



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y líquido de pseudotallo de musa paradisiaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022

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

AUTORES:

Bach. Balmaceda Cercado, Rocio

<https://orcid.org/0000-0003-0816-8070>

Bach. Torres Aguinaga, Deylis Elizabeth

<https://orcid.org/0000-0002-6600-4034>

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio

<https://orcid.org/0000-0002-5043-6510>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura Vial

LIMA — PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios por las bendiciones.

A nuestros padres con mucho amor, por la educación que nos dieron, la confianza puesta en nosotras y animarnos a continuar en cada etapa de nuestra formación. A nuestras hermanas por sus consejos y enseñanzas en cada circunstancia.

A Joël por su comprensión y siempre creer que alcanzaría todo lo que me propusiese.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por la vida y buena salud, por ser nuestra guía y fortaleza a lo largo de todo este camino.

A nuestra familia por el apoyo Incondicional.

A nuestro co-asesor por su ayuda para llevar a cabo esta tesis.

Índice de contenidos

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	18
III. METODOLOGÍA	30
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	30
3.1.1. Tipo de Investigación	30
3.1.2. Nivel de investigación	30
3.1.3. Diseño de la investigación.....	31
3.2. Variables y operacionalización.....	31
3.2.1. Variables	31
3.2.2. Operacionalización de Variables	31
3.3. Población muestra y muestreo.....	31
3.3.1. Población	31
3.3.2. Muestra.....	32
3.3.3. Muestreo	32
3.4. Técnicas de recolección de datos	33
3.4.1. Instrumentos de recolección de datos.....	33
3.4.1.1. Validez de recolección de datos	34
3.4.1.2. Confiabilidad de recolección de datos	35
3.5. Procedimientos.....	35
3.6. Métodos de análisis de datos	58
3.7. Aspectos éticos	58
IV. RESULTADOS	60
V. DISCUSIONES.....	98
VI. CONCLUSIONES	101
VII. RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS	105
ANEXOS.....	115

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de Subrasante	22
Tabla 2. Composición de aceite residual de motores	23
Tabla 3. Características fisicoquímicas del líquido del Pseudotallo de la Musa Paradisiaca L.....	24
Tabla 4. Clasificación de suelos según su granulometría	25
Tabla 5. Valores de consistencia de un suelo.....	26
Tabla 6. Clasificación según SUCS	27
Tabla 7. Clasificación de suelos AAHSTO.....	28
Tabla 8. Especímenes de combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL) para cada calicata.....	32
Tabla 9. Acceso a la carretera Bellavista – Sambimera.....	37
Tabla 10. Coordenadas de las calicatas.....	39
Tabla 11. Resultados de ensayos de análisis granulométrico sin aditivos.....	53
Tabla 12. Resultados de ensayos de Límites sustituyendo 10% de ARM y 10% LPMPL, por agua.	54
Tabla 13. Resultados de ensayos de Límites añadiendo 15% de ARM y 15% LPMPL.	54
Tabla 14. Resultados de ensayos de Límites añadiendo 20% de ARM y 20% LPMPL.	54
Tabla 15. Resultados de Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad añadiendo 10 % de ARM + 10% de LPMPL.....	54
Tabla 16. Resultados de Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad añadiendo 15 % de ARM + 15% de LPMPL.....	55
Tabla 17. Resultados de Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad añadiendo 20 % de ARM + 20% de LPMPL.....	55
Tabla 18. Resultados de Ensayo de CBR al 100% y 95% de a MDS añadiendo 10 % de ARM + 10% de LPMPL.	55
Tabla 19. Resultados de Ensayo de CBR al 100% y 95% de a MDS añadiendo 15 % de ARM + 15% de LPMPL.	56
Tabla 20. Resultados de Ensayo de CBR al 100% y 95% de a MDS añadiendo 20 % de ARM + 20% de LPMPL.	56
Tabla 21. Comparación y análisis de los resultados de límites.....	56
Tabla 22. Comparación y análisis de los resultados de Proctor Modificado	57
Tabla 23. Puntajes de CBR al 100%.....	57
Tabla 24. Puntajes de CBR al 95%.....	58
Tabla 25. Ensayos y normas	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 26. Resumen de Contenido de Humedad y Clasificación de los suelos SUCS y AASHTO.....	60
Tabla 27. Variación de Limite Líquido.....	61
Tabla 28. Variación de Limite Plástico.....	62
Tabla 29. Índice de Plasticidad.....	62
Tabla 30. Determinación de la Densidad Máxima seca.....	63
Tabla 31. Determinación del Óptimo Contenido de Humedad.....	64
Tabla 32. Resultados de Proctor Modificado.....	65
Tabla 33. Determinación de CBR al 95% y al 100% en la Calicata 01.....	65
Tabla 34. Determinación de CBR al 95% y al 100% en la Calicata 02.....	66
Tabla 35. Determinación de CBR al 95% y al 100% en la Calicata 03.....	67
Tabla 36. Pruebas de Normalidad.....	68
Tabla 37. Descriptivos.....	70
Tabla 38. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	70
Tabla 39. Prueba de hipótesis con ANNOVA-Limite Líquido.....	70
Tabla 40. Pruebas Post Hoc. Comparaciones múltiples.....	71
Tabla 41. Subconjuntos homogéneos.....	72
Tabla 42. Pruebas de normalidad Limite Plástico.....	74
Tabla 43. Descriptivos.....	75
Tabla 44. Prueba de homogeneidad de Varianzas.....	75
Tabla 45. Prueba de Hipótesis con ANNOVA.....	75
Tabla 46. Comparaciones múltiples.....	76
Tabla 47. Subconjuntos Homogéneos.....	77
Tabla 48. Prueba de Normalidad del OCH.....	79
Tabla 49. Descriptivos.....	80
Tabla 50. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	80
Tabla 51. Prueba de Hipótesis del OCH con ANNOVA.....	80
Tabla 52. Prueba Post Hoc.....	81
Tabla 53. Subconjuntos Homogéneos.....	81
Tabla 54. Prueba de Normalidad de MDS.....	83
Tabla 55. Descriptivos MDS.....	85
Tabla 56. Prueba de Homogeneidad de Varianzas.....	85
Tabla 57. Prueba de Hipótesis MDS con ANNOVA.....	85
Tabla 58. Pruebas Post Hoc.....	86
Tabla 59. Subconjuntos Homogéneos de MDS.....	86

