas y químicas mediante procesos mecánicos mediante la adición

de productos naturales, sintéticos y químicos, esta práctica se suele realizar en suelos extensos con muy poca capacidad portante para la compactación, suelos cementosos, suelos la estabilización con resultados positivos se logra mediante el uso de suelo calcáreo, suelo asfáltico y otros materiales. La estabilización de suelos arcillosos consiste en modificar sus propiedades para que cumplan con los requisitos mínimos de suelos densos y concisos que no pueden ser dañados por la fuerza a la que están sometidos. (Mamani y Yataco, 2017)

Esta práctica se puede definir como la modificación o mantenimiento de una o más propiedades del suelo con el fin de mejorar las capacidades físicas y mecánicas del suelo que se pueden utilizar para trabajos de ingeniería. Esta práctica toma como referencia la práctica alternativa de utilizar sustancias químicas, orgánicas y otras que mejoran las propiedades de los suelos expansivos o sueltos, como cenizas, cal o arcilla, que junto con el cemento dan como resultado suelos más duraderos. (Njideka y Ben, 2019)

Rico y Del Castillo (1978), la estabilización de suelos es un proceso destinado a mejorar propiedades como la resistencia a la deformación, la reducción de la sensibilidad al agua y el control de la erosión y el cambio de volumen. La estabilización de un suelo arcilloso consiste en modificar algunas de sus propiedades indeseables para el uso que le queremos dar a este suelo. Las principales propiedades indeseables de las arcillas plásticas son un índice de plasticidad demasiado alto, lo que significa un alto valor de expansión (o contracción inversa), y la capacidad de soportar cargas estructurales demasiado bajas. Los suelos arcillosos tienen la capacidad de cambiar de volumen cuando dejan de absorber o absorber agua, lo que provoca hinchamientos al asentarse de

obra, dando lugar a ciertas fisuras, muchas veces vistas en frentes de fisuras horizontales.

En cuanto a la composición de la ceniza, la ceniza es un producto de la combustión de sustancias formadas por sustancias inorgánicas no combustibles como las sales inorgánicas. Una parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se quemó el combustible (madera, basura, etc.) y la otra parte puede ser liberada al aire como parte del humo. (IDRC.CRDI, 1978).

Las cenizas vegetales (madera, cascaras, ramas, etc.) tiene un alto contenido de K, Ca, Mg y otros minerales esenciales. Por lo general, es muy alcalino y se puede dejar en la mezcla de aire durante varias horas para que se neutralice parcialmente al combinarse con el dióxido de carbono circundante. (IDRC.CRDI, 1978).

La pulpa de café; un fruto de café muestra las partes anatómicas del fruto: grano de café regular o endospermo, cáscara o endospermo, capa mucosa o mesocarpio y pulpa o dorso. La semilla del café tiene una superficie plana adherida a otra parte idéntica dentro del fruto.(IDRC.CRDI, 1978)

En general, alrededor del 29% del peso seco de 100 gramos de fruto de café representa pulpa de café, 12% cascarilla de café, 55% granos de café y alrededor de 4% mucílago. Para el café de cereza, 28,7% es pulpa, 11,0% cáscara, 4,9% mucílago y 55,4% fruto de café.(IDRC.CRDI, 1978)

Sobre la composición química proximal. La pulpa de café es el primer producto obtenido del método utilizado para el procesamiento del grano de café y representa aproximadamente el 29% del peso total de la fruta en base seca.

Los óxidos ácidos y básicos que componen la ceniza forman parte de una composición de tipo mineral arcilloso, encontrándose de tal forma que el 50-80% de estos son silicio-aluminatos (IDRC.CRDI, 1978).

La formación de aluminato de silicio se produce primero por fusión donde se produce la forma esférica de las partículas debido a la tensión superficial del magma fundido. La recristalización parcial de los componentes puede ocurrir después y durante el enfriamiento. (IDRC.CRDI, 1978)

Sobre cenizas y puzolanismo La razón principal del uso de las cenizas es su acción puzolánica. La actividad puzolánica de la ceniza depende de la estructura vítrea, que a su vez está regulada por la propia composición química y la historia térmica de su formación. En la hidrólisis del cemento, la cal reacciona con la liberación de cenizas a una tasa que depende de la finura de la ceniza y la tasa de hidratación del cemento. (IDRC.CRDI, 1978).

### **Tabla 1**

*Composición típica de ceniza.*

<b>Conceptos analíticos</b>	<b>Intervalos</b>	<b>Medias</b>
Aluminio silicatos	60-85	70
Mullita	10-20	15
Vidrio	60-80	70
Cuarzo	1-10	7
Magnetita (Hematites...) Fe <sub>1</sub> O <sub>y</sub>	3-25	4
Sulfatos (C, K, N)	1-6	3

*Nota.* Fuente (IDRC.CRDI, 1978).

La presente investigación encuentra justificación acorde a los criterios de Hernández y Mendoza (2018), quienes señalan que una investigación se justifica desde los criterios de conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico, y utilidad metodológica. Desde el criterio de conveniencia se

justifica por cuanto contribuye con una alternativa para solucionar un problema ambiental que es la puesta en valor, reciclaje y sustentación de los residuos de construcción y demolición (RCD) que afecta el sector de la construcción civil, particularmente en el Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo [SEGAT] (SEGAT, 2013). Desde el punto de vista social, se justifica, por cuanto la actividad de la construcción civil genera residuos que dañan los espacios públicos periféricos, impactan al medio ambiente y afecta a la industria de la construcción y las autoridades municipales no dan solución a le gestión de estos residuos, dado que ponerlos en valor contribuye a viabilizar una solución privada.

Desde el criterio practico, si bien hay muchas teorías, no se ha aplicado estudios específicos a nuestra realidad y a la solución o demanda de estos residuos, en este sentido, sustentar que pueden ser puestos en valor a través del mantenimiento de vías de comunicación es de gran valor, pues la demanda de mantenimientos de vías, en particular rurales, puede absorber estos residuos y generar un área de la construcción civil, de infraestructura y ambiental.

Desde el criterio de valor teórico, se lleva varios vacíos de conocimiento, como son el tipo de residuos de desmonte, el tipo de suelos rurales, y la viabilidad de mejorar las vías rurales a través de la mitigación ambiental de la construcción. Desde el criterio metodológico, se justifica porque aportan metodologías y validación para la toma de iniciativas públicas y privadas.

## 1.2 Formulación del problema

¿De qué manera influye el agregado de ceniza de pulpa de café en la estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén, 2022?

## 1.3 Objetivo

### 1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de agregado de ceniza de pulpa de café para la estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5, Jaén, 2022.

### 1.3.2 Objetivos específicos

**OE1.** Identificar las características de la subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5, Jaén, 2022.

**OE 2.** Identificar el porcentaje de adición adecuado de ceniza de pulpa de café en la subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5, Jaén, 2022.

**OE 3.** Identificar la influencia de ceniza de pulpa de café en la plasticidad, humedad, CBR, proctor en la subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5, Jaén, 2022.

**OE 4.** Identificar el CBR del % óptimo de adición de ceniza de café en la subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5, Jaén, 2022.

#### **1.4 Hipótesis**

El agregado de ceniza de pulpa de café mejora las propiedades de estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5, Jaén, 2022.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de investigación**

#### **2.1.1 Por el propósito**

Según su propósito, la presente investigación fue aplicada, porque de acuerdo a Hernández et al. (2010) es el tipo de investigación en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas, en el caso de nuestra investigación, el problema es la estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km y se busca agregar ceniza de pulpa de café.

Según su naturaleza, la presente investigación fue cuantitativa. Las investigaciones cuantitativas analizan las variables en función de valores numéricos, recogidos a través de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos y fueron elaborados en base a las dimensiones e indicadores de las variables. Los resultados que son obtenidos de la observación de las variables en estudio se describen mediante las tablas y gráficos estadístico-coherentes con la metodología cuantitativa y la validez se hace por muestra probabilística lo cual garantiza que sea representativo y las pruebas de hipótesis mediante inferencia estadística lo que valida indubitavelmente su validez empírica (Hernández, 2018).

### 2.1.2 Según el diseño

Según el diseño es de tipo experimental, Debido a que una o más variables independientes se manipulan deliberadamente, el efecto de la manipulación en una o más variables dependientes se puede analizar dentro del contexto de control que se investiga. (Hernández et al., 2014).

El diseño es Pre - Experimental

$$M: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Dónde:

**M** : Muestra de estudio

**O<sub>x</sub>** : Estabilidad de suelo arcilloso antes

**X** : Agregados de ceniza de pulpa de café

**O<sub>y</sub>** : Estabilidad de suelo arcilloso después

## 2.2 Operacionalización de variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables.*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
Independiente (X): Agregados ceniza de pulpa de café	La ceniza es un producto de la combustión de sustancias formadas a partir de sustancias inorgánicas no combustibles como las sales inorgánicas. Una parte queda como residuo en forma de polvo acumulado en el lugar de combustión del combustible (madera, basura, etc.) y una parte del humo, la otra parte puede liberarse al aire. (IDRC.CRDI, 1978).	Aprovechamiento de los residuos de demolición	Composición	Contenido mineral	Ficha de composición	Porcentaje
			% de mezcla	3 %, 6 %, 9 % 12 %	Ficha de observación	
Variable Dependiente (Y): Estabilidad de suelo arcilloso	Es la capacidad de retener propiedades tales como resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad y tendencia a absorber agua. en términos de capacidad de carga (adaptado a Ing. Caminos) (Rico y Del Castillo, 1978).	Variación de propiedades: Plasticidad de suelo; Humedad optima, Deformación y esfuerzo del suelo, Parámetros de resistencia del suelo arcilloso que incrementan su capacidad portante	Plasticidad de suelo	Índice de plasticidad	Análisis de contenido de humedad (ASTM -D-2216-MTC E-108 (ASTM D-1557-91)	Ordinal
			Humedad optima	Humedad optima		
			Deformación y esfuerzo del suelo	Humedad - densidad proctor		
			Parámetros de resistencia del suelo arcilloso	CBR		

*Nota.* Fuente (IDRC.CRDI, 1978) (Rico y Del Castillo, 1978).

## **2.3 Población y muestra**

### **Población**

La población es todo el grupo del que desea sacar conclusiones. Población no siempre se refiere a personas. Puede significar un grupo que contiene cualquier elemento que desee estudiar, como una entidad, evento, organización, país, especie u organismo, etc. (The BMJ, 2020).

La población está conformada por las vías terciarias del distrito de Chontalí – provincia de Jaén.

### **Muestra**

Una muestra es un grupo específico del que se han recopilado datos. El tamaño de la muestra siempre es más pequeño que el tamaño de la población total. (The BMJ, 2020).

La muestra está compuesta por el material obtenido de 8 calicatas de la subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.4.1 Técnicas de recolección**

La técnica que se utilizó para esta investigación fue la observación. Este es un método muy utilizado en el campo de la ingeniería civil, dando como ventaja a que el investigador pueda estar en contacto real con el fenómeno que se está estudiando. La observación es uno de los principales métodos de investigación que se obtiene a través de la información recibida por medio de los sentidos y que permite la descripción de un

objeto, entidad de estudio, se la considera científica porque para obtener y recopilar los datos se rige por una serie de pasos ordenados. Los resultados son analizados y volcados en un estudio de investigación de público conocimiento que tiene el objetivo de validar o de refutar la hipótesis inicial. La observación científica se realiza de manera planificada, controlada y validada. Es un método de investigación en el que se registra cada paso, lo que garantiza que el proceso pueda ser repetido o replicado con otro objeto de estudio para ser comparado (Fryer et al., 2018). La observación de la presente investigación fue de tipo directa, ya que se observaron productos de los ensayos de las propiedades físicas de las calicatas y el suelo con diferentes composiciones. Este es un método muy utilizado en el campo de la ingeniería civil, dando como ventaja a que el investigador pueda estar en contacto real con el fenómeno que se está estudiando.

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

Se utilizó una guía de observación como herramienta de recolección de datos. Una guía de observación es una herramienta mediante la cual el observador puede posicionarse sistemáticamente respecto de lo que realmente es objeto de estudio para su estudio; también es un medio conducente a la recolección y adquisición de datos e información sobre hechos o fenómenos (Fryer et al., 2018).

Otros instrumentos están vinculados al laboratorio de geotécnica como son equipos de laboratorio correctamente calibrados y en buen

estado para realizar los ensayos geotécnicos a las muestras, equipos de cómputo (para procesar los datos), información bibliográfica, sugerencias e investigaciones de otros tesis o asesores, manuales de laboratorio para seguir los pasos de acuerdo con las normas de cada ensayo (manuales actualizados a la fecha). Para esta investigación se ha tomado en cuenta la tabla N° 3 y la tabla N° 4 como referencias para estructurar la técnica, herramienta e instrumento.

**Tabla 3**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable independiente.*

VARIABLES	RECOLECCIÓN DE DATOS			
	Fuente	Técnica	Herramienta	Instrumento
Ceniza de pulpa de café	Muestra	Observación	Excel	Ficha de observación % y granulometría

*Nota.* Se puede apreciar las variables de ceniza y la recolección de datos.

**Tabla 4**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable dependiente.*

VARIABLES	RECOLECCIÓN DE DATOS				
	Fuente	Técnica	Herramienta	Instrumento	Ubicación
Estabilización de vía	Muestra de suelo +% de adición de ceniza de pulpa de café	Observación	Laboratorio de geotecnia	Informe laboratorio de suelos	Anexo 3.1
		Experimentación			Anexo 3.2
		Medición			Anexo 3.3
		Comparación			Anexo 3.4
Estabilización de vía	Muestra de suelo +% de adición de ceniza de pulpa de café	Observación	Laboratorio de geotecnia	Informe laboratorio de suelos	Anexo 3.5
		Experimentación			Anexo 3.6
		Medición			Anexo 3.7
		Comparación			Anexo 3.8

*Nota.* Se puede apreciar las variables de la Estabilización de la vía

**Tabla 5**

*Detalle de herramientas.*

<b>Ensayos de características físicas</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Ensayo estándar</b>
Análisis Granulométrico por tamizado ASTM D422	Distribución de tamaño de partícula del suelo	ASTM D422
Análisis Granulométrico por Sedimentación ASTM D422	Distribución de fracción fina pasante de la malla N° 2	ASTM D423
Límites de consistencia ASTM D4318	Diferentes estados al cual se pueda encontrar un suelo dependiendo del contenido de humedad que obtenga	ASTM D4318
Clasificación de suelos mediante el SUCS	Modificación de la calificación	
Gravedad Específica de Sólidos NTP-339-131	Relaciones de fase del aire, agua y sólidos de un volumen de suelo	NTP-339-131
<b>Características mecánicas</b>		
Ensayo de Proctor Modificado NTP 339.141	Densidad máxima seca para una relación óptima de agua a fin de garantizar las características mecánicas necesarias del suelo arcilloso	NTP 339.141
Ensayo de Consolidación Unidimensional NTP-339.154	Determinar la deformación y esfuerzo del suelo arcilloso estabilizado con ceniza de fondo.	NTP-339.154
Ensayo de Corte Directo ASTM D3080		ASTM D3080

*Nota.* Se puede apreciar el ensayo de característica física.

### 2.4.3 Análisis de datos

Los indicadores obtenidos de los diferentes ensayos geotécnicos serán trasladados a la ficha de observación.

Los resultados geotécnicos que concuerden con las especificaciones del manual de Carreteras del MTC, demostrarán la hipótesis de investigación.

## 2.5 Procedimientos

- Análisis documental teórico sobre el procesamiento y residuos de ceniza de pulpa de café, con el cual se recolectó conocimiento sobre las características de los suelos arcillosos, las cenizas de pulpa de café, propiedades y uso como estabilizantes lo que permite fundamentar y comprender las variables y los procesos que se desean lograr.
- Análisis documental sobre suelos arcillosos y su estabilización, las experiencias internacionales y nacionales a través de los antecedentes, y su viabilidad no solo como material de estabilización de suelos, sino su aporte a la gestión residuos agroindustriales. Esto proporciona, porcentajes, tipo de residuos de pulpa de café. Esto contribuye a la presente investigación a escoger, preparar el material, las dosificaciones, tipos de materiales, y ensayos aplicados
- Se realizó calicatas para obtener muestras de estudio. Estas calicatas se tomaron con una distancia de 1000 m, el objetivo fue inspeccionar directamente suelo que se desea estudiar y obtener información confiable de los parámetros geotécnicos y el cumplimiento de la normativa del MTC o cuanto le falta para cumplirla.
- Estudios de análisis granulométrico por tamizados (ASTM D422: D4222, 22216, D4318, D427, D2487). Este análisis permite la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo, describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200) y se detalla en anexo xi.

