UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICIÓN DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO.

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO CIVIL

SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

PUCALLPA – PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 018-2023

GRADUANDO : Bach. SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

TEMA : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO".

ASESOR : MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
I- PRESENTACION				
* MOTIVACION	X			
* TONO DE VOZ		X		
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL	X			
II- DESARROLLO DE CONTENIDO				
* SECUENCIA		X		
* DOMINIO DE VOZ		X		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL	X			
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS	X			
III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO		X		
IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD	X			
* A LA PROFESION		X		

EVALUACION

- EXCELENCIA — 26 A 30 PUNTOS
- UNANIMIDAD — 21 A 25 PUNTOS
- MAYORIA — 16 A 20 PUNTOS
- DESAPROBADO — 15 A MENOS

CALIFICACION FINAL:
PUNTAJE : 25 / 30

CONCLUSIONES:
APROBADO POR : UNANIMIDAD
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

DR. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
PRESIDENTE

DR. FERNANDO RAFAEL LEAN
MIEMBRO

MG. MIJAEL GABRIEL MERCADO ROJAS
MIEMBRO

M.SC. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA

PUCALLPA, 18 DE JULIO DEL 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

TESIS TITULADO : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICIÓN DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO".

ELABORADO POR : Bach. SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

APROBADO POR :

Dr. DAVID ABEL GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA
PRESIDENTE

Dr.FERNANDO RAFAEL LEAN
MIEMBRO

Mg. MIJAEL GABRIEL MERCADO ROJAS
MIEMBRO

Mg. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ
ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND/OURIGINAL

Nº V/0303-2023.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado: "**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICIÓN DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO**"

Autor(es)	:	**SANCHEZ CHAVEZ, SHIERLY**
Facultad	:	**INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**
Escuela	:	**Ing. Civil**
Asesor(a)	:	**Mg. Donayre Hernandez, Devyn Omar**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud 10%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 01/06/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI Dirección General de Producción Intelectual

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

OEByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO.

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ

En la Facultad: DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL

Escuela profesional: DE INGENIERIA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 18 / 07 / 2023

Email: SANCHEZCH_1992@HOTMAIL.COM Firma:

Teléfono: 992269708 DNI: 47272763

www.repositorio.unu.edu.pe

repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y sostenerme para afrontar los retos trazados.

A mis padres Karina Chávez y Javes Sánchez quienes me han inculcado valores y a mi familia, por el apoyo y el amor incondicional que me dan ahora en vida y contar con ellos y también conmigo.

Shierly

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil por haber contribuido en nuestra formación profesional.

Al Mg. Devyn Omar Donayre Hernández, por su apoyo como asesor de la investigación.

A las empresas que gentilmente me brindaron el apoyo requerido para la realización de la presente.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron con la ejecución del presente trabajo de investigación.

RESUMEN

En la investigación se planteó como objetivo general analizar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físicas y mecánicas del material de afirmado de la cantera Jua+njui, debido a la necesidad de contar con un material de afirmado de mejor calidad para su uso como superficie de rodadura en la construcción de vías no pavimentadas pertenecientes a la Red Vial Nacional y Red Vial Departamental de Ucayali. De acuerdo con la metodología utilizada la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental, ya que se analizó el material de afirmado de la cantera Juanjui con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en diferentes porcentajes (9%,12% y 15%), siendo la muestra patrón el material de afirmado con adición de 0% de ceniza. De los ensayos en laboratorio se determinó que el material de afirmado de la cantera Juanjui cumplía con los requisitos de calidad para su uso como superficie de rodadura, y al adicionarle la ceniza en 0%, 9%, 12% y 15% su índice de plasticidad era 2.92%, 2.82%, 2.37% y 2.05%, respectivamente, su MDS era 2.072 gr/cm3, 2.060 gr/cm3, 2.045 gr/cm3 y 2.039 gr/cm3, respectivamente, y su CBR era 64.6%, 67.6%, 71.8% y 75.5%, respectivamente. Por ello se concluyó que la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera influía positivamente en la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui.

Palabras clave: Cantera, ceniza, afirmado, CBR.

ABSTRACT

The general objective of the research was to analyze the influence of the addition of fiber ash and oil palm hulls on the physical-mechanical properties of the Juanjui quarry aggregate material, due to the need to have a better quality aggregate material for use as a road surface in the construction of unpaved roads belonging to the National Road Network and the Departmental Road Network of Ucayali. In accordance with the methodology used, the research had a quantitative, applied, explanatory and experimental design approach, since it analyzed the aggregate material from the Juanjui quarry with the addition of fiber ash and oil palm hulls in different percentages (9%, 12% and 15%), the standard sample being the aggregate material with the addition of 0% ash. From the laboratory tests, it was determined that the aggregate material from the Juanjui quarry met the quality requirements for use as a road surface, and when ash was added at 0%, 9%, 12% and 15%, its plasticity index was 2. 92%, 2.82%, 2.37% and 2.05%, respectively, its MDS was 2.072 gr/cm3, 2.060 gr/cm3, 2.045 gr/cm3 and 2.039 gr/cm3, respectively, and its CBR was 64.6%, 67.6%, 71.8% and 75.5%, respectively. Therefore, it was concluded that the addition of fiber ash and oil palm hulls positively influenced the quality of the Juanjui quarry aggregate.

Key words: Quarry, ash, affirmed, CBR.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA ..... **iiii**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

RESUMEN ..... **viii**

ABSTRACT ..... **iix**

ÍNDICE DE CONTENIDO ..... **x**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xiv**

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **1**

1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA 1

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 2

1.2.1. PROBLEMA GENERAL 2

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 2

1.3. OBJETIVOS 3

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 3

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 4

1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES 5

1.6. HIPÓTESIS 6

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL 6

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS 6

1.7. SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES 6

1.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE 6

1.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE 7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO **9**

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 9

2.1.1. CONTEXTO INTERNACIONAL 9

2.1.2. CONTEXTO NACIONAL 10

2.1.3. CONTEXTO LOCAL 13
2.2. BASES TEÓRICAS 14
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 26
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 27
3.1. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS 27
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 27
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 27
3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 28
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 28
3.2.1. POBLACIÓN 28
3.2.2. MUESTRA 28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS 30
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS 52
CONCLUCIONES 58
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS 60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61
ANEXOS……66
ANEXO N°01: MATRIZ DE CONSISTENCIA……..67
ANEXO N°02: PLANO DE UBICACIÓN DE LA CANTERA JUANJUI……..69
ANEXO N°03: ENSAYOS EN LABORARTORIO……..70
ANEXO N°04: ENSAYOS DE CAMPO……96
ANEXO N°05: CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO……103
ANEXO N°06: DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA LA PRUEBA PILOTO….125
ANEXO N°07: PANEL FOTOGRÁFICO……..127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la palma aceitera 15

Tabla 2. Plantas extractoras de aceite de palma en Ucayali 18

Tabla 3. Gradación del material de afirmado usado como superficie de rodadura 20

Tabla 4. Métodos de ensayo para determinar la calidad del material de afirmado 21

Tabla 5. Gradación de la muestra para el ensayo de resistencia a la abrasión 24

Tabla 7. Cantidad de ensayos por unidad de muestra 29

Tabla 7. Distribución granulométrica de la muestra patrón 30

Tabla 8. Límite líquido de la muestra patrón 31

Tabla 9. Límite plástico de la muestra patrón 31

Tabla 10. Índice de plasticidad de la muestra patrón 32

Tabla 11. Abrasión Los Ángeles de la muestra patrón 32

Tabla 12. Proctor modificado de la muestra patrón 33

Tabla 13. CBR de la muestra patrón 33

Tabla 14. Distribución granulométrica de la muestra con adición de 9% CFC 34

Tabla 15. Límite líquido de la muestra con adición de 9% CFC 35

Tabla 16. Límite plástico de la muestra con adición de 9% CFC 35

Tabla 17. Índice de plasticidad de la muestra con adición de 9% CFC 35

Tabla 18. Proctor modificado de la muestra con adición de 9% CFC 36

Tabla 19. CBR de la muestra con adición de 9% CFC 36

Tabla 20. Distribución granulométrica de la muestra con adición de 12% CFC 37

Tabla 21. Límite líquido de la muestra con adición de 12% CFC 38

Tabla 22. Límite plástico de la muestra con adición de 12% CFC 39

Tabla 23. Índice de plasticidad de la muestra con adición de 12% CFC 39

Tabla 24. Proctor modificado de la muestra con adición de 12% CFC 40

Tabla 25. CBR de la muestra con adición de 12% CFC 40

Tabla 26. Distribución granulométrica de la muestra con adición de 15% CFC 41

Tabla 27. Límite líquido de la muestra con adición de 15% CFC 42

Tabla 28. Límite plástico de la muestra con adición de 15% CFC..... 42

Tabla 29. Índice de plasticidad de la muestra con adición de 15% CFC 43

Tabla 30. Proctor modificado de la muestra con adición de 15% CFC..... 43

Tabla 31. CBR de la muestra con adición de 15% CFC..... 44

Tabla 32. Variación del IP al adicionar CFC en 9%, 12% y 15%..... 45

Tabla 33. Variación de la MDS al adicionar CFC en 9%, 12% y 15% 46

Tabla 34. Variación del CBR al adicionar CFC en 9%, 12% y 15%..... 47

Tabla 35. Densidad seca de campo del afirmado sin adición de CFC 47

Tabla 36. Grado de compactación del afirmado sin adición de CFC..... 48

Tabla 37. CBR de campo del afirmado sin adición de CFC 48

Tabla 38. Densidad seca de campo del afirmado con adición de 12% CFC 49

Tabla 39. Grado de compactación del afirmado con adición de 12% CFC..... 49

Tabla 40. CBR de campo del afirmado con adición de 12% CFC 50

Tabla 41. Variación del grado de compactación del afirmado al adicionar CFC..... 51

Tabla 42. Variación del CBR del afirmado al adicionar CFC 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Palma aceitera 14

Figura 2. Fases del desarrollo de la palma aceitera 15

Figura 3. Racimo de frutas fresco de la palma aceitera 16

Figura 4. Racimo de frutas vacío de la palma aceitera 16

Figura 5. Fruto de la palma aceitera 17

Figura 6. Fibra y cuesco de palma aceitera 18

Figura 7. Ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera 19

Figura 8. Tamices 22

Figura 9. Límites de consistencia de un suelo 23

Figura 10. Ejemplo de la curva de compactación 25

Figura 11. Molde metálico y accesorios para el ensayo de CBR 25

Figura 12. Curva granulométrica de la muestra patrón 30

Figura 13. Curva granulométrica de la muestra con adición de 9% CFC 34

Figura 14. Curva granulométrica de la muestra con adición de 12% CFC 38

Figura 15. Curva granulométrica de la muestra con adición de 15% CFC 41

Figura 16. IP de las muestras con adición de CFC en 0%, 9%,12% y 15% 44

Figura 17. MDS de las muestras con adición de CFC en 0%, 9%,12% y 15% 45

Figura 18. CBR de las muestras con adición de CFC en 0%, 9%,12% y 15% 46

Figura 19. Grado de compactación del afirmado con y sin adición de CFC 50

Figura 20. CBR del afirmado con y sin adición de CFC 51

Figura 21. Discusión de resultados del segundo objetivo específico 53

Figura 22. Discusión de resultados del tercer objetivo específico 54

Figura 23. Discusión de resultados del cuarto objetivo específico 55

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial las carreteras presentan un sin número de problemas debido al rápido deterioro del estado físico de las mismas, causado principalmente por la utilización de materiales que no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas según la normativa de cada país, situación que actualmente está obligando a muchos países a reemplazar la infraestructura que se ha deteriorado para no frenar su desarrollo económico y social (Llanos, 2019).

En el caso de las carreteras no pavimentadas estas tienden a deteriorarse más rápido que las carreteras pavimentadas (Atiquipa y Rosalino, 2018), y según Morales (2018) esto se debe a la utilización de materiales inadecuados y también porque en condiciones secas y producto de la acción abrasiva de los neumáticos, la superficie de rodadura, compuesta por material granular compactado, tiende a desgastarse muy fácilmente.

A nivel nacional la infraestructura vial ha tenido un desarrollo notable en la costa, mientras que algunos pueblos de la sierra y la selva no solo carecen de vías terrestres, sino que un gran porcentaje de sus caminos no están pavimentados y además la gran mayoría de estos se encuentran en mal estado (Díaz y Cardozo, 2018).

Según el MTC (2022) en su Boletín Estadístico 2021-II Semestre indica que la Red Vial del Perú tiene una extensión de 173,057.8 km, sin embargo solo el 17.4% se encuentra pavimentada, es decir, el 82.6% de las vías en todo el país se encuentran en condición de no pavimentada, y en el caso de la región de Ucayali, que tiene una Red Vial con una extensión de 2,508.4 km, el 90.8% de sus vías no están pavimentadas las cuales pertenecen en su mayoría a la Red Vial Departamental (56.3%) y a la Red Vial Vecinal (39.2%).

De acuerdo con el Gobierno Regional de Ucayali (2021) del diagnóstico de brechas de infraestructura vial se determinó que el 32.55% y 65.7% de las vías no pavimentadas pertenecientes a la Red Vial Departamental y Red Vial Vecinal, respectivamente, se encuentran en mal estado, lo cual significa una disminución en la calidad de vida de las poblaciones locales que habitan en la región de Ucayali debido a que el mal estado de los caminos no pavimentados reduce la calidad del servicio de transporte y además impide el crecimiento económico de la zona debido a las demoras excesivas en los tiempos de viaje para trasladar algunos productos de la zona hacia otros puntos del país.

Ante este contexto resulta necesario mejorar la calidad de los afirmados utilizados como superficie de rodadura en la construcción de carreteras no pavimentadas, lo cual se puede lograr mediante la incorporación de materiales estabilizantes con el objetivo de darle una mayor resistencia y durabilidad al afirmado (MTC, 2008). Al respecto, cabe mencionar que la estabilización no solo permite mejorar las características o propiedades de los suelos (Manar et al., 2015), sino que también resulta faborable desde el punto de vista económico y práctico (Chauca, 2021).

Es por ello que en la presente investigación se estableció como objetivo evaluar las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui al incorporar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en diferentes porcentajes, respecto al peso seco del material de afirmado, ya que en la región de Ucayali este tipo de ceniza es generado en grandes cantidades por las plantas extractoras de aceite de palma y actualmente solo es aprovechada como abono por algunos palmicultores de la zona, siendo esta la razón principal por la que se decidió utilizar este tipo de ceniza para esta investigación.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, según el Manual de Carreteras EG-2013?
- ¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas?
- ¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas?
- ¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el valor del CBR del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas?

- ¿Cuál es el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, para su uso como superficie de rodadura con material de la cantera Juanjui?
- ¿Cuál es el valor del CBR del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, para su uso como superficie de rodadura con material de la cantera Juanjui?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, según el Manual de Carreteras EG-2013.
- Analizar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.
- Analizar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.
- Analizar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el valor del CBR del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.
- Evaluar el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, destinado para superficie de rodadura y construido utilizando material de la cantera Juanjui
- Evaluar el valor del CBR del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, destinado para superficie de rodadura y construido utilizando material de la cantera Juanjui

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Justificación Científica

Según Nesterenko (2018) el uso de estabilizantes de tipo ceniza no está contemplado en la normativa peruana, por lo que la presente investigación resulta importante desde el punto de vista científico ya que se evaluó la influencia de la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, con la finalidad de optar por el uso de este tipo de ceniza como alternativa de solución para mejorar la calidad de los afirmados usados como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.

Justificación Social

Con la presente investigación se buscó mejorar la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, material usado como superficie de rodadura en la construcción de algunos caminos no pavimentados pertenecientes a la Red Vial Departamental y Red Vial Vecinal de Ucayali, con la finalidad de ofrecer un mayor confort a los usuarios de este tipo de vías y contribuir al desarrollo social.

Justificación Económica

Según Chauca (2021) la estabilización resulta una alternativa muy económica y práctica a diferencia de otros métodos utilizados para mejorar las propiedades de los suelos, por ello la utilización de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para mejorar la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui resulta viable desde el punto de vista económico.

Además, en la actualidad la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera solo es aprovechada por algunos palmicultores como abono para sus plantaciones de palma aceitera, por lo que esta investigación buscó darle un mejor uso a este tipo de ceniza y con ello contribuir al desarrollo económico de las poblaciones locales de la región de Ucayali, ya que resulta necesario contar con caminos no pavimentados de mejor calidad para facilitar el transporte de las personas y mercancías.

1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES

Respecto al alcance de la presente investigación, esta estuvo enfocada en evaluar la influencia de la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera sobre las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, la cual está ubicada en las coordenadas UTM (X – 486852.95 Y – 9053508.56), en el distrito de Neshuya en la provincia de Padre Abad del departamento de Ucayali.

Luego de evaluar las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado con adición de ceniza, en diferentes dosificaciones, se procedió a realizar la prueba piloto, para lo cual se decidió utilizar la dosificación promedio que incrementaba en un mayor porcentaje el CBR de la muestra patrón.

La prueba piloto consistió en ejecutar dos tramos de afirmado cuyas dimensiones eran de 6 m de ancho por 10 m de largo y un espesor de 15 cm, y se llevó a cabo para simular la construcción del afirmado con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, utilizando material de la cantera Juanjui y cumpliendo con los requerimientos de construcción establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013, por lo que antes de realizar la prueba piloto primero se tuvo que evaluar la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui.

Al finalizar la prueba piloto se procedió a determinar el grado de compactación y el CBR de los afirmados terminados con la finalidad de comprobar si la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera mejoraba la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.

La ceniza que se utilizó en esta investigación, la cual fue recogida de una planta extractora de la empresa OLAMSA ubicada en Neshuya (km 59.8), no pasó por un proceso de molienda debido a que no se contaba con el equipo adecuado para llevar a cabo dicha acción, por lo que esta investigación estuvo limitada al estudio de esta ceniza en su estado natural, es decir, no sufrió ninguna modificación del tamaño de sus partículas previo a su utilización, siendo esta la única limitación que se tuvo durante el desarrollo de la presente investigación.

Respecto a los ensayos en laboratorio, se optó por realizar un solo ensayo de Desgaste Los Ángeles debido a que la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera no significó una modificación de los agregados gruesos del material de afirmado de la cantera Juanjui.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

- La adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera mejora las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, el cual es usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- El material de afirmado de la cantera Juanjui cumple con los requisitos de calidad establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.
- La adición de ceniza de fibra y cuesco de la palma aceitera aumenta el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, el cual es usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.
- La adición de ceniza de fibra y cuesco de la palma aceitera aumenta la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui, el cual es usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.
- La adición de ceniza de fibra y cuesco de la palma aceitera aumenta el valor del CBR del material de afirmado de la cantera Juanjui, el cual es usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.
- El grado de compactación del afirmado ejecutado en campo, utilizando material de la cantera Juanjui, se incrementa al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera.
- El valor del CBR del afirmado ejecutado en campo, utilizando material de la cantera Juanjui, se incrementa al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera.

1.7. SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES

1.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera

D1: Dosificación de la ceniza respecto al peso seco del material de afirmado

- ✓ I1: 0%
- ✓ I2: 9%
- ✓ I3: 12%
- ✓ I4: 15%

1.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades físico-mecánicas del material de la cantera Juanjui

D1: Propiedades físico-mecánicas del material de afirmado sin adición de ceniza

- ✓ I1: Contenido de humedad (%)
- ✓ I2: Granulometría (%)
- ✓ I3: Límites de atterberg (%)
- ✓ I4: Desgaste Los Ángeles (%)
- ✓ I5: Densidad máxima (gr/cm3)
- ✓ I6: Humedad óptima (%)
- ✓ I7: CBR (%)

D2: Propiedades físico-mecánicas del material de afirmado con adición de ceniza

- ✓ I1: Contenido de humedad (%)
- ✓ I2: Granulometría (%)
- ✓ I3: Límites de atterberg (%)
- ✓ I4: Densidad máxima (gr/cm3)
- ✓ I5: Humedad óptima (%)
- ✓ I6: CBR (%)

D3: Propiedades del afirmado compactado en campo con y sin adición de ceniza

- ✓ I1: Densidad (gr/cm3)
- ✓ I2: CBR (%)

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: **Cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera**	La ceniza de palma es un subproducto que se genera por la incineración de los residuos obtenidos luego de la extracción del aceite de palma, como el cuesco y la fibra (Sánchez y Solano 2019).	La adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera se realizará respecto al peso seco de las muestras extraídas de la cantera Juanjui, en 0%, 9%, 12% y 15%, con la ayuda de una balanza de medición.	D1: Dosificación respecto al peso seco del material de afirmado	I1: 0%	De razón
				I2: 9%	
				I3: 12%	
				I4: 15%	
Variable dependiente: **Propiedades físico-mecánicas del material de la cantera Juanjui**	Son las características o cualidades tanto físicas y mecánicas que describen al material de afirmado, conformado por la mezcla de agregados gruesos y finos (piedra, arena) y materiales finos (arcilla) procedentes de excavaciones o canteras (Romero 2018).	Las muestras extraídas de la cantera Juanjuí serán preparadas y ensayadas en el laboratorio para determinar sus propiedades físico-mecánicas, según los requerimientos establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013, para su uso como material de afirmado en carreteras no pavimentadas, para lo cual se utilizarán las normas del MTC establecidas el Manual de Ensayo de Materiales EM-2016. Posteriormente se tomarán muestras de los afirmados ejecutados en la prueba piloto, utilizando material de la cantera Juanjui, para ser analizados en el laboratorio y determinar su densidad y CBR obtenidos en campo, tanto del afirmado sin adición como del afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera.	D1: Propiedades físico-mecánicas del material de afirmado sin adición de ceniza	I1: Contenido de humedad (%)	De razón
				I2: Granulometría (%)	
				I3: Límites de atterberg (%)	
				I4: Desgaste Los Ángeles (%)	
				I5: Densidad máxima (gr/cm3)	
				I6: Humedad óptima (gr/cm3)	
				I7: CBR (%)	
			D2: Propiedades físico-mecánicas del material de afirmado con adición de ceniza	I1: Contenido de humedad (%)	
				I2: Granulometría (%)	
				I3: Límites de atterberg (%)	
				I4: Densidad máxima (gr/cm3)	
				I5: Humedad óptima (%)	
				I6: CBR (gr/cm3)	
			D3: Propiedades del afirmado compactado en campo con y sin adición de ceniza	I1: Densidad seca (gr/cm3)	
				I2: CBR (%)	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. CONTEXTO INTERNACIONAL

Carvajal et. al (2018) en la investigación **titulada** *"Mejoramiento del material de afirmado de la cantera La Esmeralda mediante la inclusión de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombro"* establecieron como **objetivo** mejorar la calidad del material de la cantera La Esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y material reciclado de escombro, para su uso como superficie de rodadura en vías no pavimentadas, por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el material de cantera con 0% CCA estaba compuesto por gravas (46.00%), arenas (53.60%) y finos (0.40%), se clasificaba como una arena mal gradada (SP) según el método SUCS, su LL era 27.98%, no existía límite plástico, su abrasión Los Ángeles era 13.00% y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 11.45%, mientras que al adicionar CCA en 5%, 10% y 15% su CBR al 100% MDS a 0.1" era 55.16%, 46.19% y 26.98%, respectivamente. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que el CBR se incrementaba hasta alcanzar un valor máximo al adicionar CCA en 5% pero al adicionar CCA en 10% y 15% disminuía considerablemente respecto al mayor CBR obtenido.

Vargas et. al (2020) en la investigación **titulada** *"Estabilización de afirmado con ceniza proveniente de desechos de cascarilla de café para aplicar en suelos de construcción de vías"* establecieron como **objetivo** analizar las propiedades del suelo usado como superficie de rodadura en el corregimiento de Gualanday al adicionar ceniza de cascarilla de café (CCC), por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el suelo con 0% CCC estaba compuesto por gravas (42.26%), arenas (57.16%) y finos (0.58%), se clasificaba como una arena mal gradada (SP) según el método SUCS, su abrasión Los Ángeles era 26.00% y su MDS era 2.003 gr/cm3, mientras que al adicionar CCC en 4%, 8% y 14% su MDS era 2.020 gr/cm3, 2.050 gr/cm3 y 1.994 gr/cm3, respectivamente. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que la MDS se incrementaba hasta alcanzar un valor máximo al adicionar CCC en 8% pero al adicionar CCC en 14% disminuía respecto a la mayor MDS obtenida.

Gireesh y Harika (2021) en la investigación **titulada** *"Stabilization of expansive subgrade soil by using fly ash"* establecieron como **objetivo** analizar las propiedades de un suelo expansivo con adición de cenizas volantes, por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de nivel explicativo y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el LL, LP e IP se incrementaba progresivamente al adicionar cenizas volantes hasta un 20%, así mismo se observó que el suelo en estado natural tenía un CBR de 2,189%, mientras que al adicionar cenizas volantes en 10% se obtuvo un CBR máximo de 2,33%. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que para suelos de subrasante expansivos no se debe agregar más del 10% de cenizas volantes ya que su CBR empezaba a disminuir después de agregar dicho porcentaje de ceniza.

2.1.2. CONTEXTO NACIONAL

Torres (2022) en la investigación **titulada** *"Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022",* estableció como **objetivo** analizar la influencia en las propiedades del material de afirmado de la cantera del sector Pitipujio – Queraquerayoc al adicionar ceniza de rastrojo de maíz (CRM), para su uso como superficie de rodadura en vías no pavimentadas, por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada, de nivel explicativo-correlacional y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el material de cantera con 0% CRM estaba compuesto por gravas (38.57%), arenas (34.65%) y finos (26.78%), se clasificaba como una grava limosa arcillosa arenosa (GC-GM) según el método SUCS, su curva granulométrica correspondía a la gradación A-2 para afirmados usados como superficie de rodadura según el manual de carreteras EG-2013, su IP era 5.07%, su MDS era 2.260 gr/cm3 y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 57.80%, mientras que al adicionar CRM en 3%, 6% y 9% su IP era 6.99%, 6.73% y 6.31%, respectivamente, su MDS era 2.260 gr/cm3, 2.270 gr/cm3 y 2.180 gr/cm3, respectivamente, y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 61.82%, 77.61% y 51.27%, respectivamente. Por lo tanto se llegó a la **conclusión** que el IP se incrementaba hasta alcanzar su máximo valor al adicionar CRM en 3% pero al adicionar CRM en 6% y 9% disminuía respecto al mayor IP obtenido, que la MDS se incrementaba hasta alcanzar su máximo valor al adicionar CRM en 6% pero al adicionar CRM en 9% disminuía respecto a la mayor MDS obtenida, y que el CBR se incrementaba hasta alcanzar su máximo valor al adicionar CRM en 6% pero al adicionar CRM en 9% disminuía considerablemente respecto al mayor CBR obtenido.

Guerrero y Vergara (2021) en la investigación **titulada** *"Incorporación de ceniza de cáscara de arroz para incrementar el CBR en el afirmado, Jaén 2021"*, establecieron como **objetivo** proponer la incorporación de ceniza de cáscara de arroz (CCA) para incrementar el CBR del material de afirmado de la vía no pavimentada Pedro Cornejo Neira del sector Morro Solar Cuadra 1 y 2, por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el material de afirmado con 0% CCA estaba compuesto por gravas (46.20%), arenas (38.28%) y finos (15.52%), se clasificaba como una grava limosa (GM) según el método SUCS, su curva granulométrica correspondía a la gradación A-2 para afirmados usados como superficie de rodadura según el manual de carreteras EG-2013, su IP era 3.85%, su MDS era 2.120 gr/cm3 y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 63.91%, mientras que al incorporar CCA en 2%, 4% y 6% su IP era 6.03%, 5.93% y 5.49%, respectivamente, su MDS era 2.120 gr/cm3, 2.060 gr/cm3 y 2.060 gr/cm3, respectivamente, y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 69.16%, 76.92% y 52.83%, respectivamente. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que la granulometría del afirmado de la vía Pedro Cornejo Neira del sector Morro Solar Cuadra 1 y 2 cumplía con la gradación A-2 para su uso como superficie de rodadura, según el manual de carreteras EG-2013, y que su CBR se incrementaba hasta alcanzar su máximo valor al adicionar CCA en 4% pero al adicionar CCA en 6% disminuía considerablemente respecto al mayor CBR obtenido.

Rojas y Vela (2022) en la investigación **titulada** *"Influencia de la Ceniza de Tallo de Maíz en las Propiedades Físico-Mecánicas en Subbase de Pavimentos Flexibles, Chachapoyas 2022"*, establecieron como **objetivo** analizar la influencia en las propiedades del material de afirmado para subbase de la cantera Tactillo al adicionar ceniza de tallo de maíz (CDTM), por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada y de diseño cuasiexperimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el material de cantera con 0% CDTM estaba compuesto por gravas (54.73%), arenas (30.83%) y finos (14.40%), se clasificaba como una grava limosa (GM) según el método SUCS, su IP era 10.03%, su MDS era 2.120 gr/cm3 y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 54.90%, mientras que al incorporar CDTM en 2%, 4% y 6% su IP era 8.97%, 6.33% y 3.53%, respectivamente, su MDS era 2.120 gr/cm3, 2.120 gr/cm3 y 2.090 gr/cm3, respectivamente, y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 62.13%, 65.23% y 44.50%, respectivamente. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que el IP disminuía al adicionar CDTM en 2%, 4% y 6%, que la MDS se mantenía constante al adicionar CDTM en 4% pero al adicionar CDTM en 6% disminuía respecto a la muestra patrón, y que el CBR se incrementaba hasta alcanzar su máximo valor al adicionar CRM

en 4% pero al adicionar CDTM en 6% disminuía considerablemente respecto al mayor CBR obtenido.

Fernandez et all (2022) en el artículo titulado *"Influencia de los aditivos de ceniza de bagazo de caña y escoria de alto horno en suelo granular"* estableció como **objetivo** evaluar cómo se modifican las propiedades de un suelo estabilizado con escorias de alto horno y cenizas de bagazo de caña, por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el uso de bagazo de caña como aditivo no es favorable para el CBR, decrece mientras se aumenta el porcentaje de ceniza, para el 10% de ceniza se obtuvo CBR de 46.86% para el 30% de ceniza se obtuvo un CBR de 35.31% mientras tanto para para la escoria si es favorable, para un 25% de escoria se obtuvo un CBR de 63.78, para un 35% de escoria se obtuvo un 66.90 de CBR. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que el empleo de cenizas en la estabilización de suelos no es beneficioso para incrementar la capacidad portante de los suelos y lo hace vulnerable a la permeabilidad, mientras que la escoria si resulta beneficiosa incrementado los valores de peso específico seco máximo, de CBR y brindándole mayor estabilidad ante la ascensión capilar

Millones et all (2023) en su artículo titulado *"La Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar Como Aditivo Estabilizador en Suelos Arcillosos con Fines de Pavimentación"* estableció como **objetivo** realizar una búsqueda de información de artículos donde se ha estabilizado el suelo usando bagazo de caña de azucar, por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada y de diseño descriptiva. Se obtuvo como **resultado** la búsqueda en revistas indexadas distribuidas de la siguiente manera, 05 artículos, de EBSCO, 48 de Scopus, 2 de SciELO y 25 de ScienceDirect. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que de acuerdo con el estudio crítico de los resultados encontrados se pudo afirmar que el uso del método de estabilización del suelo utilizando bagazo de caña de azúcar mejora con éxito el suelo arcilloso

Quevedo (2020) en la investigación **titulada** *"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"* estableció como **objetivo** analizar la influencia de la adición del jugo de saccharum officinarum en el CBR del material de afirmado de la cantera Gárate, para su uso como superficie de rodadura en vías no pavimentadas, por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el material de cantera con 0% Jugo estaba compuesto por gravas (56.92%), arenas (40.13%) y finos

(2.95%), su curva granulométrica correspondía a la gradación A-1 para afirmados usados como superficie de rodadura según el manual de carreteras EG-2013, su LL era 11.80%, no existía límite plástico, su abrasión Los Ángeles era 49.61%, su MDS era 2.284 gr/cm3 y su CBR al 95% MDS a 0.1" era 71.00%, mientras que al incorporar Jugo en 2%, 5% y 10% su MDS era 2.269 gr/cm3, 2.280 gr/cm3 y 2.355 gr/cm3, respectivamente, y su CBR al 95% MDS a 0.1" era 74.00%, 18.00% y 4.40%, respectivamente. Por lo tanto se llegó a la **conclusión** que el material de afirmado de la cantera Gárate cumplía con los requisitos de calidad para su uso como superficie de rodadura, según el manual de carreteras EG-2013, debido a que su abrasión Los Ángeles era menor que 50%, su granulometría correspondía a la gradación A-1 para afirmados y su CBR al 100% a 0.1" era mayor que 40.00%.