Tabla 60. Prueba de Normalidad de CBR al 95%.....	88
Tabla 61. Descriptivos	90
Tabla 62. Prueba de homogeneidad de varianzas	90
Tabla 63. Prueba de Hipótesis del CBR al 95% con ANNOVA.....	90
Tabla 64. Prueba Post Hoc.....	91
Tabla 65. Subconjuntos Homogéneos.....	91
Tabla 66. Prueba de Normalidad del CBR al 100%	93
Tabla 67. Descriptivos	95
Tabla 68. Prueba de homogeneidad de Varianzas	95
Tabla 69. Prueba de hipótesis de CBR al 100% con ANNOVA	95
Tabla 70. Comparaciones Múltiples.....	96
Tabla 71. Subconjuntos homogéneos.....	96

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento Cajamarca.....	36
Figura 2. Ubicación de la Carretera Bellavista, Sambimera.....	36
Figura 3. Ubicación de la Carretera Bellavista - Sambimera.....	37
Figura 4. Inicio del tramo de la carretera Bellavista – Sambimera en la progresiva 2+000	38
Figura 5. Fin del tramo en la carretera Bellavista – Sambimera en la progresiva 6+000	38
Figura 6. Levantamiento Topográfico en la carretera Bellavista – Sambimera, de la progresiva 2+000 hasta 6+000.....	39
Figura 7. Excavación de la calicata C-01 carretera Bellavista – Sambimera	40
Figura 8. Excavación de la calicata C-02 carretera Bellavista – Sambimera	40
Figura 9. Excavación de la calicata C-03 carretera Bellavista - Sambimera.....	41
Figura 10. Traslado de muestras.....	41
Figura 11. Acopio de aceite residual de motores.....	41
Figura 12. Cortar y obtener el Pseudotallo de Musa Paradisiaca L.....	42
Figura 13. (a) Laminar el Pseudotallo de Musa Paradisiaca L.(b) Pasar las láminas del Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. por la extractora de caña.....	42
Figura 14. Obtención de líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L.....	42
Figura 15. (a) Muestra de suelo y (b) Muestras de suelo seco.....	44
Figura 16. Elaboración de ensayo de análisis granulométrico.....	46
Figura 17. Elaboración de Limite líquido.....	47
Figura 18. Elaboración de Limite plástico.....	49
Figura 19. Elaboración del ensayo de Proctor Modificado.....	51
Figura 20. Aparato para determinar el índice de expansión de suelos.....	52
Figura 21. Limite Líquido (%).....	61
Figura 22. Limite Plástico e índice de Plasticidad.....	62
Figura 23. Densidad máxima seca (g/cm^3).....	63
Figura 24. Óptimo Contenido de Humedad.....	64
Figura 25. CBR al 95% y al 100% de la C-01.....	66
Figura 26. CBR al 95% y al 100% de la C-02.....	66
Figura 27. CBR al 95% y al 100% de la C-03.....	67
Figura 28. Prueba de Normalidad de Limite Líquido.....	69
Figura 29. Tratamiento de Limite Líquido.....	69

Figura 30.	Media de Limite Líquido.....	73
Figura 31.	Prueba de Normalidad de Limite Plástico.....	74
Figura 32.	Tratamiento de Limite Plástico.....	75
Figura 33.	Media del Limite Plástico	78
Figura 34.	Tratamiento del OCH.....	79
Figura 35.	Media del OCH	82
Figura 36.	Prueba de Normalidad MDS	84
Figura 37.	Tratamiento de la MDS.....	84
Figura 38.	Media de MDS.....	87
Figura 39.	Prueba Normalidad de CBR al 95%	89
Figura 40.	Tratamiento de CBR al 95%	89
Figura 41.	Media del CBR al 95%.....	92
Figura 42.	Prueba de Normalidad del CBR al 100%.....	94
Figura 43.	Tratamiento del CBR al 100%	94
Figura 44.	Media de CBR al 100%	97

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el óptimo porcentaje en la sustitución de ARM y LPMPL, por agua en la estabilización de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera. El tipo de investigación es aplicada, nivel explicativo, diseño cuasiexperimental, con una población conformada por la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera con una longitud de 11 km, ubicada en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, la muestra será el suelo natural a nivel de subrasante, con una longitud de 4.6 km (2+000km al 6+600km), extrayéndose muestras de suelo en este tramo de estudio (C-01, C-02 y C-03), de las cuales se elaboraron especímenes con distintas dosificaciones con la sustitución de ARM y LPMPL y un espécimen de Suelo Natural (SN). La metodología del estudio de suelos estuvo regida según Norma E.050, fue la obtención de muestras de suelos en cada punto, luego se realizaron los ensayos de laboratorio del SN y con las diferentes dosificaciones. Los principales resultados de los indicadores LL, LP, OCH, DMS, CBR al 95% y CBR al 100% tuvieron influencia y lograron el óptimo porcentaje en la sustitución de la combinación de ARM y LPMPL., por agua, en la estabilización de la subrasante. Se concluye, según tratamientos que las dosificaciones (20%+20%) mejoró en el LL (24% en la C-02); LP: de la C-01 y la C-02 tuvo variación hacia la subida en un 3% y un 8% con respecto a la muestra patrón (SN); y MDS: 2,5033 g/cm³, respecto al SN: 2.13 g/cm³; mientras que con (10%+10%) mejoró el OCH (C-01 y C-02, valores de 0,48% y 1.21% respectivamente); CBR al 95%: 32,030 respecto al SN; y CBR al 100% (48.1833 respecto al SN: 34.6333).