- Se realizó el Análisis Limite líquido – Limite plástico e Índice de plasticidad (ASTM – D424, D4318, AASHTO – T90 y análisis Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D-1557-91). El objetivo de este determinar los contenidos de humedad que definen las fronteras entre los estados de consistencia semilíquido, plástico y semisólido, denominadas límite líquido y límite plástico, de una muestra de suelo pasante el tamiz N°40. El límite líquido se define como el contenido de humedad en la frontera entre los estados de consistencia plástico y semilíquido. El límite plástico se define como el contenido de humedad en la frontera entre los estados de consistencia plástico y semisólido y se realizó el ensayo para hallar el CBR de la muestra los mismos que se detallan en el anexo 3
- Siguiendo las experiencias de los antecedentes se preparó las muestras con adición de % de pulpa de café, según la bibliografía se utilizó los 4 porcentajes de adición que fueron 3%, 6%, 9% y 12%.
- Se sometió a pruebas geotécnicas las 4 formulaciones 3%, 6%, 9% y 12% evaluándose su desempeño a través de las pruebas de análisis de contenido de humedad (ASTM -D-2216-MTC E-108; Análisis Limite líquido – Limite plástico e Índice de plasticidad (ASTM – D424, D4318, AASHTO – T90 y análisis Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D-1557-91).
- La formulación que mejor relación humedad – densidad proctor tuvo, así como mejor índice de plasticidad (que fue la formulación al 9%) se determinó su CBR.

## 2.6 Aspectos éticos

En el presente trabajo se tomó en consideración los principios éticos del Código del Investigador Científico UPN (Resolución Rectoral N° 104-2016-UPN-SAC) Artículo 11: Humanidad, Investigadores, cuyos principios éticos son: La naturaleza humana y siempre ha sido considerada como una persona con principios y derechos fundamentales amparados por las leyes del estado peruano.

Artículo 11: Se respetarán las definiciones, los acuerdos previos a la investigación y se otorgarán a cada investigador los beneficios establecidos.

Artículo 12: Igualdad, todos los investigadores de la Universidad han recibido siempre la misma consideración sin distinción alguna, procurando el respeto y cumplimiento de sus derechos.

Artículo 13: Integridad: Los investigadores proceden con equidad y con la mayor precisión posible en sus investigaciones, según el espacio y contexto en que se realicen.

Artículo 14: Trabajo en equipo, los investigadores realizan investigaciones en conjunto para mejorar sus habilidades en beneficio de la investigación.

Artículo 15 Creatividad académica: Los académicos han creado obras originales que expresan sus ideas y llegan a un diseño y estructura propios, y cuando toman ideas de otros autores, ya sea en forma textual o en forma de paráfrasis, citan correctamente al autor y Puse su trabajo en la bibliografía bibliográfica.

Artículo 16: Sentencia del porcentaje de similitud, se establece: de acuerdo con la revisión del software especializado de detección de copias y lea cuidadosamente la operación, el software puede configurar el software puede

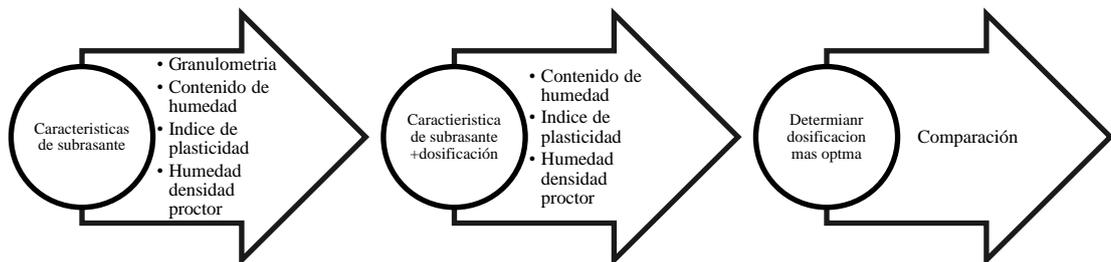
configurarse después de la revisión de personal capacitado para eliminar falsos positivos.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para llegar al objetivo general se siguió la ruta de los objetivos específicos secuencialmente.

**Figura 1**

*Ruta de los objetivos específicos secuencialmente.*



#### 3.1 Respecto al objetivo específico 1, identificación de las características de subrasante la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén.

Se hizo un reconocimiento del terreno Chontalí está separado por un cerro de Pachapiriana la longitud de la vía serpenteante de subida y bajada del cerro es de 11.84 km, se tomó 8 muestras en el Km +1, +5 y +9 siendo el punto de partida el centro poblado de Chontalí.

**Tabla 6**

*Coordenadas de la toma de muestras.*

Muestra	Latitud	Longitud
Muestra 1	-5.667716	-79.155387
Muestra 2	-5.664132	-79.156707
Muestra 3	-5.655443	-79.158506
Muestra 4	-5.652509	-79.154208
Muestra 5	-5.649417	-79.146808
Muestra 6	-5.647639	-79.142483
Muestra 7	-5.645269	-79.136828
Muestra 8	-5.644177	-79.131157

*Nota.* Se puede apreciar las muestra con sus respectivas coordenadas.

Dado que es una vía terciaria que no tiene capa de rodamiento, ni base ni sub base, cada calicata se cavo con paredes muy rectas de 0,80 x 1,50 m y 0.8 m de profundidad, terminado de excavar, se examinó cuidadosamente una de las paredes bien expuestas de la calicata determinando los distintos horizontes del suelo dado que a partir de 30 cm era homogéneo y compacto.

Se limpio el perfil y se tomó muestra de abajo arriba, 2 kg por cada 20 cm de perfil, totalizando 8 kg, los mismos que fueron puestos en bolsas de polipropileno rotulando tanto la bolsa con plumón permanente, como la etiqueta.

En total se tuvo 8 conjuntos de 4 bolsas de 2 kg. Cada conjunto contenido en una bolsa más grande, y se envió al laboratorio geotécnico.

### 3.1.1 Características granulométricas

**Tabla 7**

*Determinación del diámetro efectivo, coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura.*

<b>Muestra</b>	<b>D10</b>	<b>D30</b>	<b>D60</b>	<b>Cu</b>	<b>Cc</b>
Calicata 1	0.198	0.639	0.601	3.04	3.43
Calicata 2	0.193	0.614	0.597	3.09	3.27
Calicata 3	0.197	0.651	0.593	3.01	3.63
Calicata 4	0.189	0.598	0.587	3.11	3.22
Calicata 5	0.191	0.514	0.521	2.73	2.65
Calicata 6	0.197	0.602	0.521	2.64	3.53
Calicata 7	0.305	0.602	0.521	1.71	2.28
Calicata 8	0.205	0.602	0.521	2.54	3.39
Promedio	0.209	0.602	0.557	2.73	3.18

*Nota.* Se puede apreciar que el promedio de D10 (mm) fue de 0.209, el promedio correspondiente a de D30 (mm) fue de 0.602, el promedio correspondiente al de D60 (mm) fue de 0.557. El Cu (coeficiente de uniformidad fue de 2.73, el Coeficiente de circunferencia (Cc) fue de 0.18.

### 3.1.2 Caracterización de límites de consistencia

Al material de las 3 calicatas se aplicaron ensayos de límites de consistencia que fueron límite líquido (ASTM D424) límite plástico (D – 4318) mediante análisis de contenido de humedad (ASTM U 2216 – MTC – E-108); e índice de plasticidad (AASHTO – T90) los resultados se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Ensayos de límites de consistencia.*

Calicata	L Líquido	L Plástico	Índice de plasticidad (IP)	Anexo
	ASTM D424	ASTM D – 4318	AASHTO – T90	
Calicata 1	31.75	19.70	12.10	3.3
Calicata 2	28.96	17.70	13.30	3.3
Calicata 3	30.01	18.40	11.70	3.3
Calicata 4	31.75	19.70	12.10	3.3
Calicata 5	31.75	19.70	12.10	3.3
Calicata 6	31.75	19.70	12.10	3.3
Calicata 7	31.75	19.70	12.10	3.3
Calicata 8	31.75	19.70	12.10	3.3
Promedio	31.18	19.29	12.20	3.30

*Nota.* En la tabla se aprecia que el promedio de las muestras en el terreno mostró un L Líquido ASTM D424 fue de 31.18; el Límite Plástico ASTM D – 4318 promedio fue : 19.29 y el Índice de plasticidad (IP) AASHTO – T90 promedio fue de 12.20

### 3.1.3 Caracterización de consistencia densidad seca – humedad óptima

Al material de las 3 calicatas se aplicaron ensayos de Proctor para determinación de la densidad seca y contenido óptimo de humedad.

**Tabla 9**

*Determinación de la densidad seca y contenido óptimo de humedad.*

Calicata	Límites de consistencia	
	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima %
1	1.890	6.6
2	1.894	6.6
3	1.848	6.8
4	1.891	6.6
5	1.893	6.6
6	1.891	6.6
6	1.892	6.6
8	1.891	6.6
<b>Promedio</b>	<b>1.89</b>	<b>6.62</b>

*Nota.* En la tabla se aprecia el límite de consistencia promedio de las muestras, la Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) promedio fue de **1.89** ; y, la Humedad óptima % promedio fue de 6.6

*Clasificación del suelo.*

**Tabla 10**

*Clasificación de suelo.*

I.G.=	
SUCS:	SM
ASSTHO:	A-2-4(0)

*Nota.* En la tabla se aprecia que la clasificación del suelo según SUCS es un suelo tipo SM y según la normativa ASSTHO es un suelo A-2-4(0)

### 3.1.4 Nivel de Relación de Soporte de California

**Tabla 11**

*CBR ASTM D-1557-91.*

Calicata	CBR AL 100 de M.D.S. (%)	CBR AL 95 de M.D.S. (%)
Mezcla	45	35
<b>Anexo 3.4</b>		

*Nota.* En la tabla se puede apreciar los resultados del Nivel de Relación de Soporte de California promedio evaluado según el método ASTM D-1557-91, siendo este de : 45 CBR AL 100 de M.D.S. (%) y de 35 CBR AL 95 de M.D.S. (%), **Anexo 3.4**

### 3.1.5 Resumen de características promedio del subrasante

**Tabla 12**

*Resumen de características promedio del subrasante.*

<b>Granulometría</b>	<b>D10 (mm)</b>	<b>D30 (mm)</b>	<b>D60 (mm)</b>	<b>Cu</b>	<b>Cc</b>
	<b>0.209</b>	<b>0.602</b>	<b>0.557</b>	<b>2.73</b>	<b>3.18</b>
<b>Índice de plasticidad</b>	L Líquido ASTM D424		L Plástico ASTM D – 4318		Índice de plasticidad (IP) AASHTO – T90
	<b>31.18</b>		<b>19.29</b>		<b>12.20</b>
<b>Límites de consistencia</b>	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			Humedad óptima %	
	<b>1.89</b>			<b>6.62</b>	
<b>CBR</b>	CBR AL 100 de M.D.S. (%)			CBR AL 95 de M.D.S. (%)	
	<b>45</b>			<b>35</b>	
<b>Clasificación de suelo</b>	1.G.=				
	SUCS:				<b>SM</b>
	ASSTHO:				<b>A-2-4(0)</b>

*Nota.* Se aprecia que la condición del subrasante no se encuentra dentro de los estándares para una vía terciaria y es necesario mejorar sus condiciones de estabilidad.

### 3.2 Respecto al objetivo específico 2, identificación del porcentaje de adición adecuando en la subrasante la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén.

*Recolección de muestras de ceniza*

Las muestras de ceniza fueron suministradas por la Cooperativa Agraria del Valle del Marañón. n “COOPVAMA”, que nació el 28 de diciembre del 2004, con la integración de asociados de las provincias de San Ignacio, Utcubamba y Cutervo, promovida desde el año 2004 por el Programa Agroambiental- Proyecto Especial Jaén San Ignacio Bagua (PEJSIB) en la producción sostenible de cafés orgánicos, se inició con 1,443 asociados y que actualmente está integrada por 323

socios productores, que se encuentran organizados en cinco redes distritales con un total de 25 comités de base o caseríos.

Como es de apreciar, esta cooperativa comercializa el café como una sola marca, por lo que han desarrollado una cadena productiva. El café es procesado, donde para su lavado y retirad del mucilago se hace con agua caliente, y muchos procesos que requieren energía térmica, para lo cual se utiliza la pulpa seca del café, la misma que se deja secar para servir de combustible.

Las cenizas que quedan en el caldero deben retirarse todos los días que son 34 kg diarios en promedio (12.13% del peso de la pulpa húmeda). Esta operación es necesaria por cuanto el exceso de ceniza se trasporta a los gases de combustión disminuyendo la eficiencia. Este material al mes representa 1,010.5 kg en promedio que causan problemas para su disposición.

Se muestreo la ceniza del almacén, tomándose 10 muestras de 1 kg. Las cuales fueron mezcladas y seleccionadas para ser utilizadas como aditivo.

De acuerdo con las referencias, se utilizará 4 dosificaciones para determinar la tendencia en las variaciones, estas serán de 3 %, 6 %, 9 % y 12 %.

### **3.3 Respecto al objetivo específico 3, identificación la influencia de ceniza de pulpa de café en plasticidad, humedad, cbr , proctor en la subrasante la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén.**

### 3.3.1 Caracterización de límites de consistencia

Con la muestra de suelo homogenizada se prepararon mezclas con las dosificaciones de 3%, 6%, 9%, 12%, y se los llevó al laboratorio donde se aplicaron ensayos de límites de consistencia que fueron límite líquido (ASTM D424) límite plástico (D – 4318) mediante análisis de contenido de humedad (ASTM U 2216 – MTC – E-108); e índice de plasticidad (AASHTO – T90) los resultados se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Ensayos de límites de consistencia.*

Dosificación	L Líquido ASTM D424	L Plástico ASTM D – 4318	Índice de plasticidad (IP) AASHTO – T90	Anexo
3%	23.81	15.98	7.83	4
6%	23.15	16.12	7.03	4
9%	<b>22.92</b>	<b>16.31</b>	<b>6.61</b>	4
12%	20.62	13.34	7.29	4

*Nota.* Los resultados muestran que el índice de plasticidad es menor que 8 %, que es el límite que especifica el MTC para subrasante de vías terciarias. Por lo que en este sentido, todas las dosificaciones cumplen con el requisito, siendo la más idónea la de 9%, sin embargo, hay que tener el resultado de las demás pruebas.

### 3.3.2 Caracterización de consistencia densidad seca – humedad óptima

Las mezclas con las dosificaciones de 3%, 6%, 9%, 12%, debidamente marcadas fueron entregadas al laboratorio para ensayos de límite de consistencia.

**Tabla 14**

*Determinación de la densidad seca y contenido óptimo de humedad.*

Dosificación	Límites de consistencia	
	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad optima %
3%	1.950	7.90
6%	1.980	9.10
9%	1.990	8.00
12%	<b>1.980</b>	<b>7.80</b>

*Nota.* se aprecia que los resultados se aproximan al requerimiento de densidad, el cual de acuerdo con la norma debe ser mayor a 2.0 gr/cm<sup>2</sup>, siendo la dosificación que más se acerca la correspondiente al 9%.

En la tabla 14 se aprecia que los resultados se aproximan al requerimiento de densidad, el cual de acuerdo con la norma debe ser mayor a 2.0 gr/cm<sup>2</sup>, siendo la dosificación que más se acerca la correspondiente al 9%.

### 3.3.3 Nivel de Relación de Soporte de California

Dado que la dosificación que mejores características presento fue la del 9% a esta se sometió a la prueba *ASTM D-1557-91, Capacidad de soporte de California.*

**Tabla 15**

*CBR ASTM D-1557-91.*

Dosificación	CBR AL 100 de M.D.S. (%)	CBR AL 95 de M.D.S. (%)
3%	-	-
6%	-	-
9%	58	43
12%	-	-

*Nota.* Los resultados en la tabla muestran que el CBR fue de 58 al 100%, y 43 al 95%.

### 3.4 Respecto al objetivo específico 4, identificación del CBR del % óptimo de adición de ceniza de café en la subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén

**Tabla 16**

*Determinación de la dosificación de ceniza óptima para estabilización del subrasante.*

	Sin dosificación			Con dosificación			
	LL	LP	IP	Dosificación	LL	LP	IP
Límite de consistencia	31.18	19.29	12.20	3%	23.81	15.98	7.83
				6%	23.15	16.12	7.03
				<b>9%</b>	<b>22.92</b>	<b>16.31</b>	<b>6.61</b>
				12%	20.62	13.34	7.29
Compactación	Ds (g/Cm3)	Humedad optima		Dosificación	Ds (g/Cm3)	Humedad optima	
	1.89	6.62		3%	1.95	7.9	
				6%	1.98	9.1	
				9%	<b>1.99</b>	<b>8</b>	
				12%	1.98	7.8	
Relación de soporte de California (CBR)	CBR AL 100 de M.D.S. (%)	CBR AL 95 de M.D.S. (%)		Dosificación	CBR AL 100 de M.D.S. (%)	CBR AL 95 de M.D.S. (%)	
	45	35		3%	<b>58</b>	<b>43</b>	
				6%			
				<b>9%</b>			
				12%			

*Nota.* se aprecia que la dosificación óptima para el subrasante corresponde a una dosificación del 9%,.

En la tabla 16 se aprecia que la dosificación óptima para el subrasante corresponde a una dosificación del 9%, la misma que ha logrado mejorar sustancialmente las propiedades pues reduce el índice de plasticidad de 12.2 a 6.61 (38.6% ), incrementa la densidad seca de 1.87 a 1.99 (8.4%) casi en el valor requerido e incrementa el CBR AL 100% de M.D.S. de 45 a 58 ( 28.9%) y el

CBR AL 95% de M.D.S. de 35 a 43 (22.9%), lo cual para ser una vía rural es de gran aporte.