Hidalgo et. al (2020) en la investigación **titulada** *"Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA) and sugarcane bagasse ash (SCBA)"* establecieron como **objetivo** estudiar las propiedades de un suelo arcilloso usado como subrasante al adicionar ceniza de cascarilla de arroz (RHA) y ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA), por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de nivel explicativo y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que al incorporar estas cenizas en 5%, 7.5% y 10%, en peso, el IP disminuía desde un valor de 11.94% (suelo natural) hasta un valor de 10.62% (suelo con 10% RHA y 10% SCBA), mientras que el CBR aumentó hasta un valor máximo de 33.75% al incorporar 5% RHA y 5% SCBA. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que para estabilizar este tipo de suelos arcillosos se debe agregar como máximo 5% RHA y 5% SCBA, ya que para porcentajes mayores el CBR del suelo empezaba a disminuir.

2.1.3. CONTEXTO LOCAL

Perez (2021) en la investigación **titulada** *"Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo para su uso como subrasante mejorada de pavimento, producto de ladrillera Cerámicas Júpiter S.A.C. del departamento de Ucayali"* estableció como **objetivo** analizar las propiedades del suelo arcilloso ubicado en el Jr. Ayacucho, distrito de Calleria, Provincia de Coronel Portillo, para su uso como subrasante, al adicionar ceniza de madera de fondo, por lo cual se utilizó una **metodología** de enfoque cuantitativo, siendo la investigación de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. De los ensayos en laboratorio se obtuvo como **resultado** que el suelo con 0% ceniza de fondo estaba compuesto por arenas (16.31%) y finos (83.69%), su IP era 20.26%, su MDS era 1.806 gr/cm3 y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 4.20%, mientras que al adicionar ceniza de madera de fondo en 10%, 20% y 30% su IP era 14.94%, 14.94% y 15.24%,

respectivamente, su MDS era 1.817 gr/cm3, 1.834 gr/cm3 y 1.844 gr/cm3, respectivamente, y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 13.50%, 29.10% y 53.30%, respectivamente. Por lo tanto, se llegó a la **conclusión** que el IP disminuía considerablemente hasta alcanzar su mínimo valor al adicionar ceniza de fondo en 20% pero al adicionar ceniza de fondo en 30% presentaba un incremento respecto al menor IP obtenido, que la MDS se incrementaba al adicionar ceniza de fondo en 10%, 20% y 30%, y que el CBR se incrementaba considerablemente al adicionar ceniza de fondo en 10%, 20% y 30%.

2.2. BASES TEÓRICAS

PALMA ACEITERA

La palma aceitera es una palmera de origen africano (Golfo de Guinea) que actualmente se cultiva en diversas partes del mundo, la cual se caracteriza por su alto rendimiento de aceite respecto a otros cultivos oleaginosos (Fort y Borasino, 2016).

De acuerdo con Rival y Levang (2014) esta planta se desarrolla únicamente en climas tropicales húmedos y puede llegar a medir más de 20 m de altura, y debido a que es natural del Golfo de Guinea es llamada también “palma africana” (Loayza, 2017).

Figura 1. *Palma aceitera*



Fuente: Silva et. al (2011)

Científicamente se le conoce como Elaeis guineensis, nombrado así por Jacquin en 1973, ya que en griego la palabra “elaoin” significa aceite y la palabra “guineensis” hace honor a la región de Guinea, y según su clasificación taxonómica pertenece a la familia Arecaceae (Arce, 2012).

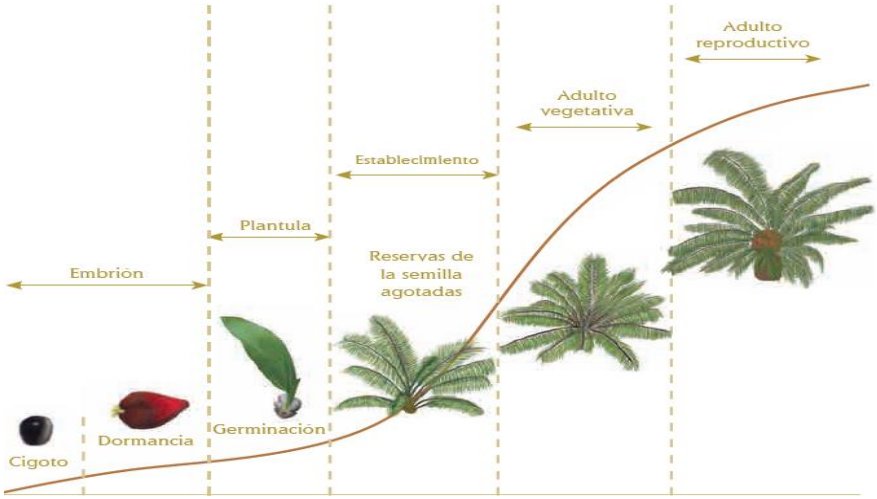
Tabla 1. *Taxonomía de la palma aceitera*

Taxonomía	
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Género	Elaeis
Especie	Elaeis guineensis jacq.

Fuente: Arce (2012)

El desarrollo de la palma aceitera inicia con el embrión, luego sigue la germinación de la semilla y a partir de este momento la planta empieza a sufrir una serie de cambios que tiene que ver con el tamaño, la forma del tallo y las hojas (Forero et. al, 2012).

Figura 2. *Fases del desarrollo de la palma aceitera*

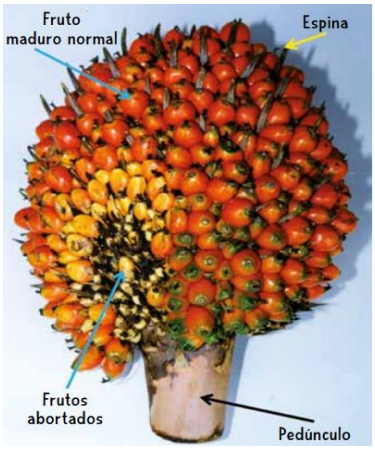


Fuente: Forero et. al (2012)

Esta planta puede alcanzar de 15 a 20 metros de altura y puede llegar a vivir más de cien años, sin embargo para su aprovechamiento económico solo se considera un periodo de vida de 25 a 30 años, tiempo en el cual la planta alcanza una altura promedio de 13 metros y donde se pueden cosechar los racimos de frutas (Arce, 2012).

El racimo de frutas fresco (RFF) mide 50 cm de largo y 35 cm de ancho, aproximadamente, y está conformado por un tallo central del que nacen las espiguillas que albergan los frutos (Cortés et. al, 2017). La cosecha del RFF se puede llevar a cabo durante todo el año debido a que su cultivo es permanente (Gobierno Regional de Ucayali, 2016).

Figura 3. *Racimo de frutas fresco de la palma aceitera*



Fuente: Cortés et. al (2017)

El RFF queda vacío luego de la extracción de los frutos (desfrutado) y en ese momento recibe el nombre de tusa (Silva et. al, 2011), que representa más o menos el 50% en peso del RFF y su caracteristica más resaltante es que está compuesto básicamente por celulosa, razón por la cual se evidencia la formación de fibras de gran tamaño (Páliz, 2014).

Figura 4. *Racimo de frutas vacío de la palma aceitera*



Fuente: Silva et. al (2011)

El fruto de la palma aceitera se caracteríza por ser una drupa que tiene más o menos forma ovoide (Arce, 2012), la cual está conformada por el exocarpio, que tiene una textura lisa, por el mesocarpio o pulpa, que tiene un color amarillo-anaranjado y que es rico en aceite, por el endocarpio o cuesco, que recubre la almendra, y por el endospermo, que es la parte interna de la almendra (Forero et. al, 2012).

Figura 5. *Fruto de la palma aceitera*



Fuente: Forero et. al (2012)

De este fruto se pueden obtener dos tipos de aceite, el primero es el aceite crudo de palma (ACP) que se extrae de la pulpa y el segundo es el aceite de palmiste que se extrae de la almendra (Buzón, 2009). Para la obtención del ACP el fruto debe ser digestado y prensado, y para la obtención del aceite de palmiste primero se debe romper la nuez para separar el cuesco de la almendra (Van, 2016). El ACP es especial debido a que su composición es de 50% ácidos grasos saturados y 50% ácidos grasos insaturados, por esta razón su producción a nivel mundial ha ido en aumento durante las últimas décadas ya que puede aprovecharse de diferentes formas (Rival y Levang, 2014).

Los países que lideran la producción de aceite de palma son Indonesia y Malasia con el 86% de la producción mundial, mientras que en la cuenca amazónica destacan Colombia, Ecuador, Brasil y Perú como los países con una mayor participación en la producción de aceite de palma (Fort y Borasino, 2016).

En el Perú el cultivo de palma aceitera se ha venido desarrollando desde los años setenta en la Amazonía, específicamente en los departamentos de Loreto, San Martín, Huánuco y Ucayali (Fort y Borasino, 2016), y la organización que agrupa a todo el sector palmero se llama Junta Nacional de Palma Aceitera del Perú o JUNPALMA (Arévalo et. al, 2019).

Según la Agencia Peruana de Noticias (2018) actualmente se cuenta con 86,000 hectáreas donde se cultiva la palma aceitera a nivel nacional, siendo los departamentos de Ucayali y San Martin los que concentran la mayor cantidad de tierras donde se cultiva la palma aceitera, ya que el primero cuentan con 50,000 hectáreas y el segundo cuenta con 34,500 hectáreas, por lo cual estos dos departamentos son los que concentran casi toda la producción de aceite de palma en el Perú.

Según Charry et. al (2020) en la región de Ucayali la mayoría de plantas extractoras de aceite de palma aprovechan el fruto de la palma aceitera para producir principalmente ACP, ya que algunas de ellas también producen aceite de palmiste.

Tabla 2. *Plantas extractoras de aceite de palma en Ucayali*

Planta extractora	Ubicación
Olpasa	Aguaytía - Boquerón
Olamsa 1	Neshuya
Olamsa 2	Campo Verde
Indomalsa	Irazola
Indepal	Irazola
Rossel	Campo Verde
Olpusa 1	Campo Verde
Olpusa 2	Campo Verde
Bioandes	Campo Verde
Palm Oleo	Callería
Industrias del Tulumayo	Campo Verde
Oleaginosas Pucallpa	Yarinacocha

Fuente: Charry et. al (2020)

Entre los subproductos que se generan luego del aprovechamiento del fruto se encuentra la ceniza, producida por la quema de fibra y cuesco de palma aceitera (Silva et. al, 2011). Esta acción es llevada a cabo en las calderas para proporcionar energía térmica, la cual es aprovechada por las mismas plantas extractoras (Van, 2016).

Figura 6. *Fibra y cuesco de palma aceitera*



Fuente: Paucar y Rubio (2021)

La ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera se caracteriza por poseer una estructura granular y porosa, y estar compuesta principalmente por partículas finas, aunque también se pueden encontrar partículas de gran tamaño (Silva et. al, 2011).

Figura 7. *Ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera*



Fuente: Silva et. al (2011)

Según Silva et al. (2011) por cada RFF procesado se puede obtener entre 4 y 6 kg de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, aproximadamente.

AFIRMADO

Se entiende por afirmado a aquella capa compactada que está conformada por material granular natural o procesada, la cual debe cumplir con una gradación específica ya que esta capa será la encargada de soportar directamente las cargas y esfuerzos del tránsito vehicular en las carreteras no pavimentadas (MEF, 2015).

Según el MTC (2008) existen dos posibles usos del afirmado, ya que en el caso de las carreteras no pavimentadas el afirmado es utilizado como superficie de rodadura, y en el caso de las carreteras pavimentadas el afirmado puede ser utilizado como capa granular inferior para conformar la base o subbase.

El material de afirmado no solo debe estar compuesto por agregados gruesos (grava), agregados finos (arena) y finos plásticos (arcilla), sino que estos deben estar combinados adecuadamente para que el afirmado no sea pobre (MTC, 2014).

Si el afirmado va a ser utilizado como superficie de rodadura entonces este debe estar constituido principalmente por agregados gruesos y finos, para soportar las cargas del tránsito vehicular y darle una mayor estabilidad al afirmado, y una pequeña porción de finos plásticos, para lograr una mayor cohesión de las partículas que conforman el afirmado, todo esto con la finalidad de lograr una mejor compactación y obtener un CBR mayor al 40% (MTC, 2008).

El material de afirmado puede provenir de la explotación de diversas fuentes naturales, como por ejemplo de canteras de cerro o de río, razón por la cual las características del material de afirmado pueden variar según la región y el tipo de fuente local de agregados (MTC, 2008).

De acuerdo con el Manual de Carreteras EG-2013, el material de afirmado usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas debe estar libre de materia orgánica u otras sustancias que contribuyan con el rápido deterioro del afirmado y no debe tener partículas planas, blandas o desintegrables en exceso.

Al respecto, el Manual de Carreteras EG-2013 establece que el material de afirmado usado como superficie de rodadura debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

- Gradación : A-1, A-2, C, D, E o F
- Abrasión Los Ángeles : 50% máx
- Límite líquido : 35% máx
- Índice de plasticidad : 4-9%
- CBR al 100% MDS (0.1") : 40% mín

Tabla 3. *Gradación del material de afirmado usado como superficie de rodadura*

Tamiz	Porcentaje que pasa, %					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	-	-	-	-	-
37.5 mm (1 1/2")	100	-	-	-	-	-
25 mm (1")	90 - 100	100	100	100	100	100
19 mm (3/4")	65 - 100	80 - 100	-	-	-	-
9.50 mm (3/8")	45 - 80	65 - 100	50 - 85	60 - 100	-	-
4.75 mm (N°4)	30 - 65	50 - 85	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2 mm (N°10)	22 - 52	33 - 67	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
425 µm (N°40)	15 - 35	20 - 45	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 µm (N°200)	5 - 20	5 - 20	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25

Fuente: Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013)

Así mismo, el Manual de Carreteras EG-2013 menciona que el índice de plasticidad puede alcanzar un máximo de 12% debido a que el afirmado usado como superficie de rodadura necesita un mayor porcentaje de finos plásticos para lograr una mayor cohesión de las partículas.

Tabla 4. *Métodos de ensayo para determinar la calidad del material de afirmado*

Material	Propiedades o características	Métodos de ensayo
Afirmado	Granulometría	MTC E 204
	Límites de consistencia	MTC E 111
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207
	Densidad-Humedad	MTC E 115
	CBR	MTC E 132

Fuente: Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013)

Según Romero (2018) las propiedades físico-mecánicas que describen las características o cualidades del material de afirmado son las siguientes:

a. Humedad

La humedad es una propiedad física y se define como el contenido de agua en peso, expresado en porcentaje, respecto al peso seco de la muestra de suelo (Braja, 2015).

Para determinar el contenido de humedad se puede utilizar la norma MTC E 108, en la cual se establecen los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con dicho objetivo. Entre los equipos se debe contar con un horno de tamaño adecuado capaz de mantener una temperatura de 110 +/- 5 °C y una balanza con una aproximación de 0.1 gr o 0.5 gr según el peso de la muestra a ensayar.

La fórmula utilizada para calcular el contenido de humedad es la siguiente:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso seco de la muestra de suelo}} \times 100$$

Donde:

W = Contenido de humedad, en %

b. Granulometría

La granulometría es una propiedad física y se define como la distribución en peso de los agregados gruesos (gravas naturales o manufacturadas) y agregados finos (arenas naturales o manufacturadas), expresado en porcentaje, respecto al peso seco de la muestra de suelo (Toirac, 2012).

Para realizar el análisis granulométrico se puede utilizar la norma MTC E 204, en la cual se establecen los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con dicho objetivo. Entre los equipos se debe contar con un horno de tamaño adecuado capaz

de mantener una temperatura de 110 +/- 5 °C y una balanza con una aproximación de 0.1 gr o 0.5 gr según el tipo de agregado, además se debe contar una serie de tamices de acuerdo al tipo de material a ensayar.

Figura 8. *Tamices*



Fuente: López y Torbisco (2020)

Los tamices serán seleccionados de forma adecuada para que la curva granulométrica, producto de la distribución granulométrica, sea lo más exacta posible (López y Torbisco, 2020).

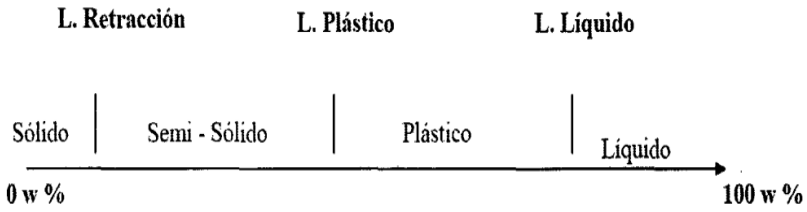
c. Plasticidad

La plasticidad es una propiedad física y se define como la capacidad del suelo para deformarse sin presentar agrietamiento, sin rebote elástico y sin cambio de volumen, dentro de un rango específico de humedad (Romero, 2018).

Según Ocon (2013) el límite plástico (LP) indica la humedad mínima que debe tener un suelo pueda alcanzar la fase plástica, y el índice de plasticidad (IP) indica el rango de humedad para el cual el suelo tiene cierta plasticidad, ambos expresados en porcentaje.

Para determinar el LP y el IP se puede utilizar la norma MTC E 111, en la cual se establecen los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con dicho objetivo, siendo necesario conocer el límite líquido (LL), el cual es determinado mediante el uso de la norma MTC E 110, para calcular el IP. Entre los equipos se debe contar con un horno de tamaño adecuado capaz de mantener una temperatura de 110 +/- 5 °C y una balanza con una aproximación de 0.01 gr, además se debe contar con un tamiz N° 40 para preparar la muestra a ensayar.

Figura 9. *Límites de consistencia de un suelo*



Fuente: Ocon (2013)

Las fórmulas utilizadas para calcular el LP y el IP son las siguientes:

$$\text{LP} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso seco de la muestra de suelo}} \times 100$$

Donde:

LP = Límite plástico, en %

$$\text{IP} = \text{LL} - \text{LP}$$

Donde:

IP = Índice de plasticidad, en %

d. Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión es una propiedad mecánica y se define como la capacidad que tienen los agregados gruesos de tamaños menores que 37.5 mm (1 1/2") para resistir el desgaste producido por fuerzas externas, expresado en porcentaje (Norma Técnica Peruana, 2002).

Para determinar la resistencia a la abrasión se puede utilizar la norma MTC E 207, en la cual se establecen los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con dicho objetivo. Entre los equipos se debe contar con una máquina de Los Ángeles, esferas de acero (carga), un horno de tamaño adecuado capaz de mantener una temperatura de 110 +/- 5 °C y una balanza, además se debe contar con una serie de tamices según el tipo de gradación de la muestra a ensayar.

Tabla 5. *Gradación de la muestra para el ensayo de resistencia a la abrasión*

Tamaño del tamiz		Masa de la muestra, gr			
Que pasa	**Retenido sobre**	**A**	**B**	**C**	**D**
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1,250 ± 25	-	-	
25.0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1,250 ± 25	-	-	
19,0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1,250 ± 10	2,500 ± 10	-	
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1,250 ± 10	2,500 ± 10	2,500 ± 10	
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	-	-	2,500 ± 10	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N° 4)	-	-	-	
4.75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	-	-	-	5,000
Total		**5,000 ± 10**	**5,000 ± 10**	**5,000 ± 10**	**5,000 ± 10**

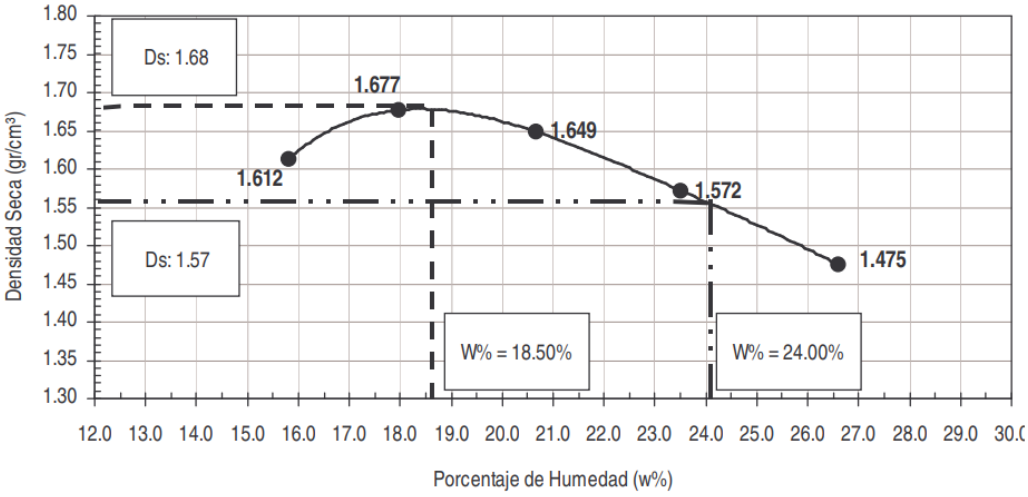
Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

e. Capacidad de soporte (CBR)

El CBR es una propiedad mecánica y se define como la capacidad que tiene un suelo para soportar la aplicación de una carga (esfuerzo) bajo ciertas condiciones de humedad y densidad, expresado en porcentaje (Nuñez, 2014).

Para determinar la relación entre la Humedad y la Densidad Seca de un suelo se puede utilizar la norma MTC E 115 (Proctor Modificado), en la cual se establecen los procedimientos y equipos necesarios para la compactación del suelo utilizando una energía modificada, con la finalidad de hallar su máxima densidad seca (MDS) y óptimo contenido de humedad (OCH) mediante la curva de compactación (Norma Técnica Peruana, 1999).

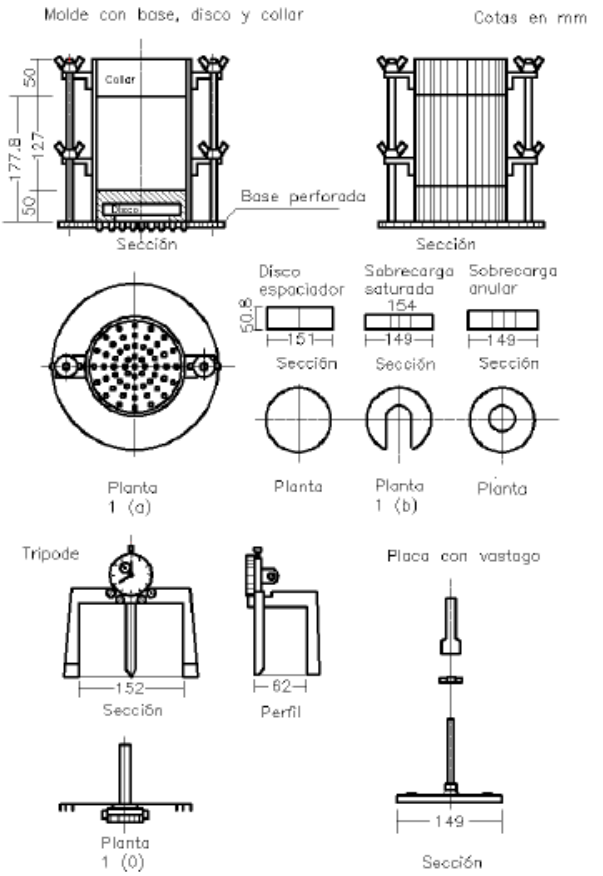
Figura 10. *Ejemplo de la curva de compactación*



Fuente: Camacho et. al (2007)

Para determinar el CBR se puede utilizar la norma MTC E 132, en la cual se establecen los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con dicho objetivo. Entre los equipos se debe contar con un molde de metal cilíndrico y una prensa capaz de forzar la penetración de un pistón sobre el espécimen, además se debe contar con los accesorios necesarios para realizar el ensayo de CBR.

Figura 11. *Molde metálico y accesorios para el ensayo de CBR*



Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Ceniza de palma aceitera:

La ceniza es un material sólido generado por la combustión de cualquier material compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles (Gaona, 2014).

Las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera son generadas por la incineración de estos residuos, obtenidos luego de la extracción del aceite de palma, para su aprovechamiento como fuente de energía en las calderas (Sánchez y Solano, 2019).

Cuesco de palma aceitera:

Es un residuo sólido que se obtiene luego de triturar la almendra, semilla extraída del fruto de palma, la cual destaca por su dureza y alta resistencia mecánica (Gaona, 2014).

Fibra de palma aceitera:

Es un residuo sólido proveniente del mesocarpio del fruto de la palma, obtenida luego del prensado de dicho fruto, la cual destaca por ser voluminosa, lignocelulósica y fibrosa (Van, 2016).

Carretera no pavimentada:

Es aquella vía que tiene una superficie de rodadura conformada por materiales granulares (Gutiérrez, 2017), la cual puede ser estabilizada mediante la incorporación de un material estabilizante (MTC, 2008).

Afirmado:

Es la capa utilizada como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, compuesto por material granular y una pequeña porción de finos, y que debe cumplir con ciertos estándares normativos para brindar el confort y la seguridad necesaria al usuario de la vía (Ticlla, 2021).

Material de afirmado

Es el material utilizado para la construcción de afirmados y que puede ser obtenido de fuentes naturales, como por ejemplo de una cantera de cerro, o mediante la trituración de rocas (MTC, 2013).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Vargas (2009) la investigación aplicada tiene como característica principal asimilar los conocimientos teóricos para luego convertirlos en conocimientos prácticos con la finalidad de resolver problemas, mejorando de esta manera las condiciones de vida de la sociedad, además de generar nuevos conocimientos que tienen una aplicación directa a corto o mediano plazo.

Debido a la necesidad de contar con materiales de afirmado de mejor calidad, en esta investigación se planteó el uso de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera con la finalidad de mejorar las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, y luego mediante la ejecución de la prueba piloto poder decidir si era conveniente o no utilizar dicha ceniza como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, por lo tanto, la investigación fue de tipo aplicada.

Así mismo, debido a la naturaleza de las variables, las cuales fueron medidas mediante indicadores numéricos, esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio, entonces la investigación explicativa se encargará de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto, en este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas como de los efectos (Arias, 2012).

En la presente investigación se realizaron diversos ensayos de laboratorio, según el Manual de Carreteras EG-2013, para determinar las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, respecto al peso seco del material de afirmado, con la finalidad de analizar la influencia ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físicas (índice de plasticidad) y mecánicas (máxima densidad seca, CBR) del material de afirmado de la cantera Juanjui, por lo tanto el nivel de investigación fue de tipo explicativo.

3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación se refiere a los pasos que debe seguir el investigador para poder responder al problema planteado, y si existe la manipulación de variables entonces el diseño de la investigación será experimental (Arias, 2012).

En la presente investigación se manipuló la variable independiente, ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, para analizar su influencia en la variable dependiente, propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, por esta razón el diseño de investigación fue de tipo experimental.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de estudio está conformada por todos aquellos elementos, ya sean finitos o infinitos, que comparten las mismas características y a los que se pueden extender las conclusiones obtenidas en la investigación (Arias, 2012).

Por lo tanto, la población estudiada en la presente investigación estuvo conformada por el material de afirmado la cantera Juanjui para ser usado como capa de rodadura.

3.2.2. MUESTRA

La muestra está conformada por una parte representativa de la población de estudio, es decir, la cantidad de elementos que conforman la muestra nos deben permitir generalizar los resultados obtenidos al resto de la población de estudio (Arias, 2012).

Por lo tanto, la muestra estuvo conformada por el material de afirmado que fue extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura, específicamente de la calicata C-1, la cual fue dividida en cuatro muestras más pequeñas para poder realizar la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera (CFC) en diferentes porcentajes (0%, 9%, 12% y 15%), respecto al peso seco del material de afirmado.

Como estas muestras fueron determinadas en base a la cantidad de ensayos requeridos para cumplir con los objetivos planteados, el método de muestreo fue no probabilístico.

De acuerdo con Román (2017) el muestreo por conveniencia es un tipo de muestreo no probabilístico y se caracteriza porque el investigador selecciona la muestra según su criterio.

Tabla 6. *Cantidad de ensayos por unidad de muestra*

Propiedades y características	Cantidad de ensayos			
	0% CFC	9% CFC	12% CFC	15% CFC
Contenido de humedad	1	1	1	1
Granulometría	1	1	1	1
Límites de consistencia	1	1	1	1
Abrasión Los Ángeles	1	-	-	-
Densidad-Humedad	1	1	1	1
CBR	1	1	1	1
Total	6	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL MATERIAL DE AFIRMADO DE LA CANTERA JUANJUI – MUESTRA PATRÓN

GRANULOMETRÍA

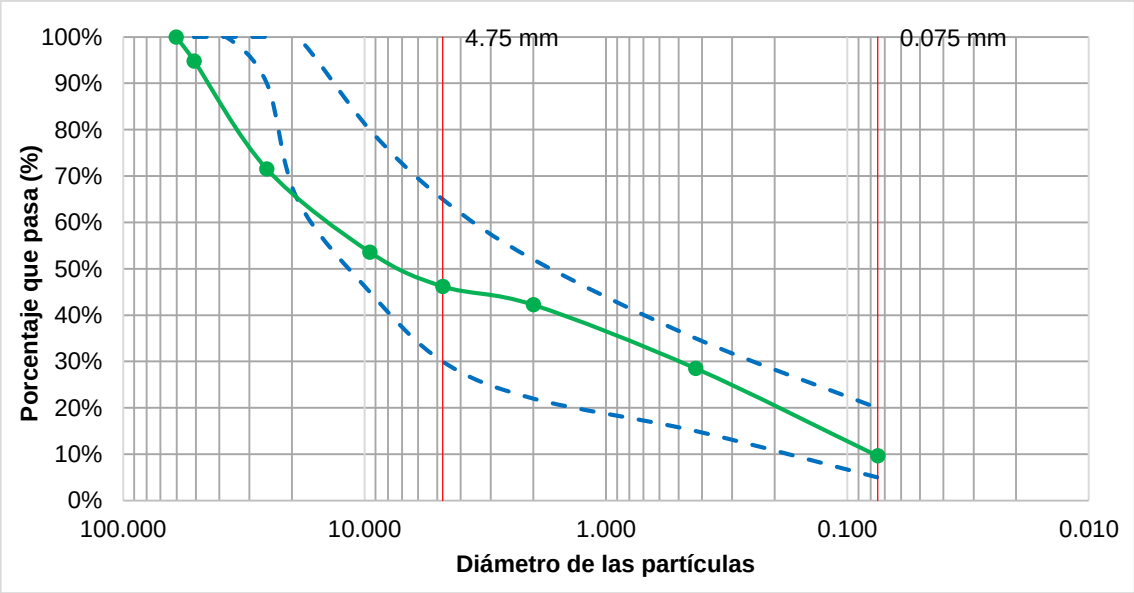
Se tomó una muestra del material de afirmado sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para determinar su distribución granulométrica mediante el tamizado, utilizando la norma MTC E 204, tal como se observa en la Tabla 7 y la Figura 12.

Tabla 7. *Distribución granulométrica de la muestra patrón*

Tamiz	Abertura	% Retenido acumulado	% Que pasa
2 1/2"	60.3 mm	0.00	100.00
2"	50.8 mm	5.20	94.80
1"	25.4 mm	28.50	71.50
3/8"	9.52 mm	46.40	53.60
N° 4	4.75 mm	53.80	46.20
N° 10	2 mm	57.78	42.22
N° 40	425 µm	71.50	28.50
N° 200	75 µm	90.36	9.64

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. *Curva granulométrica de la muestra patrón*



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 7 se observó que el material de afirmado de la cantera Juanjui tenía un porcentaje de gravas, arenas y finos igual a 53.80%, 36.56% y 9.64% respectivamente, y de la Figura 12 se observó que su curva granulométrica no cumplía con la gradación A-1 para afirmados usados como superficie de rodadura.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Se tomó una muestra del material de afirmado sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para determinar su límite líquido (LL), utilizando la norma MTC E 110, tal como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. *Límite líquido de la muestra patrón*

Descripción	Tarro 5	Tarro 11	Tarro 21
Contenido de humedad (%)	22.51	19.15	17.14
Número de golpes	15	25	35
LL	**19.63%**		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 8 se observó que para determinar el límite líquido se utilizaron tres especímenes con diferentes contenidos de humedad, los cuales fueron sometidos a una diferente cantidad de golpes durante el ensayo, dando como resultado que el límite líquido del material de afirmado de la cantera Juanjui era 19.63%.