Palabras Clave: Liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., Aceite Residual de Motores, Estabilización de la subrasante.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the optimal percentage in the substitution of ARM and LPMPL, by water in the stabilization of the subgrade of the Bellavista, Sambimera highway. The type of research is applied, explanatory level, quasi-experimental design, with a population made up of the subgrade of the Bellavista, Sambimera highway with a length of 11 km, located in the district of Bellavista, province of Jaén, department of Cajamarca, the sample will be the natural soil at subgrade level, with a length of 4.6 km (2+000km to 6+600km), extracting soil samples in this study section (C-01, C-02 and C-03), from the which specimens with different dosages with the substitution of ARM and LPMPL and a specimen of Natural Soil (SN) were elaborated. The methodology of the soil study was governed by Standard E.050, it was the obtaining of soil samples at each point, then the laboratory tests of the SN and with the different dosages were carried out. The main results of the indicators LL, LP, OCH, DMS, CBR at 95% and CBR at 100% had an influence and achieved the optimal percentage in the substitution of the combination of ARM and LPMPL., by water, in the stabilization of the subgrade. It is concluded, according to treatments, that the dosages (20%+20%) improved in the LL (24% in the C-02); LP: from C-01 and C-02 it had a variation towards the rise of 3% and 8% with respect to the standard sample (SN); and MDS: 2.5033 g/cm³, with respect to SN: 2.13 g/cm³; while with (10%+10%) the OCH improved (C-01 and C-02, values of 0.48% and 1.21% respectively); CBR at 95%: 32,030 compared to SN; and CBR at 100% (48.1833 compared to SN: 34.6333).

Keywords: Musa Paradisiaca L. Pseudostem Liquid, Residual Motor Oil, Subgrade Stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente a **nivel internacional** uno de los problemas que agobia a la humanidad es la contaminación del medio ambiente provocada por el hombre mismo, y que desde la primera revolución industrial los efectos han sido notorios y crecen cada vez más. Solo la industria automovilística viene generando efectos muy nocivos con la emisión de gases, como los EE. UU que produce $\frac{3}{4}$ parte de monóxido de carbono, 90% de la emisión de hidrocarburos, la mitad de óxidos de nitrógeno y el 40% de emisiones tóxicas provenientes del transporte automotor en el mundo; por otro lado, los residuos que genera para su funcionalidad son tales sus efectos contaminantes, que inciden directamente en los suelos, fuentes de agua y ecosistemas, hablese del aceite residual de motores que su producción cada vez es progresiva y que solo en Europa se producen 4934228 toneladas anuales de este lubricante que tiene altas demandas en el mundo (Lira, 1999, p.3). El aumento de la demanda vehicular es cada vez más, cuya tendencia se embarca a que los impactos ambientales sean más peligrosos en el tiempo (Akar, Bas, Yildizhan, Serin. y Ozcanli, 2018, p.2). Se pronostica que a nivel mundial la industria automovilística ha tenido un aumento generalizado de ventas de vehículos menores y automóviles, y con ello la generación de residuos tóxicos que se derivan del uso de lubricantes, aceites procesados y transformadores, que generan miles de millones de galones de aceite residual al año. Solo en España, según datos oficiales se producen 469141 toneladas de aceite residual de motores (ARM), que habitualmente son desechadas (Unnisa y Hassanpour, 2017, p.607). Por otro lado, en Colombia se pronosticó que el año 2020 se produjo 14.76 millones de galones anuales de este insumo, los cuales han sido usados de forma discriminada y sin tratamientos, generando un problema ambiental generalizado. La búsqueda de alternativas ambientalistas amigables con este elemento residual se ha visto abocadas al rubro ingenieril, sin resultados prometedores, por ello surge la evaluación de alternativas de su uso con otro elemento y en conjunto dar lugar a un nuevo material innovativo con mejoras en sus propiedades, con el fin de tener mejoras significativas aplicativas en el campo de la ingeniería (Del Castillo y Orobio, 2021, p.2). El ARM suele ser tan contaminante que sus consecuencias son no deseadas, solo un litro es capaz de pervertir un millón de litros de líquido básico,

así como producir una capa impermeabilizante sobre el agua, asfixiando a los seres vivos que la habitan. Tan contaminante para el aire conforme sea su proceso de desecho, que al quemarlo genera gases muy tóxicos de dioxinas y furanos que se consideran cancerígenos, y vertidos directamente al suelo perjudicaría su fertilidad, muerte de los microorganismos existentes y contaminación de las aguas subterráneas que serán nocivos y persistentes en el tiempo (Ramadass, Megharaj, Venkateswarlu y Naidu, 2015, p.72). A **nivel nacional** se estima que se comercializa aproximadamente 140 millones anuales de aceites lubricantes, repartidos entre los diversos ofertantes, de los cuales el 60% está centrado en la capital y el resto en la mayoría del centro y norte del país, con el pasar de los años esta cifra ira incrementándose con la adquisición de vehículos livianos y motocicletas, lo cual generaría perjuicios ambientales ante la falta de políticas de tratamiento y reciclaje del ARM (Bernal, 2018, p.1). La habitualidad de las mecánicas motores, servicentros y oleocentros, hoy en día es arrojar el ARM directo al suelo de sus locales de atención, frontis entre otros lugares con el único fin de proporcionar dureza, eliminar el polvo y evitar el lodo a causa de las lluvias. Siendo la principal causa la deficiencia de los suelos que se presentan en el país. El ARM posee propiedades estabilizantes del suelo mejorándolo de un estado de suelo inadecuado a uno regular, siendo no suficiente para poder ser empleado en la estabilización de suelos, es por ello que se está en la búsqueda de un elemento que ayude a contribuir mejorar las propiedades del ARM para poder obtener valores significativos en rubro ingenieril. Solo en lima las concentraciones del ARM, se estima que supera los 22 millones anuales de galones, dividiéndose en 60% al parque motor, 21% al industrial, 9% para transmisión y el 10% marino y aviación, lo cual la falta de capacidad de regulación de gestión, ha generado un impacto negativo ambiental que cada día va en aumento, es por ello que embarga en la búsqueda de metodologías constructivas ecológicas para el uso de este lubricante residual adaptado con otro elemento que aporte a mejorar sus propiedades para usos estabilizantes y tener un mejor aprovechamiento de los recursos y un menor impacto ambiental (Cubas y Manay, 2021, p.20). El Perú geotécnicamente se caracteriza porque sus suelos su mayoría presenta deficiencias en sus características físicas y mecánicas, entres los suelos que resalta son los suelos con material fino, suelos arcillosos o limosos, que son un problema general, y