### 3.5 Validación estadística de resultados

**Tabla 17**

Variables para evaluar mediante análisis ANOVA

Grupo	Límites de consistencia	
	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad optima %
0	1.88	8.43
0	1.87	8.15
0	1.85	8.51
0	1.89	8.2
1	1.95	7.9
2	1.98	9.1
2	1.99	8
1	1.98	7.8

Nota: Grupo 0 calicata sin tratamiento, Grupo 1 3% y 12%, Grupo 2 6% y 9%

**Ho:** No existe diferencia significativa en la humedad optima entre las concentraciones de 0%, 3%, 12%, 6% y 9% de agregado de ceniza de pulpa de café.

**Ha:** Existe diferencia significativa en la humedad optima entre las concentraciones de 0%, 3%, 12%, 6% y 9% de agregado de ceniza de pulpa de café.

**Tabla 18**

*Resultado de prueba de ANOVA para humedad optima*

<b>Humedad Optima</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	31,241	2	15,621	19,033	,005
Dentro de grupos	4,103	5	,821		
Total	35,345	7			

**Tabla 19**

*Resultado de prueba de ANOVA para humedad optima*

<b>Comparaciones múltiples</b>						
<b>Scheffe</b>						
<b>% de ceniza</b>	<b>Humedad optima</b>	<b>Diferencia de medias (I-J)</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Sig.</b>	<b>Intervalo de confianza al 95%</b>	
					<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>
Calicatas 0%	1,00	3,54750*	,78455	,017	,8786	6,2164
	2,00	4,28750*	,78455	,008	1,6186	6,9564
3% y 12%	,00	-3,54750*	,78455	,017	-6,2164	-,8786
	<b>2,00</b>	<b>,74000</b>	<b>,90592</b>	<b>,731</b>	-2,3418	3,8218
6% y 9%	,00	-4,28750*	,78455	,008	-6,9564	-1,6186
	1,00	-,74000	,90592	<b>,731</b>	-3,8218	2,3418

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la tabla 19 se aprecia que las composiciones de 12% en el grupo 1 y la del 9% en el grupo 2 tienen diferencia significativa, lo que demuestra la hipótesis.

### **Validación de densidad seca**

**Ho:** No existe diferencia significativa en la densidad seca entre las concentraciones de 0%, 3%, 12%, 6% y 9% de agregado de ceniza de pulpa de café.

**Ha:** Existe diferencia significativa en la densidad seca entre las concentraciones de 0%, 3%, 12%, 6% y 9% de agregado de ceniza de pulpa de café.

**Tabla 20**

Resultado de prueba de ANOVA para densidad seca.

ANOVA					
Densidad seca					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,021	2	,011	38,932	,001
Dentro de grupos	,001	5	,000		
Total	,023	7			

**Tabla 21**

Resultado de prueba de ANOVA para densidad seca

Combinación múltiple de Scheffe						
% de ceniza	Densidad seca	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Calicatas 0%	1	-,09250*	,01436	,004	-,1414	-,0436
	2	-,11250*	,01436	,002	-,1614	-,0636
3% y 12%	0	,09250*	,01436	,004	,0436	,1414
	2	-,02000	,01658	,528	-,0764	,0364
6% y 9%	0	,11250*	,01436	,002	,0636	,1614
	1	,02000	,01658	,528	-,0364	,0764

En la tabla 21 se aprecia que las composiciones de 12% en el grupo 1 y la del 9% en el grupo 2 tienen diferencia significativa, lo que demuestra la hipótesis.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

La dosificación de porcentajes de ceniza de pulpa de café (CPC) mejoró las propiedades de estabilización reduciendo el índice de plasticidad, y casi un logro en densidad media idónea, destacando la dosificación de 9% que logró un mostrando CBR al 100% de M.D.S. de 58 y el CBR AL 95% de M.D.S. de 43.

Estos resultados concuerdan con los hallados por Olano et al. (2021), el mismo que concuerda con el potencial de utilización en las vías rurales que por su extrema ruralidad, llevar material y estabilizar los suelos es muy costoso, por otro lado se trata de pueblos cuyas poblaciones son menores de 5000 habitantes y baja transitabilidad de vehículos, siendo más transitado por ganado. Aunque no concuerda con las dosificaciones, esto puede ser por las características particulares del suelo y las propiedades de sus arcillas y limos. Este antecedente mejoro en un 4.7% el CBR AL 95%, en nuestro caso mejoraron en 22.8%. Cabe destacar que en el caso nuestro ya era una vía construida y con subrasante.

Estos resultados también convergen con los hallados por Olano (2021), quien aplico suelos altamente cohesivos, arcilloso y limosos de Utcubamba, mejorando significativamente, lo cual es de gran expectativa, por la gran cantidad de caminos rurales terciarios, la escases de áridos y la limitación de presupuesto de mantenimiento hace que el uso de estas cenizas de café, de gran producción y disponibilidad, puede contribuir al mejoramiento y mantenimiento de estas vías terciarias, quedando a disposición de los encargados de mantenimiento esta alternativa, pues esta vías son continuamente desgastadas por las lluvias, y por desplazamientos geotécnico.

Estos resultados convergen con los hallados por Karim et al. (2020), quienes señalan que la agroindustria y generación de energía a partir de desechos celulósicos producen cantidades ingentes de ceniza que es una preocupación, teniendo causas nocivas, por lo que su utilización en la estabilización de suelos

cohesivos es un gran beneficio, no solo para las vías inter urbanas, sino para las mismas vías en los campos de cultivo, las mismas que tienen que estar habilitadas para el tránsito de personas y transporte que atiende los campos de cultivo, estas vías también sufren deformaciones y afectación por las lluvias que requieren ser habilitados, la mejora en la resistencia de un suelo cohesivo localmente disponible mediante la adición de cenizas volantes. El contenido óptimo de cenizas volantes se encontró en 5 % considerando la resistencia a la compresión no confinada del suelo tratado. La capacidad de carga aumenta con el aumento del período de curado. La tasa de obtención de resistencia es muy rápida durante la fase inicial de curado, es decir, hasta 7 días de curado con índices de mejora de 1,5, 2 y 2,8 después de 1 día de curado a profundidades 0,25B, 0,5B y B, respectivamente con una relación media de 2,1. Estos resultados convierten a las cenizas en un recurso valioso para las comunidades rurales, pues la calidad de sus caminos y la falta de presupuesto y abandono da un material para que ellos mismos mejores sus suelos rurales.

La ceniza, ha demostrado ser un buen estabilizante de los suelos no solo arcillosos y no solo rurales sino también en las vías de las grandes ciudades, como señala el antecedente de Ccanto (2019), quien aplicó ceniza de bagacillo para mejorar el sub rasante Av. Universitaria, Lima 2019 encontrando que el CBR aumento de 2.3% a 15.2%, esto gracias a sus propiedades puzolánicas. Como señala el antecedente, las cenizas han demostrado tener mucho éxito en mejorar las propiedades de resistencia de los suelos, las cenizas, se ha utilizado a menudo en diversas actividades de construcción, como aumentar la estabilidad de los

terraplenes al estabilizar la subestructura al reducir la acción de la presión lateral de la tierra y también aumentar la rigidez (Deepak et al., 2021).

Nuestros resultados concuerdan también con los hallados por Aquino (2020), en Laredo, cuyo análisis de sus resultados muestra una mejora en las propiedades geotécnicas del suelo estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) debido a la reducción de la plasticidad, el hinchamiento y con un aumento del CBR en todos los contenidos más altos de CBCA. Basándose en la mezcla con el porcentaje de mejor rendimiento de ingeniería, se diseñaron secciones típicas de pavimento y se realizó un posterior análisis económico comparativo que mostraba el ahorro en la construcción y mantenimiento de pavimentos con subrasantes estabilizadas con CBCA, cumpliendo con los requisitos mínimos del Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos de MTC para su uso como material de subrasante en la construcción de carreteras, en el caso de Laredo, la producción de ceniza es un problema serio que puede solucionar la estabilización de suelos de muchos distritos precarios como el alto Trujillo y en el mismo Laredo.

Estos resultados convergen con los hallados por Landa y Torres (2019), quienes señalan que una estrategia es alterar los parámetros físicos y mecánicos del suelo arcilloso usando lo que se reconoce como técnicas de estabilización del suelo. Los enfoques más notables para resolver comportamientos no deseados del suelo y mejorar los parámetros del suelo arcilloso incluyen la compactación, el refuerzo y la estabilización aditiva. Además, el requisito de usar materiales de

origen local, tener costos bajos y realizar avances tecnológicos ha aumentado la competitividad del tratamiento con aditivos para el suelo. ahora pueden usar estabilizadores a nano escala como aditivos para mejorar las propiedades de los suelos como resultado de los avances tecnológicos Las características únicas de estos nanomateriales se deben a la cantidad de moléculas y átomos presentes en su superficie libre, y las consecuencias que esto tiene sobre las propiedades de la superficie desde la perspectiva de consideraciones físicas, químicas y de reactividad son evidentes, siendo la ceniza de pulpa de café, un material adecuado e innovador que reduce los costos y uso de aditivos altamente contaminantes y con huella de carbono como el uso de cemento u otros aditivos.

Resultados más espectaculares los ha tenido Ortiz (2021), en Colombia quien encontró que un efecto positivo en la resistencia del suelo al agregar un 15 % de CCC, ya que aumenta la resistencia a la compresión en un 28 % y pierde completamente su plasticidad.

Respecto a los objetivos y justificación, nuestros resultados coinciden con los hallados por Munirwan et al. (2021), quienes resumen el uso de cenizas de pulpa de café en la estabilización de suelos y examina los patrones de desarrollo en términos de resistencia y durabilidad. Los hallazgos indican que agregar ceniza de pulpa de café a la estabilización del suelo beneficia tanto la sostenibilidad como las tecnologías de cero desperdicios.

Los resultados hallados, dan cuenta que la ceniza de pulpa de café es un subproducto valioso, pues existe una gran demanda de estabilización de suelos no

solo para las vías, sino para las construcciones rurales, para terraplenes, y diversas estructuras agrarias, siendo necesario que los organismos competentes y promotores del ambiente, del agro, del desarrollo económico y transporte, y municipios promover su aprovechamiento, puesta en valor.

En este sentido, como señala Munirwan et al. (2021) en las mismas instalaciones agrícolas, la ceniza puede mejorar todas las vías internas de los fundos productores, de sus vías, haciendo una producción más autosostenible reduciendo los sobrecostos que se producen por el mal estado de las vías, tanto internas como externas.

#### **4.2 Limitaciones**

El presente estudio tuvo como limitación que las pruebas debieron hacerse con todas las calicatas, lo que hubiera elevado en número de cantidad de juego de ensayos hubieran sido demasiados, haciendo prohibitivo el financiamiento de la presente investigación.

Por otro lado, idóneo hubiera sido experimentalmente estabilizar un tramo, lo que requiere de maquinaria y su traslado a estos lugares remotos, lo que también requerida de muchos gastos. Siendo la limitación probarlo en un tramo piloto.

#### **4.3 Implicancias**

La presente investigación ha quedado demostrada y a conocimiento de los funcionarios y personas con competencia en las zonas altamente cafetaleras, que la calidad de sus suelos dentro de sus fundos y en los caminos vecinales hacia el

distrito pueden ser mejorados con los sub productos de su actividad económica, para lo cual pueden valerse de herramientas como presupuesto participativo a fin de su utilización en el mejoramiento de sus vías, y la dinamización de su economía.

Otra implicancia, es que queda demostrado que hay una vía para disponer de estos residuos de forma sustentable, y útil, y sobre todo es una forma ecológica de mejorar las vías, lo que se alinea a muchas herramientas de gestión municipal, a través de las cuales se puede implementar.

#### 4.4 Conclusiones

**Respecto al objetivo general** las dosificaciones de ceniza de pulpa de café mejoran las condiciones de estabilidad de suelo de la vía Chontalí – Pachapiriana, siendo la dosificación más optima la de 9%. Esta dosificación mejoró sustancialmente las propiedades de plasticidad de 12.2 a 6.61 (38.6% ), Incrementó la densidad seca de 1.89 a 1.99 (8.4%); e incrementó el CBR AL 100% de M.D.S. de 45 a 58 ( 28.9%) y el CBR AL 95% de M.D.S. de 35 a 43 (22.9%), lográndose demostrar la hipótesis de investigación agregado de ceniza de pulpa de café para la estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén, 2022.

**Respecto al primer objetivo específico 1**, las características las de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén ésta tenía un índice de plasticidad de 12.20, una densidad media de 1.89, con una clasificación SUCS SM y ASSTHO: A-2-4 (SM).

**Respecto al segundo y tercer objetivo específico**, se identificó diversos porcentajes de ceniza de pulpa de café como estabilizante fueron para el índice de plasticidad para una dosificación de 3% de Ceniza de Pulpa de Café (CPC) ( $I_p = 7.83$ ,  $D_s = 1.950$ ); para 6% CPC ( $I_p = 7.03$ ,  $D_s = 1.980$ ); 9% CPC ( $I_p = 6.61$ ,  $D_s = 1.99$ ), y; 12% CPC ( $I_p = 7.29$ ,  $D_s = 1.980$ ). siendo en estos parámetros la dosificación de 9% fue la más destacada.

**Respecto al cuarto objetivo específico**, se sometió a la prueba ASTM D-1557-91, mostrando CBR al 100% de M.D.S. de 58 y el CBR AL 95% de M.D.S. de 43.

#### **4.5 Recomendaciones**

Hacer proyectos para la mejora de las vías dentro de los fundos utilizando la ceniza de pulpa de café. Esto servirá de muestra para proyectos entre los centros poblados y el distrito que puedan ser financiados por la municipalidad.

Capacitarse y elaborar un PIP menor (Proyecto de Inversión Publica Menor) a fin de financiar la mejora de caminos a través de presupuesto municipal, ya que apoya ejes de competencia municipal como desarrollo económico, gestión de residuos sólidos, economía sostenible, y ecología.

Liderar con la comunidad iniciativa de presupuesto participativo a fin de poner en valor los residuos y mejorar las vías entre los centros poblados y la capital del distrito.



## REFERENCIAS

- Aquino MA. (2020). Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo—Trujillo, La Libertad 2018 [Tesis Titulación, Universidad Privada de Trujillo]. <http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/280/TESIS%20AQUINO%20MENDOZA%20MARCO%20ANTONIO%20PDF.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>
- Cañar ES. (2017). Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón [Tesis Titulación, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/Tesis%201115%20-%20Ca%C3%B1ar%20Tiviano%20Edwin%20Santiago.pdf>
- Carranza, R. (2022). Recursos turísticos del Distrito de Chontalí. Conociendo Jaén. <https://conociendojaen.pe/detallesblog.php?id=20>
- Castro AF. (2017). Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante [Tesis Titulación, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil]. <https://1library.co/document/qo5m76ky-estabilizacion-suelos-arcillosos-ceniza-cascara-arroz-mejoramiento-subrasante.html>
- Ccanto A. (2019). Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de Bagacillo (CB) para el mejoramiento de la subrasante de la Av. Universitaria, Lima 2019 [Tesis Titulación, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47343>

- Chilcon R, & León GO. (2020). Evaluación de estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de carbón en la subrasante de la AV. Cuzco, Distrito de San Martín de Porres, 2020 [Tesis Titulación, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura].  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57212/Chilcon\\_C-R-Leon\\_PGO-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57212/Chilcon_C-R-Leon_PGO-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Deepak, M. S., Rohini, S., Harini, B. S., & Ananthi, G. B. G. (2021). Influence of fly-ash on the engineering characteristics of stabilised clay soil. *Materials Today: Proceedings*, 37, 2014–2018. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.497>
- DePeru.com. (2022). Vista aérea de Pachapiriana en el distrito de Chontali, prov. Jaén, región Cajamarca en 2022. DePeru.com.  
<https://mapas.deperu.com/cajamarca/jaen/chontali/pachapiriana/>
- Fryer LK, Larson J, & Stewart J. (2018). Quantitative methodology. En Phakiti A, De Costa P, Plonsky L, & Starfield S (Eds.), *The palgrave handbook of applied linguistics research methodology* (pp. 55–77). Palgrave Macmillan.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1057/978-1-137-59900-1\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1057/978-1-137-59900-1_3)
- GRPP. (2022). Estudio de diagnóstico y zonificación para fines de demarcación territorial de la Provincia de Jaén. Gobierno Regional Cajamarca.  
<https://dt.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/documentos/EDZ/jaen/doc/memoriadescriptiva.pdf>
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edición). McGraw Hill.
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7ª ed.). Mc Graw Hill Educación.