Así mismo, se tomó otra muestra del material de afirmado sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para determinar su límite plástico (LP) y su índice de plasticidad (IP), utilizando la norma MTC E 111, tal como se observa en la Tabla 9 y la Tabla 10, respectivamente.

Tabla 9. *Límite plástico de la muestra patrón*

Descripción	Tarro 20	Tarro 21
Peso del suelo seco (gr)	6.44	7.02
Peso del agua (gr)	1.07	1.18
Contenido de humedad (%)	16.61	16.81
LP	**16.71%**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. *Índice de plasticidad de la muestra patrón*

Descripción	Contenido de Humedad
Límite líquido (%)	19.63
Límite plástico (%)	16.71
IP	**2.93%**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 9 se observó que el límite plástico del material de afirmado de la cantera Juanjui era 16.71%, y de la Tabla 10 se observó que el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, obtenido de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, era 2.93%.

ABRASIÓN LOS ÁNGELES

Se tomó una muestra del material de afirmado sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para determinar la resistencia a la abrasión de sus agregados gruesos menores que 37.5 mm (1 1/2"), utilizando la norma MTC E 204, tal como se observa en la Tabla 8.

Tabla 11. *Abrasión Los Ángeles de la muestra patrón*

Descripción	Muestra 1
Peso total de la muestra antes del ensayo (gr)	5,000.00
Peso retenido en el tamiz N° 12 después del ensayo (gr)	2,805.00
Desgaste	**43.90%**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 11 se observó que el porcentaje de desgaste de los agregados gruesos menores que 37.5 mm (1 1/2") del material de afirmado de la cantera Juanjui, luego de ser introducidos a la máquina Los Ángeles, era 43.90%, debido a que después del ensayo los agregados gruesos sufrieron un desgaste y como consecuencia el peso de las partículas que pasaban la malla N° 12 era de 2,195 gramos mientras que el peso total de la muestra antes del ensayo era de 5,000 gramos.

VALOR DE SOPORTE (CBR)

Se tomó una muestra del material de afirmado sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para determinar su capacidad de resistencia ante la aplicación de una carga (esfuerzo) luego de ser compactado.

Para determinar la curva de compactación sin adición de CFC se utilizó la norma MTC E 115 (Proctor modificado), tal como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12. *Proctor modificado de la muestra patrón*

Descripción	Cápsula 11	Cápsula 4	Cápsula 43	Cápsula 2
Contenido de humedad (%)	5.40	7.23	9.31	11.66
Densidad seca (gr/cm3)	2.003	2.070	2.046	1.953
Densidad seca máxima	**2.072 gr/cm3**			
Humedad óptima	**7.63%**			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 12 se observó que luego de realizar el ensayo de Proctor modificado el material de afirmado de la cantera Juanjui alcanzaba una densidad seca máxima de 2.072 gr/cm3 con una humedad óptima de 7.63%.

Para determinar el valor del CBR sin adición de CFC se utilizó la norma MTC E 132, tal como se observa en la Tabla 13.

Tabla 13. *CBR de la muestra patrón*

Descripción	Molde 2	Molde 3	Molde 4
Densidad seca (gr/cm3)	2.070	1.997	1.866
CBR (%)	63.9	41.1	21.5
CBR al 100% MDS a 0.1"		**64.6%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 13 se observó que luego de compactar el material de afirmado de la cantera Juanjui, el CBR al 100% MDS a 0.1" era 64.6%.

4.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL MATERIAL DE AFIRMADO DE LA CANTERA JUANJUI CON ADICIÓN DE CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA EN 9% - MUESTRA CON ADICIÓN DE 9% CFC

GRANULOMETRÍA

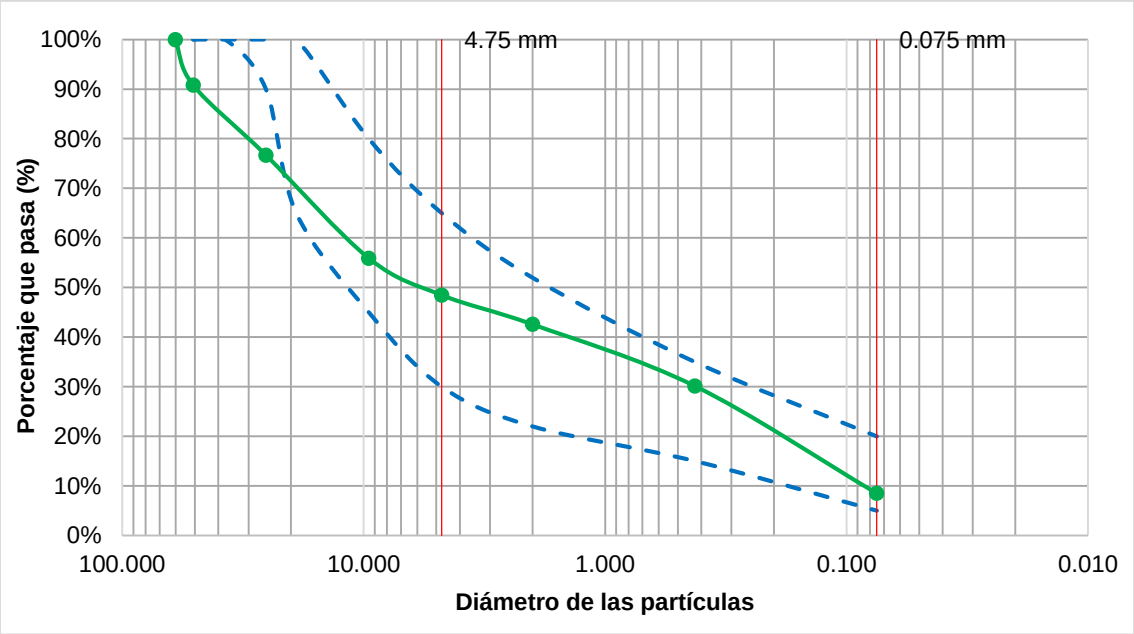
Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9% para determinar su distribución granulométrica mediante el tamizado, utilizando la norma MTC E 204, tal como se observa en la Tabla 14 y la Figura 13.

Tabla 14. *Distribución granulométrica de la muestra con adición de 9% CFC*

Tamiz	Abertura	% Retenido acumulado	% Que pasa
2 1/2"	60.3 mm	0.00	100.00
2"	50.8 mm	9.20	90.80
1"	25.4 mm	23.30	76.70
3/8"	9.52 mm	44.10	55.90
N° 4	4.75 mm	51.53	48.47
N° 10	2 mm	57.43	42.57
N° 40	425 µm	49.86	30.14
N° 200	75 µm	91.50	8.50

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. *Curva granulométrica de la muestra con adición de 9% CFC*



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 14 se observó que el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9%, tenía un porcentaje de gravas, arenas y finos igual a 51.53%, 39.97% y 8.50% respectivamente, y de la Figura 13 se observó que su curva granulométrica no cumplía con la gradación A-1 para afirmados usados como superficie de rodadura.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9% para determinar su límite líquido (LL), utilizando la norma MTC E 110, tal como se observa en la Tabla 15.

Tabla 15. *Límite líquido de la muestra con adición de 9% CFC*

Descripción	Tarro 5	Tarro 11	Tarro 21
Contenido de humedad (%)	23.49	20.39	18.25
Número de golpes	15	25	35
LL		**20.71%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 15 se observó que para determinar el límite líquido se utilizaron tres especímenes con diferentes contenidos de humedad, los cuales fueron sometidos a una diferente cantidad de golpes durante el ensayo, dando como resultado que el límite líquido del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9%, era 20.71%.

Así mismo, se tomó otra muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9% para determinar su límite plástico (LP) y su índice de plasticidad (IP), utilizando la norma MTC E 111, tal como se observa en la Tabla 16 y la Tabla 17, respectivamente.

Tabla 16. *Límite plástico de la muestra con adición de 9% CFC*

Descripción	Tarro 20	Tarro 21
Peso del suelo seco (gr)	6.36	6.89
Peso del agua (gr)	1.14	1.23
Contenido de humedad (%)	17.92	17.85
LP	**17.89%**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. *Índice de plasticidad de la muestra con adición de 9% CFC*

Descripción	Contenido de Humedad
Límite líquido (%)	20.71
Límite plástico (%)	17.89
IP	**2.81%**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 16 se observó que el límite plástico del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9%, era 17.89%, y de la Tabla 17 se observó que el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9%, obtenido de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, era 2.81%.

VALOR DE SOPORTE (CBR)

Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9% para determinar su capacidad de resistencia ante la aplicación de una carga (esfuerzo) luego de ser compactado.

Para determinar la curva de compactación con adición de 9% CFC se utilizó la norma MTC E 115 (Proctor modificado), tal como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. *Proctor modificado de la muestra con adición de 9% CFC*

Descripción	Cápsula 11	Cápsula 4	Cápsula 43	Cápsula 2
Contenido de humedad (%)	4.21	6.29	8.35	10.07
Densidad seca (gr/cm3)	1.938	2.002	2.060	1.987
Densidad seca máxima		**2.060 gr/cm3**		
Humedad óptima		**8.35%**		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 18 se observó que luego de realizar el ensayo de Proctor modificado el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9%, alcanzaba una densidad seca máxima de 2.060 gr/cm3 con una humedad óptima de 8.35%.

Para determinar el valor del CBR con adición de 9% CFC se utilizó la norma MTC E 132, tal como se observa en la Tabla 19.

Tabla 19. *CBR de la muestra con adición de 9% CFC*

Descripción	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Densidad seca (gr/cm3)	2.061	1.956	1.854
CBR (%)	67.8	49.4	28.1
CBR al 100% MDS a 0.1"		**67.6%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 19 se observó que luego de compactar el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9%, el CBR al 100% MDS a 0.1" era 67.6%.

4.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL MATERIAL DE AFIRMADO DE LA CANTERA JUANJUI CON ADICIÓN DE CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA EN 12% - MUESTRA CON ADICIÓN DE 12% CFC

GRANULOMETRÍA

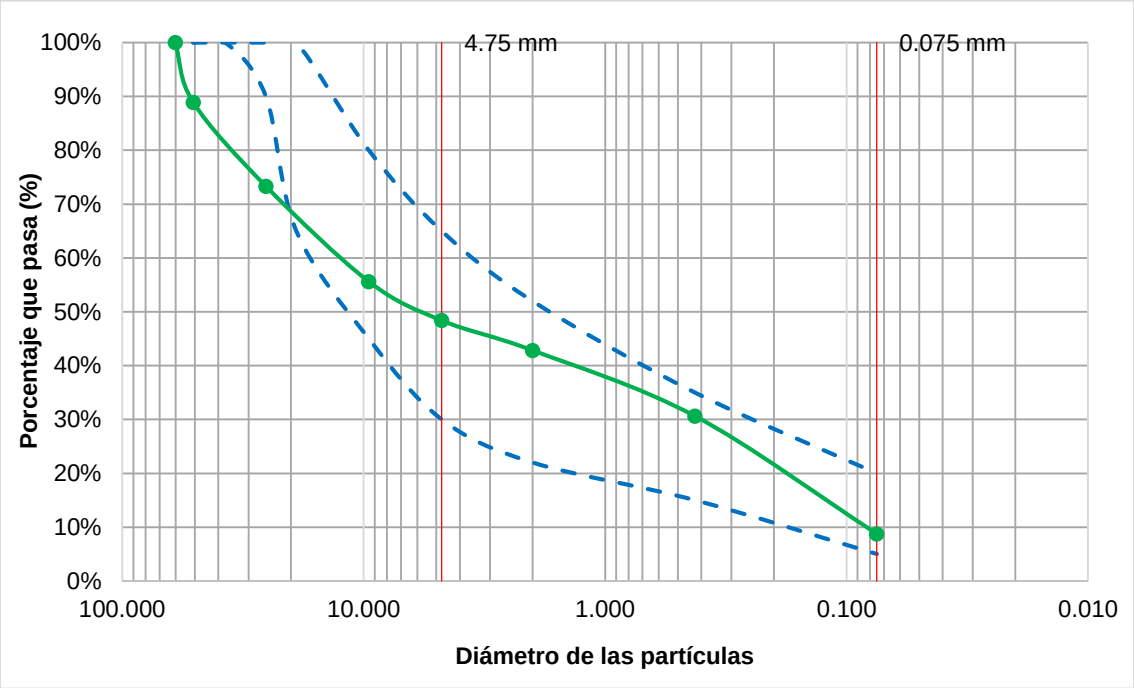
Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% para determinar su distribución granulométrica mediante el tamizado, utilizando la norma MTC E 204, tal como se observa en la Tabla 20 y la Figura 14.

Tabla 20. *Distribución granulométrica de la muestra con adición de 12% CFC*

Tamiz	Abertura	% Retenido acumulado	% Que pasa
2 1/2"	60.3 mm	0.00	100.00
2"	50.8 mm	11.10	88.90
1"	25.4 mm	26.70	73.30
3/8"	9.52 mm	44.40	55.60
N° 4	4.75 mm	51.63	48.37
N° 10	2 mm	57.17	42.83
N° 40	425 µm	69.37	30.63
N° 200	75 µm	91.24	8.76

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. *Curva granulométrica de la muestra con adición de 12% CFC*



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 20 se observó que el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, tenía un porcentaje de gravas, arenas y finos igual a 51.63%, 39.61% y 8.76% respectivamente, y de la Figura 14 se observó que su curva granulométrica no cumplía con la gradación A-1 para afirmados usados como superficie de rodadura.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% para determinar su límite líquido (LL), utilizando la norma MTC E 110, tal como se observa en la Tabla 21.

Tabla 21. *Límite líquido de la muestra con adición de 12% CFC*

Descripción	Tarro 5	Tarro 11	Tarro 21
Contenido de humedad (%)	24.09	21.28	19.06
Número de golpes	15	25	35
LL		**21.48%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 21 se observó que para determinar el límite líquido se utilizaron tres especímenes con diferentes contenidos de humedad, los cuales fueron sometidos a una diferente cantidad de golpes durante el ensayo, dando como resultado que el límite líquido del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, era 21.48%.

Así mismo, se tomó otra muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% para determinar su límite plástico (LP) y su índice de plasticidad (IP), utilizando la norma MTC E 111, tal como se observa en la Tabla 22 y la Tabla 23, respectivamente.

Tabla 22. *Límite plástico de la muestra con adición de 12% CFC*

Descripción	Tarro 20	Tarro 21
Peso del suelo seco (gr)	6.47	6.61
Peso del agua (gr)	1.24	1.26
Contenido de humedad (%)	19.17	19.06
LP	**19.11%**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. *Índice de plasticidad de la muestra con adición de 12% CFC*

Descripción	Contenido de Humedad
Límite líquido (%)	21.48
Límite plástico (%)	19.11
IP	**2.38%**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 22 se observó que el límite plástico del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, era 19.11%, y de la Tabla 23 se observó que el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, obtenido de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, era 2.38%.

VALOR DE SOPORTE (CBR)

Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% para determinar su capacidad de resistencia ante la aplicación de una carga (esfuerzo) luego de ser compactado.

Para determinar la curva de compactación con adición de 12% CFC se utilizó la norma MTC E 115 (Proctor modificado), tal como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. *Proctor modificado de la muestra con adición de 12% CFC*

Descripción	Cápsula 11	Cápsula 4	Cápsula 43	Cápsula 2
Contenido de humedad (%)	4.21	6.49	8.35	10.54
Densidad seca (gr/cm3)	1.938	1.998	2.044	1.979
Densidad seca máxima		**2.045 gr/cm3**		
Humedad óptima		**8.68%**		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 24 se observó que luego de realizar el ensayo de Proctor modificado el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, alcanzaba una densidad seca máxima de 2.045 gr/cm3 con una humedad óptima de 8.68%.

Para determinar el valor del CBR con adición de 12% CFC se utilizó la norma MTC E 132, tal como se observa en la Tabla 25.

Tabla 25. *CBR de la muestra con adición de 12% CFC*

Descripción	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Densidad seca (gr/cm3)	2.045	1.943	1.836
CBR (%)	71.7	56.2	29.8
CBR al 100% MDS a 0.1"		**71.8%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 25 se observó que luego de compactar el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, el CBR al 100% MDS a 0.1" era 71.8%.

4.4 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL MATERIAL DE AFIRMADO DE LA CANTERA JUANJUI CON ADICIÓN DE CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA EN 15% - MUESTRA CON ADICIÓN DE 15% CFC

GRANULOMETRÍA

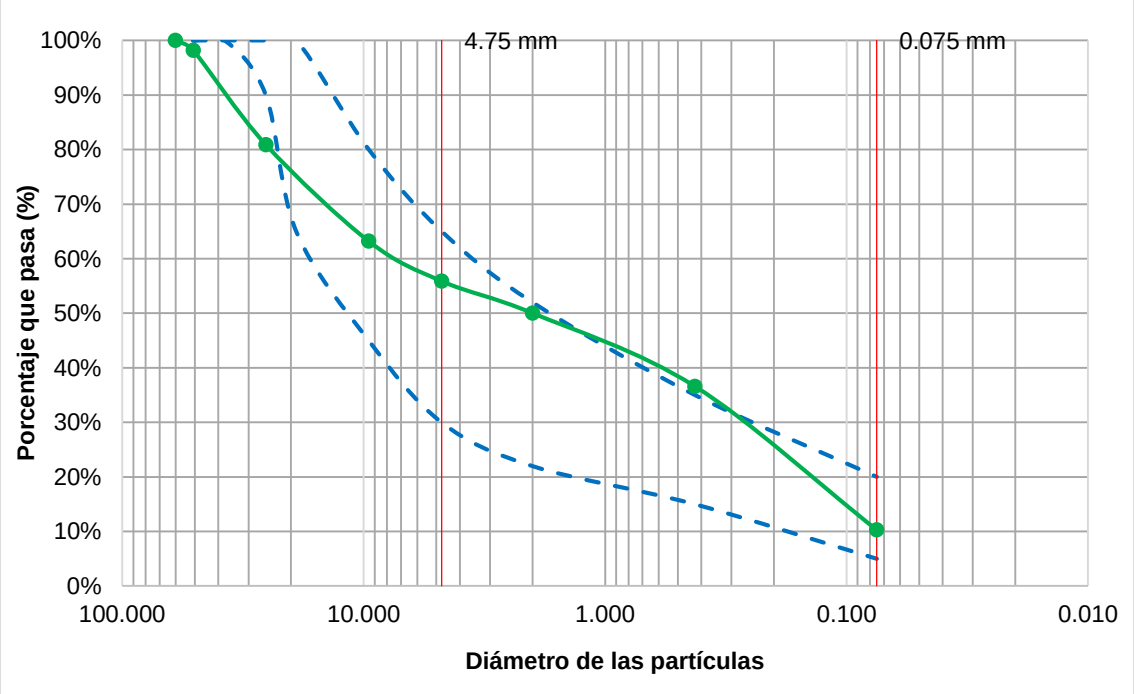
Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15% para determinar su distribución granulométrica mediante el tamizado, utilizando la norma MTC E 204, tal como se observa en la Tabla 26 y la Figura 15.

Tabla 26. *Distribución granulométrica de la muestra con adición de 15% CFC*

Tamiz	Abertura	% Retenido acumulado	% Que pasa
2 1/2"	60.3 mm	0.00	100.00
2"	50.8 mm	1.80	98.20
1"	25.4 mm	19.10	80.90
3/8"	9.52 mm	36.80	63.20
N° 4	4.75 mm	44.12	55.88
N° 10	2 mm	49.97	50.03
N° 40	425 µm	63.39	36.61
N° 200	75 µm	89.73	10.27

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. *Curva granulométrica de la muestra con adición de 15% CFC*



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 26 se observó que el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15%, tenía un porcentaje de gravas, arenas y finos igual a 44.12%, 46.61% y 10.27% respectivamente, y de la Figura 15 se observó que su curva granulométrica no cumplía con la gradación A-1 para afirmados usados como superficie de rodadura.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15% para determinar su límite líquido (LL), utilizando la norma MTC E 110, tal como se observa en la Tabla 27.

Tabla 27. *Límite líquido de la muestra con adición de 15% CFC*

Descripción	Tarro 5	Tarro 11	Tarro 21
Contenido de humedad (%)	25.08	21.63	19.20
Número de golpes	15	25	35
LL		**21.97%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 27 se observó que para determinar el límite líquido se utilizaron tres especímenes con diferentes contenidos de humedad, los cuales fueron sometidos a una diferente cantidad de golpes durante el ensayo, dando como resultado que el límite líquido del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15%, era 21.97%.

Así mismo, se tomó otra muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15% para determinar su límite plástico (LP) y su índice de plasticidad (IP), utilizando la norma MTC E 111, tal como se observa en la Tabla 28 y la Tabla 29, respectivamente.

Tabla 28. *Límite plástico de la muestra con adición de 15% CFC*

Descripción	Tarro 20	Tarro 21
Peso del suelo seco (gr)	7.44	7.67
Peso del agua (gr)	1.47	1.54
Contenido de humedad (%)	19.76	20.08
LP	**19.92%**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. *Índice de plasticidad de la muestra con adición de 15% CFC*

Descripción	Contenido de Humedad
Límite líquido (%)	21.97
Límite plástico (%)	19.92
IP	**2.07%**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 28 se observó que el límite plástico del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15%, era 19.92%, y de la Tabla 23 se observó que el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15%, obtenido de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, era 2.07%.

VALOR DE SOPORTE (CBR)

Se tomó una muestra del material de afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15% para determinar su capacidad de resistencia ante la aplicación de una carga (esfuerzo) luego de ser compactado.

Para determinar la curva de compactación con adición de 15% CFC se utilizó la norma MTC E 115 (Proctor modificado), tal como se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30. *Proctor modificado de la muestra con adición de 15% CFC*

Descripción	Cápsula 11	Cápsula 4	Cápsula 43	Cápsula 2
Contenido de humedad (%)	4.52	6.55	8.59	10.51
Densidad seca (gr/cm3)	1.954	1.984	2.038	1.973
Densidad seca máxima	**2.039 gr/cm3**			
Humedad óptima	**8.81%**			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 30 se observó que luego de realizar el ensayo de Proctor modificado el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15%, alcanzaba una densidad seca máxima de 2.039 gr/cm3 con una humedad óptima de 8.81%.

Para determinar el valor del CBR con adición de 15% CFC se utilizó la norma MTC E 132, tal como se observa en la Tabla 31.

Tabla 31. *CBR de la muestra con adición de 15% CFC*

Descripción	Molde 1	Molde 2	Molde 3
Densidad seca (gr/cm3)	2.038	1.936	1.834
CBR (%)	75.4	57.3	34.9
CBR al 100% MDS a 0.1"		**75.5%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

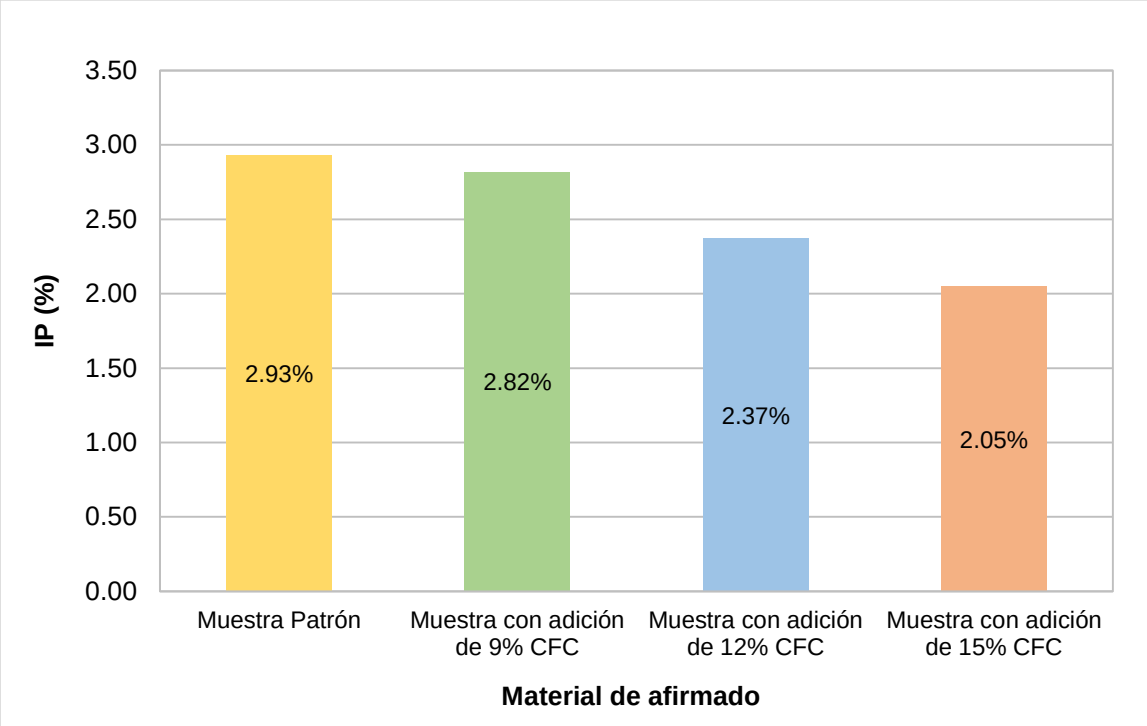
De la Tabla 31 se observó que luego de compactar el material de afirmado de la cantera Juanjui, con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, el CBR al 100% MDS a 0.1" era 75.5%.

4.5 INFLUENCIA DE LA CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA EN EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

El índice de plasticidad de las muestras con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, y su variación, se observan en la Figura 16 y la Tabla 32, respectivamente.

Figura 16. *IP de las muestras con adición de CFC en 0%, 9%,12% y 15%*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. *Variación del IP al adicionar CFC en 9%, 12% y 15%*

Descripción	IP	Variación
Muestra patrón	2.93%	
Muestra con adición de 9% CFC	2.82%	-3.8%
Muestra con adición de 12% CFC	2.37%	-19.1%
Muestra con adición de 15% CFC	2.05%	-30.0%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

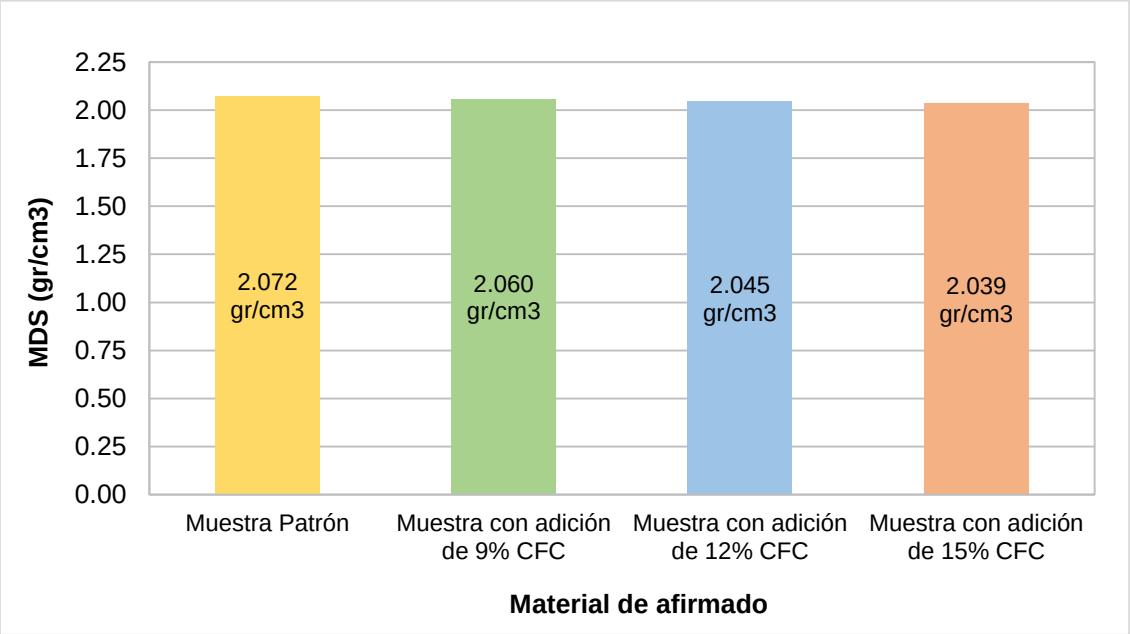
De la Figura 16 se observó que al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui era 2.93%, 2.82%, 2.37% y 2.05%, respectivamente, y de la Tabla 32 se observó que la adición de esta ceniza en 9%, 12% y 15%, significó una disminución del índice de plasticidad en 3.8%, 19.1% y 30.0%, respectivamente.

4.6 INFLUENCIA DE LA CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI

MÁXIMA DENSIDAD SECA

La máxima densidad seca de las muestras con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, y su variación, se observan en la Figura 17 y la Tabla 33, respectivamente.

Figura 17. *MDS de las muestras con adición de CFC en 0%, 9%,12% y 15%*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. *Variación de la MDS al adicionar CFC en 9%, 12% y 15%*

Descripción	MDS	Variación
Muestra patrón	2.072 gr/cm3	-
Muestra con adición de 9% CFC	2.060 gr/cm3	-0.6%
Muestra con adición de 12% CFC	2.045 gr/cm3	-1.3%
Muestra con adición de 15% CFC	2.039 gr/cm3	-1.6%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

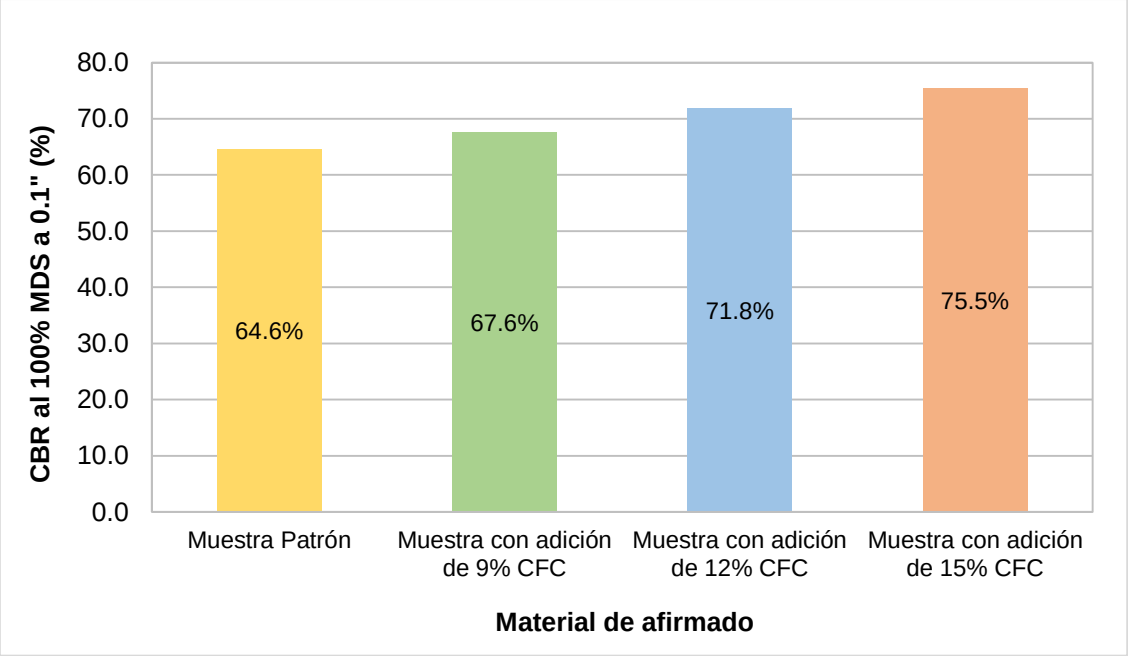
De la Figura 17 se observó que al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui era 2.072 gr/cm3, 2.060 gr/cm3, 2.045 gr/cm3 y 2.039 gr/cm3, respectivamente, y de la Tabla 33 se observó que la adición de esta ceniza en 9%, 12% y 15%, significó una disminución de la máxima densidad seca en 0.6%, 1.3% y 1.6%, respectivamente.