directamente en la ingeniería creando dificultades específicas en las construcciones, estos suelos suelen presentar bajas capacidades soportes, plasticidades altas y expansión volumétrica (Nuñez y Olivera, 2021, p.1). A **nivel local** la ciudad de Jaén no es ajena a la realidad problemática descrita, la visualización de como las mecánicas locales desechan el aceite residual al suelo, y según Velásquez (2018), por dos razones la primera porque no tienen la capacidad de almacenamiento y tratamiento y la segunda por mejorar el suelo del lugar de labor. A nivel local existe la predominancia de suelos sedimentarios y de cuna aluvial conformados por limos - arcillosos, que son característicos de ser deficientes por su baja capacidad soporte y que en su mayoría estos tipos de suelo lo conforman las subrasantes de las vías, siendo un problema para su construcción, surgiendo la necesidad de reemplazarlos o mojarlos mediante adiciones químicas (p.2).

Es por ello que el presente estudio plantea como **problemática global** la siguiente interrogante: ¿Como influye la sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la estabilización de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022? Entre los **problemas específicos** tenemos: **primero.** - ¿Como influye la sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el límite líquido (LL) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?, **Segundo.** - ¿Como influye la sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el límite plástico (LP) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?, **Tercero.** - ¿De qué manera influye la sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el óptimo contenido de humedad (OCH) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?, **cuarto.** - ¿En qué medida influye la sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la máxima densidad seca (MDS) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?, **quinto.** - ¿Cuál es la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la capacidad soporte CBR al 95% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?, y **sexto.** - ¿Cuál es la influencia de la sustitución

de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la capacidad soporte CBR al 100% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?

Por otro lado, la presente investigación se justifica porque proporcionará un impacto positivo para la ciudad, que incluye a la infraestructura vial en el campo ingenieril y siendo amigables con el medio ambiente, para lo cual se plantea lo siguiente: **justificación práctica** mediante las nuevas aplicaciones metodológicas se buscará generar nuevos conocimientos acerca de la influencia que tendrá la sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en las características físicas y mecánicas de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca, **justificación social** recabe la importancia de que toda infraestructura vial se encuentre en óptimas condiciones para su transitabilidad y su tiempo de vida sea útil y optimizado, para que todo esto se dé, se necesita que los diferentes proyectos deben de ser amigables, en calidad, técnicas y económicas. Las comunidades necesitan de infraestructura vial en buenas condiciones para el favorecimiento del tránsito y con dar fluidez al comercio, turismo, desarrollo económico, educación, etc. **Justificación ambiental** la implicancia en el presente proyecto tendrá obligación y responsabilidad de dar un uso alternativo al ARM combinado con líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. para la estabilización de suelos, siguiendo procedimientos y modelos metodológicos para ser aplicados de tal manera no generar contaminación al subsuelo y ecosistema con el uso de este elemento, o en su defecto causar un riesgo menor de contaminación. **Justificación económica** Se buscará estabilizar un suelo con un elemento residual combinado con líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. que son de fácil adquisición y con costos muy baratos, que beneficiarán económicamente en la construcción de infraestructura vial, teniendo su manifestación mediante sus indicadores como los son: límites de Atterberg, OCH, DMS, capacidad soporte CBR.

Como objetivos para el presente proyecto se han formulado los siguientes: **Objetivo general:** Determinar el óptimo porcentaje en la sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la estabilización de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera,

Cajamarca-2022. Y como **objetivos específicos:** **primera.** - Determinar la influencia de la sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el límite líquido (LL) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Segunda.** - Determinar la influencia de la sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el límite plástico (LP) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Tercera.** - Evaluar la influencia de la sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Cuarta.** - Determinar la influencia sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Quinto.** - Identificar la influencia la sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la capacidad soporte CBR al 95 % de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. Y **Sexto.** - Identificar la influencia la sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la capacidad soporte CBR al 100 % de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

Asimismo, se ha formulado las siguientes Hipótesis. **Hipótesis General:** El óptimo porcentaje de sustituir la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, estabilizara la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Hipótesis específicas:** **primera.** - La sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejorará el límite líquido de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Segundo.** - La sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejorará el límite plástico de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Tercero.** - La sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, disminuirá el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Cuarto.** - La sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa

Paradisiaca L., por agua, aumentará la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. **Quinto.** - La sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentará el CBR al 95% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022. Y **Sexto.** - La sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentará el CBR al 100% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** tenemos Del Castillo y Orobio (2020) en su investigación denominada **“Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante”**, su objetivo fue buscar una alternativa para mejorar suelos finos de subrasantes con desechos. La investigación fue de tipo aplicada, con un nivel explicativo y diseño experimental. Su población lo conformó todos los suelos tipo MH. Entre sus resultados principales tenemos que la **Máxima Densidad Seca (MDS)** es directamente proporcional a la adición del aceite de motor usado, donde la MDS para adiciones de 8%, 12% y 16% tuvo un aumento de 4.5%, 5.7% y 7% respectivamente. Concluyó que la MDS tuvo un ligero aumento en un 7% para dosificaciones mayores al 4% de aceite de motor usado.