- Hernández R, Fernández F, & Baptista P. (2010). Metodología de la investigación. McGraw Hill.
- Hernández R, & Mendoza C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.
- IDRC.CRDI. (1978). Pulpa de Cafpe: Composición, Tecnología y Utilización. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/4722>
- Karim, H. H., Al-Soudany, K. Y., & Al-Recaby, M. K. (2020). Effect of fly ash on bearing capacity of clayey soil. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 737(1), 012092. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/737/1/012092>
- Landa JY, & Torres SF. (2019). Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal [Tesis Bachiller, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería]. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626177/Landa\\_A\\_J.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626177/Landa_A_J.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Mamani L, & Yataco A. (2017). Estabilización de suelos arcillosos aplicando cenizas de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el Departamento de Ayacucho [Tesis Titulación, Universidad San Martín de Porras, Facultad de Ingeniería y Arquitectura]. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3635>
- MTC. (2014). Manual de carreteras. Suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)

- Munirwan, R. P., Sundary, D., Munirwansyah, & Bunyamin. (2021). Study of coffee husk ash addition for clay soil stabilization. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1087(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1087/1/012016>
- Njideka O, & Ben N. (2019). Soil stabilization for road construction: Comparative analysis of three-prong approach. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 413(1), 12–23. [https://www.researchgate.net/publication/327564620\\_Soil\\_Stabilization\\_for\\_Road\\_Construction\\_Comparative\\_Analysis\\_of\\_a\\_Three-Prong\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/327564620_Soil_Stabilization_for_Road_Construction_Comparative_Analysis_of_a_Three-Prong_Approach)
- Olano, P. L. (2021). Estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación de cenizas cascarilla café arábica, carretera Guineas a Mañumalkm.0+000 al km.7+500, Utcubamba [Tesis Titulación, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74141>
- Olano, P. L., Marín, N. H., & Benites, J. C. (2021). Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante a partir de cenizas cascarilla de café arábica. Suelos Ecuatoriales, 51(1–2), 68–76. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234911>
- Ortiz, C. A. (2021). Estimación de la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de café con relación a uno sin modificar [Tesis de Titulación, Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena, Facultad de Ingeniería]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11086>
- Parra MG. (2018). Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante [Tesis Titulación, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería]. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO%20DE>

%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505  
587.pdf

Pontificia Universidad Católica del Perú. (2012). Guía de laboratorio de mecánica de  
suelos. Scribd. <https://es.scribd.com/document/314758517/MECANICA-DE-SUELOSPUCP-pdf>

Ramírez NE, Silva AS, Garzón EM, & Yáñez EE. (2011). Caracterización y manejo de  
subproductos del beneficio del fruto de palma de aceite (Boletín Técnico N° 30).  
Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma.  
[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1327/64440\\_62171.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1327/64440_62171.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rico A, & Del Castillo H. (1978). La ingeniería de suelos en las vías terrestres carreteras,  
ferrocarriles y autopistas. Scribd. <https://es.scribd.com/doc/164716790/La-ingenieri-a-de-suelos-en-lasvi-as-terrestres-pdf>

SEGAT. (2013). Plan de gestión de residuos de construcción y demolición depositados  
en espacios públicos y de obras menores del distrito de Trujillo 2014 – 2017.  
Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo.  
<http://sial.segat.gob.pe/documentos/plan-gestion-residuos-construccion-demolicion-depositados-espacios>

Terrones AT. (2019). Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo  
de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018  
[Tesis Titulación, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería].  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14971>

The BMJ. (2020, octubre 28). 3. Populations and samples | The BMJ. The BMJ | The  
BMJ: leading general medical journal. Research. Education. Comment.

<https://www.bmj.com/about-bmj/resources-readers/publications/statistics-square-one/3-populations-and-samples>

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Matriz de consistencia

Titulo	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Técnico e Instrumentos	Metodología
<b>INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022</b>	<b>General</b> ¿Cuál es la influencia de agregado de ceniza de pulpa de café para estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén, 2022?	<b>General</b> Determinar la influencia de agregado de ceniza de pulpa de café para la estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén, 2022.  <b>Específicos</b> 1 . Determinar características de subrasante la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén. 2. Determinar porcentaje de adición adecuando en la subrasante la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén. 3. Determinar la influencia de ceniza de pulpa de café en plasticidad, humedad, cbr , proctor en la subrasante la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén. 4 . Comparación entre el estado anterior y el estado con la adición de ceniza de café en la subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén..	<b>General</b> La ceniza de pulpa de café mejorará la estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén, 2022	Independiente (X): Ceniza de pulpa de café	Análisis granulométrico por tamizados (ASTM D422: D4222, 22216, D4318, D427, D2487) Análisis de contenido de humedad (ASTM -D-2216-MTC E-108 Análisis Limite líquido – Limite plástico e Índice de plasticidad (ASTM – D424, D4318, AASHTO – T90 Análisis Relación Humedad – Densidad Proctor (ASTM D-1557-91)  Ficha de observación de propiedades de estabilidad de suelo.	<b>Tipo de investigación</b> De acuerdo con la orientación o finalidad: Aplicada  De acuerdo con la técnica de contrastación: Experimental  <b>Diseño</b> Experimental Preexperimental  <b>Técnicas</b> Observación Experimental  <b>Instrumentos</b> Guía de observación
				Variable Dependiente (Y):  Subrasante de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén.		

## ANEXO N° 2. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
Independiente (X): Agregados ceniza de pulpa de café	La ceniza es un producto de la combustión de un material formado por sustancias inorgánicas incombustibles, como las sales minerales. Una parte permanece como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se quemó el combustible (madera, basura, etc.) y otra parte puede ser emitida al aire como parte del humo (IDRC.CRDI, 1978).	Aprovechamiento de los residuos de demolición	Composición	Contenido mineral	Ficha de composición	Porcentaje
			% de mezcla	3 %, 6 %, 9 % 12 %	Ficha de observación	
Variable Dependiente (Y): Estabilidad de suelo arcilloso	Es la capacidad de mantener sus propiedades como resistencia al esfuerzo cortante, de su compresibilidad y de su tendencia a absorber agua. Frente a una capacidad de carga (adaptado a Ing. Caminos) (Rico y Del Castillo, 1978).	Variación de propiedades: Plasticidad de suelo; Humedad optima, Deformación y esfuerzo del suelo, Parámetros de resistencia del suelo arcilloso que incrementan su capacidad portante	Plasticidad de suelo	Índice de plasticidad		Ordinal
			Humedad optima	Humedad optima	Análisis de contenido de humedad (ASTM -D-2216-MTC E-108 (ASTM D-1557-91)	
			Deformación y esfuerzo del suelo	Humedad - densidad proctor		
			Parámetros de resistencia del suelo arcilloso	CBR	ASTM 1883	

**ANEXO N° 3. Estudio de suelos en el laboratorio CEIMSUP.**

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

# ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELO



CEIMSUP  
*[Signature]*  
Revisor: Juan Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

CEIMSUP  
*[Signature]*  
Juan Beltrán Ch'Wigo  
TECNICO DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
CEL:941633428 / 962567094

**Anexo 3.1 Analisis granulométrico de 8 calicatas de muestra**

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Anexo 03: Análisis geotécnicos muestra de suelo**

**Análisis granulométrico Calicata 1**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Código	
		Versión	
		Fecha	10/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022	Informe No.	
		Muestra No.	1
Fuente	Via Chontali		
Fecha de toma		Fecha de ensayo	10/09/2022
Localización	Jaén		

Peso Inicial* (P)	458
p Lavada y secada	451
W-WO (FP)	7
% Humedad	2%

mm	Tamiz No.	Peso retenido	% Retenido		% Pasa
			Total (%)	Acumulado	
75	3"	0	0.0%	0.00%	100.0%
50	2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
37.5	1-1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
25	1"	0	0.0%	0.0%	100.0%
19	3/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
12.5	1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
9.5	3/8"	25	5.8%	5.8%	94.2%
6.35	1/4"	21	4.7%	10.4%	89.6%
4.75	No. 4	17	3.8%	14.2%	85.8%
2.36	No. 8	0	0.0%	14.2%	85.8%
2	No. 10	35	7.8%	22.0%	78.0%
1.1	No. 16	28	6.2%	28.2%	71.8%
0.85	No. 20	32	7.1%	35.3%	64.7%
0.6	No. 30	21	4.7%	39.9%	60.1%
0.425	No. 40	22	4.9%	44.8%	55.2%
0.3	No. 50	28	6.2%	51.0%	49.0%
0.25	No. 60	32	7.1%	58.1%	41.9%
0.18	No. 80	29	6.4%	64.5%	35.5%
0.15	No. 100	32	7.1%	71.6%	28.4%
0.106	No. 140	27	6.0%	77.6%	22.4%
0.075	No. 200	60	13.3%	90.9%	9.1%
Fondo		41	9.1%	100.0%	0.0%
Peso total (g)		451			
Error		1.5%			

PI	458
FL	451
FP	7
%w	2%

% Grava	14.2%
% Arenas	76.7%
% L y Arc	9.1%
Total	100.0%

D10	0.198
D30	0.639
D60	0.601
Cu	3.04
Cc	3.43

Limites de consistencia

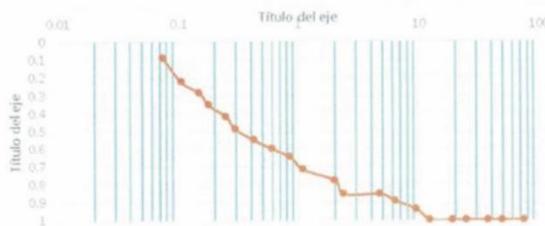
LL	31.8
LP	19.7
IP	12.1

CLASIFICACION	
IG	
SUICS	SM
AASHTO	A-2.4(D)



*Edwin Delgado Chingo*  
**CEIMSUP**  
 Edwin Delgado Chingo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

*Edwin Delgado Chingo*  
**CEIMSUP**  
 Edwin Delgado Chingo  
 TECNICO DE LABORATORIO



	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Análisis granulométrico Calicata 2**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Código	
		Versión	
		Fecha	10/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		
		Informe No.	
		Muestra No.	2
Fuente	Via Chontali		
Fecha de toma		Fecha de ensayo	10/09/2022
Localización	Jaén		

Peso Inicial* (PI)	458
p. Lavada y sacada W-W0 (PP)	451
% Humedad	

Tamiz		Peso retenido	% Retenido		% Pasa
mm	No.		Total (%)	Acumulado	
75	3"	0	0.0%	0.00	100.0%
50	2"	0	0.0%	0.00	100.0%
37.5	1-1/2"	0	0.0%	0.00	100.0%
25	1"	0	0.0%	0.00	100.0%
19	3/4"	0	0.0%	0.00	100.0%
12.5	1/2"	0	0.0%	0.00	100.0%
9.5	3/8"	0	0.0%	0.00	100.0%
6.35	1/4"	0	0.0%	0.00	100.0%
4.75	No. 4	0	0.0%	0.00	100.0%
2.36	No. 8	0	0.0%	0.00	100.0%
2	No. 10	35	4.6%	4.6%	95.4%
1.1	No. 16	28	3.7%	8.3%	91.7%
0.85	No. 20	32	4.2%	12.5%	87.5%
0.6	No. 30	21	2.8%	15.2%	84.8%
0.425	No. 40	81	10.6%	25.9%	74.1%
0.3	No. 50	81	10.6%	36.5%	63.5%
0.25	No. 60	79	10.4%	46.9%	53.1%
0.18	No. 80	65	8.5%	55.5%	44.5%
0.15	No. 100	67	8.8%	64.3%	35.7%
0.106	No. 140	78	10.2%	74.5%	25.5%
0.075	No. 200	120	15.8%	90.3%	9.7%
Fondo		74	9.7%	100.0%	0.0%
Peso total (g)		761			
Error					

PI	763
PL	762
PP	1
%w	0.13%

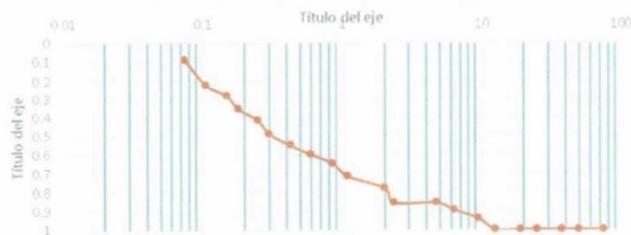
% Grava	0.0%
% Arenas	90.3%
% Li y Arc	9.7%
Total	100.0%

D10	0.193
D30	0.614
D60	0.597
Cu	3.09
Cc	3.27

Límites de consistencia	
LL	28.9
LP	17.1
IP	11.2

CLASIFICACION	
IG	
SUCS	SM
AASHTO	A-2.4(0)

CEIMSUP  
*[Signature]*  
Reynaldo Sánchez Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 227254



CEIMSUP  
*[Signature]*  
Edin Delgado Chingco  
TECNICÓ DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP-EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Análisis granulométrico Calicata 3**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Código	
		Versión	
		Fecha	10/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022	Informe No.	
		Muestra No.	3
Fuente	Via Chontalí		
Fecha de toma		Fecha de ensayo	10/09/2022
Localización	Jaén		



CEIMSUP  
Eduardo Delgado Chiriga  
TECNICO DE LABORATORIO

Tamiz	mm	No.	Peso retenido	% Retenido		% Pasa
				Total (%)	Acumulado	
75	3"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
50	2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
37.5	1-1/2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
25	1"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
19	3/4"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
12.5	1/2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
9.5	3/8"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
6.35	1/4"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
4.75	No. 4	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
2.36	No. 8	37.8	37.8	6.7%	6.7%	93.3%
2	No. 10	46.4	84.2	8.3%	15.0%	86.0%
1.1	No. 16	45.4	129.6	8.1%	23.0%	77.0%
0.85	No. 20	46.1	175.7	8.2%	31.2%	68.8%
0.6	No. 30	43.2	218.9	7.7%	38.9%	61.1%
0.425	No. 40	31.8	250.7	5.7%	44.6%	55.4%
0.3	No. 50	42.9	293.6	7.6%	52.2%	47.8%
0.25	No. 60	43.8	337.4	7.8%	60.0%	40.0%
0.18	No. 80	41.3	378.7	7.3%	67.3%	32.7%
0.15	No. 100	41.9	420.6	7.5%	74.8%	25.2%
0.106	No. 140	44.9	465.5	8.0%	82.8%	17.2%
0.075	No. 200	29	494.5	5.2%	87.9%	12.1%
Fondo		67.9	562.4	12.1%	100.0%	0.0%
Peso total (g)			562.4		100.0%	
Error				0.5%		

Peso Inicial * (PI)	458
p Lavada y secada (W-WO (FF))	451
% Humedad	

PI	719
PL	563
PP	156
%w	21.70%

% Grava	0.0%
% Arenas	87.9%
% Li y Arc	12.1%
Total	100.0%

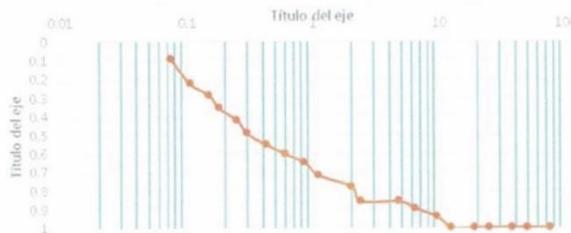
D10	0.197
D30	0.651
D60	0.593
Cu	3.01
Cc	3.63

Limites de consistencia

LL	30
LP	18.4
IP	11.6

CLASIFICACION	
IG	
SUCS	SM
AASHTO	A-2.4(0)

CEIMSUP  
Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP-EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Análisis granulométrico Calicata 4**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Código	
		Versión	
		Fecha	10/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFE PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022	Informe No.	
		Muestra No.	4
Fuente	Via Chontali		
Fecha de toma		Fecha de ensayo	10/09/2022
Localización	Jaén		

Peso Inicial* (P)	458
p. lavada y secada W-W0 (P')	451
% Humedad	



\* peso inicial seco

Tamiz mm	No.	Peso retenido	% Retenido		% Pasa
			Total (%)	Acumulado	
75	3"	0	0.0%	0.00%	100.0%
50	2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
37.5	1-1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
25	1"	0	0.0%	0.0%	100.0%
19	3/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
12.5	1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
9.5	3/8"	0	0.0%	0.0%	100.0%
6.35	1/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
4.75	No. 4	0	0.0%	0.0%	100.0%
2.36	No. 8	37.8	6.7%	6.7%	93.3%
2	No. 10	46.4	8.3%	15.0%	85.0%
1.1	No. 16	45.4	8.1%	23.0%	77.0%
0.85	No. 20	46.1	8.2%	31.2%	68.8%
0.6	No. 30	43.2	7.7%	38.9%	61.1%
0.425	No. 40	31.8	5.7%	44.6%	55.4%
0.3	No. 50	42.9	7.6%	52.2%	47.8%
0.25	No. 60	43.8	7.8%	60.0%	40.0%
0.18	No. 80	41.3	7.3%	67.3%	32.7%
0.15	No. 100	41.9	7.5%	74.8%	25.2%
0.106	No. 140	44.9	8.0%	82.8%	17.2%
0.075	No. 200	29	5.2%	87.9%	12.1%
Fondo		67.9	12.1%	100.0%	0.0%
Peso total (g)		562.4		100.0%	
Error		0.5%			