4.7 INFLUENCIA DE LA CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA EN EL VALOR DE SOPORTE (CBR) DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI

VALOR DE SOPORTE (CBR)

El CBR de las muestras con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, y su variación, se observan en la Figura 18 y la Tabla 34, respectivamente.

Figura 18. *CBR de las muestras con adición de CFC en 0%, 9%,12% y 15%*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. *Variación del CBR al adicionar CFC en 9%, 12% y 15%*

Descripción	CBR al 100% MDS a 0.1”	Variación
Muestra patrón	64.6%	-
Muestra con adición de 9% CFC	67.6%	4.6%
Muestra con adición de 12% CFC	71.8%	11.1%
Muestra con adición de 15% CFC	75.5%	16.9%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Figura 18 se observó que al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, el CBR al 100% MDS a 0.1" del material de afirmado de la cantera Juanjui era 64.6%, 67.6%, 71.8% y 75.5%, respectivamente, y de la Tabla 34 se observó que la adición de esta ceniza en 9%, 12% y 15%, significó un incremento del CBR en 4.6%, 11.1% y 16.9%, respectivamente.

4.8 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN Y CBR DEL AFIRMADO EJECUTADO EN CAMPO SIN ADICIÓN DE CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA

DENSIDAD DE CAMPO

Se tomó una muestra del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para determinar su densidad seca, utilizando la norma MTC E 117 (Cono de arena), tal como se observa en la Tabla 35.

Tabla 35. *Densidad seca de campo del afirmado sin adición de CFC*

Descripción	Muestra
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.16
Contenido de humedad (%)	8.10
Densidad seca de campo	**2.01 gr/cm3**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 35 se observó que luego de ejecutar el afirmado sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, construido con material de la cantera Juanjui, la densidad seca de campo era 2.01 gr/cm3.

GRADO DE COMPACTACIÓN

Conociendo la máxima densidad seca en laboratorio y la densidad seca de campo, se procedió a determinar el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, tal como se observa en la Tabla 36.

Tabla 36. *Grado de compactación del afirmado sin adición de CFC*

Descripción	Muestra
Máxima densidad seca en laboratorio (gr/cm3)	1.99
Densidad seca de campo (gr/cm3)	2.01
Grado de compactación	**95.40 %**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 36 se observó que el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, construido con material de la cantera Juanjui, era 95.40%.

CBR DE CAMPO

Se tomó una muestra del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para determinar el valor de su CBR, utilizando la norma MTC E 132, tal como se observa en la Tabla 37.

Tabla 37. *CBR de campo del afirmado sin adición de CFC*

Descripción	Molde 2	Molde 3	Molde 4
Densidad seca (gr/cm3)	1.970	1.872	1.774
CBR (%)	64.0	43.1	23.6
CBR (0.1")		**64.1%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 37 se observó que el valor del CBR del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, construido con material de la cantera Juanjui, era 64.1%.

4.9 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN Y CBR DEL AFIRMADO EJECUTADO EN CAMPO CON ADICIÓN DE CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA

DENSIDAD DE CAMPO

Se tomó una muestra del afirmado ejecutado en campo con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% para determinar su densidad seca, utilizando la norma MTC E 117 (Cono de arena), tal como se observa en la Tabla 38.

Tabla 38. *Densidad seca de campo del afirmado con adición de 12% CFC*

Descripción	Muestra
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.10
Contenido de humedad (%)	10.00
Densidad seca de campo	**1.91 gr/cm3**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 38 se observó que luego de ejecutar el afirmado con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, construido con material de la cantera Juanjui, la densidad seca de campo era 1.91 gr/cm3.

GRADO DE COMPACTACIÓN

Conociendo la máxima densidad seca en laboratorio y la densidad seca de campo, se procedió a determinar el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, tal como se observa en la Tabla 39.

Tabla 39. *Grado de compactación del afirmado con adición de 12% CFC*

Descripción	Muestra
Máxima densidad seca en laboratorio (gr/cm3)	1.99
Densidad seca de campo (gr/cm3)	1.91
Grado de compactación	**96.10%**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 39 se observó que el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, construido con material de la cantera Juanjui, era 96.1%.

CBR DE CAMPO

Se tomó una muestra del afirmado ejecutado en campo con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% para determinar el valor de su CBR, utilizando la norma MTC E 132, tal como se observa en la Tabla 40.

Tabla 40. *CBR de campo del afirmado con adición de 12% CFC*

Descripción	Molde 2	Molde 3	Molde 4
Densidad seca (gr/cm3)	1.970	1.872	1.774
CBR (%)	64.0	43.1	23.6
CBR (0.1")		**85.0%**	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

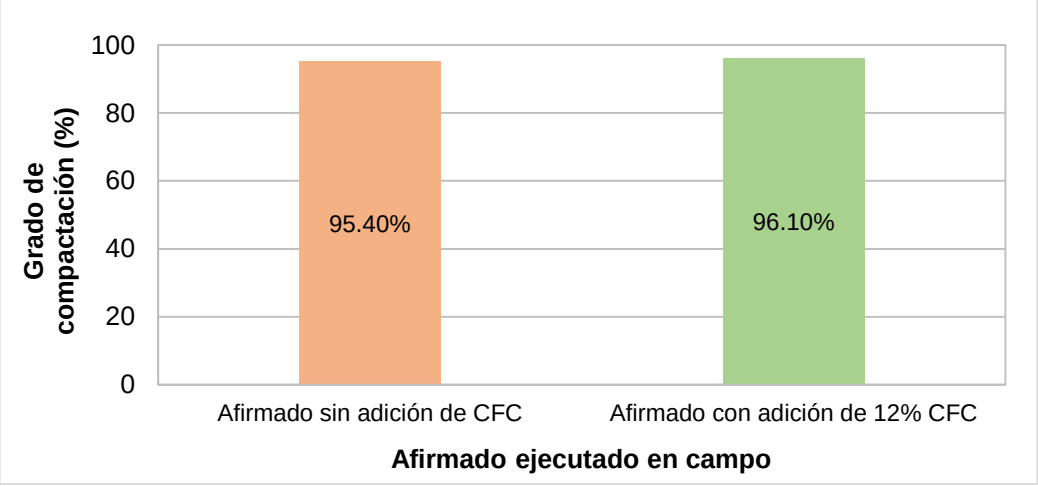
De la Tabla 40 se observó que el valor del CBR del afirmado ejecutado en campo con adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12%, construido con material de la cantera Juanjui, era 85.0%.

4.10 INFLUENCIA DE LA CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA EN EL GRADO DE COMPACTACIÓN Y EL CBR DEL AFIRMADO EJECUTADO EN CAMPO

GRADO DE COMPACTACIÓN

El grado de compactación del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza y con adición de ceniza en 12%, y su variación, se observan en la Figura 19 y la Tabla 41, respectivamente.

Figura 19. *Grado de compactación del afirmado con y sin adición de CFC*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. *Variación del grado de compactación del afirmado al adicionar CFC*

Descripción	Grado de compactación	Variación
Afirmado sin adición	95.40%	-
Afirmado con adición de 12% CFC	96.10%	0.7%

Fuente: Elaboración propia

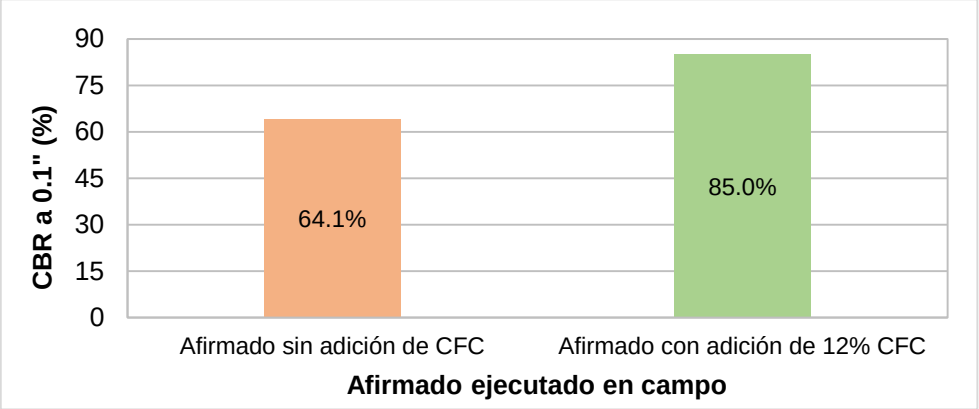
Interpretación:

De la Figura 19 se observó que el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza era 95.40% y con adición de ceniza en 12% era 96.10%, y de la Tabla 41 se observó que la adición la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% significó un incremento del grado de compactación en 0.7%.

VALOR DE SOPORTE (CBR)

El CBR del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza y con adición de ceniza en 12%, y su variación, se observan en la Figura 20 y la Tabla 42, respectivamente.

Figura 20. *CBR del afirmado con y sin adición de CFC*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. *Variación del CBR del afirmado al adicionar CFC*

Descripción	CBR a 0.1"	Variación
Afirmado sin adición	64.10%	-
Afirmado con adición de 12% CFC	85.00%	32.6%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la Figura 20 se observó que el CBR a 0.1" del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza era 64.1% y con adición de ceniza en 12% era 85.0%, y de la Tabla 41 se observó que la adición la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% significó un incremento del CBR en 32.6%.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

OE 1. Evaluar la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, según el Manual de Carreteras EG-2013.

En su investigación Quevedo (2020) obtuvo como resultados que el material de afirmado de la cantera Gárate estaba compuesto por gravas (56.92%), arenas (40.13%) y finos (2.95%), su curva granulométrica correspondía a la gradación A-1 para afirmados usados como superficie de rodadura, su LL era 11.80%, no existía límite plástico, su abrasión Los Ángeles era 49.61% y su CBR al 95% MDS a 0.1" era 71.00%, por lo tanto se determinó que este el material de afirmado de la cantera Gárate era apto para ser usado como superficie de rodadura en vías no pavimentadas, aun así no se haya cumplido con el índice de plasticidad requerido por el manual de carretera EG-2013.

En la presente investigación se obtuvo como resultados que el material de afirmado de la cantera Juanjui estaba compuesto por gravas (53.80%), arena (36.56%) y finos (9.64%), su curva granulométrica no cumplía con la gradación A-1 para afirmados usados como superficie de rodadura, su LL era 19.63%, su IP era 2.93%, su abrasión Los Ángeles es 43.90% y su CBR al 100% MDS a 0.1" es 64.6%, y según el manual de carreteras EG-2013 los requisitos de calidad para que el material de afirmado pueda ser usado como superficie de rodadura debe tener una gradación de tipo A-1, que su LL sea como máximo 35%, que su IP sea mínimo 4% y máximo 12%, que su abrasión Los Ángeles sea como máximo 50% y que su CBR al 100% MDS a 0.1" sea como mínimo 40%, es decir, el material de afirmado de la cantera Juanjuí no cumplía con la gradación ni con el índice de plasticidad para ser usado como superficie de rodadura; sin embargo, al tener una buena proporción de agregados gruesos y agregados finos, y un CBR mayor al 40%, por lo tanto se determinó que el material de afirmado de la cantera Juanjui era apto para ser usado como superficie de rodadura en vías no pavimentadas.

Finalmente, tanto en la investigación de Quevedo como en la presente investigación se llegó a la conclusión que al tener un CBR mayor al 40%, el material de afirmado de la cantera Gárate y cantera Juanjui eran aptos para ser usados como superficie de rodadura en vías no pavimentadas.

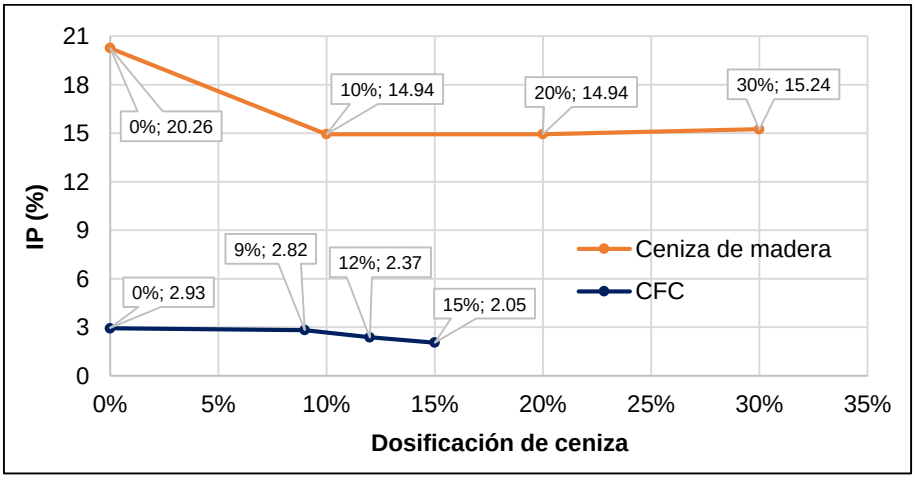
OE 2. Analizar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.

En su investigación Perez (2021) obtuvo como resultados que un suelo arcilloso con 0% ceniza de madera, para su uso como subrasante, tenía un IP de 20.26%, mientras que al adicionar ceniza de madera en 10%, 20% y 30% su IP era 14.94%, 14.94% y 15.24%, respectivamente, es decir, la adición de ceniza de madera en estos porcentajes producía una variación en el IP de -26.26%, -26.26% y -24.78%, respectivamente, por lo tanto se determinó que el IP de un suelo arcilloso tendía a disminuir hasta la adición de esta ceniza en 20%.

En la presente investigación se obtuvo como resultado que al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15% el IP del material de afirmado de la cantera Juanjui era 2.93%, 2.82%, 2.37% y 2.05%, respectivamente, es decir, la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en estos porcentajes producía una variación en el IP de -3.75%, -19.11% y -30.03%, respectivamente, por lo tanto se determinó que el IP del material de afirmado tendía a disminuir hasta la adición de esta ceniza en 15%.

Finalmente, tanto en la investigación de Pérez como en la presente investigación se llegó a la conclusión que el índice de plasticidad disminuía hasta adicionar ceniza de madera en 20% (material arcilloso) y ceniza de fibra y cusco de palma en 15% (material no plástico).

Figura 21. *Discusión de resultados del segundo objetivo específico*



Fuente: Elaboración propia

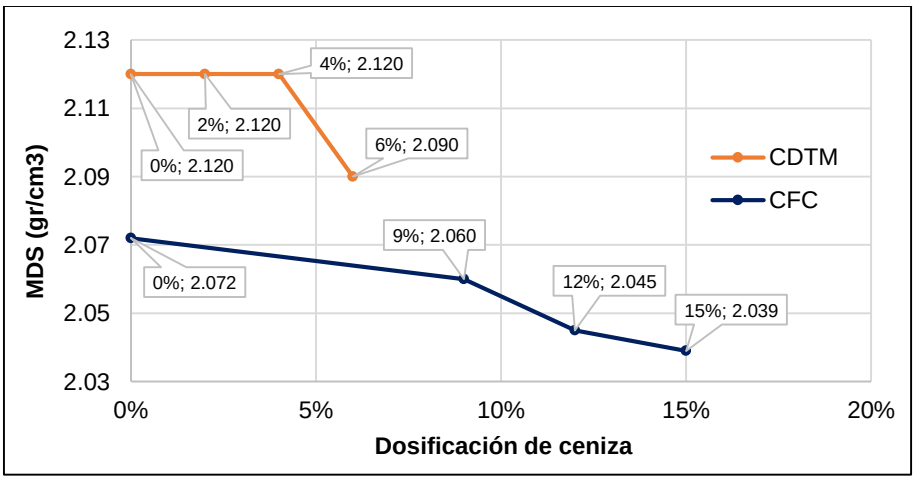
OE 3. Analizar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.

En su investigación Rojas y Vela (2022) obtuvieron como resultados que el material de afirmado de la cantera Tactillo con 0% CDTM se clasificaba como una grava limosa, según el método SUC, y su MDS era 2.120 gr/cm3, mientras que al adicionar CDTM en 2%, 4% y 6% su MDS era 2.120 gr/cm3, 2.120 gr/cm3 y 2.090 gr/cm3, respectivamente, es decir, la adición de CDTM en estos porcentajes producía una variación en la MDS de 0%, 0% y -1.42%, respectivamente, por lo tanto se determinó que la MDS del material de afirmado se mantenía constante hasta la adición de esta ceniza en 4% y a partir de ahí tendía a disminuir hasta la adición de esta ceniza en 6%.

En la presente investigación se obtuvo como resultado que el material de afirmado de la cantera Juanjui se clasificaba como una grava areno limoso no plástico, según el método SUCS, y al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15% su MDS era 2.072 gr/cm3, 2.060 gr/cm3, 2.045 gr/cm3 y 2.039 gr/cm3, respectivamente, es decir, la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en estos porcentajes producía una variación en la MDS de -0.58%, -1.30% y -1.59%, respectivamente, por lo tanto se determinó que la MDS del material de afirmado tendía a disminuir hasta la adición de esta ceniza en 15%.

Tanto en la investigación de Rojas y Vela como en la presente investigación se llegó a la conclusión que la máxima densidad seca disminuía hasta adicionar CDTM en 6% (material grava limosa) y ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15% (material grava areno limoso).

Figura 22. *Discusión de resultados del tercer objetivo específico*



Fuente: Elaboración propia

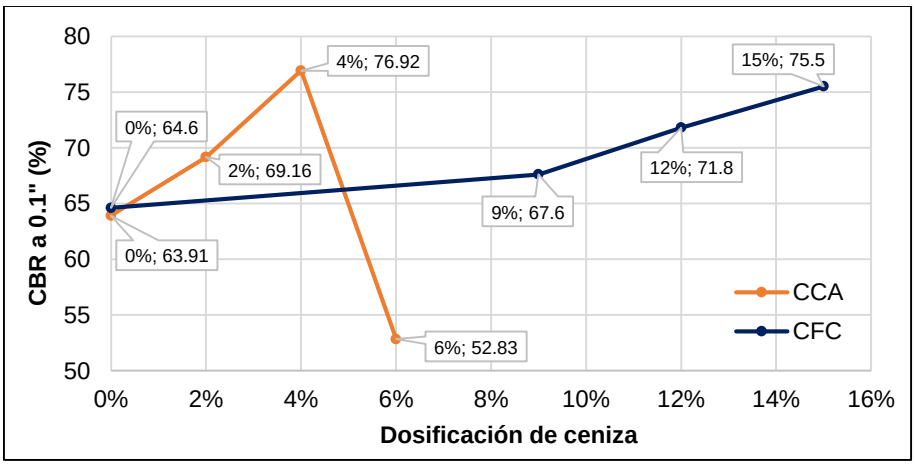
OE 4. Analizar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el valor del CBR del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.

En su investigación Guerrero y Vergara (2021) obtuvieron como resultado que el material de afirmado de una vía no pavimentada con 0% CCA se clasificaba como una grava limosa, según el método SUCS, y su CBR al 100% MDS a 0.1" era 63.91%, mientras que al adicionar CCA en 2%, 4% y 6% su CBR al 100% MDS a 0.1" era 69.16%, 76.92% y 52.83%, respectivamente, es decir, la adición de CCA en estos porcentajes producía una variación en el CBR de +8.21%, +20.36 y +17.34, respectivamente, por lo tanto se determinó que el CBR del material de afirmado tendía a incrementarse hasta la adición de esta ceniza en 4% y a partir de ahí tendía a disminuirse hasta la adición de esta ceniza en 6%.

En la presente investigación se obtuvo como resultado que el material de afirmado de la cantera Juanjui se clasificaba como una grava areno limoso no plástico, según el método SUCS, y al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15% su CBR al 100% MDS a 0.1" era 64.6%, 67.6%, 71.8% y 75.5%, respectivamente, es decir, la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en estos porcentajes producía una variación en el CBR de +4.64%, +11.15% y +16.87, respectivamente, por lo tanto se determinó que el CBR del material de afirmado tendía a incrementarse hasta la adición de esta ceniza en 15%.

Tanto en la investigación de Guerrero y Vergara como en la presente investigación se llegó a la conclusión que el CBR al 100% MDS a 0.1" aumentaba hasta adicionar CCA en 4% (material grava limosa) y ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 15% (material grava areno limoso).

Figura 23. *Discusión de resultados del cuarto objetivo específico*



Fuente: Elaboración propia

OE 5. Evaluar el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, destinado para superficie de rodadura y construido utilizando material de la cantera Juanjui

En el manual de carreteras EG-2013 se establecía que, para el caso de los afirmados usados como superficie de rodadura en vías no pavimentadas, uno de los controles de calidad del trabajo terminado era verificar que la densidad seca de campo no sea menor que el 100% de la máxima densidad seca obtenida en laboratorio, por lo tanto, se determinó que el grado de compactación del afirmado terminado no debía ser menor que 100.00% para su aceptación.

En la presente investigación se obtuvo como resultado del afirmado ejecutado en campo, utilizando material de la cantera Juanjui, que el grado de compactación sin adición de ceniza era 95.40% y el grado de compactación con adición de ceniza en 12% era 96.10%, es decir, la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% incrementaba el grado de compactación en 0.7%, por lo tanto se determinó que la adición de esta ceniza influía positivamente en el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo.

Si bien en el manual de carreteras EG-2013 se estableció que el grado de compactación debía ser como mínimo 100.00% para la aceptación del afirmado terminado, en la presente investigación se consideró que el grado de compactación debía ser como mínimo 95.00% debido a la naturaleza de la investigación, por ello el afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera podía ser usado como superficie de rodadura en vías no pavimentadas, ya que en ambos casos se obtuvo un grado de compactación mayor al 95.00%.

OE 6. Evaluar el valor del CBR del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, destinado para superficie de rodadura y construido utilizando material de la cantera Juanjui.

En el manual de carreteras EG-2013 se establecía que, para el caso de los afirmados usados como superficie de rodadura en vías no pavimentadas, uno de los controles de calidad del material de afirmado era verificar que el CBR al 100% MDS a 0.1" no sea menor que 40%.

En la presente investigación se obtuvo como resultado del afirmado ejecutado en campo, utilizando material de la cantera Juanjui, que el CBR al 100% MDS a 0.1" sin adición de ceniza era 64.1% y el CBR al 100% MDS a 0.1" con adición de ceniza en 12% era 85.0%, es decir, la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% incrementaba el CBR en 32.6%, por lo tanto, se determinó que la adición de esta ceniza influía positivamente en el CBR del afirmado ejecutado en campo.

Tanto en el manual de carreteras EG-2013 como en la presente investigación se estableció que el CBR al 100% MDS a 0.1" debía ser como mínimo 40%, por ello el material utilizado en el afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera podía ser usado como superficie de rodadura en vías no pavimentadas.

CONCLUSIONES

- Luego de evaluar las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui se determinó que al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 9%, 12% y 15% se logró mejorar la calidad de este material para ser usado como capa de rodadura en la construcción de vías no pavimentadas en la región de Ucayali.

- Al analizar el material de afirmado de la cantera Juanjui se determinó que este no cumplía con la gradación A-1 ni con el índice de plasticidad requerido para ser usado como superficie de rodadura, según el Manual de Carreteras EG-2013, sin embargo este material estaba compuesto principalmente por gravas (53.80%) y arenas (36.56%), y en menor medida por finos no plásticos (9.64%), y además su CBR al 100% MDS a 0.1" era 64.0%, es decir, su CBR era mayor al 40.0% requerido como mínimo, por lo tanto se determinó que este material era apto para ser usado como superficie de rodadura en vías no pavimentadas.

- Al realizar la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, se determinó que el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui era 2.93%, 2.82%, 2.37% y 2.05%, respectivamente, es decir, la adición de esta ceniza en 9%, 12% y 15% significó una variación del índice de plasticidad en -3.8%, -19.1% y -30.0%, respectivamente, por lo tanto el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui disminuía al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera hasta en un 15%.

- Al realizar la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, se determinó que la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui era 2.072 gr/cm3, 2.060 gr/cm3, 2.045 gr/cm3 y 2.039 gr/cm3, respectivamente, es decir, la adición de esta ceniza en 9%, 12% y 15% significó una variación de la máxima densidad seca en -0.6%, -1.3% y -1.6%, respectivamente, por lo tanto la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui disminuía al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera hasta en un 15%.

- Al realizar la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, se determinó que el CBR al 100% MDS a 0.1” del material de afirmado de la cantera Juanjui era 64.6%, 67.6%, 71.8% y 75.5%, respectivamente, es decir, la adición de esta ceniza en 9%, 12% y 15% significó una variación del CBR en +4.6%, +11.1% y +16.9%, respectivamente, por lo tanto el CBR del material de afirmado de

la cantera Juanjui aumentaba al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera hasta en un 15%.

- De la prueba piloto se determinó que el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza era 95.40%, y el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo con adición de ceniza en 12% era 96.10%, es decir, la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% significó un incremento del grado de compactación en 0.7%, por lo tanto la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera influía positivamente en el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo con material de la cantera Juanjui.

- De la prueba piloto se determinó que el CBR a 0.1" del afirmado ejecutado en campo sin adición de ceniza era 64.1%, y el CBR a 0.1" del afirmado ejecutado en campo con adición de ceniza en 12% era 85.0%, es decir, la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en 12% significó un incremento del CBR en 32.6%, por lo tanto, la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera influía positivamente en el CBR del afirmado ejecutado en campo con material de la cantera Juanjui.

RECOMENDACIONES

- Realizar el proceso de molienda a la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera para obtener una mayor uniformidad en el tamaño de sus partículas con la finalidad de obtener una mezcla más homogénea al combinarlo con el material de afirmado de la cantera Juanjui.
- Realizar el análisis granulométrico de la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera luego de haber realizado el proceso de molienda con la finalidad de conocer la distribución de sus partículas.
- Analizar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en porcentajes mayores al 15%, respecto al peso seco del material de afirmado.
- Analizar el valor de soporte (CBR) del material de afirmado de la cantera Juanjui al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en porcentajes mayores al 15%, respecto al peso seco del material de afirmado.
- Analizar la influencia de la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad de un material de afirmado con porcentaje de finos plásticos mayor al que permite el manual de carreteras EG-2013 para su uso como superficie de rodadura.
- Analizar la influencia de la ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el cambio volumétrico de un material de afirmado con porcentaje de finos plásticos mayor al que permite el manual de carreteras EG-2013 para su uso como superficie de rodadura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Peruana de Noticias. (3 de Mayo de 2018). *Región Ucayali posee mayor plantación en hectáreas de palma aceitera*. Obtenido de https://andina.pe/agencia/noticia-region-ucayali-posee-mayor-plantacion-hectareas-palma-aceitera-708897.aspx

Arce Góngora, J. (2012). *Palma Aceitera, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta.* Iquitos, Perú: IIAP.

Arévalo Ramírez, A., Esquivel Ríos, M. P., & Soto Luna, D. (2019). *Instalación de una planta extractora de aceite crudo de palma en Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto.* Lima, Perú: Universidad del Pacífico. Obtenido de http://hdl.handle.net/11354/2568

Arias Odón, F. G. (2012). *Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica* (6 ed.). Caracas, Venezuela: Episteme.

Atiquipa Nieto, O., & Rosalino Orozco, G. (2018). *Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad.* Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.14138/1907

Braja, M. D. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (4ta ed.). Ciudad de México, México: Cengage Learning.

Buzón Ojeda, J. (2009). Uso del Cuesco de la Palma Africana en la fabricación de Adoquines y Bloques de Mampostería. *Séptima Conferencia Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería y Tecnología.* San Cristóbal, Venezuela: LACCEI. Obtenido de https://laccei.org/blog/laccei-proceedings/

Camacho Tauta, J. F., Reyes Ortiz, O. J., & Méndez González, D. F. (2007). Ensayo de compactación giratoria en suelos como alternativa al ensayo de compactación proctor. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 17*(2), 67-81. doi:https://doi.org/10.18359/rcin.1075

Carvajal Ortegón, N. A., Zarate Ramirez, J. G., & Rincón Plazas, D. A. (2018). *Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombro.* Ibagué, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/items/42084972-23da-4376-84b5-cff1c4e26792

Charry, A., Vélez, A. F., Romero, M., Ivanova, Y., Tristán, M. C., Lema, S., . . . Jäger, M. (2020). *Estrategia integral para el fortalecimiento del plan de competitividad de la cadena de palma aceitera en Ucayali 2020-2030.* Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Chauca Reyes, W. G. (2021). *Estudio comparativo de la influencia de aditivos químicos y rellenos en la efectividad de la estabilización de suelos orgánicos con cemento.* Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12404/22069

Cortés Gómez, C. A., Penagos Ulloa, B. Y., Lizarazo Leguizamón, G., & Toca Garzón, J. R. (2017). *Corte y recolección de racimos de palma de aceite.* Bogotá, Colombia: Cenipalma. Obtenido de https://web.fedepalma.org/cartilla-de-corte-y-recoleccion-de-racimos-de-palma-de-aceite

Díaz Córdova, R. R., & Cardozo Huanci, M. (2018). *Diseño de pavimento a nivel de afirmado del camino vecinal SM-533 EMP.PE5N (Puente Tonchima)- EMP– SM-504 (Sector Shica) L=9+530 KM, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, Región San Martín.* Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de http://hdl.handle.net/11458/2952

Fernandez Limés, A., Gonzáles Martínez, L., Flores Berenguer, I., Gil Payne, C., García Tristá , J., Alonso Aenlle, A., & Cobelo Cristiá, W. (2022). Influencia de los aditivos de ceniza de bagazo de caña y escoria de alto horno en suelo granular. *Revista Ciencia Y construcción, 3*(3), 42-51. Obtenido de https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/119

Forero Hernández, D. C., Hormaza Martínez, P. A., Moreno Caicedo, L. P., & Ruíz Romero, R. (2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite.* Bogotá, Colombia: Cenipalma.

Fort, R., & Borasino, E. (2016). *¿Agroindustria en la Amazonía?: Posibilidades para el desarrollo inclusivo y sostenible de la palma aceitera en el Perú.* Lima, Perú: GRADE.

Gaona Reinoso, D. A. (2014). *Mezcla de cascarrilla de nuez de palmiste y raquis como combustible alternativo para generación eléctrica.* Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3498

Gireesh Kumar,S. Harika, P., & Harika, S. (2021). Stabilization of expansive subgrade soil by using fly ash. *Materials Today: Proceedings, 45*(7), 6558-6560. doi:https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.469

Gobierno Regional de Ucayali. (2016). *Plan de Competitividad de la Palma Aceitera - Ucayali 2016-2026.* Pucallpa, Perú: El Peruano.

Gobierno Regional de Ucayali. (2021). *Diagnóstico de brechas del Gobierno Regional de Ucayali - Programación Multianual de Inversiones 2022-2024.* Pucallpa, Perú: El Peruano.

Guerrero Estela, J. R., & Vergara Becerra, E. (2021). *Incorporación de ceniza de cáscara de arroz para incrementar el CBR en el afirmado, Jaén 2021.* Moyobamba, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12692/69541

Gutiérrez Soto, M. A. (2017). *Gestión de carreteras no pavimentadas.* Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de https://oa.upm.es/52693/

Hidalgo, F., Saavedra, J., Fernández, C., & Durán, G. (2020). Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 758*. Obtenido de https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/758/1/012041/meta

Llanos Chimbor, L. G. (2019). *Factores que más influyen en el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) de Cajamarca – Santa Barbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca – Cumbe Mayo, Cajamarca 2017.* Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de https://hdl.handle.net/11537/23558

Loayza Aylas, J. N. (2017). *Plantación, tratamiento, cosecha y comercialización de palma aceitera.* Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/3170

López Daza, X., & Torbisco Ascue, D. B. (2020). *Aprovechamiento de la fibra de cabuya para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla tradicional de adobe en una unidad de albañilería en el distrito de Abancay, departamento de Apurímac.* Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de http://hdl.handle.net/10757/654799

Manar, G., Hesham, B., & Tareq, M. (2015). Soil Improvement Techniques. *International Journal of Scientific & Engineering Research, 6*(12), 217-222. Obtenido de https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?Soil-Improvement-Techniques.pdf

Millones Chapoñan, M., Muñoz Pérez, S., & Villanueva Meza, C. (2023). La Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar Como Aditivo Estabilizador en Suelos Arcillosos con Fines de Pavimentación: Una Revisión Literaria. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*. doi:https://doi.org/10.25100/iyc.v25i1.11801

Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública en carreteras.* Lima, Perú: El Peruano. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.* Lima, Perú: El Peruano. Obtenido de http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para construcción.* Lima, Perú: El Peruano.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras. Suelos geologías, geotécnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.* Lima, Perú: El Peruano.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales.* Lima, Perú: El Peruano.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2022). *Boletín Estadístico 2021 - II.* Lima, Perú: El Peruano.