De acuerdo con Moncayo (2018) en su tesis investigación **“Estudio del efecto del aceite de motor usado, en la resistencia a corte y CBR de los suelos finos (MH) en la ciudad de Cali”**. Tuvo como objetivo profundizar la influencia del aceite residual de motor en la resistencia mecánica de un suelo. La investigación fue de tipo aplicada, con nivel explicativo y diseño tipo experimental. Su población los conformo los suelos tipo MH de la ciudad del Cali – Colombia. Su resultado principal demuestra que para **CBR al 95% de la MDS a 0.1”** se presenta una disminución para el 4% de aceite motor usado y para las adiciones de 12% y 16% un incremento significativo. Concluyó que el aceite de motores usados mejora significativamente la capacidad soporte CBR con adiciones mayores a 4%.

Afirma, Obeta y Ohwogano (2015) en su artículo denominado **“Application of used engine oil in soil - cement stabilization”** Cuyo fin fue investigar la influencia del aceite residual de motor en suelos mejorados cemento portland. La investigación fue de tipo aplicada, con un nivel exploratorio y diseño experimental. Su población lo conformó los suelos como grava arcillosa (GC) Y arenas arcillosas (SC) estabilizadas con cemento. Entre sus resultados tuvo que los suelos poseen un aumento significativo en 240.37% y 130.45% de su **CBR al 95% de la MDS a 0.1”**, para adiciones de 3% de aceite usada para muestras de 8% estabilizado con cemento. Concluyo que el aceite residual es un elemento prometedor para mejorar las propiedades del suelo.

De acuerdo con Sadeeq y Salahudeen (2015) en su artículo **“Assessment of bagasse ash effect on the california bearing ratio of used oil contaminated lateritic soils”** Que tuvo como fin verificar el efecto de la ceniza de bagazo en suelos con aceite usado. La investigación fue de tipo aplicada y diseño tipo experimental. Su población lo conformo suelo letrita marrón rojiza de la aldea de Shinka, Zaria, Kaduna de país de Nigeria. Entre sus resultados tenemos resultado el **índice de plasticidad (IP)** disminuyo en 2.60%, al contaminar el suelo con 6%de aceite usado. Concluyó que los suelos contaminados deben con aceite deben evitar su uso como material de construcción.

Como **antecedentes nacionales** tenemos según Jalanoca (2021) En su tesis titulada **“Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la carretera Platería Perka, Puno 2021”**. Su objetivo fue determinar la influencia de aceite residual en las características del suelo de la carretera Platería Perka – Puno. La investigación fue de tipo aplicada y diseño tipo experimental. Su población lo conformo los suelos de la subrasante de la carreta Platería Perka – Puno. Su resultado tenemos que, para el **óptimo contenido de humedad** del Proctor, que el espécimen de 0%, se tuvo un porcentaje de 8.64%, y al adicionar aceite residual en 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5% son reducidos en 8.58%, 8.50%, 8.13% y 7.79%. concluyendo que el aceite residual disminuye el contenido de humedad.

De acuerdo con Guerra (2019), con su tesis titulada **“Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes”**. Su objetivo fue determinar la capacidad portante de tres suelos arcillosos mediante la adición de fibra de pseudotallo de plátano con diferentes porcentajes. Su población fueron suelos arcillosos de calicatas aledañas a la carretera Namora-Llacanora. En sus resultados tenemos el **Óptimo Contenido de Humedad** del Proctor modificado, para la muestra patrón sin adición su OCH es 30% y cuando se incorpora la fibra pseudotallo de plátano al 0.25%, 0.50% y 0.75%, disminuyó en 4.00%, 1.98% y 1.5%. Concluyendo que con la incorporación de fibra de pseudotallo de plátano reduce el óptimo contenido de humedad.

También Cabrejos y Murga (2021) en su tesis titulada **“Estabilización de afirmados con residuos de lubricantes vehicular en el camino rural del centro poblado de cambio puente – Chimbote”**. Tuvo como objetivo estabilizar afirmado

con adiciones de residuos de lubricante vehicular en la subrasante de un camino rural. La investigación fue tipo cuantitativo, con nivel descriptivo y diseño experimental. La población lo conformo las canteras La víbora y Guadalupito del centro poblado de cambio puente de Chimbote. Entre sus resultados principales tuvo que el **CBR al 100% de la MDS a 0.1** para la cantera La víbora y para adiciones de 0%, 1.5%, 3% y 4.5% de lubricante se obtuvo CBR de 48.04%, 66.31%, 87.45% y 68.69% respectivamente y para la cantera Guadalupito para los mismos porcentajes obtuvo CBR de 86.67%, 121.92%, 156,42% y 120.82% respectivamente. Concluyó que las adiciones de lubricante son directamente proporcionales a los valores de CBR mejorándolo significativamente.

Por otro lado, Ventura (2021) en su tesis titulada **“Adición de aceite quemado y caucho reciclado para la estabilización de suelo cohesivo de subrasante Punchauca, Carabaylo-2021”**. Tuvo como objetivo de analizar la influencia de aceite quemado y caucho reciclado para estabilización de suelos cohesivos. La investigación fue aplicada, nivel explicativo y su diseño cuasiexperimental. Su población fue la subrasante de los 5.6 km de la vía principal del Asentamiento Humano Punchauca. Entre sus principales resultados el **LL**. sin adición se obtuvo un 48.28% y con las dosificaciones de D1=8%+9%, D2=8%+8%, D3=9%+9% y D4=9%+8% se obtuvieron como resultados 43.69%, 40.34%, 39.76% y 39.91%. Se concluye que la mejor dosificación para el límite líquido es D3=9%+9% mejorando de manera óptima.

Asimismo, Buendía (2018) en tesis titulada **“Efectos del aceite quemado en las propiedades mecánicas del suelo cohesivo, Satipo, Junín”**. Cuyo fin determinar el efecto del aceite de desecho en las propiedades físicas – mecánicas para un suelo cohesivo de una subrasante de la trocha carrozable Pitucuna. La investigación fue aplicada, con nivel explicativo y tipo experimental. Su población lo conformo la subrasante de la trocha carrozable Pitucuna, de la ciudad de Satipo, departamento de Junín. Entre uno de sus resultados principales tenemos que al adicionar aceite quemado en los porcentajes de 0%, 5%, 10 y 15% se tiene resultados de **LP** de 19.79%, 22.14%, 24.58% y 25.33% respectivamente. Concluyó que las adiciones de aceite quemado son directamente proporcionales a lo resultado del LP, no siendo favorables en tiempo cortos, sin embargo, que mayor tiempo de secado tiende a endurecer el suelo fortaleciendo sus propiedades.