PI	719
PL	563
PP	156
%w	21.70%

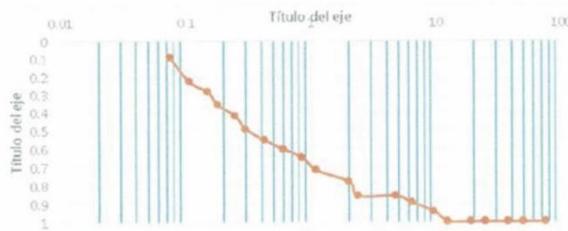
% Grava	0.0%
% Arenas	87.9%
% Li y Arc	12.1%
Total	100.0%

D10	0.189
D30	0.598
D60	0.587
Cu	3.11
Cc	3.22

Limites de consistencia

LL	30
LP	18.4
IP	11.6

CLASIFICACION	
IG	
SUICS	SM
AASHTO	A-2-4(0)



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Análisis granulométrico Calicata 5**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Código	
		Versión	
		Fecha	10/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE GENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACION DE LA VÍA CHONTALI-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022	Informe No.	
		Muestra No.	5
Fuente	Via Chontali		
Fecha de toma		Fecha de ensayo	10/09/2022
Localización	Jaén		

Peso Inicial * (Pi)	468
p. Lavada y secada	451
W-W0 (PP)	
% Humedad	



**CEIMSUP**  
Edén Delgado Chingó  
TECNICO DE LABORATORIO

\* peso inicial seco

Tamiz	mm	No.	Peso retenido	% Retenido		% Pasa
				Total (%)	Acumulado	
75	3"	0	0	0.0%	0.00%	100.0%
50	2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
37.5	1-1/2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
25	1"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
19	3/4"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
12.5	1/2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
9.5	3/8"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
6.35	1/4"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
4.75	No. 4	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
2.36	No. 8	37.8	37.8	6.7%	6.7%	93.3%
2	No. 10	46.4	46.4	8.3%	15.0%	85.0%
1.1	No. 16	45.4	45.4	8.1%	23.0%	77.0%
0.85	No. 20	46.1	46.1	8.2%	31.2%	68.8%
0.6	No. 30	43.2	43.2	7.7%	38.9%	61.1%
0.425	No. 40	31.8	31.8	5.7%	44.6%	55.4%
0.3	No. 50	42.9	42.9	7.6%	52.2%	47.8%
0.25	No. 60	43.8	43.8	7.6%	60.0%	40.0%
0.18	No. 80	41.3	41.3	7.3%	67.3%	32.7%
0.15	No. 100	41.9	41.9	7.5%	74.8%	25.2%
0.106	No. 140	44.9	44.9	8.0%	82.8%	17.2%
0.075	No. 200	29	29	5.2%	87.9%	12.1%
Fondo		67.9	67.9	12.1%	100.0%	0.0%
Peso total (g)		562.4				
Error		0.5%				

PI	719
PL	563
PP	156
%w	21.70%

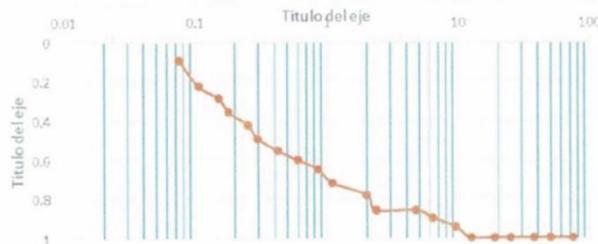
% Grava	0.0%
% Arenas	87.9%
% Li y Arc	12.1%
Total	100.0%

D10	0.191
D30	0.514
D60	0.521
Cu	2.73
Cc	2.65

**Limites de consistencia**

LL	30
LP	18.4
IP	11.6

CLASIFICACION	
IG	
SUCS	SM
AASHTO	A-2.4(0)



**CEIMSUP**  
Rogelio Iván Santiago Méndez  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Análisis granulométrico Calicata 6**



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Código	
		Versión	
		Fecha	10/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022	Informe No.	
		Muestra No.	6
Fuente	Vía Chontalí		
Fecha de toma		Fecha de ensayo	10/09/2022
Localización	Jaén		

Peso Inicial* (Pi)	450
Peso lavada y secada (W-W0 (PP))	451
% Humedad	

Tamiz	mm	No.	Peso retenido	% Retenido		% Pasa
				Total (%)	Acumulado	
75	3"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
50	2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
37.5	1-1/2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
25	1"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
19	3/4"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
12.5	1/2"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
9.5	3/8"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
8.35	1/4"	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
4.75	No. 4	0	0	0.0%	0.0%	100.0%
2.36	No. 8	37.9	37.9	8.7%	8.7%	93.3%
2	No. 10	46.4	46.4	10.3%	15.0%	86.0%
1.1	No. 16	45.4	45.4	10.1%	23.0%	77.0%
0.85	No. 20	46.1	46.1	10.2%	31.2%	68.8%
0.6	No. 30	43.2	43.2	9.6%	38.9%	61.1%
0.425	No. 40	31.8	31.8	7.1%	44.6%	55.4%
0.3	No. 50	42.9	42.9	9.5%	52.2%	47.8%
0.25	No. 60	43.8	43.8	9.7%	60.0%	40.0%
0.18	No. 80	41.3	41.3	9.2%	67.3%	32.7%
0.15	No. 100	41.9	41.9	9.3%	74.9%	25.2%
0.106	No. 140	44.9	44.9	10.0%	82.6%	17.2%
0.075	No. 200	29	29	6.4%	87.9%	12.1%
Fondo		67.0	67.0	14.9%	100.0%	0.0%
Peso total (g)		662.4				
Error		0.5%				

Pi	719
PL	563
PP	156
%w	21.70%

% Grava	0.0%
% Arenas	67.9%
% Li y Arc	12.1%
Total	100.0%

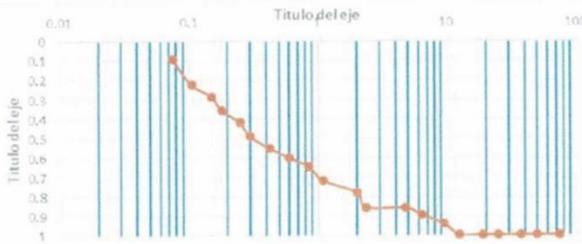
D10	0.197
D30	0.602
D60	0.521
Cu	2.64
Cc	3.53

Limites de consistencia

LI	30
LP	18.4
IP	11.6

CLASIFICACION	
IG	
SUCS	SM
AASHTO	A-2-4(C)

CEIMSUP  
Edin Delgado Chingco  
TECNICO DE LABORATORIO



CEIMSUP  
Reynier San Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Análisis granulométrico Calicata 7**



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Código	
		Versión	
		Fecha	10/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN	Informe No.	
		Muestra No.	7
Fuente	Via Chontalí		
Fecha de toma		Fecha de ensayo	10/09/2022
Localización	Jaén		

Peso Inicial* (PI)	458
p. Lavada y secada (W-W0 (FF))	451
% Humedad	

Tamiz		Peso retenido	% Retenido		% Pasa
mm	No.		Total (%)	Acumulado	
75	3"	0	0.0%	0.00%	100.0%
50	2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
37.5	1-1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
25	1"	0	0.0%	0.0%	100.0%
19	3/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
12.5	1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
9.5	3/8"	0	0.0%	0.0%	100.0%
6.35	1/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
4.75	No. 4	0	0.0%	0.0%	100.0%
2.36	No. 8	37.8	6.7%	6.7%	93.3%
2	No. 10	46.4	8.9%	15.0%	85.0%
1.1	No. 16	45.4	8.1%	23.0%	77.0%
0.65	No. 20	46.1	8.2%	31.2%	68.8%
0.6	No. 30	43.2	7.7%	38.9%	61.1%
0.425	No. 40	31.8	5.7%	44.6%	55.4%
0.3	No. 50	42.9	7.6%	52.2%	47.8%
0.25	No. 60	43.8	7.8%	60.0%	40.0%
0.18	No. 80	41.3	7.3%	67.3%	32.7%
0.15	No. 100	41.9	7.5%	74.8%	25.2%
0.106	No. 140	44.9	8.0%	82.8%	17.2%
0.075	No. 200	29	5.2%	87.9%	12.1%
Fondo		67.9	12.1%	100.0%	0.0%
Peso total (g)		562.4			
Error		0.5%			

PI	7.19
PL	563
PP	156
%w	21.70%

% Grava	0.0%
% Arenas	87.9%
% Li y Arc	12.1%
Total	100.0%

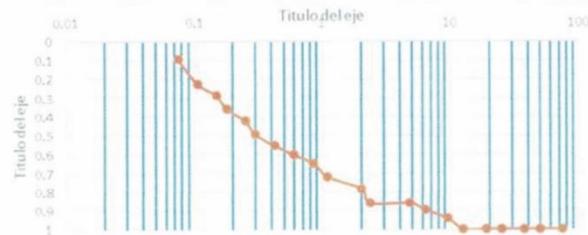
D10	0.201
D30	0.602
D60	0.521
Cu	1.71
Cc	2.28

Limites de consistencia

LL	30
LP	18.4
IP	11.6

CLASIFICACION	
IG	
SUCS	SM
AASHTO	A-2-4(0)

CEIMSUP  
*F. J. Chingó*  
Aldo Delgado Chingó  
TECNICO DE LABORATORIO



CEIMSUP  
*F. J. Chingó*  
Reynaldo Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Análisis granulométrico Calicata 8**

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	
		Versión	
		Fecha	10/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022	Informe No.	
		Muestra No.	8
Fuente	Via Chontalí		
Fecha de toma		Fecha de ensayo	10/09/2022
Localización	Jaén		

Peso Inicial * (PI)	458
p Lavada y secada	451
W-W0 (FF)	
% Humedad	

Tamiz		Peso retenido	% Retenido		% Pasa
mm	No.		Total (%)	Acumulado	
75	3"	0	0.0%	0.00%	100.0%
50	2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
37.5	1-1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
25	1"	0	0.0%	0.0%	100.0%
19	3/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
12.5	1/2"	0	0.0%	0.0%	100.0%
9.5	3/8"	0	0.0%	0.0%	100.0%
6.35	1/4"	0	0.0%	0.0%	100.0%
4.75	No. 4	0	0.0%	0.0%	100.0%
2.36	No. 8	37.8	6.7%	6.7%	93.3%
2	No. 10	46.4	8.3%	15.0%	85.0%
1.1	No. 16	45.4	8.1%	23.0%	77.0%
0.85	No. 20	46.1	8.2%	31.2%	68.8%
0.6	No. 30	43.2	7.7%	38.9%	61.1%
0.425	No. 40	31.8	5.7%	44.6%	55.4%
0.3	No. 50	42.9	7.6%	52.2%	47.8%
0.25	No. 60	43.8	7.8%	60.0%	40.0%
0.18	No. 80	41.3	7.3%	67.3%	32.7%
0.15	No. 100	41.9	7.5%	74.8%	25.2%
0.106	No. 140	44.9	8.0%	82.8%	17.2%
0.075	No. 200	29	5.2%	87.9%	12.1%
Fondo		67.9	12.1%	100.0%	0.0%
Peso total (g)		562.4		100.0%	
Error		0.5%			

PI	7.19
PL	563
PP	158
%w	21.70%

% Grava	0.0%
% Arenas	87.9%
% Li y Arc	12.1%
Total	100.0%

D10	0.205
D30	0.602
D60	0.521
Cu	2.54
Cc	3.39

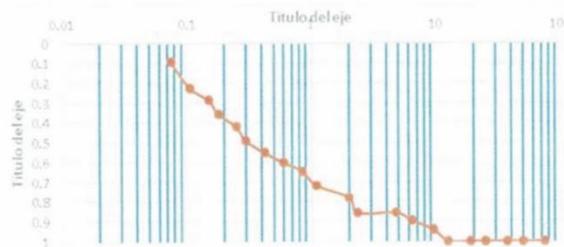
Limites de consistencia

LL	30
LP	18.4
IP	11.6

CLASIFICACION	
IG	
SUCS	SM
AASHTO	A-2-4(0)



CEIMSUP  
Edén Delgado Chingón  
TECNICO DE LABORATORIO



CEIMSUP  
Reynier Iván Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

### Anexo 3.2 Ensayos proctor de 8 calicatas muestra

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

#### Ensayo proctor calicata 1

		Curva de Compactación - Ensayo Proctor		Código	
				Version	
				Fecha	12/09/2022
Descripción: INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022			Informe No.		
			Muestra No.		1
Fuente		Via Chantoli			
Fecha de toma		Fecha de ensayo		12/09/2022	
Localización		Jaén			
Tipo de ensayo		Estándar/Normal	Método	B	



#### DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

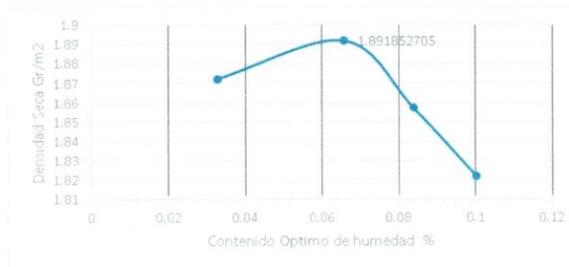
Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	M1	M2	M3	M4	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso molde + peso suelo compactado (gr)	3795	3873	3870	3862	
Peso del molde vacío (gr)	1970	1970	1970	1970	
Peso suelo compactado (gr)	1825	1903	1900	1892	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.7	943.7	943.7	943.7	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.9	2.0	2.0	2.0	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> ) 1.89
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.8	119	139	157.1	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.6	111.4	131	146.9	
Peso de la tara (gr)	49.7	44.6	35.7	45.2	
Peso suelo seco (gr)	68.9	69.8	95.3	101.7	Contenido óptimo de humedad (%) 6.6
Contenido de humedad (%)	0.0329	0.0659	0.0839	0.1003	
Densidad seca (gr/m <sup>3</sup> )	1.87	1.89	1.86	1.82	
	1.87	1.89	1.86	1.82	

  
 CEIMSUP  
 Reiner Juan Santiago Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 527254

  
 CEIMSUP  
 Elin Delgado Ching  
 TECNICO DE LABORATORIO



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
 NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
 RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
 SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
 CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Ensayo proctor calicata 2**

Curva de Compactación - Ensayo Proctor		Código	
		Versión	
		Fecha	12/09/2022
Descripción: INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
		Muestra No.	2
Fuente	Vía Chontalí		
Fecha de toma		Fecha de	
Localización	Jaén		
Tipo de ensayo	Estándar/Normal	Método de Ensayo	B

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	M1	M2	M3	M4	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso del molde + peso suelo compactado (gr)	3755	3873	3870	3877	
Peso del molde vacío (gr)	1970	1970	1970	1970	
Peso suelo compactado (gr)	1785	1903	1900	1907	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.7	943.7	943.7	943.7	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.9	2.0	2.0	2.0	Maxima densidad
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					1.894

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.8	119	139	157.1	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.6	114.4	131	145.9	
Peso de la tara (gr)	49.7	44.6	35.7	45.2	
Peso suelo seco (gr)	66.9	69.8	95.3	101.7	
Contenido de humedad (%)	3.29%	6.59%	8.39%	10.03%	
Densidad seca (gr/m <sup>3</sup> )	1.83	1.89	1.86	1.84	
	1.83	1.89	1.86	1.84	

Observaciones:



**CEIMSUP**  
Reynor Juan Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

**CEIMSUP**  
Edwin Delgado Chirigo  
TECNICO DE LABORATORIO

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Ensayo proctor calicata 3**



Curva de Compactación - Ensayo Proctor		Código	
		Versión	
		Fecha	
Descripción: ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA Terciaria Santa Clara - MOCAN MEDIANTE ADICIÓN DE RESIDUOS DE NEUMÁTICO VEHICULARES		Informe No.	
		Muestra No.	3
Fuente	Via Chontali		
Fecha de toma			
Localización	Jaén		
Tipo de ensayo	Estandar/Normal	Método de Ensayo	B

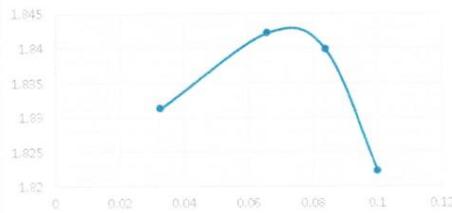
**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	M1	M2	M3	M4	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso molde + peso suelo compactado (gr)	3755	3623	3652	3662	
Peso del molde vacío (gr)	1970	1970	1970	1970	
Peso suelo compactado (gr)	1785	1653	1682	1692	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.7	943.7	943.7	943.7	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.9	2.0	2.0	2.0	Maxima densidad
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					1.849

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.8	119	139	157.1	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.6	114.4	131	146.9	
Peso de la tara (gr)	49.7	44.6	35.7	45.2	
Peso suelo seco (gr)	66.9	69.8	95.3	101.7	
Contenido de humedad (%)	3.29%	6.59%	8.39%	10.03%	Contenido óptimo de
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.84	1.84	1.82	6.75

Observaciones:



CEIMSUP  
*Eduardo Ching*  
Eduardo Ching  
TECNICO DE LABORATORIO

CEIMSUP  
*Reyner*  
Reyner Von Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Ensayo proctor calicata 4**