Morales Beteta, S. M. (2018). *Impacto económico de los estabilizantes de suelo ENZIMA PZ-22X y POLY-SES en la conservación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada Huánuco-Marabamba.* Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.13080/4083

Nesterenko Cortes, D. (2018). *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú.* Lima, Perú: Universidad de Piura. Obtenido de https://hdl.handle.net/11042/3474

Norma Técnica Peruana. (1999). *NTP 339.141 - Suelos. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.* Lima, Perú: El Peruano.

Norma Técnica Peruana. (2002). *NTP 400.019 - Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños*

menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Lima, Perú: El Peruano.

Nuñez Álvarez, J. (2014). *Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas.* Lima, Perú: Universidad de Piura. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2143

Ocon Infante, J. (2013). *Influencia del índice de plasticidad en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos.* Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/688

Páliz Hidalgo, D. C. (2014). *Factibilidad del uso del Raquis de Palma Africana en mezcla con agregados de construcción para la fabricación de ladrillos ecológicos.* Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4066

Paucar Caiza, W. A., & Rubio Aguiar, R. J. (2021). Caracterización físico-química del cuesco y fibra obtenidos del procesamiento de palma africana para un aprovechamiento eficiente de la energía térmica en calderas. *Perspectivas, 6*(21), 110-126. doi:https://doi.org/10.26620/uniminuto.perspectivas.6.21.2021.110-126

Perez Lopez, R. F. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo para su uso como subrasante mejorada de pavimento, producto de ladrillera Cerámicas Júpiter S.A.C. del departamento de Ucayali.* Pucallpa, Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3071227

Quevedo Sánchez, K. A. (2020). *Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020.* Moyobamba, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51519

Rival, A., & Levang, P. (2014). *La palma de la controversia: La palma aceitera y los desafíos del desarrollo.* Bogor, Indonesia: CIFOR.

Rojas Berrú, J. Y., & Vela Caballero, J. N. (2022). *Influencia de la Ceniza de Tallo de Maíz en las Propiedades Físico-Mecánicas en Subbase de Pavimentos Flexibles, Chachapoyas 2022.* Moyobamba, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94724

Román Claros, W. G. (2017). *Pautas para elaborar proyectos de tesis y trabajos de investigación en ingeniería.* Obtenido de ISBN: 978-612-00-2962-6

Romero Figueroa, C. D. (2018). *Evaluación del Material de Afirmado, de las Canteras Pampa La Colina - Guadalupito y San Pedrito - Samanco, Con Fines de Pavimentación - Propuesta de Mejoramiento – Ancash - 2018.* Nuevo Chimbote, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23760

Sánchez Moreno, B., & Solano Silva, J. (2019). *Análisis de viabilidad del uso de cenizas de palma de aceite mezcladas con escoria granulada y activadores alcalinos para elaboración de morteros de recubrimiento.* Bogotá, Colombia: Universidad de Lasalle. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/547/

Silva Ramírez, A. S., Garzón González, E. M., Yánez Angarita, E. E., & Ramírez Contreras, N. E. (2011). *Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de*

palma de. Bogotá, Colombia: CENIPALMA. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12324/1327

Ticlla Ríos, T. N. (2021). *Evaluación de las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmado de carreteras del distrito de Chota.* Chota, Perú: Universidad Nacional Autónoma de Chota. Obtenido de https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/162

Toirac Corral, J. (2012). Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón. *Ciencia y Sociedad, 37*(3), 293-334. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7415852

Torres Percca, Y. C. (2022). *Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.* Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91870

Van Dam, J. (2016). Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa. *Palmas, 37*(Especial, Tomo II), 149-156. Obtenido de https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11930

Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación cietífica: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación, 33*(1), 155-165. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010

Vargas, Y. E., Gutierrez, Y. M., & Rojas Marulanda, J. R. (2020). *Estabilización de afirmado con ceniza proveniente de desechos de cascarilla de café para aplicar en suelos de construcción de vías.* Ibagué, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12494/17462

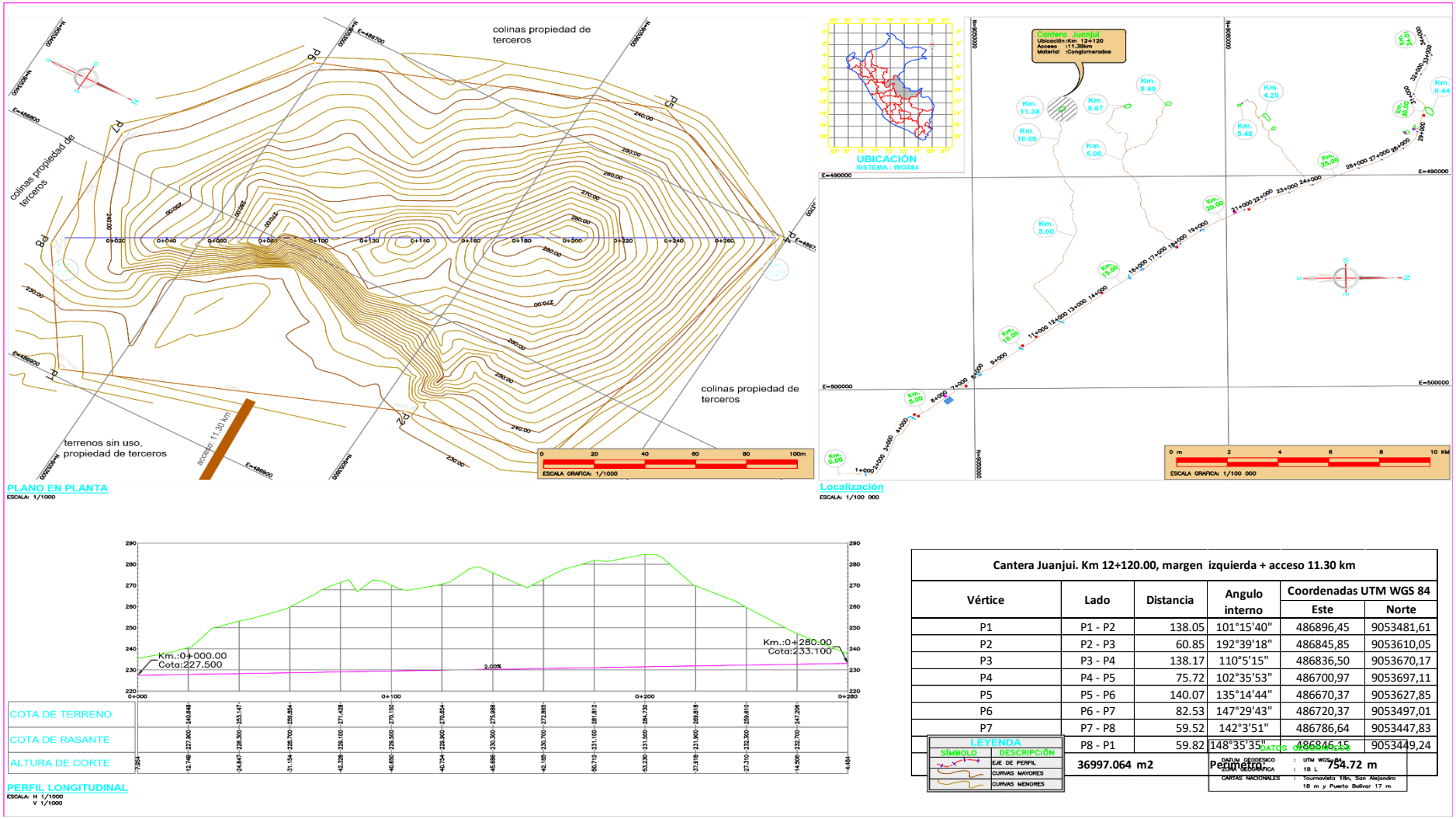
ANEXOS

ANEXO N°01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.	La adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera mejora las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado de la cantera Juanjui, el cual es usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.	**Cenizas de fibra y cuesco de la palma aceitera**	D1: Dosificación de la ceniza respecto al peso seco del material de afirmado	I1: 0%
					I2: 9%
					I3: 12%
					I4: 15%
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**	**HIPOTESIS ESPECÍFICOS**	**VARIABLE DEPENDIENTE**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**
¿Cuál es la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, según el Manual de Carreteras EG-2013?	Determinar la calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, según el Manual de Carreteras EG-2013.	El material de afirmado de la cantera Juanjui cumple con los requisitos de calidad establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.	**Propiedades físico-mecánicas del material de la cantera Juanjui**	D1: Propiedades físico-mecánicas del material de afirmado sin adición de ceniza	I1: Humedad (%)
					I2: Granulometría (%)
					I3: Límites de atterberg (%)
¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.	La adición de ceniza de fibra y cuesco de la palma aceitera aumenta el índice de plasticidad del material de afirmado de la cantera Juanjui, el cual es usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.			I4: Desgaste Los Ángeles (%)
					I5: Densidad máxima (gr/cm3)
¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.	La adición de ceniza de fibra y cuesco de la palma aceitera aumenta la máxima densidad seca del material de afirmado de la cantera Juanjui, el cual es usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.			I6:Humedad óptima (%)
					I7: CBR (%)
					I1: Humedad (%)

¿Cómo influye la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el valor del CBR del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en el valor del CBR del material de afirmado de la cantera Juanjui, para su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.	La adición de ceniza de fibra y cuesco de la palma aceitera aumenta el valor del CBR del material de afirmado de la cantera Juanjui, el cual es usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.		D2: Propiedades físico-mecánicas del material de afirmado con adición de ceniza	I2: Granulometría (%)
					I3: Límites de atterberg (%)
¿Cuál es el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, para su uso como superficie de rodadura con material de la cantera Juanjui?	Evaluar el grado de compactación del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, destinado para superficie de rodadura y construido utilizando material de la cantera Juanjui	El grado de compactación del afirmado ejecutado en campo, utilizando material de la cantera Juanjui, se incrementa al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera.			I4: Densidad máxima (gr/cm3)
					I5:Humedad óptima (%)
					I6: CBR (%)
¿Cuál es el valor del CBR del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, para su uso como superficie de rodadura con material de la cantera Juanjui?	Evaluar el valor del CBR del afirmado ejecutado en campo con y sin adición de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera, destinado para superficie de rodadura y construido utilizando material de la cantera Juanjui	El valor del CBR del afirmado ejecutado en campo, utilizando material de la cantera Juanjui, se incrementa al adicionar ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera.		D3: Propiedades del afirmado compactado en campo con y sin adición de ceniza	I1: Densidad seca (gr/cm3)
					I2: CBR (%)

ANEXO N°02: PLANO DE UBICACIÓN DE LA CANTERA JUANJUI



Cantera Juanjui. Km 12+120.00, margen izquierda + acceso 11.30 km

Vértice	Lado	Distancia	Angulo interno	Coordenadas UTM WGS 84	
				Este	Norte
P1	P1 - P2	138.05	101°15'40"	486896,45	9053481,61
P2	P2 - P3	60.85	192°39'18"	486845,85	9053610,05
P3	P3 - P4	138.17	110°5'15"	486836,50	9053670,17
P4	P4 - P5	75.72	102°35'53"	486700,97	9053697,11
P5	P5 - P6	140.07	135°14'44"	486670,37	9053627,85
P6	P6 - P7	82.53	147°29'43"	486720,37	9053497,01
P7	P7 - P8	59.52	142°3'51"	486786,64	9053447,83
P8	P8 - P1	59.82	148°35'35"	486846,15	9053449,24
		36997.064 m2		**Perímetro:**	**754.72 m**

ANEXO N°03: ENSAYOS EN LABORARTORIO

COOJ GFFM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAUALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

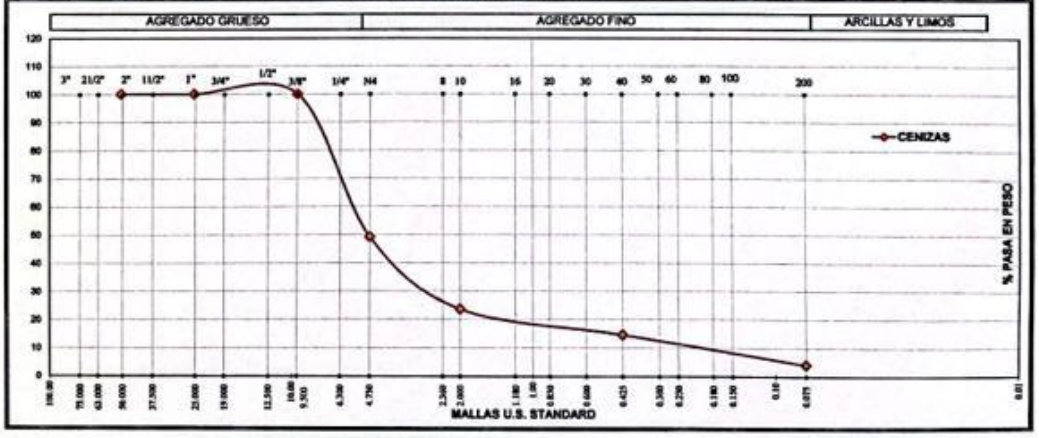
PROYECTO:	"EVALUCION DE LAS PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO"	CODIGO	INFORME N°011-EXGPT-AF
SOLICITANTE:	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	VERSION	N°01
ATENCION:	GUERRERO FACUNDO FLOR MARIA	FECHA	19/01/2023
UBICACIÓN:	PUCALLPA, CALLERIA, CORONEL PORTILLO, UCAYALI	PAGINA	1 de 1
		REF. NORMATIVAS	MTC E 207 , MTC E 204 ASTM D 422 ASTM C 136 / C 136M-19

N° DE MUESTRA:	M-01	OBJETO DEL ENSAYO:	——
PROCEDENCIA:	PLANTA DE PROCESO DE PALMA - OLAMSA	FECHA DEL MUESTREO / RECEPCION DE MUESTRA:	11/01/2023
MATERIAL:	CENIZAS	FECHA DE INICIO DEL ENSAYO :	11/01/2023
REFERENCIA:	OLAMSA	FECHA DE CULMINACION DEL ENSAYO :	14/01/2023

ABERTURA DE TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO		% PASA
mm	pig		PARCIAL	ACUMULADO	
50.8	2"				100.00
38.1	1 1/2"				
25.4	1"				100.00
19.05	3/4"				
12.5	1/2"				
9.5	3/8"				100.00
4.75	No 4	1228.12	50.96	50.96	49.04
2	No 10	611.03	25.42	76.37	23.63
0.84	No 20	140.82	5.86	82.23	17.77
0.425	No 40	78.52	3.18	85.41	14.59
0.25	No 60	67.49	2.39	87.81	12.19
0.15	No 100	65.64	2.73	90.53	9.47
0.075	No 200	129.74	5.40	95.93	4.07
	FONDO	97.88	4.07	100.00	
	TOTAL	2404.14	100.00		

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (LL) - ASTM D4318-17	—
LIMITE LIMITE PLASTICO (LP) - ASTM D4318-17 :	—
INDICE DE PLASTICIDAD (IP) - ASTM D4318-17 :	—
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) - ASTM D2216-19 :	—
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu):	: ——
COEFICIENTEE DE CURVATURA (Cc):	: ——
CLASIFICACION	
SUCS :	——
AASTHO :	——
DETALLE DEL MATERIAL	
CENIZA DE PALMA OPTENIDA DEL PROCESO DE ELABORACION DE ACEITE Y GRASAS	

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TECNICO LABORATORISTA	INGENIERO ENCARGADO DEL LABORATORIO	JEFATURA DEL LABORATORIO
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
Flor María Guerrero Facundo TÉCNICO LABORATORISTA	MS.c. Ing. Jose Cleofáz Sanchez Quispe CIP: 124922 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	MS.c. Ing. Jose Cleofáz Sanchez Quispe CIP; 124922 JEFATURA DE LABORATORIOS ESPECIALIZADOS

Sheet 1 of 1

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681- RUC N° 20393270688
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | **Prof:** 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 12.0% de ceniza de Palma | **Tec. de Laboratorio :** Boris. M. Silva Ipanaque

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	42.52	42.19
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	431.3	435.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	409.7	411.1
Peso del agua contenida (gr)	21.6	23.9
Peso de la muestra seca (gr)	387.2	368.9
Contenido de Humedad (%)	5.9	6.5
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.18	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion		
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Águila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681- RUC N° 20393270968
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | **Prof:** 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 9.0% de ceniza de Palma | **Tec. de Laboratorio :** Boris. M. Silva Ipanaque

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	42.52	42.19
Peso de la tara + muestra humeda (gr)	422.2	421.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	405.6	405.4
Peso del agua contenida (gr)	16.6	15.6
Peso de la muestra seca (gr)	363.1	363.2
Contenido de Humedad (%)	4.6	4.3
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.42	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion		
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra humeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681 - RUC N° 20393270688
Correo Electrónico hsmojalot2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | **Prof:** 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 12.0% de ceniza de Palma | **Tec. de Laboratorio :** Boris. M. Silva Ipanaque

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	42.52	42.19
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	431.3	435.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	409.7	411.1
Peso del agua contenida (gr)	21.6	23.9
Peso de la muestra seca (gr)	367.2	368.9
Contenido de Humedad (%)	5.9	6.5
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.18	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion		
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681- RUC N° 20393270568
Correo Electrónico hsmojafatt2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-4 | **Prof:** 0.20 - 1.20 m

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 15.0% de ceniza de Palma

Fecha : 20 de diciembre del 2022
Ing. Responsable : Jorge Alarcon Vasquez
Tec. de Laboratorio : Boris. M. Silva Ipanaque

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	42.52	42.19
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	460.3	458.1
Peso de la tara + muestra seca (gr)	439.8	435.8
Peso del agua contenida (gr)	20.5	22.3
Peso de la muestra seca (gr)	397.3	393.6
Contenido de Humedad (%)	5.2	5.7
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.41	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion		
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra humeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681- RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

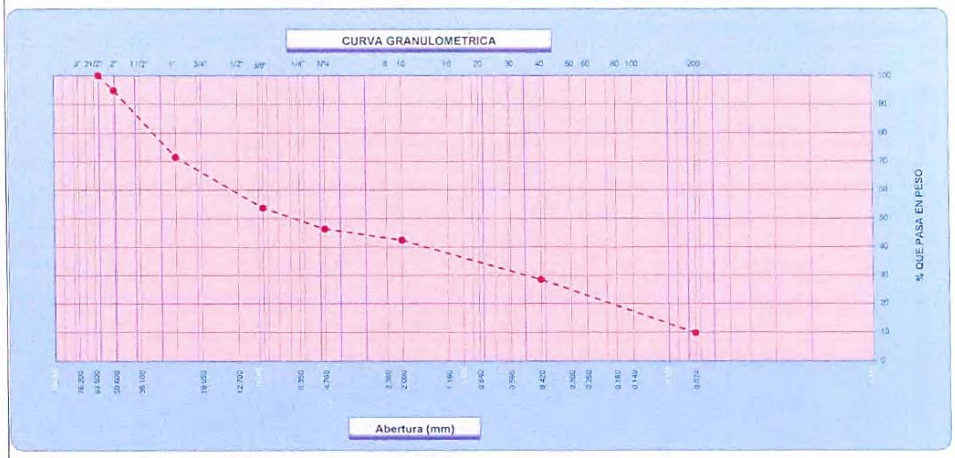
Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | **Prof:** 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa | **Tec. de Laboratorio :** Boris .M. Silva Ipanaque

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	73.000					
2 1/2"	60.300				100.0	
2"	50.800	520.0	5.2	5.2	94.8	
1 1/2"	37.500					
1"	25.400	2,330.0	23.3	28.5	71.5	
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.520	1,790.0	17.9	46.4	53.6	
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	740.00	7.40	53.80	46.20	
N° 8	2.360					
N° 10	2.000	397.70	3.98	57.78	42.22	
N° 16	1.190					
N° 20	0.850					
N° 30	0.600					
N° 40	0.420	1,372.10	13.72	71.50	28.50	
N° 50	0.300					
N° 60	0.250					
N° 80	0.180					
N° 100	0.150					
N° 200	0.074	1,885.60	18.86	90.36	9.64	
Pasante		964.60	9.65	100.01		

Descripción			
1. Peso de Material			
Peso Inicial Total (kg)			10,000.0
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)			
2. Caracteristicas			4.4
Contenido de humedad:			4.42
Tamaño Maximo			2 1/2"
Tamaño Maximo Nominal			2"
Grava (%)			53.8
Arena (%)			90.36
Finos (%)			9.64
Coef. de compresibilidad (CC)			0.09 Suelo adecuado
Indice de consistencia (IC)			5.19 Suelo adecuado
Indice de liquidez (IL)			-4.19 Suelo seco
Limite Liquido (%)			19.63
Limite Plastico (%)			16.71
Indice de Plasticidad (%)			2.93
Clasificacion SUCS			SP-SM
Clasificacion AASHTO			A-1-b (0)
D 60=	10.6602	%ARC.	9.6
D 30=	0.4439	Cc	0.25
D 10=	0.0754	Cu	141.37
3. Observaciones (Fuente de Normalizacion)			
Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)			



Observaciones: Material Grava areno limoso de color amarillento, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 951705732 – RPM: #954953681- RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalot2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

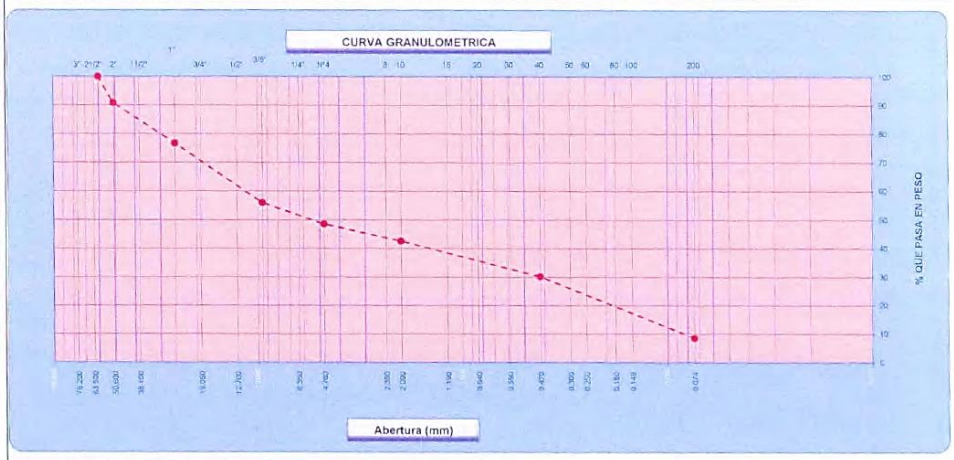
Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | **Prof:** 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 9.0% de ceniza de Palma | **Tec. de Laboratorio :** Boris. M. Silva Ipanaque

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	73.000					
2 1/2"	60.300				100.0	
2"	50.800	1,150.0	9.2	9.2	90.8	
1 1/2"	37.500					
1"	25.400	1,755.0	14.1	23.3	76.7	
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.520	2,585.0	20.8	44.1	55.9	
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	925.00	7.43	51.53	48.47	
N° 8	2.360					
N° 10	2.000	735.00	5.90	57.43	42.57	
N° 16	1.190					
N° 20	0.850					
N° 30	0.600					
N° 40	0.420	1,547.40	12.43	69.86	30.14	
N° 50	0.300					
N° 60	0.250					
N° 80	0.180					
N° 100	0.150					
N° 200	0.074	2,694.70	21.64	91.50	8.50	
Pasante		1,057.90	8.50	100.00		

Descripcion			
1. Peso de Material			
Peso Inicial Total (kg)			12,450.0
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)			
2. Caracteristicas			4.42
Contenido de humedad:			4.42
Tamaño Maximo			2 1/2"
Tamaño Maximo Nominal			2"
Grava (%)			51.5
Arena (%)			91.50
Finos (%)			8.50
Coef. de compresibilidad (CC)			0.10 Suelo adecuado
Indice de consistencia (IC)			
Indice de liquidez (IL)			
Limite Liquido (%)			20.71
Limite Plastico (%)			17.89
Indice de Plasticidad (%)			2.81
Clasificacion SUCS			SP-SM
Clasificacion AASHTO			A-1-b (0)
D 60=	10.1514	%ARC.	8.5
D 30=	0.1485	Cc	0.03
D 10=	0.0792	Cu	128.16
3. Observaciones (Fuente de Normalizacion)			
Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)			



Observaciones: Material Grava arena limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV-GEOTECNICA E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 951705732 – RPM #954953681- RUC N° 20393273868
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

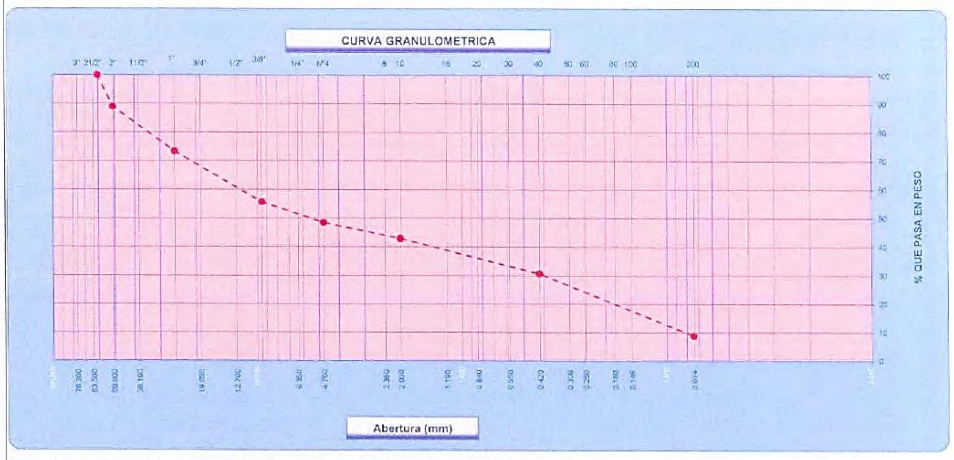
Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | **Prof:** 0.20 - 1.20 m

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 12.0% de ceniza de Palma

Fecha : 20 de diciembre del 2022
Ing. Responsable : Jorge Alarcon Vasquez
Tec. de Laboratorio : Boris. M. Silva Ipanaque

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	73.000					
2 1/2"	60.300				100.0	
2"	50.800	1,320.0	11.1	11.1	88.9	
1 1/2"	37.500					
1"	25.400	1,855.0	15.6	26.7	73.3	
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.520	2,105.0	17.7	44.4	55.6	
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	860.00	7.23	51.63	48.37	
N° 8	2.360					
N° 10	2.000	658.70	5.54	57.17	42.83	
N° 16	1.190					
N° 20	0.850					
N° 30	0.600					
N° 40	0.420	1,450.70	12.20	69.37	30.63	
N° 50	0.300					
N° 60	0.250					
N° 80	0.180					
N° 100	0.150					
N° 200	0.074	2,600.10	21.87	91.24	8.76	
Pasante		1,040.50	8.75	99.99		

Descripcion				
1. Peso de Material				
Peso Inicial Total (kg)			11,890.0	
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)				
2. Caracteristicas			6.2	
Contenido de humedad			6.18	
Tamaño Maximo			2 1/2"	
Tamaño Maximo Nominal			2"	
Grava (%)			51.6	
Arena (%)			91.24	
Finos (%)			8.76	
Coef. de compresibilidad (CC) :			0.10	Suelo adecuado
Indice de consistencia (IC) :				
Indice de liquidez (IL) :				
Limite Liquido (%)			21.48	
Limite Plastico (%)			19.11	
Indice de Plasticidad (%)			2.38	
Clasificacion SUCS			SP-SM	
Clasificacion AASHTO			A-1-b (0)	
D 60=	10.3154	%ARC.	8.8	
D 30=	0.1469	Cc	0.03	
D 10=	0.0783	Cu	131.77	
3. Observaciones (Fuente de Normalizacion)				
Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)				



Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2580 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM: #954953681- RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre — **Muestra:** M-4 — **Prof:** 0.20 - 1.20 m

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 15.0% de ceniza de Palma

Fecha : 20 de diciembre del 2022

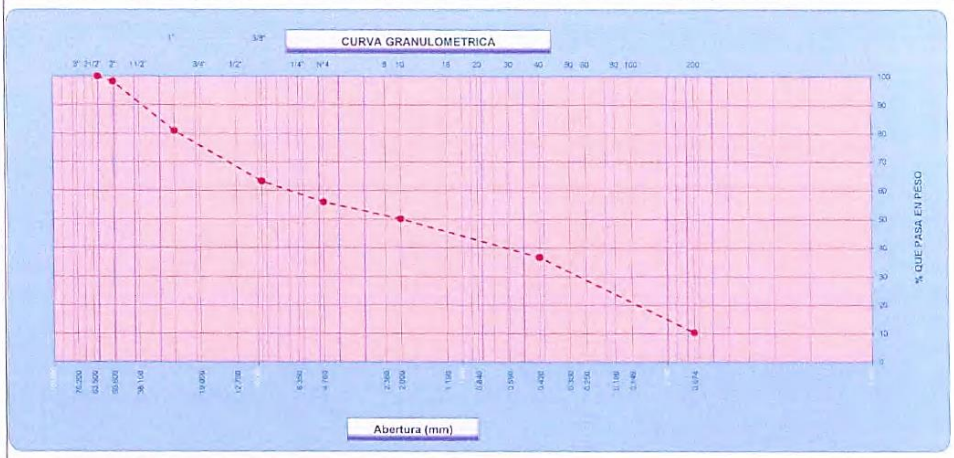
Ing. Responsable : Jorge Alarcon Vasquez

Tec. de Laboratorio : Boris. M. Silva Ipanaque

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	73.000					
2 1/2"	60.300				100.0	
2"	50.800	230.0	1.8	1.8	98.2	
1 1/2"	37.500					
1"	25.400	2,240.0	17.3	19.1	80.9	
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.520	2,285.0	17.7	36.8	63.2	
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	950.00	7.35	44.12	55.88	
N° 8	2.360					
N° 10	2.000	756.70	5.85	49.97	50.03	
N° 16	1.190					
N° 20	0.850					
N° 30	0.600					
N° 40	0.420	1,735.10	13.42	63.39	36.61	
N° 50	0.300					
N° 60	0.250					
N° 80	0.180					
N° 100	0.150					
N° 200	0.074	3,405.50	26.34	89.73	10.27	
Pasante		1,327.70	10.27	100.00		

Descripcion

1. Peso de Material			
Peso Inicial Total (kg)			12,930.0
Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)			
2. Caracteristicas			5.4
Contenido de humedad			5.41
Tamaño Maximo			2 1/2"
Tamaño Maximo Nominal			2"
Grava (%)			44.1
Arena (%)			89.73
Finos (%)			10.27
Coef. de compresibilidad (CC)			0.11 Suelo adecuado
Indice de consistencia (IC)			
Indice de liquidez (IL)			
Limite Liquido (%)			21.97
Limite Plastico (%)			19.92
Indice de Plasticidad (%)			2.07
Clasificacion SUCS			SP-SM
Clasificacion AASHTO			A-1-b (0)
D 60=	6.3483	%ARC.	2.4
D 30=	0.1462	Cc	0.04
D 10=	0.0938	Cu	67.64
3. Observaciones (Fuente de Normalizacion)			
Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)			



Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681 - RUC N° 20393270688
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | Prof. 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa | **Tec. de Laboratorio :** Boris. M. Silva Ipanaque