Como podemos observar con More y Ydrogo (2019), con su tesis titulada **“Estabilización de la subrasante de suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi-Chirapa, 2019”**. El objetivo fue estabilizar los suelos adicionando la resina del plátano. La investigación fue tipo aplicada, enfoque cuantitativo, con diseño experimental. Su población y muestra estuvo conformada por los suelos arena arcillosa de la carretera del tramo Cacatachi-Chirapa. Entre sus principales resultados principales la **Máxima Densidad Seca** con la adición de la resina de plátano en 1.25%, 2.50%, se incrementó 0.10 gr/cm³ y con el 5.00% de la resina de plátano disminuyó el peso, reduciendo la DMS. Se concluye observando que con las dosificaciones de 1.25% y 2.50% se incrementa 0.10 gr/cm³ y se determina que el porcentaje más adecuado es el 2.50%.

Entre los **antecedentes locales**, en la tesis de Chura (2019), titulada **“Capacidad Soporte (CBR) de suelo arcilloso con extracto de tallo de plátano en la carretera Huallanda-Santa Rosa, Jaén”**. Tuvo como objetivo determinar el efecto de incorporar el extracto de tallo de plátano en el CBR del tipo suelo arcilloso. La investigación fue aplicada, de enfoque descriptivo y tipo experimental con enfoque cuantitativo. Su población, conformada por los suelos arcillosos de la carretera Huallanda-Santa Rosa. Sus resultados indican que el **CBR al 95% de la MDS a 0.1”** se modifica significativamente porque se aprecia que a medida que aumenta en 2.5% y 5.0% el extracto de tallo de plátano el CBR incrementa en 1%, mientras que para 7.5% y 10.0% el CBR empieza a disminuir. Se concluye que hay mejoras del suelo arcilloso en la carretera Huallanda con adiciones de 2.5% y 5.0% de extracto de tallo de plátano logrando incrementar el CBR en 1%.

A continuación, se redacta las **bases teóricas**, que tengan relación directa con las variables de estudio, de tal forma ampliar información referente el tema y tener mejor entendimiento del mismo. Las **carreteras** son vías de comunicación ubicada fuera del ámbito urbano, cuyo fin está destinado a la conexión de comunidades mediante la circulación vehicular (Ortega, 2018, p.2). **Clasificación según el tipo de rodadura: Caminos no Pavimentados** se le denomina caminos no pavimentados a los que solo tiene revestimiento granular afirmado o en su defecto se encuentran en suelo natural. y son caracterizadas por poseer volumen

de transitividad bajo (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014, p.86). **Caminos Pavimentados**, se le denomina caminos pavimentados aquellos que tienen como superficie rodadura, pavimentos flexibles, semirrígidos o rígidos, que presentan diversas capas debajo de estos con el fin de tolerar las cargas vehiculares óptimamente, por tales motivos son más suaves y tienen capacidad de conectar en tiempos cortos los lugares. Son habitualmente caracterizadas por presentar un nivel de tránsito de medio a alto (Yang, Hu, Ahmed y Huang, 2020, p.3). **Estabilización de suelos**, es un método cuyo fin es mejorar las propiedades del suelo ya sean físicas, mecánicas o químicas, llevando a que este posea óptimas condiciones de respuesta (Firoozi, Firoozi y Baghini, 2017, p.2). **Tipos de estabilización: Estabilización química**, este tipo de estabilización consiste en la adición de diversos elementos químicos, que tienden a formar un elemento sólido con características mejoradas. Entre los agentes más estabilizantes químicos tenemos: cal, cenizas, cemento portland, asfalto, aditivos, magnesio, escoria, cloruro de sodio, magnesio y calcio, polímeros, entre otros (Archibong, Sunday, Akudike, Okeke y Amadi, 2020, p. 103). **Estabilización mecánica**, consiste en mejorar el suelo, sin adicionar o cambiar algún elemento, manteniéndose su estructura y composición, utilizándose solo la compactación para firmeza y macidez al suelo (Sanchez, Eneque y Muñoz, 2020, p.55). **Estabilización física**, este tipo de estabilización produce solo cambios físicos del suelo, entre los métodos que se destacan son: las mezclas de suelos, uso de geotextiles, vibroflotación, estabilización por concentración y consolidación previa (Sanchez et al, 2020, p.55). **Subrasante**, se refiere al nivel fijo que se pretende llegar en un proyecto y este se da una vez realizado el corte de terreno, donde se asentará la estructura del pavimento que habitualmente está compuesta por subbase, base y carpeta rodadura. Suelo natural cuyo fin es brindar el adecuado soporte a la estructura de pavimento asegurando la distribución eficaz de fuerzas vehiculares (Marecos, Solla, Fontul, y Antunes, 2017, p.76).

Tabla 1. Tipos de Subrasante

Tipo de subrasante	CBR %
subrasante inadecuada	< 3%
subrasante Insuficiente	>= 3% a < 6%

subrasante regular	>=6% a <10%
subrasante buena	>=10% a <20%
subrasante muy buena	>=20% a <30%
subrasante excelente	>=30%

Fuente: Tomado del Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.

Aceite residual de motores, elemento residual producto de un lubricante de motor que después de haber sido usado en un tiempo determinado es desechado, con características particulares como contaminantes volátiles, solubles, insolubles, óxido de metales que contienen óxido de plomo y desgastes metálicos (Fong, Quiñonez y Tejada, 2017, p.137). **Composición general del aceite residual de motores**, durante el proceso de su uso el aceite incorpora una serie de sustancias organometálicos que se relaciona al plomo de gasolinas, elementos azufrados, ácidos orgánicos, hidrocarburos, PNA y partículas metálicas.