Curva de Compactación - Ensayo Proctor		Código	
		Versión	
		Fecha	12/09/2022
Descripción: INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
		Muestra No.	4
Fuente	Via Chontalí		
Fecha de toma	Fecha de ensayo	12/09/2022	
Localización	Jaén		
Tipo de ensayo	Estándar/Normal	Metodo	B



**CEIMSUP**  
*F. Quicho*  
Edén Delgado Chingo  
TECNICO DE LABORATORIO

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	M1	M2	M3	M4	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso molde + peso suelo compactado (gr)	3795	3873	3870	3862	
Peso del molde vacío (gr)	1970	1970	1970	1970	
Peso suelo compactado (gr)	1825	1903	1900	1892	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.7	943.7	943.7	943.7	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.9	2.0	2.0	2.0	Maxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					1.89

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.8	119	139	157.1	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.6	111.4	131	146.9	
Peso de la tara (gr)	49.7	44.6	35.7	45.2	
Peso suelo seco (gr)	66.9	69.8	95.3	101.7	
Contenido de humedad (%)	0.0329	0.066	0.0839	0.1003	Contenido óptimo de humedad (%)
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.87	1.89	1.86	1.82	6.6
	1.87	1.89	1.86	1.82	



**CEIMSUP**  
*Royneer Sanabria Mendoza*  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Ensayo proctor calicata 5**

Curva de Compactación - Ensayo Proctor		Código	
		Versión	
		Fecha	12/09/2022
Descripción: INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No. Muestra No.	5
Fuente	Via Chontali		
Fecha de toma	Fecha de ensayo	12/09/2022	
Localización	Jaén		
Tipo de ensayo	Estándar/Normal	Método	B



  
 Reynaldo Sanjurjo Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 257254

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	M1	M2	M3	M4	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso molde + peso suelo compactado (gr)	3795	3673	3670	3662	
Peso del molde vacío (gr)	1970	1970	1970	1970	
Peso suelo compactado (gr)	1825	1903	1900	1892	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.7	943.7	943.7	943.7	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.9	2.0	2.0	2.0	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					1.89

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.8	119	139	157.1	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.6	111.4	131	146.9	
Peso de la tara (gr)	49.7	44.6	35.7	45.2	
Peso suelo seco (gr)	66.9	69.8	95.3	101.7	Contenido óptimo de humedad (%)
Contenido de humedad (%)	0.0329	0.066	0.0339	0.1003	6.6
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.87	1.89	1.86	1.82	



  
 Paulcho  
 Edin Delgado Ching  
 TECNICO DE LABORATORIO

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"	
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS	

**Ensayo proctor calcata 6**

		Curva de Compactación - Ensayo Proctor		Código	
				Versión	
				Fecha	12/09/2022
Descripción: INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022			Informe No.		
			Muestra No.		6
Fuente		Via Chantoli			
Fecha de toma		Fecha de ensayo	12/09/2022		
Localización		Jaén			
Tipo de ensayo	Estandar/Normal	Metodo	B		

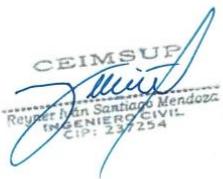


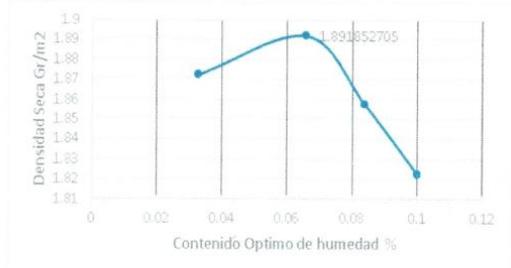
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	M1	M2	M3	M4	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso molde + peso suelo compactado (gr)	3795	3873	3870	3962	
Peso del molde vacío (gr)	1970	1970	1970	1970	
Peso suelo compactado (gr)	1825	1903	1900	1892	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.7	943.7	943.7	943.7	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.9	2.0	2.0	2.0	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.8	119	139	157.1	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.6	111.4	131	146.9	
Peso de la tara (gr)	49.7	44.6	35.7	45.2	
Peso suelo seco (gr)	66.9	69.8	95.3	101.7	
Contenido de humedad (%)	0.0329	0.066	0.0839	0.1003	Contenido óptimo de humedad (%)
Densidad seca (gr/m <sup>3</sup> )	1.87	1.89	1.86	1.82	

  
 REINER JUAN SANTIAGO MENDOZA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 537254



  
 EDWIN DELGADO CHIRGO  
 TECNICO DE LABORATORIO

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Ensayo proctor calicata 7**

Curva de Compactación - Ensayo Proctor		Código	
		Versión	
		Fecha	12/09/2022
Descripción: INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
		Muestra No.	7
Fuente		Via Chantoli	
Fecha de toma	Fecha de ensayo		12/09/2022
Localización		Jaén	
Tipo de ensayo	Estándar Normal	Método	B



**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	M1	M2	M3	M4	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso molde + peso suelo compactado (gr)	3795	3673	3670	3662	
Peso del molde vacío (gr)	1970	1970	1970	1970	
Peso suelo compactado (gr)	1825	1903	1900	1692	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.7	943.7	943.7	943.7	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.9	2.0	2.0	2.0	Maxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					1.89

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.8	119	139	157.1	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.6	111.4	131	146.9	
Peso de la tara (gr)	49.7	44.6	35.7	45.2	
Peso suelo seco (gr)	66.9	69.8	95.3	101.7	Contenido óptimo de humedad (%)
Contenido de humedad (%)	0.0329	0.066	0.0639	0.1003	6.6
Densidad seca (gr/m <sup>3</sup> )	1.87	1.89	1.86	1.82	
	1.87	1.89	1.86	1.82	



  
**CEIMSUP**  
 Reynier Sánchez Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

  
**CEIMSUP**  
 Fernando Chingó  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Ensayo proctor calicata 8**

Curva de Compactación - Ensayo Proctor		Código	
		Versión	
		Fecha	12/09/2022
Descripción: INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
		Muestra No.	8
Fuente		Via Chantoli	
Fecha de toma		Fecha de ensayo	12/09/2022
Localización		Jaén	
Tipo de ensayo	Estandar/Normal	Método	B

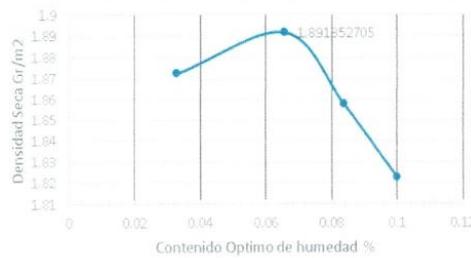


**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	M1	M2	M3	M4	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso molde + peso suelo compactado (gr)	3795	3873	3870	3862	
Peso del molde vacío (gr)	1970	1970	1970	1970	
Peso suelo compactado (gr)	1825	1903	1900	1892	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.7	943.7	943.7	943.7	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.9	2.0	2.0	2.0	Maxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					1.89

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.8	119	139	157.1	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.6	111.4	131	146.9	
Peso de la tara (gr)	49.7	44.6	35.7	45.2	
Peso suelo seco (gr)	66.9	69.8	95.3	101.7	Contenido óptimo de humedad (%)
Contenido de humedad (%)	0.0329	0.066	0.0839	0.1003	6.6
Densidad seca (gr/m <sup>3</sup> )	1.87	1.89	1.86	1.82	
	1.87	1.89	1.86	1.82	



  
 REYNIR IDDIN SANTIAGO MENDOZA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

  
 JUAN DELGADO CHIRIGA  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

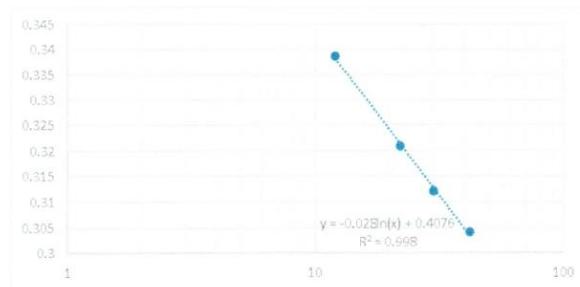
**Anexo 3.3 Ensayo de plasticidad de 8 calicatas muestra**

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Índice de plasticidad calicata 1**

	LIMITE LIQUIDO		Código	
			Versión	
			Fecha	11/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ- PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
			Muestra No.	1
Fuente	Via chontali			
Fecha de toma		Fecha de ensayo	11/09/2022	
Localización	Jaén			

Prueba No.	Limite liquido				Limite plastico		
	1	2	3	4	1	2	
Recipiente No.	R1	R2	R3	R4			
No. de golpes	12	22	30	42			
Peso del Recipiente + peso suelo humedo (Pr+sh) (gr)	52.9	51.5	62.7	57.6	32.338	31.7264	
Peso del Recipiente + peso suelo seco (Pr+ss) (gr)	48.7	47.2	57.8	53.1	31.8	31.8	
Peso Recipiente (gr)	36.3	33.8	42.1	38.3	28.4	28.7	
Peso del agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	4.2	4.3	4.9	4.5	0.736	0.4264	
Peso suelo seco (gr)	12.4	13.4	15.7	14.8	3.2	2.6	
Contenido de humedad (%)	34%	32%	31%	30%	23%	16%	
Limite Liquidido	31.75%		Limite Plastico		19.7%		
Indice de plasticidad						12.1%	



  
 Renier Juan Sanchez Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

  
 Edwin Delgado Chingo  
 TECNICO DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
 NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
 RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
 SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
 CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

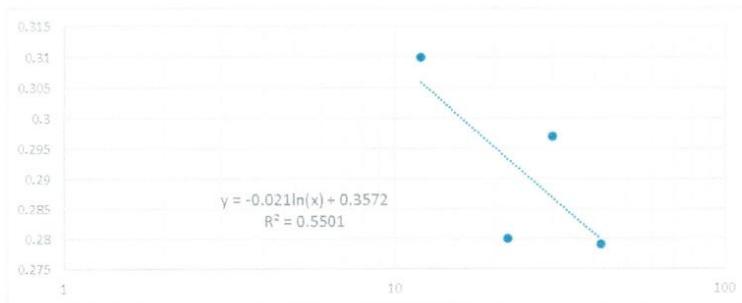
**Índice de plasticidad calicata 2**



	LIMITE LIQUIDO		Código	
			Versión	
			Fecha	11/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
			Muestra No.	2
Fuente	Via chontali			
Fecha de toma		Fecha de ensayo	11/09/2022	
Localización	Jaén			

Prueba No.	Limite liquido				Limite plastico	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente No.	R1	R2	R3	R4		
No. de golpes	12	22	30	42		
Peso Recipiente + peso suelo humedo (Pr+sh) (gr)	52.544	50.308	64.2152	57.843	32.208	31.7264
Peso Recipiente + peso suelo seco (Pr+ss) (gr)	49.7	47.2	57.8	53.1	31.6	31.3
Peso Recipiente (gr)	36.3	36.1	36.2	36.1	29.4	29.7
Peso agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	3.844	3.108	6.4152	4.743	0.608	0.4264
Peso suelo seco (gr)	12.4	11.1	21.6	17	3.2	2.6
Contenido de humedad (%)	31%	28%	30%	28%	19%	16%
Limite Liquido	29.96%		Limite Plastico		17.7%	
Indice de plasticidad	13.30%					

**CEIMSUP**  
Reiner Juan Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254



**CEIMSUP**  
Edén Delgado Chingón  
TECNICO DE LABORATORIO

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

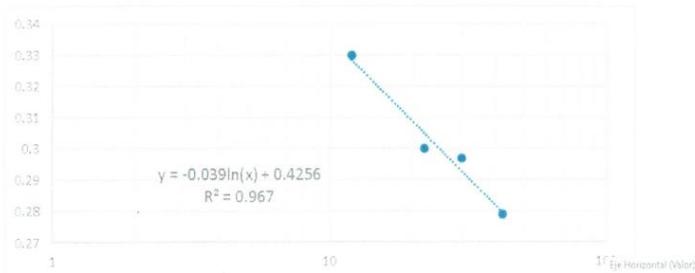
**Índice de plasticidad calicata 3**



	LIMITE LIQUIDO		Código	
			Versión	
			Fecha	11/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ- PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022			Informe No.
				Muestra No. 3
Fuente	Via chontali			
Fecha de toma		Fecha de ensayo	11/09/2022	
Localización	Jaén			

Prueba No.	Limite liquido				Limite plastico		
	1	2	3	4	1	2	
Recipiente No.	R1	R2	R3	R4			
No. de golpes	12	22	30	42			
Peso Recipiente + peso suelo humedo (Pr+sh) (gr)	52.792	50.53	64.2152	57.843	32.195	31.8122	
Peso del Recipiente + peso suelo seco (Pr+ss) (gr)							
Peso Recipiente (gr)	48.7	47.2	57.8	53.1	31.6	31.3	
Peso agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	36.3	36.1	36.2	36.1	28.1	28.7	
Peso agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	4.092	3.33	6.4152	4.743	0.595	0.5122	
Peso suelo seco (gr)	12.4	11.1	21.6	17	3.5	2.6	
Contenido de humedad (%)	33%	30%	30%	28%	17%	20%	
Limite Liquido	30.01%		Limite Plastico		18.4%		
Indice de plasticidad						11.7%	

CEIMSUP  
Reynor Juan Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254



CEIMSUP  
Elin Delgado Chingó  
TECNICO DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAÉN - CAJAMARCA  
CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Índice de plasticidad calicata 4**

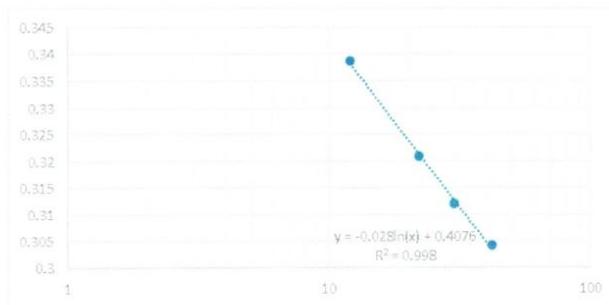


	LIMITE LIQUIDO		Código	
			Versión	
			Fecha	11/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ- PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
			Muestra No.	4
Fuente	Via chontali			
Fecha de toma		Fecha de ensayo	11/09/2022	
Localización	Jaén			

Prueba No.	Limite liquido				Limite plastico		
	1	2	3	4	1	2	
Recipiente No.	R1	R2	R3	R4			
No. de golpes	12	22	30	42			
Peso del Recipiente + peso suelo húmedo (Pr+sh) (gr)	52.9	51.5	62.7	57.6	32.336	31.7264	
Peso del Recipiente + peso suelo seco (Pr+ss) (gr)	48.7	47.2	57.8	53.1	31.6	31.3	
Peso Recipiente (gr)	36.3	33.8	42.1	38.3	28.4	28.7	
Peso del agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	4.2	4.3	4.9	4.5	0.736	0.4264	
Peso suelo seco (gr)	12.4	13.4	15.7	14.8	3.2	2.6	
Contenido de humedad (%)	34%	32%	31%	30%	23%	16%	
Limite Liquido	31.75%			Limite Plastico	19.7%		
Indice de plasticidad						12.1%	

  
 Juan Santiago Méndez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

  
 Edin Delgado Chingo  
 TECNICO DE LABORATORIO



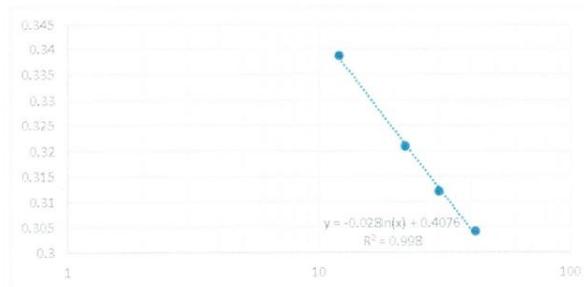
	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Índice de plasticidad calicata 5**

	LIMITE LIQUIDO			Código	
				Versión	
				Fecha	11/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022			Informe No.	
				Muestra No.	5
Fuente	Via chontali				
Fecha de toma		Fecha de ensayo	11/09/2022		
Localización	Jaén				

Prueba No.	Limite liquido				Limite plastico	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente No.	R1	R2	R3	R4		
No. de golpes	12	22	30	42		
Peso del Recipiente + peso suelo humedo (Pr+sh) (gr)	52.9	51.5	62.7	57.6	32.336	31.7264
Peso del Recipiente + peso suelo seco (Pr+ss) (gr)	48.7	47.2	57.8	53.1	31.6	31.3
Peso Recipiente (gr)	36.3	33.8	42.1	38.3	28.4	28.7
Peso del agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	4.2	4.3	4.9	4.5	0.736	0.4264
Peso suelo seco (gs) (gr)	12.4	13.4	15.7	14.8	3.2	2.6
Contenido de humedad (%)	34%	32%	31%	30%	23%	16%
Limite Liquido	31.75%		Limite Plastico		19.7%	
Indice de plasticidad						12.1%

CEIMSUP  
*[Signature]*  
Reynier Van Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254