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		5	11	21	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	37.25	37.66	31.03	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	33.07	33.45	27.86	
Peso de Tarro	gr.	14.58	11.46	9.37	
Peso de Agua	gr.	4.18	4.21	3.17	
Peso del Suelo Seco	gr.	18.49	21.99	18.49	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.61	19.15	17.14	19.63
Numero de Golpes		15	25	35	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		20	21		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.01	17.43		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.94	16.25		
Peso de Tarro	gr.	9.50	9.23		
Peso de Agua	gr.	1.07	1.18		
Peso de Suelo seco	gr.	6.44	7.02		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	16.61	16.81		16.71



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	19.63
Limite Plastico	16.71
Indice de Plasticidad	2.93

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

Observaciones: Material Grava areno limoso de color amarillento, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GECTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681- RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | Prof. 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 9.0% de ceniza de Palma | **Tec. de Laboratorio :** Boris. M. Silva Ipanaque

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		5	11	21	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	27.05	20.00	27.25	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	24.10	18.21	25.44	
Peso de Tarro	gr.	11.54	9.43	15.52	
Peso de Agua	gr.	2.95	1.79	1.81	
Peso del Suelo Seco	gr.	12.56	8.78	9.92	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	23.49	20.39	18.25	20.71
Numero de Golpes		15	25	35	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		20	21		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.00	17.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.86	16.12		
Peso de Tarro	gr.	9.50	9.23		
Peso de Agua	gr.	1.14	1.23		
Peso de Suelo seco	gr.	6.36	6.89		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	17.92	17.85		17.89



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	20.71
Limite Plastico	17.89
Indice de Plasticidad	2.81

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681 - RUC N° 20393270868
Correo Electrónico hsmojaloff2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-1 | Prof: 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 12.0% de ceniza de Palma | **Tec. de Laboratorio :** Boris. M. Silva Ipanaque

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		5	11	21	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	27.25	20.20	27.45	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	24.20	18.31	25.54	
Peso de Tarro	gr.	11.54	9.43	15.52	
Peso de Agua	gr.	3.05	1.89	1.91	
Peso del Suelo Seco	gr.	12.66	8.88	10.02	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	24.09	21.28	19.06	21.48
Numero de Golpes		15	25	35	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		20	21		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.21	17.10		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.97	15.84		
Peso de Tarro	gr.	9.50	9.23		
Peso de Agua	gr.	1.24	1.26		
Peso de Suelo seco	gr.	6.47	6.61		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	19.17	19.06		19.11



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	21.48
Limite Plastico	19.11
Indice de Plasticidad	2.38

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM #954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

Obra : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

Tesista: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

Fecha : 20 de diciembre del 2022

Ubicacion : Distrito de Monte Alegre | **Muestra:** M-4 | Prof: 0.20 - 1.20 m | **Ing. Responsable :** Jorge Alarcon Vasquez

Cantera: Juanjui Material grava arenosa limosa con 15.0% de ceniza de Palma | **Tec. de Laboratorio :** Boris. M. Silva Ipanaque

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		5	11	21	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	30.59	30.57	29.74	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	26.77	26.81	27.45	
Peso de Tarro	gr.	11.54	9.43	15.52	
Peso de Agua	gr.	3.82	3.76	2.29	
Peso del Suelo Seco	gr.	15.23	17.38	11.93	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	25.08	21.63	19.20	21.97
Numero de Golpes		15	25	35	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		20	21		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	18.41	18.44		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	16.94	16.90		
Peso de Tarro	gr.	9.50	9.23		
Peso de Agua	gr.	1.47	1.54		
Peso de Suelo seco	gr.	7.44	7.67		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	19.76	20.08		19.92



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	21.97
Limite Plastico	19.92
Indice de Plasticidad	2.07

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

Observaciones: Material Grava areno limoso de color grisaceo, no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Águila # 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705722 – RPM #954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE LOS SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DESGASTE DE LOS ANGELES NORMA ASTM C 131

PROYECTO: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO "

TESISTA: SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

UBICACION: CANTERA JUANJUI (MATERIAL DE CERRO) TIPO DE GRADACION: **"A"** FECHA DEL ENSAYO: 20/12/2022

%		TIPO DE GRADACIÓN (gr.)						
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2,500		
2 1/2"	2"					2,500		
2"	1 1/2"					5,000	5,000	
1 1/2"	1"	1,250					5,000	5,000
1"	3/4"	1,250						5,000
3/4"	1/2"	1,250	2,500					
1/2"	3/8"	1,250	2,500					
3/8"	1/4"			2,500				
1/4"	N° 4			2,500				
N° 4	N° 8				5,000			
ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
ROTACIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.): (W1):	5000.00
PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12 (gr.); (W2):	2805.00
PESO QUE PASA EL TAMIZ N° 12 (gr.); (W3):	2195.00
PORCENTAJE (%) DE DESGASTE:	43.90%

OBSERVACIONES:

$$\%\ \text{DE DESGASTE (\%)} = \frac{W1 - W2}{W1} * 100 = \frac{W3}{W1} * 100$$

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GECTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D698 ó D1557, AASHTO T-180, NTP 339.141)

Proyecto : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO."

HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva I.

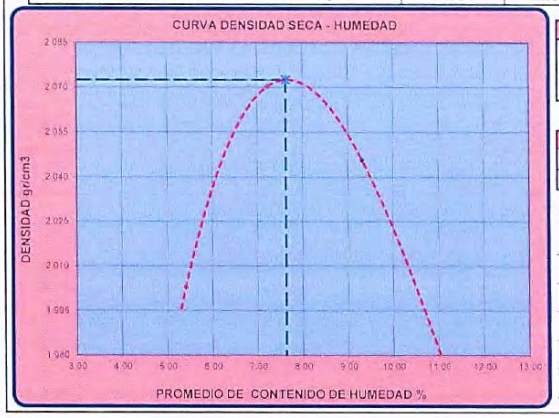
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesista : SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

FECHA : 20 de diciembre del 2022

Cantera: "Juanjui" Material grava arena limosa

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	7800	8035	8070	7950
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	4560	4795	4830	4710
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	2.111	2.220	2.236	2.181
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		43	8	19	40
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	171.3	172.1	169.3	204.9
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	163.6	162.5	156.4	186.9
9. Peso del agua	gr	7.7	9.6	12.9	18.0
10. Peso de la capsula	gr	21.1	29.3	17.7	32.9
11. Peso del suelo seco	gr	142.6	133.1	138.7	154.0
12. Contenido de humedad	%	5.40	7.23	9.31	11.66
13. Promedio de cont. de humedad	%	5.40	7.23	9.31	11.66
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**2.003**	**2.070**	**2.046**	**1.953**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	46.20
Gruesos > No 4.< 3/4"	53.80

RESULTADOS	
Humedad optima	7.63%
Densidad Maxima	2.072

Observaciones:

Material grava areno limoso de baja plasticidad de color amarillento no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Panaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO."	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	**FECHA :**	20 de diciembre del 2022
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.072
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	7.63 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8701		8567		8380	
Peso de molde	(gr)	3985		4065		4130	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4716		4502		4250	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2116	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.229		2.128		2.009	
Humedad	(%)	7.68		7.63		188.51	
Densidad seca	(gr/cm3)	2.070		1.977		0.696	
Tarro N°		8		20		22	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	150.86		177.11		176.44	
Tarro + Suelo seco	(gr)	141.84		166.89		48.20	
Peso del Agua	(gr)	9.02		10.22		53.80	
Peso del tarro	(gr)	24.34		32.92		17.66	
Peso del suelo seco	(gr)	117.50		133.97		28.54	
Humedad	(%)	7.68		7.63		188.51	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
23/03/2022	13:00:00	48	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
24/03/2022	13:00:00	72	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
25/03/2022	13:00:00	96	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		228.0	229.5			162.4	163.3			72.2	72.3		
0.050		437.2	440.6			284.7	286.7			150.5	151.3		
0.075		659.1	664.5			413.2	416.4			226.7	230.2		
0.100	70.5	892.1	899.5	884.6	63.9	542.9	547.2	569.03	41.1	309.4	311.7	297.35	21.5
0.150		1237.5	1248.0			849.7	856.8			401.6	404.7		
0.200	105.7	1520.6	1533.6	1505.2	108.8	1122.4	1131.9	1125.65	81.4	486.0	489.8	488.07	35.3
0.250		1700.3	1714.9			1361.2	1372.8			550.1	554.5		
0.300		1835.0	1850.8			1533.5	1546.6			585.6	590.3		
0.350		1920.0	1936.6			1637.9	1652.0			610.7	615.6		
0.400		1980.0	1997.1			1702.0	1716.6			637.2	642.4		

OBSERVACIONES:
Material grava arena limosa de color beigs amarillento, no plastico ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Panaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GECTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270688
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

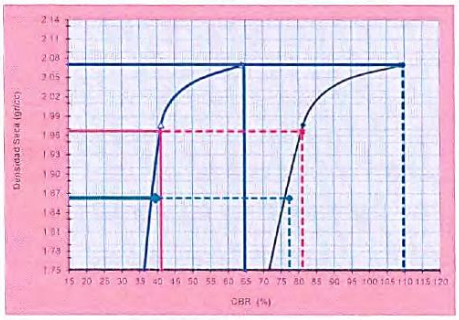
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D-1883, MTC E-132, NTP 339.141)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO."	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	FECHA :	20 de diciembre del 2022
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

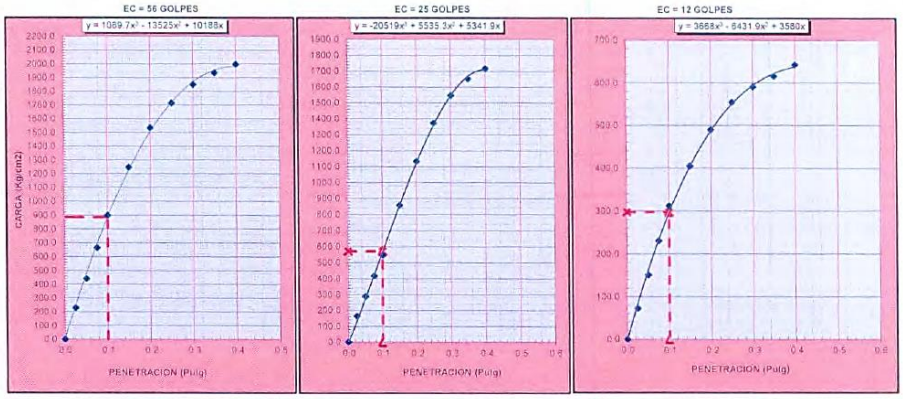


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	64.6	0.2":	109.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	41.0	0.2":	81.1
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	39.4	0.2":	77.4

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.072	gr/cc
Optimo Humedad	7.63	%

OBSERVACIONES:

Material grava arena limosa de baja plasticidad de color beigs amarillento, no plastico, ni expansible



GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Panaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojaloti2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D698 ó D1557, AASHTO T-180)

Proyecto : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva I.

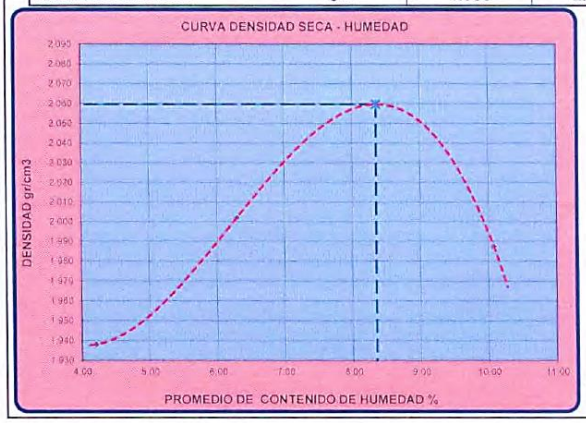
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesista : SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

FECHA : 20 de diciembre del 2022

Cantera: "Juanjui" Material grava arena limosa con 9.0 % de Ceniza de Palma

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	7602	7836	8060	7965
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	4362	4596	4820	4725
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	2.019	2.128	2.231	2.188
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		11	4	43	2
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	191.9	158.9	175.5	150.5
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	185.1	150.8	163.6	138.6
9. Peso del agua	gr	6.8	8.1	11.9	11.9
10. Peso de la capsula	gr	24.3	21.6	21.1	20.5
11. Peso del suelo seco	gr	160.8	129.3	142.6	118.0
12. Contenido de humedad	%	4.21	6.29	8.35	10.07
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.21	6.29	8.35	10.07
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**1.938**	**2.002**	**2.060**	**1.987**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	48.47
Gruesos > No 4,< 3/4"	51.53

RESULTADOS	
Humedad optima	8.35%
Densidad Maxima	2.060

Observaciones:

Material grava arenosa limosa de color grisaceo no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Panaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GECTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electronico nsmqalot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "	**20 de diciembre rHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	**FECHA :**	20 de diciembre del 2022
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa con 9.0 % de Ceniza de Palma		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.060
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	8.35 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
	1	

Molde N°		1		2		3	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8710		8551		8383	
Peso de molde	(gr)	3985		4065		4130	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4725		4486		4253	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2116	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.233		2.120		2.010	
Humedad	(%)	8.34		8.36		8.42	
Densidad seca	(gr/cm3)	2.061		1.956		1.854	
Tarro N°		3		43		8	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	189.77		170.00		181.43	
Tarro + Suelo seco	(gr)	176.82		158.51		150.78	
Peso del Agua	(gr)	12.95		11.49		10.65	
Peso del tarro	(gr)	21.55		21.05		24.34	
Peso del suelo seco	(gr)	155.27		137.46		126.44	
Humedad	(%)	8.34		8.36		8.42	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
23/03/2022	13:00:00	48	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
24/03/2022	13:00:00	72	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
25/03/2022	13:00:00	96	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 1 CARGA		MOLDE N° 1 CORRECCION		MOLDE N° 2 CARGA		MOLDE N° 2 CORRECCION		MOLDE N° 3 CARGA		MOLDE N° 3 CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		226.1	227.6			130.5	131.2			51.5	51.5		
0.050		441.2	444.6			235.6	237.2			85.9	217.1		
0.075		712.7	718.5			524.1	528.3			266.6	268.5		
0.100	70.3	1090.5	1099.7	936.1	67.8	777.5	783.9	681.30	49.4	384.5	387.4	387.64	28.1
0.150		1269.6	1271.3			1011.3	1019.8			552.3	556.7		
0.200	105.5	1520.4	1533.4	1607.9	116.5	1195.6	1205.7	1253.02	90.8	738.3	744.4	712.00	51.6
0.250		1832.4	1848.2			1457.4	1469.9			830.6	837.5		
0.300		2128.1	2144.5			1677.2	1691.6			927.1	934.9		
0.350		2361.1	2381.6			1847.1	1863.0			1024.3	1032.9		
0.400		2492.4	2514.1			1938.1	1952.8			1080.2	1089.3		

OBSERVACIONES:
Material grava arena limosa de color grisaceo, no plastico ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GECTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electronico:ismojallot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

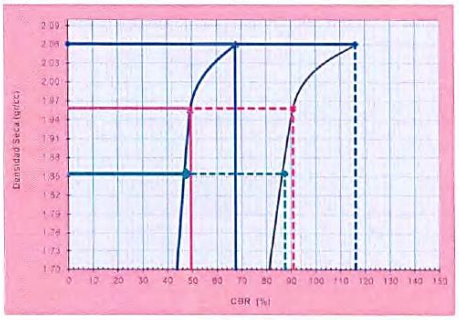
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	FECHA :	20 de diciembre del 2022
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa con 9.0 % de Ceniza de Palma		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

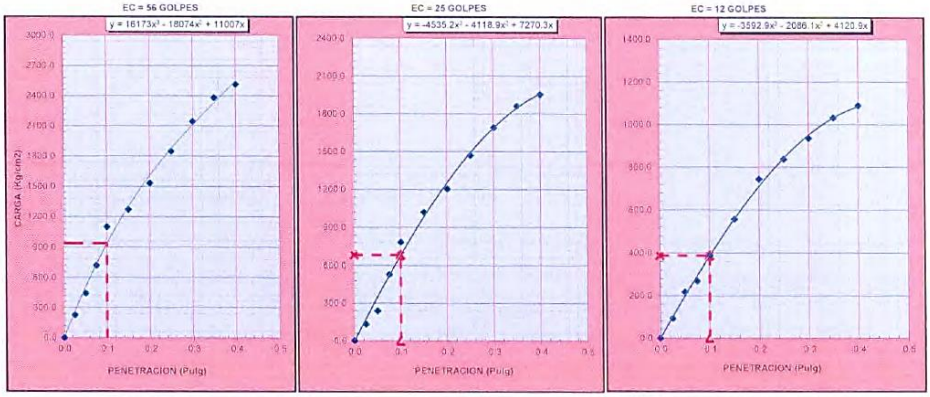


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	67.6	0.2":	116.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	49.5	0.2":	90.9
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	47.6	0.2":	87.5

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.060	gr/cc
Optimo Humedad	8.35	%

OBSERVACIONES:

Material grava arena limosa de color grisaceo, no plastico ni expansible



GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GECTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D698 ó D1557, AASHTO T-180)

Proyecto : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO."

HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva I.

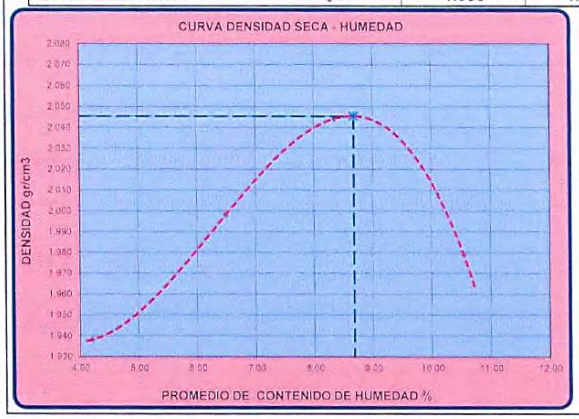
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesista : SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

FECHA : 20 de diciembre del 2022

Cantera: "Juanjui" Material grava arena limosa con 12.0 % de Ceniza de Palma

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	7602	7836	8024	7965
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	4362	4596	4784	4725
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	2.019	2.128	2.215	2.188
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		11	4	43	2
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	191.9	159.2	175.5	151.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	185.1	150.8	163.6	138.6
9. Peso del agua	gr	6.8	8.4	11.9	12.4
10. Peso de la capsula	gr	24.3	21.6	21.1	20.5
11. Peso del suelo seco	gr	160.8	129.3	142.6	118.0
12. Contenido de humedad	%	4.21	6.49	8.35	10.54
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.21	6.49	8.35	10.54
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.938	1.998	2.044	1.979



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	48.37
Gruesos > No 4.< 3/4"	51.63

RESULTADOS	
Humedad optima	8.68%
Densidad Maxima	2.045

Observaciones:

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electronico hsmqsilot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO."	**20 de diciembre rHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	**FECHA :**	20 de diciembre del 2022
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa con 12.0 % de Ceniza de Palma		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.045
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	8.68 %

CAPACIDAD	10000	Lbs.
	1	

Molde N°		1		2		3	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8689		8534		8352	
Peso de molde	(gr)	3985		4065		4130	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4704		4469		4222	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2116	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.223		2.112		1.995	
Humedad	(%)	8.69		8.69		8.65	
Densidad seca	**(gr/cm3)**	2.045		1.943		1.836	
Tarro N°		4		8		8	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	174.19		152.62		161.32	
Tarro + Suelo seco	(gr)	161.98		142.36		150.42	
Peso del Agua	(gr)	12.21		10.26		10.90	
Peso del tarro	(gr)	21.55		24.32		24.34	
Peso del suelo seco	(gr)	140.43		118.04		126.08	
Humedad	**(%)**	8.69		8.69		8.65	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
23/03/2022	13:00:00	48	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
24/03/2022	13:00:00	72	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
25/03/2022	13:00:00	96	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		303.1	305.3			211.1	212.5			100.0	100.4		
0.050		530.9	535.1			418.3	421.5			170.2	171.2		
0.075		708.5	714.3			581.3	586.0			287.4	289.5		
0.100	70.3	972.9	981.1	989.8	71.7	738.8	744.9	775.67	56.2	431.6	434.9	411.53	29.8
0.150		1446.2	1458.6			1094.5	1103.7			615.3	620.3		
0.200	105.5	1742.3	1757.3	1798.2	130.3	1379.3	1391.1	1344.75	97.4	772.6	779.0	769.18	55.7
0.250		2129.0	2147.4			1527.1	1540.2			909.5	917.2		
0.300		2325.8	2346.0			1689.7	1704.2			1003.4	1011.8		
0.350		2562.1	2584.4			1854.5	1870.5			1095.6	1104.9		
0.400		2632.1	2655.0			1943.2	1960.0			1153.2	1163.0		

OBSERVACIONES:
Material grava arena limosa de color grisaceo, no plastico ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GECTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electronico hsmojalott2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

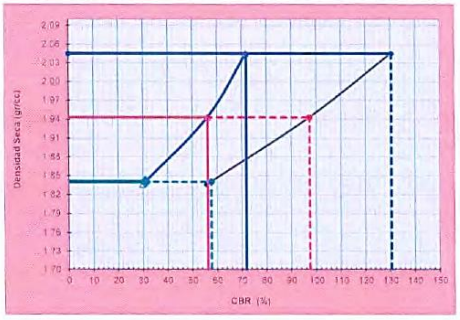
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO."	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	FECHA :	20 de diciembre del 2022
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa con 12.0 % de Ceniza de Palma		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

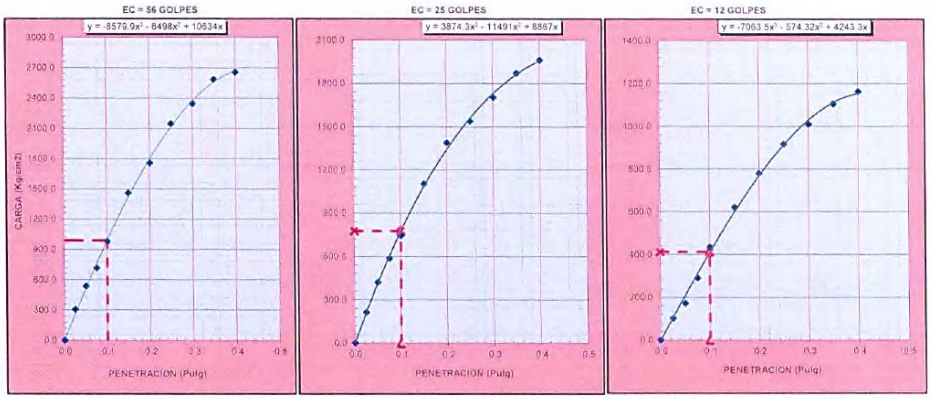


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	71.8	0.2":	130.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	56.2	0.2":	97.5
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	31.0	0.2":	57.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.045	gr/cc
Optimo Humedad	8.68	%

OBSERVACIONES:

Material grava arena limosa de color grisaceo, no plastico ni expansible



GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Panaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D698 o D1557, AASHTO T-180)

Proyecto : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO."

HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva I.

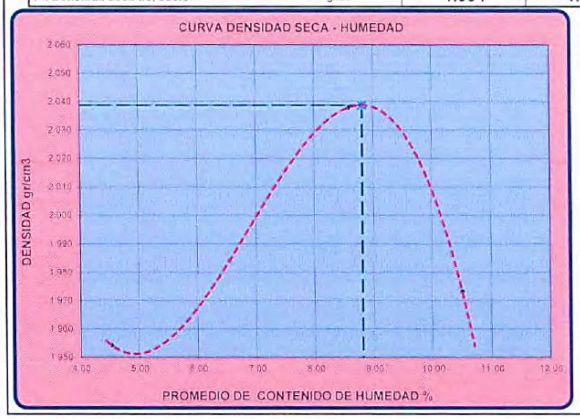
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesista : SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

FECHA : 20 de diciembre del 2022

Cantera: "Juanjui" Material grava arena limosa con 15.0 % de Ceniza de Palma

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	7652	7806	8020	7950
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	4412	4566	4780	4710
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	2.043	2.114	2.213	2.181
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		11	4	43	2
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	191.9	158.9	175.3	150.5
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	184.6	150.5	163.1	138.1
9. Peso del agua	gr	7.3	8.4	12.2	12.4
10. Peso de la capsula	gr	24.3	21.6	21.1	20.5
11. Peso del suelo seco	gr	160.3	129.0	142.1	117.6
12. Contenido de humedad	%	4.52	6.55	8.59	10.51
13. Promedio de cont. de humedad	%	4.52	6.55	8.59	10.51
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.954	1.984	2.038	1.973



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	55.88
Gruesos > No 4,< 3/4"	44.12

RESULTADOS	
Humedad optima	8.81%
Densidad Maxima	2.039

Observaciones:

Material grava arena limosa de color grisaceo no plastico, ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electronico humpalot2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO "	**20 de diciembre cHO POR :** Tec. Lab. Boris M. Silva I	
		ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez	
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	**FECHA :** 20 de diciembre del 2022	
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa con 15.0 % de Ceniza de Palma		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.039
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	8.81 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
	1	

Molde N°		1		2		3	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	9506		8524		8356	
Peso de molde	(gr)	4815		4065		4130	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4691		4459		4226	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2116	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.217		2.107		1.997	
Humedad	(%)	8.80		8.82		8.88	
Densidad seca	(gr/cm3)	2.038		1.936		1.834	
Tarro N°		3		43		8	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	189.70		170.24		161.62	
Tarro + Suelo seco	(gr)	176.10		158.15		150.42	
Peso del Agua	(gr)	13.60		12.09		11.20	
Peso del tarro	(gr)	21.55		21.05		24.34	
Peso del suelo seco	(gr)	154.55		137.10		126.08	
Humedad	(%)	8.80		8.82		8.88	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
23/03/2022	13:00:00	48	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
24/03/2022	13:00:00	72	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
25/03/2022	13:00:00	96	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		274.2	278.1			131.8	132.5			94.5	94.8		
0.050		472.1	475.8			349.8	352.4			256.8	258.6		
0.075		829.3	836.2			625.6	630.7			354.6	357.3		
0.100	70.3	1099.7	1109.0	1040.9	**75.4**	833.6	840.5	791.38	**57.3**	495.1	499.0	481.68	**34.9**
0.150		1479.3	1492.0			1158.1	1167.9			680.3	685.9		
0.200	105.5	1784.0	1799.4	1861.8	**134.9**	1354.2	1365.8	1411.30	**102.2**	839.7	846.7	832.87	**80.3**
0.250		2129.5	2148.0			1646.2	1660.4			945.2	953.1		
0.300		2471.3	2492.8			1820.1	1835.8			1066.7	1075.7		
0.350		2666.3	2689.5			1982.4	1999.5			1185.6	1195.7		
0.400		2750.2	2774.2			2071.2	2089.1			1265.0	1275.8		

OBSERVACIONES;
Material grava arena limosa de color grisaceo, no plastico ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC.LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270568
Correo Electronico hamojalot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

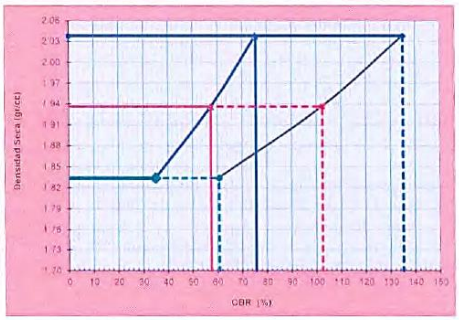
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	FECHA :	20 de diciembre del 2022
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa con 15.0 % de Ceniza de Palma		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

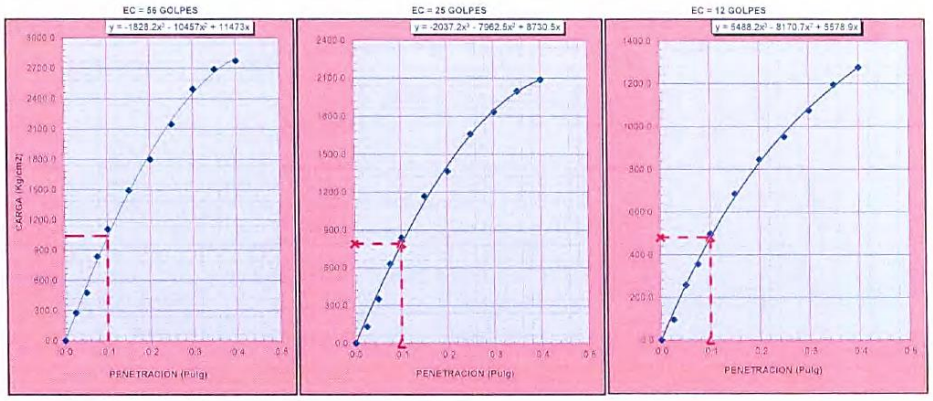


C.B.R. AL 100% DE M.D. : 150.81	193	0.1":	75.5	0.2":	135.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)		0.1":	57.5	0.2":	102.5
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. : 21.55	21.1	0.1":	35.1	0.2":	60.7

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.039	gr/cc
Optimo Humedad	8.81	%

OBSERVACIONES:

Material grava arena limosa de color grisaceo, no plastico ni expansible



GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Panaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

ANEXO N°04: ENSAYOS DE CAMPO

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojaldt2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

PROYECTO: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICICION DE CENIZA DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO"

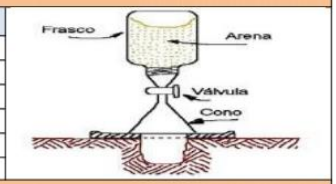
PROTOCOLO DE DENSIDAD DE CAMPO - METODO CONO DE ARENA (NORMA ASTM D1556, MTC E117)

		FECHA:	17/01/2023
SOLICITANTE :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	TEC. DE CAMPO:	BORIS SILVA IPANAQUE
CAPA:	BASE GRANULAR		
UBICACIÓN:	Av. Universitaria		

Documentos de referencia: (Norma ASTM D1556, MTC E117, RNE E-050 Suelos y Cimentaciones)

1.- DATOS PRELIMINARES

Item	Descripción	Und	Datos
1	Densidad de la arena calibrada	g/cm3	1.56
2	Peso arena calibrada en el cono	g	1,792
3	Peso específico de la grava	g/cm3	0.00
4	Optimo contenido de humedad	%	7.63
5	Máxima densidad seca en laboratorio	g/cm3	1.99
	Grado compactación requerido	%	100



2.- EQUIPOS DE MEDICIÓN

Equipo	Cono de arena	Equipo Speedy	Balanza	Balanza	Tamiz 3/4"
Serie:		31532	8031307681	111202079	
Certificado N° :	--------	LP22-465	LM22-C-997	LM22-C-996	--------

3.- PUNTOS DE CONTROL

Pogresiva	Av. Universitaria				
Etapa					
Cota					
Lado					
N° Capa					
Espesor capa (cm)	0.15				

4.- DENSIDAD DE HUMEDAD

Item	DESCRIPCIÓN	UND	P1
6	Progresiva / Punto de control	km	Av. Universitaria
7	Peso de frasco + arena	g	8,390
8	Peso de frasco + arena remanente	g	3,618
9	Peso de arena: cono + hueco	g	5,860
10	Peso de arena en el hueco	g	3,296
11	Volumen del hueco	cm3	2,316
12	Peso del recipiente + suelo + grava	g	5,153
13	Peso del recipiente	g	5.0
14	Peso retenido en la malla #3/4"	g	909.0
15	Volumen de la grava	cm3	356.5
16	Peso del suelo sin grava	g	4239.0
17	Volumen de suelo sin grava	cm3	1959.8
18	**Densidad Húmeda**	**g/cm3**	**2.163**

5.- CONTENIDO DE HUMEDAD CON HORNO O SPEEDY

Item	DESCRIPCIÓN	UND	P1
19	Peso de cápsula	g	
20	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	
21	Peso de cápsula + suelo seco	g	Speedy
22	Peso de agua	g	
23	Peso de suelo seco	g	
24	**Contenido de humedad**	**%**	**8.10**

6.- RESULTADOS

Item	DESCRIPCIÓN	UND	P1
25	Densidad seca campo	g/cm3	2.01
26	Compactación de campo	%	95.40
	RESULTADO:		Reproceso