Tabla 2. *Composición de aceite residual de motores*

Contaminantes	Aceites lubricantes		Aceites industriales
	Motor Diesel ppm	Motor gasolina ppm	
Cadmio	1.1	1.7	6.1
Cromo	2	9.7	36.8
Plomo	29	2.2	217.7
Zinc	332	951	373.3
Cloro total	3600	3600	6100
PCB's	20.7	20.7	957.2

Fuente: Tomado de Freire, Ramos, Bravo y Padilla, 2020.

Aceite residual de motores en el suelo, una de las características principales que el aceite residual de motor al suelo en tiempos largos es aumenta su densificación, disminuye la permeabilidad notablemente, elimina el impacto de iones y en tipos de suelos específicos aumenta su máxima densidad seca y por ende su capacidad soporte CBR. Todo es acompañado de una correcta compactación (Fong et al, 2017, p.137). **Polímeros naturales**, son elementos provenientes de la naturaleza ya se del reino animal o vegetal, entre los destacan son la celulosa, ácido algínico, quitina y chitosan, sulfato de condroitina, almidón, ácidos nucleicos y ácido

hialurónico (Bhatia, 2016, p.101). **Plátano (Musa Paradisiaca L.)**, es una planta de la familia del banano común, originario de Asia y conocida por una especie de origen vegetal de frutos comestibles y nutritivos, que llegó a Latinoamérica en el año de 1516 y actualmente es uno de los productos agrícolas que más se comercializan en el mundo. El Pseudotallo del plátano mide entre 2 a 5m de altura y sus hojas entre 2 a 3 m, llegando la planta alcanzar hasta 8m con sus hojas, según su taxonomía pertenece el reino planta, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, orden Zingiberales, familia Musaceae, genero Musa y especie Musa paradisiaca L (Ekpete, Marcus y Osi, 2017, p.1). **Características del Líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L.**, el pseudotallo del plátano posee dentro de su estructura un elemento líquido en grandes cantidades con un densidad viscosa y pegajosa, se puede extraer entre 5 a 15 litros por planta. A continuación, se presenta una tabla con las propiedades fisicoquímicas del líquido del pseudotallo del plátano.

Tabla 3. *Características fisicoquímicas del líquido del Pseudotallo de la Musa Paradisiaca L.*

Análisis	Contenido
Humedad	96.71%
Cenizas	0.37%
Almidón	7.31 %
Na	90.0 ppm
K	151,0 ppm
Ca	92.0 ppm
Mg	85.0 ppm
Fe	85.5 ppm
Zn	28.7 ppm

Fuente: Tomado de Vargas, Martínez y Guarnizo 2013.

Polímeros naturales como estabilizantes, esta representa a un sistema de estabilización química con productos naturales, donde las moléculas se ubican en unión consecutiva o ramificada cada tipo de polímero posee actuaos determinados, mediante los cuales alteran la composición del suelo, disminuyendo la expansión, disminuyendo la humedad y mejorando la densidad del suelo con optimas respuestas de compactación (Chen, 2016, p1). **Líquido de Pseudotallo**

de Musa Paradisiaca L. como estabilizante, representa una estabilización química con productos poliméricos naturales, se ha determinado que este elemento ha aportado en mejorar las características mecánicas de suelo, como disminuyendo el contenido de humedad del suelo, generando que su densidad y capacidad soporte aumente, así como contribuir a que la expansión del suelo disminuya notablemente (Ayeldeen; Negm y EL Sawwaf, 2016 p1). **Estado del arte: Análisis granulométrico por tamizado**, consiste en determinar medidas de las partículas, graduación del suelo, realizándose la separación del suelo según su tamaño, mediante un proceso de tamizado con una serie de mallas de diferentes aberturas (3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200, donde los retenidos en cada malla se representan porcentualmente en función al peso de la muestra seca. Con el presente ensayo se puede clasificar el suelo según su granulometría (Kraemer, Fernández, Ceddia, Ignacio y Morrás, 2016, p.164).

Tabla 4. *Clasificación de suelos según su granulometría*

Tipo	Descripción	Tamaño (mm)
	Bolonería	> 60
Suelos granulares	Grava	
	Gruesa	60-20
	Media	20-6
	Fina	6-2
	Arena	
	Gruesa	0.6-2
	Media	0.2-0.6
	Fina	0.08-0.2
Suelos cohesivos	Limo	
	Gruesa	0.02-0.08
	Media	0.006-0.02
	Fina	0.002-0.006
	Arcilla	
	Arcilla	<0.002

Fuente: Tomado de Freire, Ramos, Bravo y Padilla, 2020.

LP, Es la cantidad de agua por debajo donde el suelo actúa como no plástico. Técnicamente se refiere a la óptima porción de agua el cual el suelo se rompe, al enrollar filamentos de 1/8", rodándose en una superficie lisa. **LL**, Es la cantidad de

agua por debajo donde el suelo actúa como plástico, tiende a tener una característica de fluidez viscosa. Arbitrariamente es la resistencia al corte que goza un suelo con una cantidad determinada de humedad, para cerrar el surco con golpes que equivalen a un esfuerzo de 1gr/cm². **IP**, no es más que la sustracción del LL y LP, y da información del grado de plasticidad del suelo (Hernández, Figueroa y Martínez, 2019, p. 54).

Tabla 5. Valores de consistencia de un suelo

Descripción	suelo		
	Arena	Limo	Arcilla
(LL)	15-20	30-40	40-150
(LP)	15-20	20-25	25-50
IP	0-3	10-15	10-100

Fuente: Tomado de García y Frankenstein (2015).