CEIMSUP  
*[Signature]*  
Ana Delgado Oringo  
TECNICO DE LABORATORIO



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
CEL:941633428 / 962567094

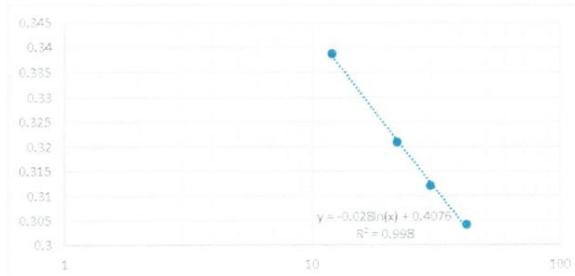
	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Índice de plasticidad calicata 6**

	LIMITE LIQUIDO		Código	
			Versión	
			Fecha	11/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
			Muestra No.	6
Fuente	Via chontali			
Fecha de toma		Fecha de ensayo	11/09/2022	
Localización	Jaén			

Prueba No.	Límite líquido				Límite plástico		
	1	2	3	4	1	2	
Recipiente No.	R1	R2	R3	R4			
No. de golpes	12	22	30	42			
Peso del Recipiente + peso suelo húmedo (Pr+sh) (gr)	52.9	51.5	62.7	57.6	32.336	31.7264	
Peso del Recipiente + peso suelo seco (Pr+ss) (gr)	48.7	47.2	57.8	53.1	31.8	31.3	
Peso Recipiente (gr)	36.3	33.8	42.1	38.3	28.4	28.7	
Peso del agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	4.2	4.3	4.9	4.5	0.736	0.4264	
Peso suelo seco (gs) (gr)	12.4	13.4	15.7	14.8	3.2	2.6	
Contenido de humedad (%)	34%	32%	31%	30%	23%	16%	
Límite Líquido	31.75%		Límite Plástico		19.7%		
Índice de plasticidad						12.1%	

  
 Juan Santiago Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254



  
 Edwin Delgado Chingo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
 NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
 RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

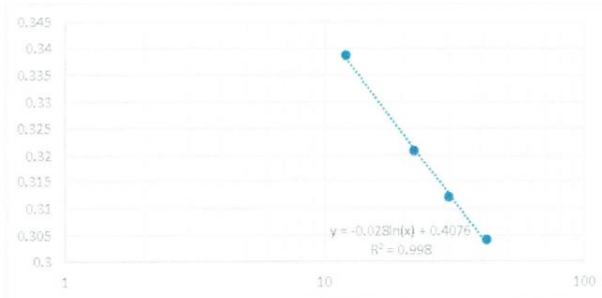
DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
 SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
 CEL:941633428 / 962567094

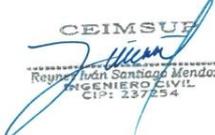
	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Índice de plasticidad calicata 7**

	<b>LIMITE LIQUIDO</b>		Código	
			Version	
			Fecha	11/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ- PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		Informe No.	
			Muestra No.	7
Fuente	Via chontali			
Fecha de toma		Fecha de ensayo	11/09/2022	
Localización	Jaén			

Prueba No.	Limite liquido				Limite plastico		
	1	2	3	4	1	2	
Recipiente No.	R1	R2	R3	R4			
No. de golpes	12	22	30	42			
Peso del Recipiente + peso suelo humedo (Pr+sh) (gr)	52.9	51.5	62.7	57.6	32.336	31.7264	
Peso del Recipiente + peso suelo seco (Pr+ss) (gr)	48.7	47.2	57.8	53.1	31.6	31.3	
Peso Recipiente (gr)	36.3	33.8	42.1	38.3	28.4	28.7	
Peso del agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	4.2	4.3	4.9	4.5	0.736	0.4264	
Peso suelo seco (gr)	12.4	13.4	15.7	14.8	3.2	2.6	
Contenido de humedad (%)	34%	32%	31%	30%	23%	16%	
Limite Liquidido	31.75%			Limite Plastico	19.7%		
Indice de plasticidad						12.1%	



  
 REYES  
 Juan Santiago Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254



  
 Edwin Delgado Chingo  
 TECNICO DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
 NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
 RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
 SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAÉN - CAJAMARCA  
 CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Índice de plasticidad calicata 8**

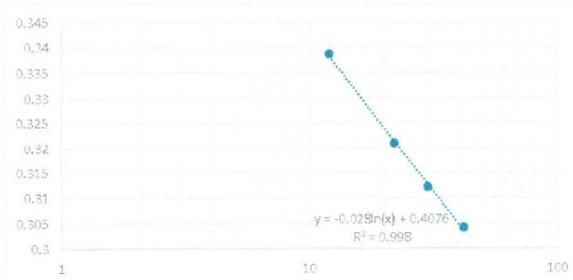


	LIMITE LIQUIDO		Código	
			Versión	
			Fecha	11/09/2022
Descripción	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ- PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022			Informe No.
				Muestra No. 8
Fuente	Via chontali			
Fecha de toma		Fecha de ensayo	11/09/2022	
Localización	Jaén			

Prueba No.	Limite liquido				Limite plastico	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente No.	R1	F2		R3	R4	
No. de golpes	12	22	30	42		
Peso del Recipiente + peso suelo húmedo (Pr+sh) (gr)	52.9	51.5	62.7	57.6	32.336	31.7264
Peso del Recipiente + peso suelo seco (Pr+ss) (gr)	48.7	47.2	57.8	53.1	31.6	31.3
Peso Recipiente (gr)	38.3	33.3	42.1	38.2	28.4	28.7
Peso del agua (Pa = Pr+sh - Pr+ss) (gr)	4.2	4.3	4.9	4.5	0.736	0.4264
Peso suelo seco (gr)	12.4	13.4	15.7	14.6	3.2	2.6
Contenido de humedad (%)	34%	32%	31%	30%	23%	16%
Limite Liquidido	31.75%			Limite Plastico		19.7%
Indice de plasticidad						12.1%

CEIMSUP  
*Reynaldo Sánchez Alencastro*  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 537254

CEIMSUP  
*Edin Delgado Chinga*  
TECNICO DE LABORATORIO



### Anexo 3.4 Ensayo CBR de mezcla de calicatas

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO	"INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA"					
SOLICITANTE	Ricardo Dennis Gavidia Reyes	Ubicación		VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA JAÉN		
FECHA	Muestra		0.80 m			

MOLDE No	iii		ii		i	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	12446	12503	12755	12702	12902	13210
Peso del Molde	gr.	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Suelo Húmedo	gr.	4424	4482	4722	4669	4882	5190
Volumen del Suelo	cc.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cc.	1.904	1.929	2.032	2.01	2.101	2.234

Capsula No	No											
Suelo Húmedo + Capsula	gr-	173.2	152.88	164.2		166.94	164.83	150.2		155.37	149.18	161.22
Peso Suelo Seco + Capsula	gr.	152.64	136.32	154.4		146.36	146.78	141.25		140.2	132.52	152.47
Peso del Agua	gr-	20.56	16.56	9.8		20.58	18.15	8.95		15.17	16.56	8.75
Peso de la Capsula	gr.	23.68	30.47	22.84		23.22	23.4	23.75		22.71	23.69	23.81
Peso del Suelo Seco	gr.	128.96	105.85	131.56		123.14	123.38	117.5		117.49	108.93	128.66
% de Humedad	%	15.94%	15.64%	7.45%		16.71%	14.71%	7.62%		12.91%	15.20%	6.80%
Promedio de Humedad	%	15.79%		7.45%		15.71		7.62		14.06		6.8
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.644		1.795		1.756		1.867		1.842		2.091

#### EXPANSIÓN

Fecha 2022	Hora	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
07A07	11:22: a.m.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08A07	11:22: a.m.	24:00:00	0.4	0.4	0.315	0.3	0.3	0.236	0.1	0.1	0.087
09A07	11:22: a.m.	48:00:00	0.80	0.8	0.63	0.6	0.6	0.472	0.4	0.4	0.31496
10A07	11:22: a.m.	72:00:00	0.94	0.94	0.74	0.91	0.91	0.717	0.8	0.8	0.62992
11A07	11:22: a.m.	96:00:00	1.25	1.25	0.984	1.04	1.04	0.819	1	1	0.7874

#### PENETRACIÓN

Penetra mm	Tiempo	Carga Estática	Molde No III				Molde No II				Molde No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.63	00:30		21	21 0	1.1		52	52	2.6		75	75	38	
1.27	01:00		40	40	2		90	90	4.5		118	1180	60	
1.91	01:30		62	620	3.1		123	123	6.2		183	183 0	9.3	
2.54	02:00	70.31	80	80	4		168	168	8.5		241	241 0	12.2	
3.8	03:00		102	102	5.2		204	204	10.3		287	287 0	14.5	
5.09	04:00	105	121	121 0	6.1		244	244 0	12.3		360	360 0	18.2	
6.35	05:00		132	132	6.7		268	268	135		412	4120	20.8	
7.62	06:00		140	140	7.1		290	290	14.7		470	4700	23.8	
8.84	07:00		165	165	8.3		352	352 0	17.8		521	5210	26.3	
10.16	08:00													

Ricardo Dennis Gavidia Reyes
   
 INGENIERO CIVIL
   
 C.P. 137254

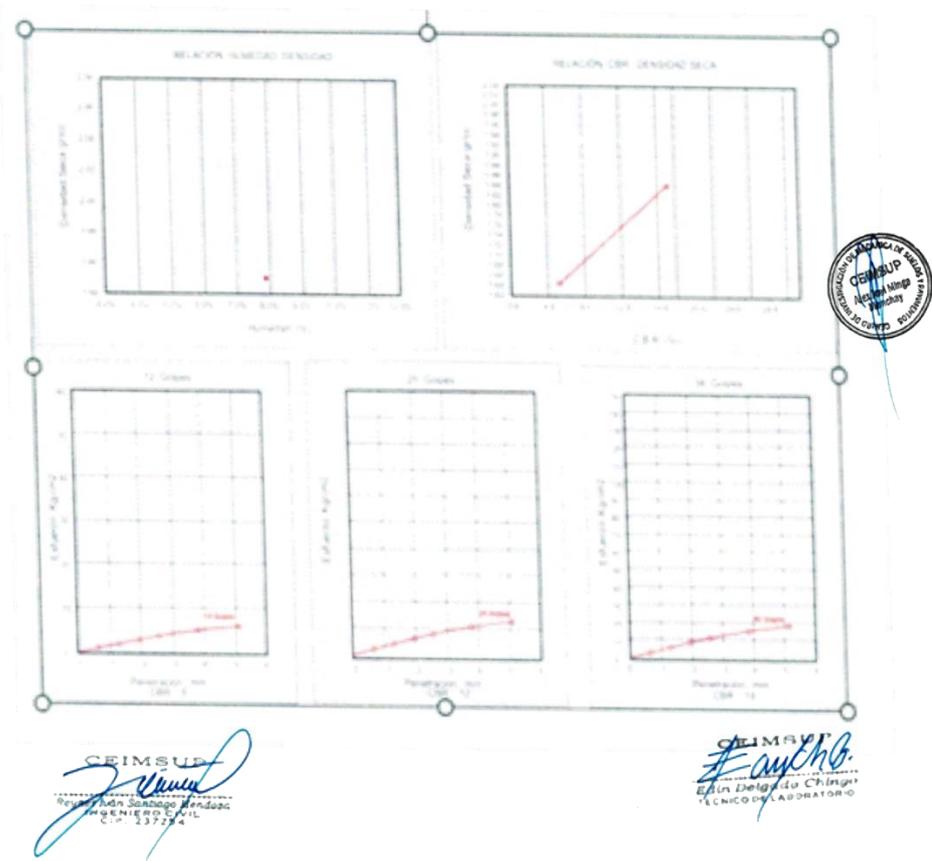
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - INFORME
   
 NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-0E-2022-044
   
 RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

Edwin Delgado Chirino
   
 TECNICO LABORATORIO

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192
   
 SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA
   
 CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO	CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA - JAÉN	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-4	C
SOLICITANTE	Ricardo Dennis Gavidia Reyes	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)	2.04
FECHA		HUMEDAD OPTIMA (%)	6.74
MUESTRA	VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA - JAÉN	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	45
OBSERVACIONES	Muestra proporcionada por el solicitante	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	35
		RET MALLA 3/4" =	3/8" =
			N4 =
		CLASIFICACION	
		SUCS	
		EMBEBIDO	4 Dias



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
 NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-DE-2022-044  
 RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
 SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
 CEL:941633428 / 962567094

### Anexo 3.5 Resultados de muestra con adición de 3% de ceniza de pulpa de café

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

#### Anexo 04: Resultados geotécnicos de la muestra de suelo con diferentes dosificaciones de ceniza de pulpa de café

#### Resultados dosificación del 3 % de ceniza de pulpa de café

#### Índice de plasticidad

Proyecto	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN 2022
Solicitante	Ricardo Dennis Gavidia Reyes
Diseño de mezcla	3.0 % Adición de ceniza de café
Destino	:BASE DE PAVIMENTO
Fecha	11-10-2022

#### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

Suelo humedo + tarro	gr	193.10
Suelo Seco +tarro	gr	174.35
Peso del tarro	gr	39.58
Peso del agua	gr	18.75
Peso del suelo seco	gr	134.77
Humedad %	%	13.91

#### LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

#### Limite Liquido

Tarro N°		F	G
Suelo humedo+tarro	gr	34.90	34.70
Suelo Seco +tarro	gr	31.70	31.90
Peso del tarro	gr	20.91	17.60
Peso del agua	gr	3.20	2.80
Peso del suelo seco	gr	10.70	14.30
Humedad %	%	29.66	19.58
N° de golpes		19	19

#### Limite Plastico

	F	G
	12.05	12.07
	11.50	11.68
	8.65	8.60
	0.55	0.39
	2.85	3.08
	19.30	12.66

Limite Líquido :	23.81	Limite Plástico	15.98
------------------	-------	-----------------	-------

Indice Plastico :	7.83
-------------------	------

$LL = Wn \cdot (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contendio de humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes



CEIMSUP  
 Ricardo Dennis Gavidia Reyes  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

CEIMSUP  
 Edin Delgado Chingó  
 TECNICO DE LABORATORIO

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

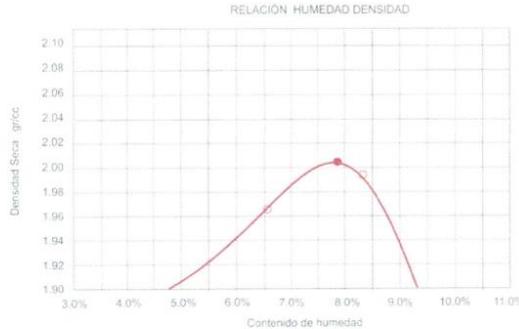
**Relación Humedad – Densidad Proctor**

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

Proyecto	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022				
Solicitantes	Ricardo Dennis Gavidia Reyes		Diseño de mezcla 3.0 % Adición de cucho sintético		
Fecha	12-09 2022		Finalidad Base de pavimento		
Molde	13-15	Volumen del molde	2067 cc		
N° de Capas	5	Golpes por capa	56		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr	9830	10173	10330	9700
Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
Peso del suelo Humedo	gr/mcc	3830	4173	4330	3700
Densidad del suelo humedo	gr/mcc	1.85	2.02	2.09	1.79

Capsula N°	N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Suelo Humedo + Capsula	gr	415.27	433.24	414.61	432.80	427.12	441.14	425.25	419.12
Peso suelo seco + capsula	gr	399.67	416.44	390.70	408.80	397.10	410.14	387.15	384.13
Peso del agua	gr	15.60	16.80	23.91	24.00	30.02	31.00	38.10	34.99
Peso de la capsula	gr	39.59	39.49	39.24	39.53	39.50	39.57	29.40	39.51
Peso del suelo seco	gr	360.08	376.95	351.46	369.27	357.60	370.57	357.75	344.62
% de Humedad	gr	4.33%	4.46%	6.80%	6.50%	8.39%	8.39%	10.65%	10.15%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	4.39%		6.65%		8.38%		10.40%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.17		1.89		1.93		1.62	

Metodo:	ASTM D-1557-91 Modificado A	Maxima Densidad Seca	1.950 gr/cc
		Humedad Optima	7.90 %



**CEIMSUP**  
Reyner San Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237754

**CEIMSUP**  
Edin Delgado Trujillo  
TECNICO DE LABORATORIO

### Anexo 3.6 Resultados de muestra con adición de 6% de ceniza de pulpa de café

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

#### Resultados dosificación del 6 % de ceniza de pulpa de café

Proyecto	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN 2022
Solicitante	Ricardo Dennis Gavidia Reyes
Diseño de mezcla	6.0 % Adición de ceniza de café
Destino	:BASE DE PAVIMENTO
Fecha	11-10 -2022

#### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

Suelo humedo + tarro	gr	192.90
Suelo Seco +tarro	gr	175.81
Peso del tarro	gr	39.55
Peso del agua	gr	17.09
Peso del suelo seco	gr	136.26
Humedad	%	12.54

CEIMSUP  
Edin De la Cruz  
TECNICO DE LABORATORIO



#### LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

##### Limite Líquido

Tarro N°	F	G	
Suelo humedo+tarr	gr	39.05	37.25
Suelo Seco +tarro	gr	34.72	33.95
Peso del tarro	gr	18.60	18.47
Peso del agua	gr	4.33	3.30
Peso del suelo sec	gr	16.12	15.48
Humedad %	%	26.86	21.32
N° de golpes		18	18