7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES

GEOSERV E.I.R.L.
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electronico hsmojaloz2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

PROYECTO: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

PROTOCOLO DE DENSIDAD DE CAMPO - METODO CONO DE ARENA (NORMA ASTM D1556, MTC E117)

FECHA: 17/01/2023

SOLICITANTE : SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

TEC. DE CAMPO: BORIS SILVA IPANAQUE

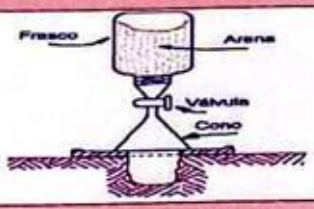
CAPA: BASE GRANULAR

UBICACIÓN: Av. Universitaria

Documentos de referencia: (Norma ASTM D1556, MTC E117, RNE E-050 Suelos y Cimentaciones)

1.- DATOS PRELIMINARES

Item	Descripción	Und	Datos
1	Densidad de la arena calibrada	g/cm3	1,56
2	Peso arena calibrada en el cono	g	1.792
3	Peso especifico de la grava	g/cm3	0,00
4	Optimo contenido de humedad	%	9,64
5	Máxima densidad seca en laboratorio	g/cm3	1,99
	Grado compactación requerido	%	100



2.- EQUIPOS DE MEDICIÓN

Equipo	Cono de arena	Equipo Speedy	Balanza	Balanza	Tamiz 3/4"
Serie:	--------	31532	8031307681	111202079	-------
Certificado N° :	--------	LP22-465	LM22-C-997	LM22-C-996	-------

3.- PUNTOS DE CONTROL

Pogresiva	Av. Universitaria				
Etapa					
Cota					
Lado					
N° Capa					
Espesor capa (cm)	0,15				

4.- DENSIDAD DE HUMEDAD

Item	DESCRIPCIÓN	UND	P1
6	Progresiva / Punto de control	km	Av. Universitaria
7	Peso de frasco + arena	g	8.420
8	Peso de frasco + arena remanente	g	2.560
9	Peso de arena: cono + hueco	g	5.860
10	Peso de arena en el hueco	g	4.068
11	Volumen del hueco	cm3	2.608
12	Peso del recipiente + suelo + grava	g	5.485
13	Peso del recipiente	g	
14	Peso retenido en la malla #3/4"	g	
15	Volumen de la grava	cm3	
16	Peso del suelo sin grava	g	
17	Volumen de suelo sin grava	cm3	
18	**Densidad Húmeda**	g/cm3	2,10

5.- CONTENIDO DE HUMEDAD CON HORNO O SPEEDY

Item	DESCRIPCIÓN	UND	P1
19	Peso de cápsula	g	
20	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	
21	Peso de cápsula + suelo seco	g	Speedy
22	Peso de agua	g	
23	Peso de suelo seco	g	
24	**Contenido de humedad**	%	10,0

6.- RESULTADOS

Item	DESCRIPCIÓN	UND	P1
25	Densidad seca campo	g/cm3	1,91
26	Compactación de campo	%	96,1
	RESULTADO:		Reproceso

7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

Escaneado con CamScanner

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 726 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hamojalot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO "	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva I
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	**FECHA :**	17 de enero del 2023
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.970
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	8.94 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
7252	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8523		8378		8215	
Peso de molde	(gr)	3985		4065		4130	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4538		4313		4085	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2116	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.145		2.038		1.931	
Humedad	(%)	8.90		8.85		8.86	
Densidad seca	(gr/cm3)	1.970		1.872		1.774	
Tarro N°		8		20		22	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	160.23		170.01		170.44	
Tarro + Suelo seco	(gr)	149.12		158.86		158.00	
Peso del Agua	(gr)	11.11		11.15		12.44	
Peso del tarro	(gr)	24.34		32.92		17.66	
Peso del suelo seco	(gr)	124.78		125.94		140.34	
Humedad	(%)	8.90		8.85		8.86	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
17/01/2023	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
18/01/2023	13:00:00	24	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
19/01/2023	13:00:00	48	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
20/01/2023	13:00:00	72	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
21/01/2023	13:00:00	96	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 2 CARGA Dial/pul	MOLDE N° 2 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 2 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 2 CORRECCION %	MOLDE N° 3 CARGA Dial/pul	MOLDE N° 3 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 3 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 3 CORRECCION %	MOLDE N° 4 CARGA Dial/pul	MOLDE N° 4 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 4 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 4 CORRECCION %
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		278.0	280.0			172.6	173.6			72.2	72.3		
0.050		467.2	491.0			304.7	306.9			150.5	151.3		
0.075		709.1	714.9			433.2	436.6			228.7	230.2		
0.100	70.5	922.5	930.2	885.7	84.0	592.9	597.7	595.71	43.1	339.5	342.0	325.93	23.6
0.150		1127.8	1137.3			869.7	876.5			501.6	505.6		
0.200	105.7	1370.8	1382.3	1401.6	101.3	1094.5	1103.7	1125.43	81.4	670.3	675.8	692.94	50.1
0.250		1550.3	1563.6			1351.2	1362.7			872.3	879.6		
0.300		1665.0	1699.5			1503.6	1516.5			986.3	994.6		
0.350		1780.3	1795.6			1606.0	1621.8			1090.7	1099.9		
0.400						1673.1	1687.5			1137.2	1146.8		

OBSERVACIONES:

Material grava arena limosa de color beigs amarillento, no plastico ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva I
TECNICO LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Escaneado con CamScanner

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 725 - Pucallpa
Telf. 59-2590 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico humojulut2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

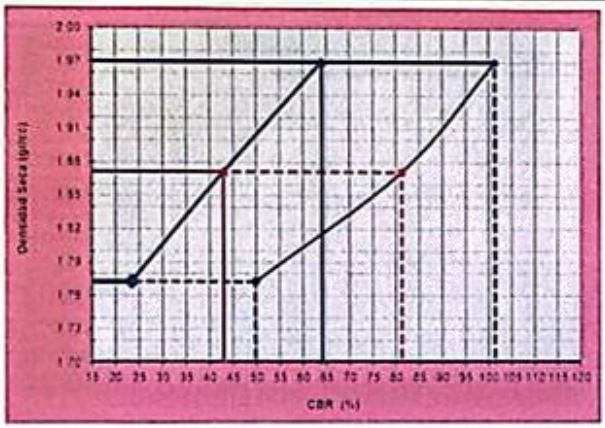
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D-1883, MTC E-132, NTP 339.141)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	**FECHA :**	17 de enero del 2023
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



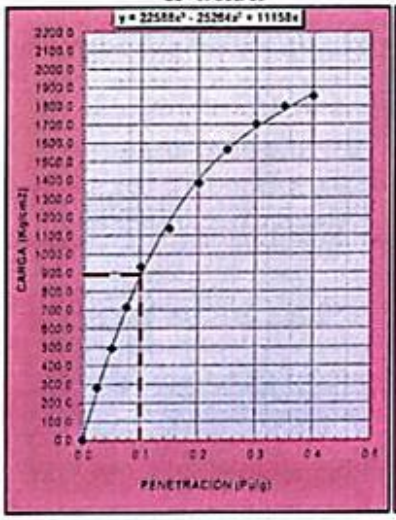
C.B.R. AL 100% I. 1914	157.8	0.1"	64.1	0.2"	101.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)		0.1"	43.0	0.2"	81.2
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)		0.1"	23.4	0.2"	49.8

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.970	gr/cc
Optimo Humedad	8.94	%

OBSERVACIONES:

Material grava arena limosa de baja plasticidad de color beigs amarillento, no plastico, ni expansible

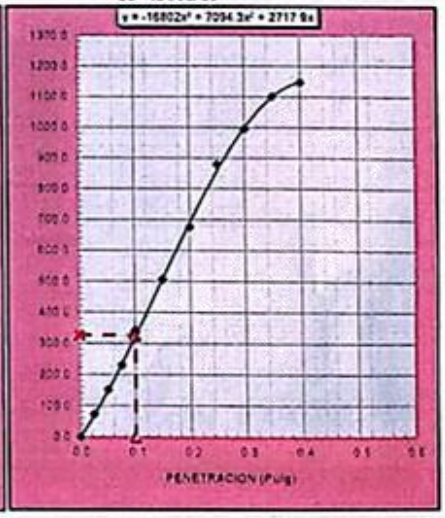
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TECNICO LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2680 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC-115, ASTM D698 ó D1557, AASHTO T-180)

Proyecto : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "

HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva I.

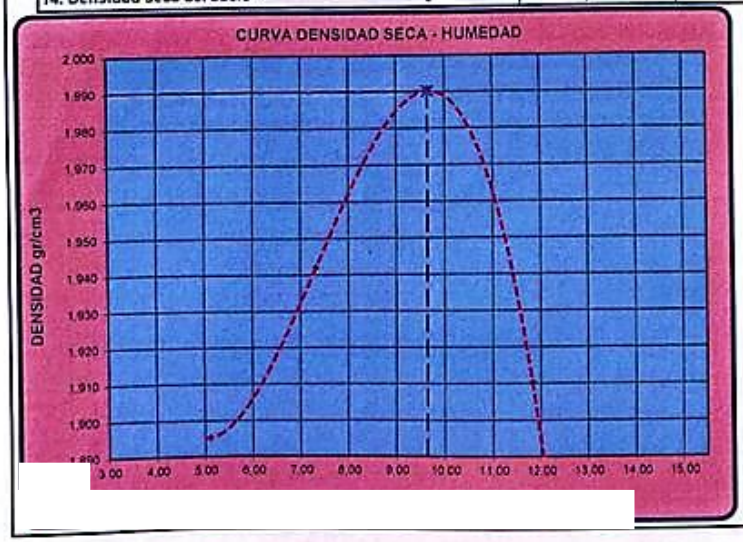
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesista : SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

FECHA : 17 de enero del 2023

Cantera: "Juanjui" Material grava arena limosa con 12.0 % de Ceniza de Palma

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	7455	7650	7856	7760
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2116	2116	2116	2116
4. Peso suelo humedo	gr	4215	4410	4616	4520
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,992	2,084	2,181	2,136
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		40	17	1	8
7. Peso del suelo húmedo + capsula	gr	145,2	160,6	158,4	141,9
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	139,2	151,4	146,2	129,4
9. Peso del agua	gr	6,0	9,3	12,2	12,4
10. Peso de la capsula	gr	21,6	24,6	19,1	24,3
11. Peso del suelo seco	gr	117,7	126,8	127,1	105,1
12. Contenido de humedad	%	5,11	7,32	9,62	11,83
13. Promedio de cont. de humedad	%	5,11	7,32	9,62	11,83
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	1,895	1,942	1,990	1,910



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	S/D
Gruesos > No 4,< 3/4"	S/D

RESULTADOS	
Humedad optima	9,64%
Densidad Maxima	1,990

Observaciones:

Material grava areno limoso de baja plasticidad de color grisaseo no plastico ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

Escaneado con CamScanner

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hamojalot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	FECHA :	17 de enero del 2023
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa con 12.0 % de Ceniza de Palma		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1,990
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	9,64 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
	1	

Molde N°		1		2		3	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8610		8526		8141	
Peso de molde	(gr)	3980		4130		3980	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4630		4396		4161	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2116	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2,188		2,078		1,966	
Humedad	(%)	9,71		9,55		9,65	
Densidad seca	(gr/cm3)	1,994		1,897		1,793	
Tarro N°		4		8		8	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	159,05		159,70		167,28	
Tarro + Suelo seco	(gr)	146,80		147,66		154,11	
Peso del Agua	(gr)	12,26		12,04		13,17	
Peso del tarro	(gr)	20,59		21,55		17,66	
Peso del suelo seco	(gr)	126,21		126,11		136,45	
Humedad	(%)	9,71		9,55		9,65	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
17/01/2023	13:00:00	0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
18/01/2023	13:00:00	24	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
19/01/2023	13:00:00	48	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
20/01/2023	13:00:00	72	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
21/01/2023	13:00:00	96	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 1 CARGA		MOLDE N° 1 CORRECCION		MOLDE N° 2 CARGA		MOLDE N° 2 CORRECCION		MOLDE N° 3 CARGA		MOLDE N° 3 CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0,000		0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0,0		
0,025		363,4	366,1			259,9	261,7			162,5	163,4		
0,050		692,1	697,8			492,1	496,0			328,9	331,3		
0,075		899,8	907,3			690,6	696,2			492,3	496,2		
0,100	70,3	1201,9	1212,1	1186,6	86,0	842,8	849,6	857,60	42,1	600,6	605,4	593,71	43,0
0,150		1545,2	1558,5			1150,3	1160,0			785,8	792,3		
0,200	105,5	1883,8	1900,1	1884,5	136,8	1448,2	1460,6	1485,60	107,8	1000,6	1009,0	1020,99	74,0
0,250		2082,5	2100,5			1719,3	1734,1			1184,1	1174,0		
0,300		2269,2	2288,9			1951,0	1967,9			1356,2	1367,8		
0,350		2448,1	2469,4			2136,9	2155,4			1520,6	1513,5		
0,400		2576,3	2598,7			2263,2	2282,8			1600,3	1514,0		

OBSERVACIONES:
Material grava arena limosa de color grisaceo, no plastico ni expansible

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ingaruca
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R

Escaneado con CamScanner

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojaiott2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

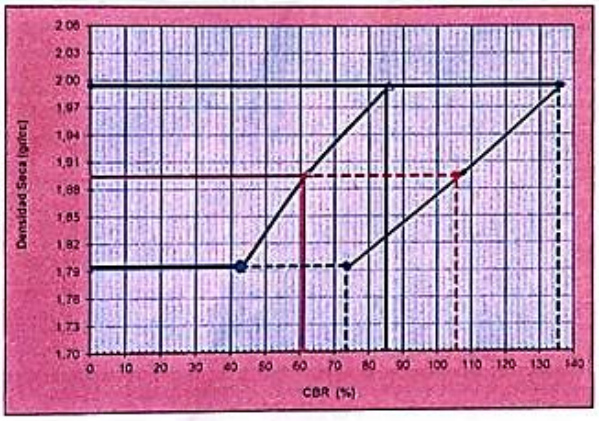
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DEL MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA AFIRMADO. "	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista :	SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ	**FECHA :**	17 de enero del 2023
Cantera:	"Juanjui" Material grava arena limosa con 12.0 % de Ceniza de Palma		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

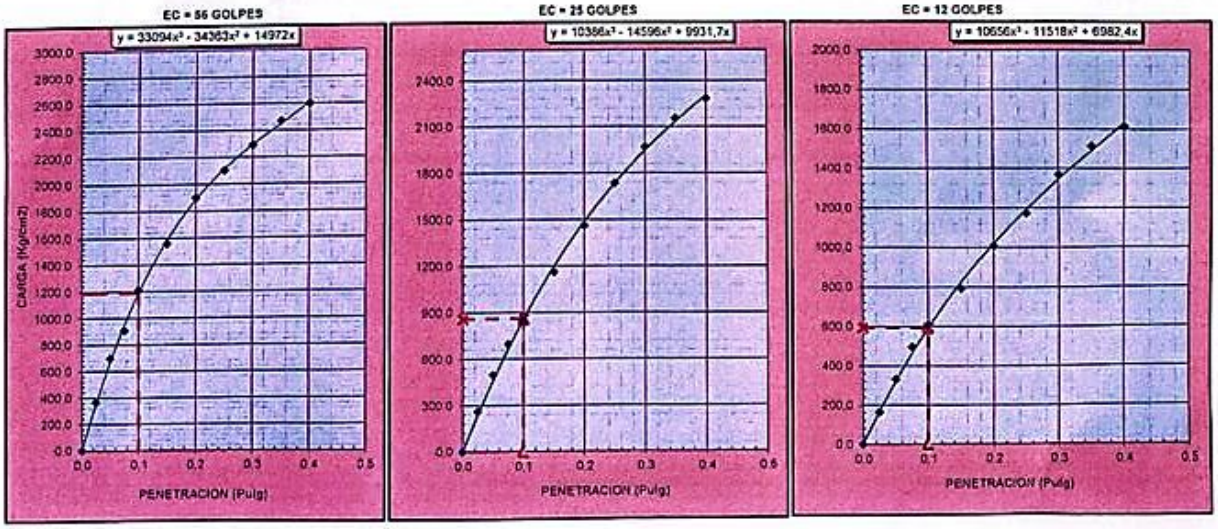


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	85,0	0.2":	135,4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	61,0	0.2":	105,6
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	42,7	0.2":	73,4

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,990	gr/cc
Optimo Humedad	9,64	%

OBSERVACIONES:

Material grava arena limosa de color grisaceo, no plastico ni expansible



GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Panaqué
TECNICO LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.

Escaneado con CamScanner

ANEXO N°05: CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 035

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 035

Certificado de Calibración

LM22-C-997

Número de OT: 580-2022

CLIENTE

Razón Social : **GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.**
Dirección : JR. EDUARDO DEL AGUILA N° 728 (UCAYALI - CORONEL PORTILLO - CALLERIA)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-11-09
Lugar de Calibración : En las Instalaciones del Cliente
Fecha de Emisión : 2022-11-16

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO (ELECTRÓNICA)

Marca	: OHAUS	Procedencia	: NO INDICA	
Modelo	: EB30	Identificación	: NO INDICA	(**)
Serie	: 8031307681	Ubicación	: NO INDICA	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Capacidad de Indicación	: 30 kg		Cap. Mínima (Mín.)	: 0,020 kg	
Resolución (d)	: 0,001 kg		Número de Divisiones (n)	: 3000	
Div. de Verificación (e):	: 0,010 kg	(*)	Clase de Exactitud	: III	

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo el procedimiento PC-001 - 1ª Ed. : 2019 - INACAL "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003:2009.

Sello	Metrólogo	Director Técnico
	Armando Marin Berrios	Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martín de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc - peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspomdiente.
www.smc-peru.com

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 035

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC - 035

Certificado de Calibración

LM22-C-997

Número de OT: 580-2022

PATRONES UTILIZADOS

Nombre del Patrón	Identificación	N° de Certificado	Trazabilidad
Juego de Pesas de 100 mg a 5 kg / M2	LM-IM-146	LM22-C-872	SMC S.A.C.
Pesa de 10 kg / M2	LM-IM-122	LM22-C-826	SMC S.A.C.
Pesas de 20 kg / M2	LM-IM-01 al LM-IM-20	LM22-C-827	SMC S.A.C.

RESULTADOS

INSPECCIÓN VISUAL

- Ajuste de cero	: Tiene		- Display	: Tiene
- Oscilación libre	: Tiene		- Nivelación	: No Tiene
- Plataforma	: Tiene		- Sistema de traba	: No Tiene
- Escala	: No Tiene		- Cursor	: No Tiene

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	34,0 °C	34,3 °C
Humedad Relativa	55 %	54 %

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= (aproximadamente 50% Max)		15,0000 kg
I kg	ΔL kg	E kg
14,990	0,0008	-0,0103
14,990	0,0008	-0,0103
14,990	0,0009	-0,0104
14,990	0,0009	-0,0104
14,990	0,0008	-0,0103
14,990	0,0008	-0,0103
14,990	0,0008	-0,0103
14,990	0,0009	-0,0104
14,990	0,0009	-0,0104
14,990	0,0008	-0,0103
$\Delta E = E_{Máx} - E_{Min}$		0,0001 kg
	E.M.P	0,02 kg

Carga L2= (aproximadamente 100% Máx)		30,0010 kg
I kg	ΔL kg	E kg
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
30,002	0,0008	0,0007
$\Delta E = E_{Máx} - E_{Min}$		0,0000 kg
	E.M.P	0,03 kg

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martín de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc - peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspomdiente.
www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 035

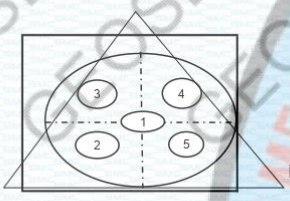
INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 035

Certificado de Calibración

LM22-C-997

Número de OT: 580-2022

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Circular	
Triangular	
Rectangular	X

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	34,3 °C	34,3 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Posición	Carga Mínima kg	I kg	ΔL kg	E_0 kg
1	0,1000	0,100	0,0009	-0,0004
2		0,100	0,0009	-0,0004
3		0,099	0,0008	-0,0013
4		0,100	0,0008	-0,0003
5		0,100	0,0008	-0,0003

Carga (L) kg	I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	EMP
10,0000	9,993	0,0008	-0,0073	-0,0069	0,02 kg
	9,990	0,0008	-0,0103	-0,0099	0,02 kg
	9,989	0,0008	-0,0113	-0,0100	0,02 kg
	9,986	0,0008	-0,0143	-0,0140	0,02 kg
	10,000	0,0008	-0,0003	0,0000	0,02 kg

ENSAYO DE PESAJE

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	34,7 °C	34,7 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

Carga L kg	Carga Creciente I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	Carga decreciente I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	EMP
0,1000	0,100	0,0009	-0,0004						
0,2000	0,200	0,0009	-0,0004	0,0000	0,201	0,0009	0,0006	0,0010	0,01 kg
1,0000	0,998	0,0008	-0,0023	-0,0019	1,002	0,0009	0,0016	0,0020	0,01 kg
3,0000	2,996	0,0008	-0,0043	-0,0039	2,999	0,0008	-0,0013	-0,0009	0,01 kg
5,0000	4,994	0,0009	-0,0064	-0,0060	5,001	0,0008	0,0007	0,0011	0,01 kg
9,0000	8,992	0,0009	-0,0084	-0,0080	8,998	0,0009	-0,0024	-0,0020	0,02 kg
12,0000	11,992	0,0008	-0,0083	-0,0079	12,000	0,0008	-0,0003	0,0001	0,02 kg
15,0000	14,996	0,0008	-0,0043	-0,0039	15,000	0,0008	-0,0003	0,0001	0,02 kg
18,0000	17,998	0,0009	-0,0024	-0,0020	18,002	0,0008	0,0017	0,0021	0,02 kg
20,0010	20,000	0,0009	-0,0014	-0,0010	20,002	0,0009	0,0006	0,0010	0,03 kg
24,0010	24,000	0,0008	-0,0013	-0,0009	24,002	0,0009	0,0006	0,0010	0,03 kg
27,0010	27,002	0,0008	0,0007	0,0011	27,003	0,0008	0,0017	0,0021	0,03 kg
30,0010	30,002	0,0008	0,0007	0,0011	30,002	0,0008	0,0007	0,0011	0,03 kg

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martín de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc - peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspomdiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LM22-C-997

Número de OT: 580-2022

LEYENDA

L	:	Carga colocada sobre la balanza	Ec	:	Error corregido
I	:	Indicación de la balanza	ΔL	:	Carga Agregada
E	:	Error encontrado	EMP	:	Error Máximo Permisible.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 4{,}00 \times 10^{-4} R^2 + 5{,}68 \times 10^{-2} R + 6{,}16 \times 10^{1} \quad (***)$$

U_R : Incertidumbre expandida de medición expresada en (g)

Lectura Corregida

$$R_{corregida} = R + 2{,}42 \times 10^{-4} R$$

R : Indicación de lectura de la balanza (kg)

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura *k* =2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos única y exclusivamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Los resultados de las calibraciones no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El certificado de calibración carece de validez sin las firmas de los responsables.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un período de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

(*) El Valor de "e" y capacidad mínima, y clase de exactitud lo indica la balanza.

Como no se cuenta con el manual o este no brinda información del coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura, se ha considerado como ΔT: 0,00001°C-1, según el PC-001 - 1ª Ed. : 2019 - INACAL "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII".

(***) Incertidumbre reportada en función al CMC.

Se ajusto la balanza antes de su calibración: SI

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga.

Valor Nominal (kg)	Carga (kg)	Indicación (kg)
Aprox. al 50 % de la cap. max.	15,0000	14,965
Aprox. al 100 % de la cap. max.	30,0010	29,950

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc - peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspomdiente.
www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LT22-774

Número de OT: 580-2022

CLIENTE

Razón Social	:	**GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.**
Dirección	:	JR. EDUARDO DEL AGUILA NRO. 728 (UCAYALI - CORONEL PORTILLO - CALLERIA)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración	:	2022-11-09 al 2022-11-09
Lugar de Calibración	:	Instalaciones del Cliente
Fecha de Emisión	:	2022-11-28

EQUIPO A CALIBRAR : **Horno Eléctrico**

Marca	:	A & A Instruments	Identificación	:	No Indica
Modelo	:	STHX-1A	Procedencia	:	No Indica
Serie	:	12102	Ubicación	:	No Indica

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Tipo de Indicador	:	Digital	Tipo de Selector	:	Digital
Alcance de Escala	:	0 a 300 °C	Alcance de Escala	:	0 a 300 °C
División mínima	:	0,1 °C	División mínima	:	0,1
Tipo de ventilación	:	Forzada	Carga utilizada (%)	:	50 %
Superficies internas	:	2	Temperaturas de calibración	:	**110 °C ± 5 °C**
Posición de ventilación	:	No especifica			

MÉTODO PARA EL MAPEO TÉRMICO

La Calibración se ha realizado mediante la determinación de la temperatura, por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018- "Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático"- SNM-INDECOPI (Segunda Edición)

Sello	Metrólogo	Director Técnico
	Armando Marín Berrios	Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LT22-774

Número de OT: 580-2022

PATRONES UTILIZADOS

Nombre del patrón	Identificación y/o Serie	Nº de Certificado	Trazabilidad
Termómetro Multicanal	LT-IM-30	LT22-451	SMC S.A.C.
Termohigrómetro	LT-IM-48	TH22-0588	TSG
Cinta métrica	LD-IM-02	L-1509-2021	METROIL
Cronómetro	LO-IM-16	LTF-C-031-2022	INACAL - DM
Multimetro	LE-IM-01	M24732	JLI METROLOGY

NOMENCLATURA

Indicación Equipo	=	Lecturas en el dispositivo de indicación del equipo calibrado.
T.prom.	=	Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo
ΔT	=	Diferencia entre máxima y mínima temperatura en cada intervalo de registro
T. PRO	=	Promedio de indicaciones corregidas para cada sensor durante el tiempo total.
T. MÁX	=	La máxima de las indicaciones para cada sensor durante el tiempo total.
T. MIN	=	La mínima de las indicaciones para cada sensor durante el tiempo total.
DTT	=	Desviación de Temperatura en el Tiempo

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

RESUMEN DE RESULTADOS DE TEMPERATURA **110,0 °C**

PARÁMETROS	Valor	Incertidumbre Expandida
Máxima temperatura registrada durante la calibración	114,8 °C	0,4 °C
Mínima temperatura registrada durante la calibración	107,8 °C	0,4 °C
Desviación de Temperatura en el Tiempo (DTT)	1,8 °C	0,1 °C
Desviación de Temperatura en el Espacio (DTE)	5,4 °C	0,2 °C
Estabilidad (±)	0,91 °C	0,05 °C
Uniformidad	5,8 °C	0,2 °C

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Las incertidumbres de medición calculadas *(U)*, han sido determinadas a partir de sus Incertidumbres estándares de medición combinadas, multiplicadas por el factor de cobertura *k*=2. Estos valores han sido calculados para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

La temperatura de trabajo esperada de 110 °C, el selector de temperatura del equipo ha sido programado a 110 °C

El servicio de calibración se realizó a 50 % de su carga.

La tolerancia encontrada para la temperatura de 110 °C, es de 5 °C

NOTAS

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un período de por lo menos 4 años.

Los datos de los sensores registrados, han sido obtenidos luego de haber aproximado y estabilizado a la temperatura de trabajo dentro de la cámara durante : 1,75 horas

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martín de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

GEOSERV - GEOTECNICA SERVICIOS EIRL - UCAYALI

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

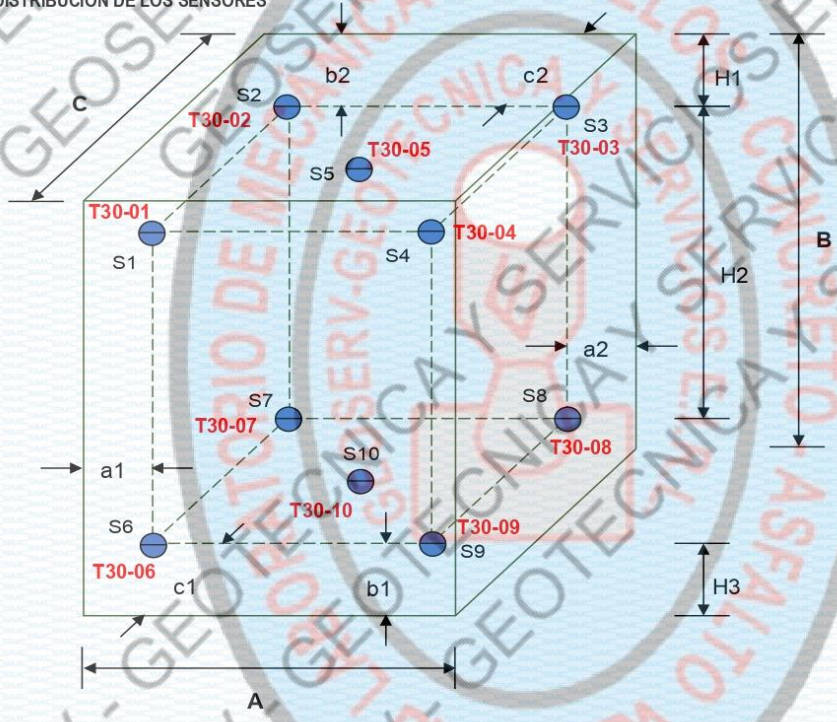
CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LT22-774

Número de OT: 580-2022

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



= Sensor de Temperatura

A, B, C = Dimensiones del Volumen Interno

Los sensores T30-05 y T30-10 están ubicados en los centros de sus respectivos niveles aproximadamente.