##### Limite Plastico

F	G
12.10	12.15
11.70	11.58
8.65	8.60
0.40	0.57
3.05	2.98
13.11	19.13

Limite Líquido :	23.15	Limite Plástico	16.12
------------------	-------	-----------------	-------

Indice Plastico :	7.03
-------------------	------

$LL = Wn \cdot (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Líquido  
 Wn = Contenido de humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

CEIMSUP  
Reyes Juan Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

#### Índice de plasticidad

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Relación Humedad – Densidad Proctor**

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

Proyecto	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		
Solicitantes	Ricardo Dennis Gavidia Reyes	Diseño de mezcla	6.0 % Adición de caucho sintético
Fecha	12-09-2022	Finalidad	Base de pavimento
Molde	13.15	Volumen del molde	2067 cc
Nº de Capas		Golpes por capa	56

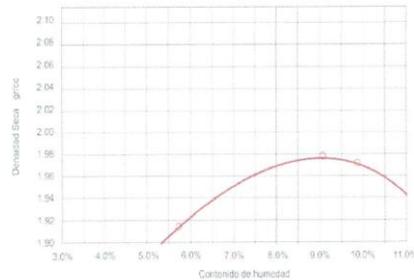
Peso Suelo Humedo + Molde	gr	9943	10193	10480	10221
Peso del molde	gr	6000	6000	6000	6000
Peso del suelo Humedo	gm/cc	3943	4193	4480	4221
Densidad del suelo humedo	gm/cc	1.91	2.03	2.17	2.04

Capsula Nº	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8
Suelo Humedo + Capsula	gr	417.23	430.38	427.14	425.13	443.28	441.61	444.61	462.5
Peso suelo seco + capsula	gr	397.3	415.14	405.94	404.06	407.13	404.98	390.71	408.81
Peso de Agua	gr	19.93	15.24	21.2	21.07	36.15	36.17	53.90	53.69
Peso de Capsula	gr	39.50	39.52	39.51	39.47	39.30	39.26	39.60	39.55
Peso de suelo seco	gr	357.80	375.62	366.43	364.58	367.83	365.70	351.11	368.26
% de Humedad	gr	5.57%	4.06%	5.8%	5.78%	9.83%	9.89%	15.35%	14.54%
<b>Promedio de Humedad</b>	%								
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%								

Metodo	ASTM D-1557-91 Modificado A	Maxima Densidad Seca	: 1.980 gr/CC
		Humedad Optima	: 9.10%



RELACION HUMEDAD DENSIDAD



  
 Romeo Juan Santiago Mendoza  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 237254

  
 Edmundo Chingú  
 TECNICO DE LABORATORIO

### Anexo 3.7 Resultados de muestra con adición de 9% de ceniza de pulpa de café

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Resultados dosificación del 9 % de ceniza de pulpa de café**  
**Índice de plasticidad**

Proyecto	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN 2022
Solicitante	Ricardo Dennis Gavidia Reyes
Diseño de mezcla	9.0 % Adición de ceniza de café
Destino	BASE DE PAVIMENTO
Fecha	11-10 -2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

Suelo humedo + tarro	gr	187.60
Suelo Seco +tarro	gr	166.20
Peso del tarro	gr	39.60
Peso del agua	gr	21.40
Peso del suelo seco	gr	126.50
Humedad %	%	16.90



**LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
 ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

**Limite Liquido**

Tarro N°		F	G
Suelo humedo+tarro	gr	40.21	40.40
Suelo Seco +tarro	gr	35.65	36.60
Peso del tarro	gr	18.60	18.47
Peso del agua	gr	4.56	3.80
Peso del suelo seco	gr	17.05	18.13
Humedad %	g%	26.74	20.96
N° de golpes		18	18

**Limite Plastico**

	F	G
	11.82	11.98
	11.41	11.47
	8.65	8.60
	0.41	0.51
	2.76	2.87
	14.86	17.77

Limite Líquido :	22.92	Limite Plástico	16.31
------------------	-------	-----------------	-------

Indice Plastico :	6.61
-------------------	------

  
 Edén Belgado Chingo  
 TECNICO DE LABORATORIO

LL =  $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

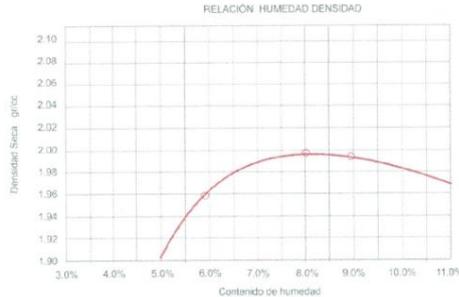
  
 Reynier San Santiago Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Relación Humedad – Densidad Proctor**

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

Proyecto	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022								
Solicitantes	Ricardo Dennis Gavidia Reyes	Diseño de mezcla	9.0 % Adición de caucho sintético						
Fecha	12-09 2022	Finalidad	Base de pavimento						
Molde	13-15	Volumen del molde	2067 cc						
Nº de Capas	5	Golpes por capa	56						
Peso Suelo Humedo + Molde	gr. 10010	10280	10480	10504					
Peso del molde	gr. 6000	6000	6000	6000					
Peso del suelo Humedo	gm/cc 4010	4280	4480	4504					
Densidad del suelo humedo	gm/cc 1.94	2.07	2.17	2.18					
Capsula Nº	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8
Suelo Humedo + Capsula	gr.	416.2	418.13	417.20	421.14	430.1	433.10	438.16	549.18
Peso suelo seco + capsula	gr.	393.1	409.17	395.90	400.06	396	400.97	390.74	390.12
Peso de Agua	gr.	23.02	8.96	21.30	21.08	32.14	32.13	47.42	69.06
Peso de Capsula	gr.	39.54	39.60	39.52	39.60	39.47	39.51	39.44	39.50
Peso de suelo seco	gr.	353.6	369.57	356.38	360.46	358.5	361.46	351.30	350.62
% de Humedad	gr.	6.51%	2.42%	6.0%	5.85%	8.96%	8.89%	13.50%	19.70%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	4.47%		5.91%		8.93%		16.60%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.86.00%		1.96.00%		1.99		1.87	
Metodo	ASTM D-1557-91 Modificado A				Maxima Densidad Seca	: 1.990 gr/cc			
					Humedad Optima	: 8.00%			



  
 Reyner San Santiago Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

  
 Edin Delgado Chingra  
 TECNICO DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
 NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
 RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
 SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
 CEL:941633428 / 962567094

### Anexo 3.8 Resultados de muestra con adición de 12 % de ceniza de pulpa de café

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

#### Resultados dosificación del 12 % de ceniza de pulpa de café

##### Índice de plasticidad

Proyecto	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ-PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN 2022
Solicitante	Ricardo Dennis Gavidia Reyes
Diseño de mezcla	12.0 % Adición de ceniza de café
Destino	:BASE DE PAVIMENTO
Fecha	11-10 -2022

#### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

Suelo humedo + tarro	gr	186.90
Suelo Seco +tarro	gr	167.20
Peso del tarro	gr	39.60
Peso del agua	gr	19.70
Peso del suelo seco	gr	127.60
Humedad %	%	15.44



#### LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

##### Limite Líquido

Tarro N°		F	G
Suelo humedo+tarro	gr	40.35	40.30
Suelo Seco +tarro	gr	36.55	36.40
Peso del tarro	gr	18.60	18.47
Peso de agua	gr	3.80	3.90
Peso del suelo seco	gr	17.95	17.93
Humedad %	%	21.17	21.75
N° Golpes		18.00	18

##### Limite Plastico

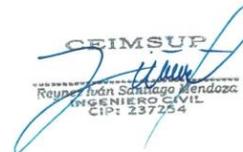
	F	G
	11.40	11.46
	11.13	11.07
	8.65	8.60
	0.27	0.39
	2.48	2.47
	10.89	15.79

Limite Líquido :	20.62	Limite Plástico	13.34
------------------	-------	-----------------	-------

Indice Plastico :	7.29
-------------------	------

$LL = Wn \cdot (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Limite Líquido  
 Wn = Contendio de humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes

  
 Edin Delfgado Chingó  
 TECNICO DE LABORATORIO

  
 Reyes Juan Santiago Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**Relación Humedad – Densidad Proctor**



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

Proyecto	INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022		
Solicitantes	Ricardo Dennis Gavidia Reyes	Diseño de mezcla	12 % Adición de caucho sintético
Fecha	12-09 2022	Finalidad	Base de pavimento

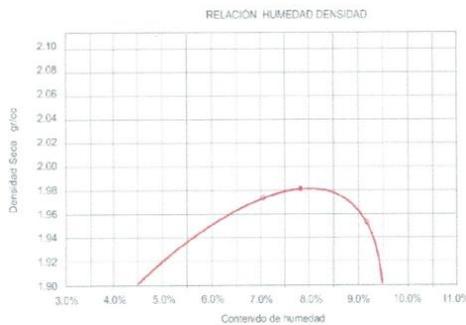
Molde	13-15	Volumen del molde	2067 cc
N° de Capas	5	Golpes por capa	56

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10087	10371	10410	10154	
Peso del molde	gr.	6000	6000	6000	6000	
Peso del suelo Humedo	gr/m <sup>3</sup> c	4087	4371	4410	4154	
Densidad del suelo humedo	gr/m <sup>3</sup> c	1.96	2.11	2.13	2.01	

Capsula N°	N°	1	2	3	4	5	6	7	8		
Suelo Humedo + Capsula	gr.	414.13	428.17	415.61	433.50	431.10	431.15	421.21	418.27		
Peso suelo seco + capsula	gr.	397.60	413.50	390.70	407.70	397.10	399.19	387.23	385.38		
Peso de Agua	gr.	16.53	14.67	24.91	25.80	34.00	31.96	33.98	32.89		
Peso de Capsula	gr.	39.59	39.60	39.61	39.49	39.30	39.50	39.51	39.49		
Peso de suelo seco	gr.	358.01	373.90	351.09	368.21	357.80	359.69	347.72	345.89		
% de Humedad	gr.	4.62%	3.92%	7.1%	7.01%	9.50%	8.89%	9.77%	9.51%		
<b>Promedio de Humedad</b>	%	4.27%		7.05%		9.19%		9.64%			
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.9		1.98		1.95		1.83			

Metodo:	ASTM D-1557-91 Modificado A	Maxima Densidad Seca	: 1.980 gr/cc
		Humedad Optima	: 7.80%

**CEIMSUP**  
*[Signature]*  
Reyes, Juan Santiago Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254



**CEIMSUP**  
*[Signature]*  
Edin Delgado Chinga  
TECNICO DE LABORATORIO

**Anexo 3.9 Ensayo CBR a muestra con 9% de adición de pulpa de café**

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

**CBR 9% de ceniza de pulpa de café**



PROYECTO	"INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ - PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"		
SOLICITANTE	Ricardo Dennis Gavidia Reyes	Ubicación	VIA CHONTALI - PACHAPIRIANA JAEN
FECHA		Muestra	0.80 m

MOLDE No	iii		ii		i	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CA	12		25		56	
CONDICIONES DE MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Húmedo + B	gr	12445	12503	12755	12702	12402	13210
Peso del Molde	gr	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Suelo Húmedo	gr	4424	4482	4722	4669	4382	5190
Volumen del Suelo	cc	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cc	1.904	1.929	2.032	2.01	1.882	2.234

Capsula No	No						
Suelo Húmedo + Capsula	gr	173.2	152.88	164.2	166.94	164.83	150.2
Peso Suelo Seco + Capsula	gr	152.64	136.32	154.4	146.36	146.78	141.25
Peso del Agua	gr	20.56	16.56	9.8	20.58	18.15	8.95
Peso de la Capsula	gr	23.68	30.47	22.84	23.22	23.4	23.75
Peso del Suelo Seco	gr	128.96	105.85	131.56	123.14	123.38	117.5
% de Humedad	%	15.94%	15.64%	7.45%	16.71%	14.71%	7.62%
Promedio de Humedad	%	15.73%	7.45%		15.71	7.62	14.06
Densidad del Suelo Seco	gr/cc	1.644	1.795		1.796	1.867	1.842

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion mm	%	Dial	Expansion mm	%	Dial	Expansion mm	%
07/07	11:22 a.m.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/07	11:22 a.m.	24:00:0	0.4	0.4	0.315	0.3	0.3	0.236	0.1	0.1	0.079
09/07	11:22 a.m.	48:00:0	0.80	0.8	0.63	0.6	0.6	0.472	0.4	0.4	0.315
10/07	11:22 a.m.	72:00:0	0.94	0.94	0.74	0.91	0.91	0.717	0.8	0.8	0.63
11/07	11:22 a.m.	96:00:0	1.25	1.25	0.984	1.04	1.04	0.819	1	1	0.7874

**PENETRACION**

Penetra mm	Tiempo	Carga Estática	Molde No III				Molde No II				Molde No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.63	00:30		21	21.0	1.1	52	52	2.6		75	75	3.8		
1.27	01:30		40	40	2	90	90	4.5		118	1180	60		
1.91	01:30		62	620	3.1	123	123	6.2		183	183.0	9.3		
2.54	02:00	70.31	80	80	4	168	168	8.5		241	241.0	12.2		
3.8	03:00		102	102	5.2	204	204	10.3		287	287.0	14.5		
5.09	04:00	105	121	121.0	6.1	244	244.0	12.3		360	360.0	18.2		
6.35	05:00		132	132	6.7	266	266	13.5		412	412.0	20.8		
7.62	06:00		140	140	7.1	290	290	14.7		481	478.0	23.8		
8.84	07:00		165	165	8.3	352	352.0	17.8		521	521.0	26.3		
10.16	08:00													

CEIMSUP  
*Edin Delgado Chingo*  
Edin Delgado Chingo  
TÉCNICO DE LABORATORIO

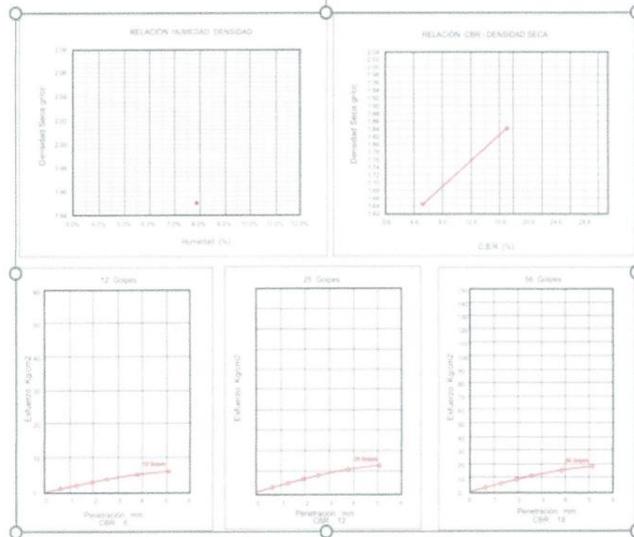
CEIMSUP  
*Ricardo Dennis Gavidia Reyes*  
Ricardo Dennis Gavidia Reyes  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237254

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
CEL:941633428 / 962567094

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO	"INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-9	C
		MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)	1.99
		HUMEDAD OPTIMA (%)	8.07
SOLICITANTE	Ricardo Dennis Gavidia Reyes	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	58
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	43
FECHA		RET MALLA 3/4" =	3/8" =
			N4 =
MUESTRA	VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA - JAÉN	CLASIFICACION	
		SUCS	
OBSERVACION	Muestra proporcionada por el solicitante	EMBEBIDO	4 Dias



  
 Ricardo Dennis Gavidia Reyes  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237234

  
 Edwin Delgado Chingó  
 TECNICO DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
 NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
 RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
 SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
 CEL:941633428 / 962567094

**ANEXO N° 4. Panel fotográfico**

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS

Anexo 05: Panel fotográfico de análisis granulométrico por tamizado, ensayo proctor e indice de plasticidad en laboratorio de suelos.



Fig.1. Tamizado de muestras



Fig.2. Preparando muestras para el ensayo Proctor.



	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS



Fig.3. Compactación de muestra en el ensayo Proctor.



Fig.4. Pesaje de muestras para calcular el índice plasticidad.

CEIMSUP  
*[Signature]*  
 Reyes Juan Santiago Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237254

CEIMSUP  
*[Signature]*  
 Edna Delgado Chingo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	PROYECTO: "INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022"
	ESTUDIO Y ANALISIS DE SUELOS



Fig. 5. Determinación de limite liquido de la muestra por el método de Casagrande.



Fig. 6. Acopio de ceniza de pulpa de café en Jaén.



CEIMSUP  
Reynier J. Reyes  
Ingeniero Civil  
CIP: 437254

CEIMSUP  
Eda. Pálgada Chingo  
TÉCNICO DE LABORATORIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – INFORME  
NUMERO DE REGISTRO: CEIMSUP- EMS-OE-2022-044  
RAZON SOCIAL: GRUPO EDICAM SAC RUC: 20606920751

DIRECCION: PJE. LAS BEGONIAS N° 192  
SECTOR NUEVO HORIZONTE - JAEN - CAJAMARCA  
CEL: 941633428 / 962567094