Dimensiones internas		
A	40,0	cm
B	48,0	cm
C	43,0	cm

Ubicación de los sensores					
a1	7,0	cm	a2	7,0	cm
b1	7,0	cm	b2	7,0	cm
c1	7,0	cm	c2	7,0	cm

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com

Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.

www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LT22-774

Número de OT: 580-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

PARA LA TEMPERATURA DE 110,0 °C ± 5,0 °C

Tiempo	I_{equipo}	Indicaciones corregidas de los 10 sensores expresados en °C										T. prom.	ΔT.
	°C	T30-01	T30-02	T30-03	T30-04	T30-05	T30-06	T30-07	T30-08	T30-09	T30-10	°C	°C
9-11 13h 15m	110,0	108,1	110,7	110,0	108,2	109,4	110,1	113,5	112,1	110,3	112,2	110,5	5,3
9-11 13h 17m	110,0	108,1	110,8	109,7	108,1	109,3	109,9	113,5	112,1	110,1	112,3	110,4	5,4
9-11 13h 19m	110,0	108,0	110,6	109,6	108,0	109,2	109,8	113,4	111,8	110,2	112,2	110,3	5,4
9-11 13h 21m	110,0	108,0	110,8	109,7	107,9	109,4	109,8	113,6	112,0	110,0	112,1	110,3	5,7
9-11 13h 23m	110,0	108,0	110,6	109,8	108,2	109,3	109,9	113,5	111,9	110,0	112,3	110,4	5,4
9-11 13h 25m	110,0	108,0	110,8	109,8	108,0	109,3	109,9	113,4	112,0	110,2	112,2	110,4	5,4
9-11 13h 27m	110,0	108,0	110,6	109,9	108,2	109,3	110,1	113,4	112,0	110,2	112,4	110,4	5,3
9-11 13h 29m	110,0	108,0	110,7	110,0	108,3	109,4	109,9	113,5	111,8	110,2	112,3	110,4	5,4
9-11 13h 31m	110,0	108,1	110,8	110,1	108,3	109,4	110,0	113,6	112,2	110,4	112,4	110,5	5,4
9-11 13h 33m	110,0	108,2	111,0	110,0	108,4	109,4	110,2	113,8	112,4	110,5	112,4	110,6	5,5
9-11 13h 35m	110,0	108,4	111,2	110,2	108,5	109,9	110,4	114,1	112,3	110,6	113,0	110,9	5,6
9-11 13h 37m	110,0	108,5	111,5	110,3	108,9	109,9	110,5	114,4	112,6	111,0	113,0	111,1	5,8
9-11 13h 39m	110,0	108,6	111,5	110,4	108,7	109,9	110,7	114,4	112,6	111,0	112,9	111,1	5,7
9-11 13h 41m	110,0	108,6	111,3	110,5	108,8	109,8	110,6	114,1	112,7	110,6	112,9	111,0	5,4
9-11 13h 43m	110,0	108,7	111,4	110,5	108,7	109,8	110,7	114,2	112,6	111,0	113,0	111,1	5,5
9-11 13h 45m	110,0	108,7	111,5	110,6	108,9	110,0	110,6	114,1	112,7	111,0	113,1	111,1	5,3
9-11 13h 47m	110,0	108,7	111,5	110,4	108,8	110,0	110,6	114,3	112,6	111,0	113,2	111,1	5,5
9-11 13h 49m	110,0	108,8	111,5	110,7	108,9	110,0	110,9	114,6	113,0	111,2	113,2	111,3	5,7
9-11 13h 51m	110,0	109,0	111,9	111,0	109,1	110,3	111,2	114,8	113,1	111,3	113,4	111,5	5,7
9-11 13h 53m	110,0	108,8	111,8	110,5	109,0	110,2	110,9	114,4	112,9	111,2	113,2	111,3	5,5
9-11 13h 55m	110,0	108,5	111,2	110,3	108,6	109,8	110,4	113,6	112,5	110,4	112,5	110,8	5,0
9-11 13h 57m	110,0	108,3	111,2	110,0	108,2	109,7	110,0	113,7	112,3	110,3	112,2	110,6	5,5
9-11 13h 59m	110,0	108,2	110,8	109,8	108,3	109,4	109,9	113,4	112,1	110,3	112,1	110,4	5,1
9-11 14h 01m	110,0	108,0	110,7	109,7	108,2	109,5	109,9	113,4	112,0	110,0	111,9	110,3	5,3
9-11 14h 03m	110,0	108,0	110,8	109,6	108,0	109,5	109,7	113,5	112,0	110,0	112,1	110,3	5,5
9-11 14h 05m	110,0	107,9	110,5	109,7	107,9	109,2	109,7	113,2	112,0	109,9	111,9	110,2	5,3
9-11 14h 07m	110,0	107,9	110,4	109,6	108,1	109,2	109,5	113,3	112,0	109,8	112,1	110,2	5,3
9-11 14h 09m	110,0	107,8	110,4	109,7	108,1	109,3	109,6	113,1	111,9	109,7	112,1	110,2	5,2
9-11 14h 11m	110,0	107,8	110,5	109,6	108,1	109,2	109,7	113,3	111,7	109,9	112,0	110,2	5,4
9-11 14h 13m	110,0	107,8	110,5	109,5	108,1	109,0	109,6	113,2	111,8	109,8	112,0	110,1	5,3
9-11 14h 15m	110,0	107,8	110,6	109,6	107,9	109,3	109,8	113,1	111,9	110,0	112,0	110,2	5,2
9-11 14h 17m	110,0	107,8	110,5	109,4	107,8	109,2	109,8	113,3	111,9	109,9	111,9	110,2	5,5
9-11 14h 19m	110,0	107,8	110,5	109,7	108,0	109,1	109,8	113,0	111,6	110,0	112,0	110,2	5,1
9-11 14h 21m	110,0	107,8	110,4	109,5	107,9	108,9	109,6	113,2	111,6	109,8	112,0	110,1	5,3
9-11 14h 23m	110,0	107,8	110,5	109,7	107,9	109,2	109,5	113,2	111,5	109,9	111,8	110,1	5,3
9-11 14h 25m	110,0	107,8	110,5	109,5	107,9	109,1	109,6	113,1	111,7	109,8	111,8	110,1	5,2
9-11 14h 27m	110,0	107,8	110,5	109,5	108,1	109,1	109,7	113,2	111,7	109,8	112,0	110,1	5,3
9-11 14h 29m	110,0	107,9	110,6	109,6	107,9	109,4	109,7	113,3	111,9	110,0	112,1	110,2	5,4
9-11 14h 31m	110,0	107,9	110,6	109,7	107,9	109,3	109,7	113,4	111,8	110,1	112,2	110,3	5,5
9-11 14h 33m	110,0	107,9	110,5	109,7	108,0	109,2	109,8	113,3	111,7	109,9	112,1	110,2	5,3
9-11 14h 35m	110,0	107,9	110,5	109,8	108,0	109,4	109,8	113,3	112,0	110,1	112,2	110,3	5,3
9-11 14h 37m	110,0	107,9	110,5	109,7	108,0	109,3	109,9	113,3	111,7	110,0	112,2	110,3	5,3
9-11 14h 39m	110,0	107,9	110,7	109,9	108,0	109,1	110,0	113,4	112,0	109,9	112,0	110,3	5,4
9-11 14h 41m	110,0	107,9	110,6	109,8	108,2	109,3	109,9	113,4	111,9	110,0	112,2	110,3	5,4
9-11 14h 43m	110,0	107,9	110,6	109,9	108,3	109,4	109,7	113,6	111,8	110,1	112,0	110,3	5,6

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martín de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LT22-774

Número de OT: 580-2022

9-11 14h 45m	110,0	107,9	110,9	109,9	108,3	109,2	110,0	113,4	112,0	110,0	112,1	110,4	5,4
T. PROM.	110,0	108,2	110,9	110,0	108,2	109,4	110,1	113,5	112,1	110,3	112,3	Temperatura promedio general	
T. MAX	110,0	109,0	111,9	111,0	109,1	110,3	111,2	114,8	113,1	111,3	113,4		
T. MÍN	110,0	107,8	110,4	109,4	107,8	108,9	109,5	113,0	111,5	109,7	111,8		
DTT	0,0	1,2	1,5	1,6	1,3	1,4	1,7	1,8	1,6	1,5	1,6	110,5	

CONCLUSIÓN	EL RESULTADO ES CONFORME

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS EIRL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO - ASFALTO
PUCALLPA
UCAYALI

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

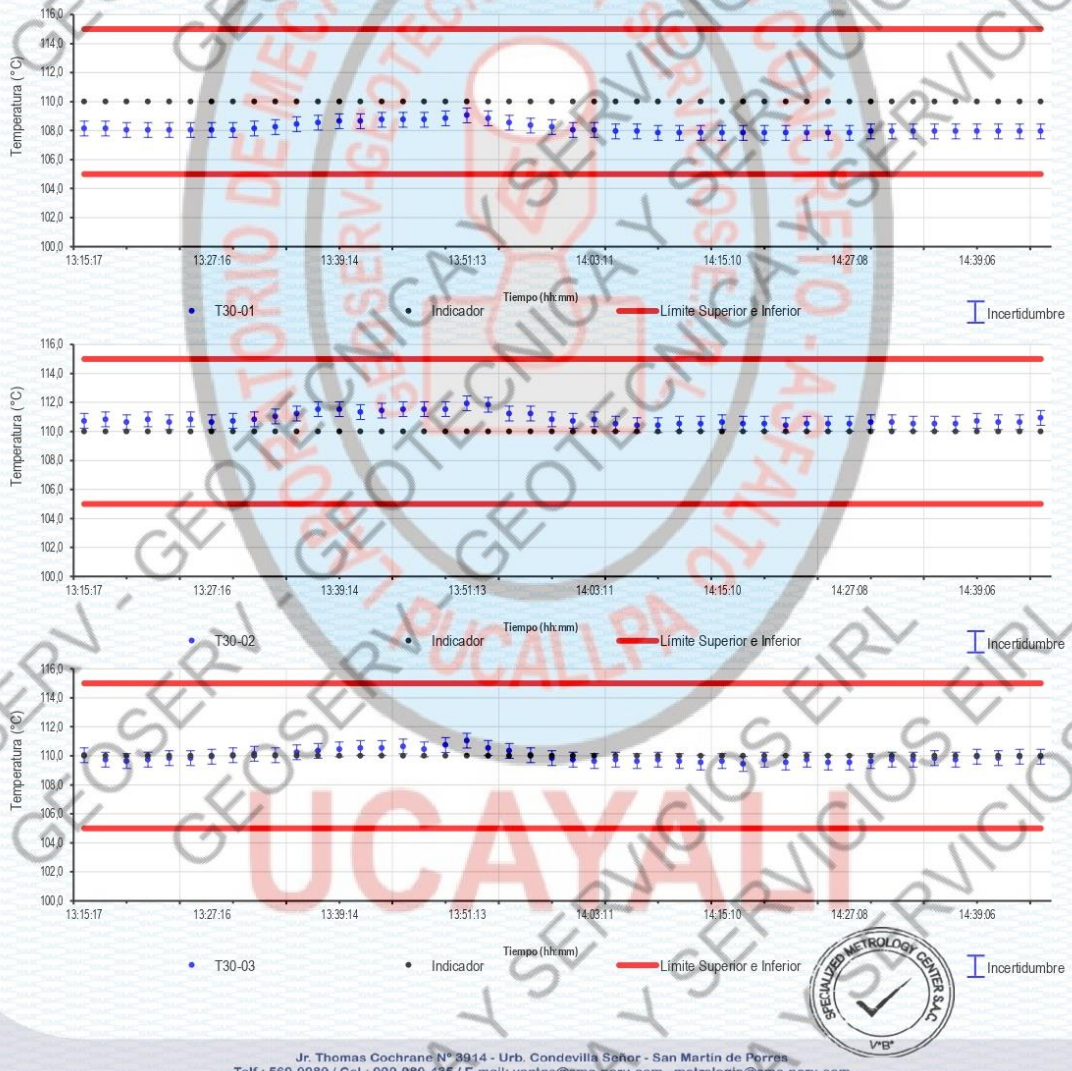
LT22-774

Número de OT: 580-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 105,0 °C a 115,0 °C

NIVEL SUPERIOR



UCAYALI

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

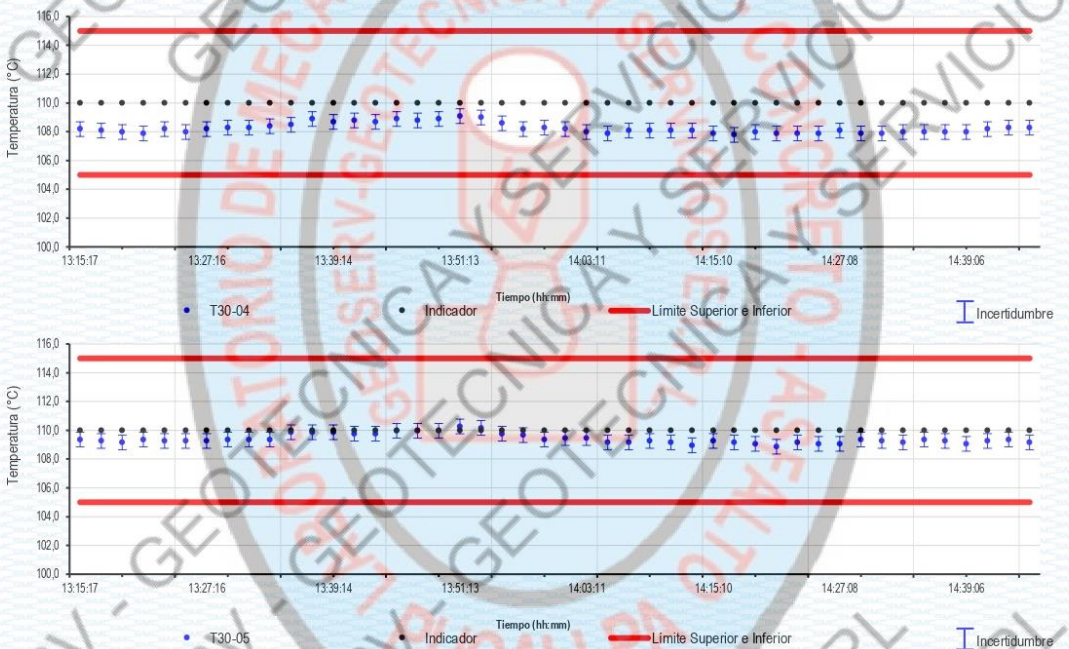
LT22-774

Número de OT: 580-2022

GRAFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 105,0 °C a 115,0 °C

NIVEL SUPERIOR



SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

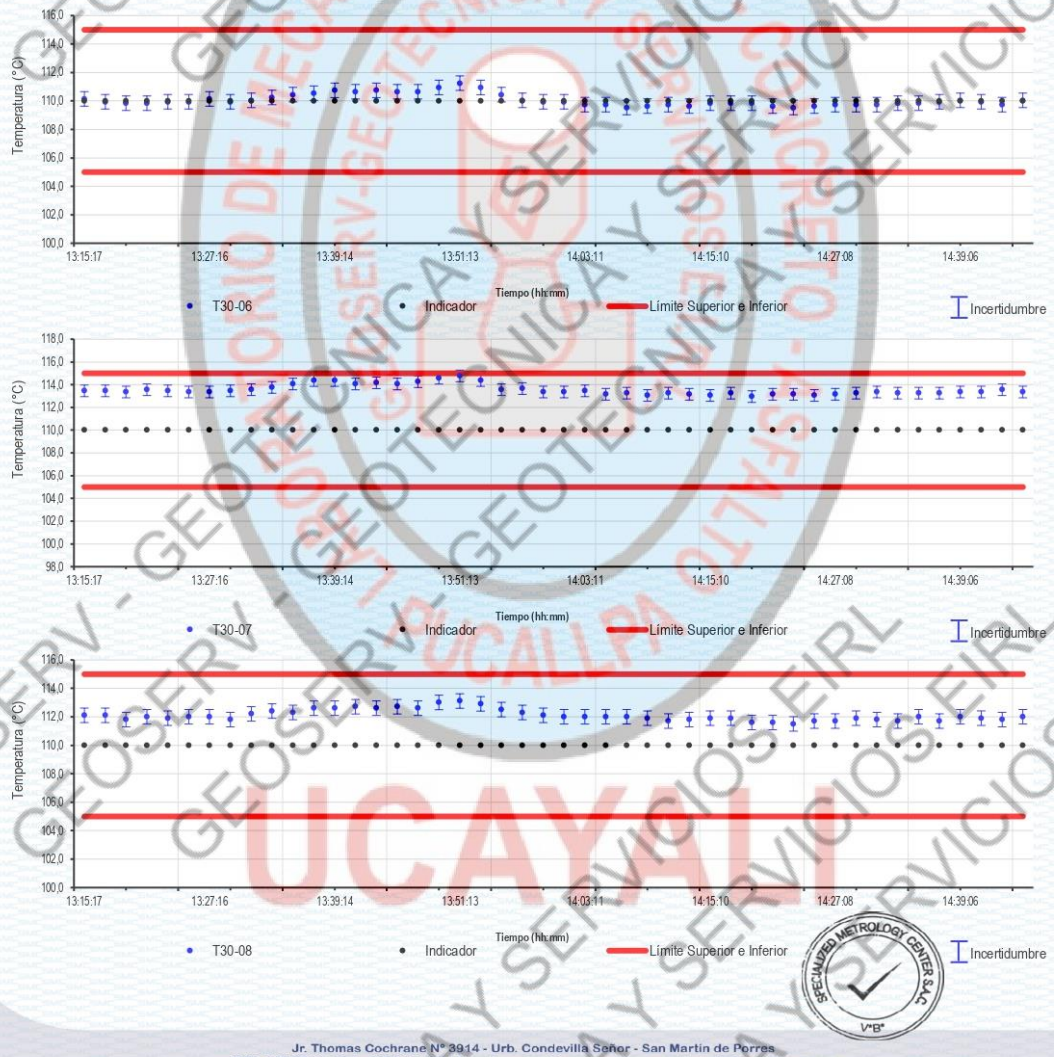
LT22-774

Número de OT: 580-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 105,0 °C a 115,0 °C

NIVEL INFERIOR



Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LT22-774

Número de OT: 580-2022

GRAFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 105,0 °C a 115,0 °C

NIVEL INFERIOR



SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LT22-774

Número de OT: 580-2022

FOTOGRAFÍA MOSTRANDO LAS CARGAS Y LOS SENSORES DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO



GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS EIRL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
PUCALLPA
UCAYALI

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

SMC
SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LP22-465

Número de OT: 580-2022

CLIENTE

Razón Social	:	**GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.**
Dirección	:	JR. EDUARDO DEL AGUILAR N°728 (UCAYALI - CORONEL PORTILLO - CALLERIA)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración	:	2022-11-09
Lugar de Calibración	:	En las instalaciones del cliente
Fecha de Emisión	:	2022-11-20

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA (SPEEDY)

Marca	:	TECNICAS CP	Identificación	:	No Indica
Modelo	:	MP201	Procedencia	:	USA
Serie	:	31532	Ubicación	:	LAB. MECANICO DE SUELOS Y CONCRETOS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO CALIBRADO

Alcance de Indicación	:	0 % de peso humedo	a	20 % de peso humedo	Diámetro de Caja	:	6 cm
División de Escala	:	0,2 % de peso humedo			Diámetro de Rosca	:	1/8 NTP
Clase	:	No Aplica			Posición de Trabajo	:	HORIZONTAL

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración ha sido realizada mediante la determinación del error de indicación por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Manómetros, Vacuómetros y Manovacuómetros de Trabajo de Deformación Elástica - PC-004 - INACAL

Sello	Metrólogo	Director Técnico
	Armando Marin	Wilfredo Reyes Yzagujrre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LP22-465

Número de OT: 580-2022

PATRONES UTILIZADOS

Descripción del Instrumento	Identificación y/o N° Serie	N° de Certificado	Trazabilidad
TERMOHIGROMETRO PATRON	LT-IM-33 / MO-3205F	E2032-3367A-2022	INACAL
MANOVACUOMETRO PATRON	LP-IM-03 / 98353005	LFP-C-034-2022	INACAL

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	28,9 °C	0,0 °C
Humedad Relativa	76 %	0 %

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Para el Manometro

Ensayo Ascendente			Ensayo Descendente			Histéresis	Incertidumbre
Indicación del Instrumento % de peso humedo	Indicación del Patrón PSI	Error	Indicación del Instrumento % de peso humedo	Indicación del Patrón PSI	Error PSI	PSI	PSI
0,0	0,0	---	0,0	0,0	---	---	
2,0	2,1	---	2,0	2,0	---	---	
4,0	4,3	---	4,0	4,1	---	---	
6,0	6,4	---	6,0	6,6	---	---	
8,0	8,4	---	8,0	8,6	---	---	0,06
10,0	10,7	---	10,0	10,3	---	---	
12,0	12,3	---	12,0	12,1	---	---	
14,0	14,5	---	14,0	14,7	---	---	
20,0	20,6	---	20,0	20,6	---	---	

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura *k* =2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

(*) La Clase de Exactitud ha sido considerada de acuerdo a la OIML R 101 "indicación y grabación de manómetros, vacuómetros y medidores de presión-vacío con elementos sensores elásticos (instrumentos ordinarios)", y el procedimiento PC-004

La división de escala del manómetro a calibrar se dividió en 2 partes iguales.

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LO22-301

Número de OT: *521-2022*

CLIENTE

Razón Social	:	**GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.**
Dirección	:	JR. EDUARDO DEL AGUILA NRO. 728 (UCAYALI - CORONEL PORTILLO - CALLERIA)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración	:	2022-11-09
Lugar de Calibración	:	En las instalaciones del Cliente
Fecha de Emisión	:	2022-11-16

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ANGELES

Marca	:	A&A INSTRUMENTS	Identificación	:	No Indica
Modelo	:	STMH3	Procedencia	:	No Indica
Serie	:	130711			

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por el metódo de comparación directa utilizando patrones trazables al DM-INACAL tomando como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

Sello	Metrólogo	Director Técnico
	Alex Rios Vallejo	Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Jr. Thomas Cochrane Nº 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LO22-301

Número de OT: *521-2022*

PATRONES UTILIZADOS

Descripción del Instrumento	Identificación y/o Serie	Nº de Certificado	Trazabilidad
Pie de Rey	LD-IM-04 / 2704131035	FA-0654-2022	FESEPSA S.A.
Tacómetro óptico	LO-IM-06 / S857257	CC-LFV-0012-22	INSTITUTO PERUANO DE METROLOGÍA EN INVESTIGACIÓN
Balanza electrónica	LM-IM-152	LM22-C-605	SMC S.A.C.

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	37,0 °C	37,1 °C
Humedad Relativa	42 %	42 %

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

DETERMINACIÓN DE VUELTA / TIEMPO

Tiempo	Indicación del patrón
(s)	Numero promedio de vueltas
10	36
20	35
30	35
40	35
50	35
60	36
70	36
80	36

Jr. Thomas Cochrane Nº 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LO22-301

Número de OT: *521-2022*

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESFERAS

N°	Medición de las esferas	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46,70	414,2
2	46,67	413,8
3	46,67	413,6
4	45,90	414,6
5	46,69	414,6
6	46,66	413,2
7	46,62	414,8
8	46,71	413,4
9	46,69	415,4
10	46,69	414,0
11	46,63	414,6
12	46,62	414,4
13	46,61	414,4
14	46,65	415,6
15	46,65	415,0
16	46,58	414,4

OBSERVACIONES

Los resultados que se muestran en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LM22-196

Número de OT: 521-2022

CLIENTE

Razón Social : **GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.**
Dirección : JR. EDUARDO DEL AGUILA NRO. 728 (UCAYALI - CORONEL PORTILLO - CALLERIA)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-11-09
Lugar de Calibración : En las instalaciones del cliente
Fecha de Emisión : 2022-11-21

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR

Marca	:	NO INDICA	Identificación	:	NO INDICA
Modelo	:	315A-GB	Procedencia	:	NO INDICA
Serie	:	J382492			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Capacidad	:	5000	kg
Resolución	:	0,1	kg

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI PUCP , tomando como referencia la Norma UNE EN ISO 7500-1 "Verificación de Maquinas de ensayo uniaxiales estáticos. Parte 1: Maquinas de ensayo de tracción / compresión, verificación y calibración del sistema de fuerza"

Sello	Metrólogo	Director Técnico
	Armando Marin Berrios	Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LM22-196

Número de OT: 521-2022

PATRONES UTILIZADOS

Descripción del Instrumento	Identificación y/o Serie	Identificación y/o Serie
Celda de Carga Patrón (40 tn)	LO-IM-18	LM22-021

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial		Final	
Temperatura	36,1	ºC	37,0	ºC
Humedad Relativa	47	%	42	%

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Valor Nominal de carga	Lecturas antes del Ajuste		
F_i (kg)	Indicación del Equipo (kg)	Indicación del Patrón (kg)	Corrección (kg)
500	500,5	480,0	-20,5
1000	1003,2	970,0	-33,2
1500	1491,8	1440,0	-51,8
2000	2005,3	1940,0	-65,3
2500	2496,6	2420,0	-76,6
3000	2994,6	2905,0	-89,6
3500	3522,9	3405,0	-117,9
4000	4007,8	3880,0	-127,8
4500	4486,4	4350,0	-136,4
5000	4997,5	4830,0	-167,5
RETORNO A CERO	0	0	0

Valor Nominal de carga	Lecturas después del Ajuste		
F_i (kg)	Indicación del Equipo (kg)	Indicación del Patrón (kg)	Corrección (kg)
500	500,1	500,0	-0,1
1000	1007,2	1005,0	-2,2
1500	1505,9	1503,0	-2,9
2000	2008,0	2004,0	-4,0
2500	2504,3	2500,0	-4,3
3000	3006,1	3002,0	-4,1
3500	3513,2	3507,0	-6,2
4000	4004,5	4002,0	-2,5
4500	4507,8	4506,0	-1,8
5000	4965,9	4964,0	-1,9
RETORNO A CERO	0	0	0

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C. V°B°

Jr. Thomas Cochrane Nº 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LM22-196

Número de OT: 521-2022

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura *k* =2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un período de por lo menos 4 años.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".



Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martin de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

ANEXO N°06: DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA LA PRUEBA PILOTO

TRAMO DE PRUEBA N°1

Fuente de materiales: CANTERA JUNAJUI

Material estabilizante: CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA

Dimensiones de la capa de rodadura

Ancho	3.00	m
Longitud	10.00	m
Espesor	15.00	cm

Material de cantera

MDS	2.072	gr/cm3		Contenido de humedad	
OCH	7.63	%	Proctor modificado	4.42	%

Porcentaje de adición de la ceniza

Ceniza	0.00	%	Respecto al peso seco del material de afirmado

Material de cantera con adición de ceniza en 0%

MDS	2.072	gr/cm3		Contenido de humedad	
OCH	7.63	%	Proctor modificado	4.42	%

Dosificación de materiales

Material de cantera	9,324.00	kg
	4.50	m3
Agua	309.23	kg
Ceniza	-	kg

Dosificación de materiales por m3

Material de cantera	2,072.00	kg
	1.00	m3
Agua	68.72	kg
Ceniza	-	kg

TRAMO DE PRUEBA N°2

Fuente de materiales: CANTERA JUNAJUI

Material estabilizante: CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA

Dimensiones de la capa de rodadura

Ancho	3.00	m
Longitud	10.00	m
Espesor	15.00	cm

Material de cantera

MDS	2.072	gr/cm3
OCH	7.63	%

Proctor modificado

Contenido de humedad	
4.42	%

Porcentaje de adición de la ceniza

Ceniza	12.00	%

Respecto al peso seco del material de afirmado

Material de cantera con adición de ceniza en 12%

MDS	2.045	gr/cm3
OCH	8.68	%

Proctor modificado

Contenido de humedad	
6.18	%

Dosificación de materiales

Material de cantera	8,098.20	kg
	3.96	m3
Agua	207.65	kg
Ceniza	971.8	kg

Dosificación de materiales por m3

Material de cantera	1,799.60	kg
	0.88	m3
Agua	46.14	kg
Ceniza	216.0	kg

ANEXO N°07: PANEL FOTOGRÁFICO

<table>
<tr><th colspan="2">RECOLECCIÓN DE LOS MATERIALES PARA LOS ENSAYOS EN LABORATORIO</th></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Fotografía 01: Material de la cantera Juanjui</td><td>Fotografía 02: Extracción del material de la cantera Juanjui</td></tr>
<tr><td></td><td>
</td></tr>
<tr><td>Fotografía 03: Racimos de fruta fresca de palma aceitera</td><td>Fotografía 04: Fibra y cuesco de palma aceitera</td></tr>
</table>

RECOLECCIÓN DE LOS MATERIALES PARA LOS ENSAYOS EN LABORATORIO	
	
Fotografía 05: Planta extractora de la empresa Olamsa en Neshuya	Fotografía 06: Zona de acumulación de la ceniza de palma aceitera
	
Fotografía 07: Extracción de ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera	

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO	
	
Fotografía 08: Juego de tamices para agregados gruesos	Fotografía 09: Juego de tamices para agregados finos
	
Fotografía 10: Muestra sin adición de ceniza para ensayo de granulometría	Fotografía 11: Tamizado de la muestra patrón por la malla N° 3/4

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO	
	
Fotografía 12: Tamizado de la muestra patrón por la malla de 2"	Fotografía 13: Tamizado de la muestra patrón por la malla de 1"
	
Fotografía 14: Peso del material retenido en las mallas (muestra patrón)	Fotografía 15: Muestra de ceniza para ensayo de granulometría

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO	
	
Fotografía 16: Muestreo de la ceniza para ensayo de granulometría	Fotografía 17: Peso de la muestra de ceniza a ensayar
	
Fotografía 18: Material retenido en las mallas (ceniza)	Fotografía 19: Peso del material retenido en las mallas (ceniza)

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA



Fotografía 20: Cuchara de Casagrande para ensayo de límite líquido



Fotografía 21: Preparación de la muestra para ensayo de límite líquido



Fotografía 22: Equipo listo para el ensayo de límite líquido



Fotografía 23: Aplicación de golpes a una altura de 1cm para límite líquido

ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES	
	
Fotografía 24: Zarandeo de la muestra para ensayo de abrasión Los Ángeles	Fotografía 25: Distribución de agregados para ensayo de abrasión Los Ángeles
	
Fotografía 26: Realización del ensayo en la máquina Los Ángeles	Fotografía 27: Resultados del ensayo de abrasión Los Ángeles

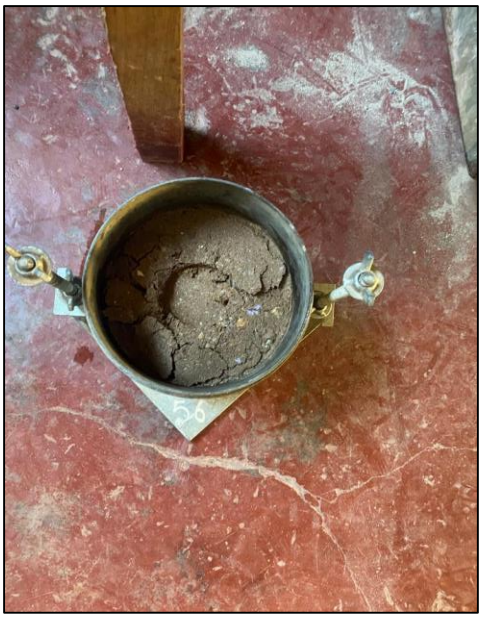
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	
	
Fotografía 28: Muestra patrón para el ensayo de Proctor modificado	Fotografía 29: Aplicación de agua a la muestra patrón (Proctor modificado)
	
Fotografía 30: Molde para el ensayo de Proctor modificado	Fotografía 31: Compactación de la muestra patrón

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	
	
Fotografía 32: Peso del molde luego de la compactación (muestra patrón)	Fotografía 33: Muestra con ceniza para el ensayo de Proctor modificado
	
Fotografía 34: Aplicación de agua a la muestra con ceniza (Proctor modificado)	Fotografía 35: Compactación de la muestra con ceniza

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	
	
Fotografía 36: Peso del molde luego de la compactación (muestra con ceniza)	Fotografía 37: Secado de las muestras en el horno (Proctor modificado)
	
Fotografía 38: Muestras con ceniza luego de ser secadas en el horno	

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE (CBR)	
	
Fotografía 39: Molde para el ensayo de CBR	Fotografía 40: Preparación de la muestra para el ensayo de CBR
	
Fotografía 41: Compactación de la muestra para el ensayo de CBR	Fotografía 42:Peso del molde luego de la compactación (CBR)

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE (CBR)	
	
Fotografía 42: Preparación del molde para sumergirlo en agua (CBR)	Fotografía 43: Colocación del manómetro de presión al molde (CBR)
	
Fotografía 44: Moldes sumergidos en el estanque (CBR)	Fotografía 45:Prensa manual con pantalla digital para ensayo de CBR

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE (CBR)	
	
Fotografía 46: Aplicación de fuerza mediante el pistón (CBR)	Fotografía 47: Lectura de la presión ejercida sobre el espécimen (CBR)
	
Fotografía 48: Espécimen luego del ensayo de CBR	

PRUEBA PILOTO - MATERIALES	
	
Fotografía 49: Material de la cantera Juanjui para prueba piloto	Fotografía 50: Ceniza de palama aceitera para prueba piloto
	
Fotografía 51: Zarandeo de ceniza de palma por malla N° 10 (prueba piloto)	Fotografía 52: Dosificación de ceniza de palma por pie cúbico (prueba piloto)

PRUEBA PILOTO - EJECUCIÓN DEL AFIRMADO EN CAMPO	
	
Fotografía 53: Material de cantera con adición de ceniza de palma en 12%	Fotografía 54: Mezclado inicial del material de cantera con ceniza en 12%
	
Fotografía 55: Mezclado final del material de cantera con ceniza en 12%	Fotografía 56: Preparación del terreno para la prueba piloto

PRUEBA PILOTO - EJECUCIÓN DEL AFIRMADO EN CAMPO	
	
Fotografía 57: Toma de muestras para ensayo de CBR de campo	Fotografía 58: Compactación manual con vibropisonador y planchadora
	
Fotografía 59:Verificación de los jurados de la prueba piloto	Fotografía 60: Presentación del afirmado terminado (prueba piloto)

PRUEBA PILOTO – ENSAYOS DE CAMPO	
	
Fotografía 61: Preparativos para el ensayo Cono de arena (prueba piloto)	Fotografía 62: Ejecución del ensayo Cono de arena (prueba piloto)