Clasificación de suelos según SUCS, es representada por una carta de plasticidad, la cual clasifica al suelo en material fino y grueso, tomando como finos a las arcillas, limos, orgánicos y como materiales gruesos a las gravas y arenas (Camilo y Cruz, 2018, p.380). **Clasificación de suelos según AASHTO**, fue desarrollado por Terzaghi y Hogentogler, siendo una de las más usadas en el mundo el campo de vías. Uno de los fundamentos del método AASHTO es obtener su índice de grupo, para los cuales lo suelos granulares poseen valores entre 0 y 4, lo suelos limosos valores de 8 a 12 y para los arcillosos de 11 a 20 o mayores (Camilo y Cruz, 2018, p.380). la formula a usar en la siguiente:

$$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005(LL - 40)) + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

Donde:

F = % de pasa el tamiz N° 200

LL = Limite líquido

Ip = Índice de plasticidad

Tabla 6. Clasificación según SUCS

		Fases		Simbología	Nombres típicos	Criterio de clasificación en laboratorio				
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	(la abertura del tamiz N° 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menor partícula apreciable a simple vista)	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar % de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%>GW, GP, SW, SP. >12%>GM, GC, SM, SC.5 al 12%>casos límite que requieren usar doble símbolo.	Cu=D60/D10>4, Cc=(D30)/D10xD 60 entre 1 y 3			
			Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.			
			Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.		
				SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.					
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.					
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. Limos inorgánicos y arenas muy finas,						
		SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: LL menor de 50	ML	limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		CARTA DE PLASTICIDAD			
				CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.		Para la clasificación de suelos de partículas finas en Lab.			
				OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.					
			Limos y arcillas: LL mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.					
CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.									
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.									
Suelos muy orgánicos	PT		Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.							

Fuente: Tomado de García y Frankenstein (2015).

Tabla 7. Clasificación de suelos AAHSTO

Clasificación generalizada	Suelos Granulares							Suelo Finos				
	35% máximo que pasa por el tamiz de 0.0075 mm (N°200)							más de 35% pasa por el tamiz de 0.0075 mm (N°200)				
Clasificación de Grupal	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5	A - 7 - 6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	min. 51									
F:0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 26	máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Propiedades de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)												
Propiedades de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41
IP	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	min. 11
Tipo de suelo	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosa o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Clasificación de la sub rasante	Excelente a Bueno						Regular a Deficiente					

a) IP del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30

(b) IP del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30

Fuente: Tomado del Ministerio de transportes y comunicaciones
Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014

Relación humedad/densidad (Ensayo de Proctor), el fin de este ensayo es hallar el OCH que debe tener un suelo para ser compactada con un pisón de 4.5gk y 460mm de caída y alcanzar su máxima densidad. La compactación es fundamental para que el suelo alcance su optima resistencia mejorando su densidad y disminuir la porosidad del suelo (Kumar y Gupta, 2016, p.4).

Capacidad soporte CBR, es un ensayo de laboratorio que mide la resistencia que tiene un suelo al corte en condiciones desfavorables (humedad) y golpes de compactación. Según la norma que rige este ensayo, mide la presión adecuada para que un pistón penetre el suelo a una velocidad de constante de 1.27mm/min a 0.1" y 0.2" de profundidad. Cuando el resultado de un $CBR \leq 6\%$ se realizará estabilización o mejoramiento del suelo (Wilches, Díaz y Ávila, 2018, p.2068).

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Afirma Nicomedes (2018, p.3), que según el tipo de investigación se dividen en, según su enfoque que puede ser **cuantitativo o cualitativo** o una combinación de ambos y según su propósito que puede ser **básica, aplicada y profesional**. De lo mencionado anteriormente y analizando conceptos, se tiene que la presente investigación tiene un **enfoque cuantitativo** porque se usará datos numéricos del análisis de datos para responder a las preguntas de investigación y verificar las hipótesis planteadas. Y según su fin es de **tipo aplicada**, porque generarán nuevos conocimientos mediante la aplicación de una nueva metodología de sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, al suelo de una subrasante, lo cual se evidenciarán su efecto mediante el cambio en las características del suelo.

3.1.2. Nivel de investigación

Según Arias y Covinos (2020, p.70), presenta una clasificación resumida de cuatro niveles de investigación: el **Exploratorio**, refiere al estudio o investigación de un problema o tema no nunca ha sido abordado anteriormente, el **Descriptivo**, se aboca generalmente a describir eventos, fenómenos, en circunstancias específicas, el **Correlacional**, habitualmente este tipo de estudio se usa cuando la investigación posee mayor o igual variables de estudio enlazadas entre sí, el **Explicativo**, es tipo de estudio se caracteriza por el explicar las causas de un fenómeno y comprobación de las hipótesis. Tomando en cuenta las definiciones de los conceptos descritos anteriormente, se determina que la investigación es de **nivel explicativo**, puesto que se explicarán los procedimientos empleados para la sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el suelo de una subrasante, así como la comprobación de las hipótesis planteadas con los resultados finales.

3.1.3. Diseño de la investigación

Según Arias y Covinos (2020, p.73), refiere el diseño son los procedimientos que se tienen q realizar para la ejecución de la investigación, lo cual refiere que existe dos tipos de diseño: El **Experimental**, es aquel que tiene como fundamento la causa y efecto, comprobando o negando teorías, examinando el efecto de un variable sobre la otra. Y **No experimental**, aquí las variables de estudio no son manipuladas, solo se estudian en su nivel natural.

El presente trabajo de investigación es **experimental** puesto que se manipulará las variables independientes al sustituir diversos porcentajes de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, al suelo de una subrasante.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Variable independiente: Aceite residual de motores y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L.

Afirma Rodríguez y Burneo (2017, p.42) que una variable independiente es la que siempre condonará o realizará un cambio en la variable dependiente.

Variable dependiente estabilización de la subrasante.

De acuerdo con Rodríguez y Burneo (2017, p.44) refiere que la variable independiente está en función de la independiente y siendo el resultado que se espera.

3.2.2. Operacionalización de Variables

Ver Anexo 02.

3.3. Población muestra y muestreo

3.3.1. Población

Afirma Ventura (2017, p. 648), que la población está conformada por el total de elementos que presentan caracteres comunes y se pretenden estudiar.

En esta investigación la población lo conformará la carretera Bellavista–Sambimera, con una longitud total de 11 km, por el tipo de superficie No pavimentada (Afirmada), por jerarquía Vecinal (Registrada CU – 50 1), ubicado en el distrito de Bellavista, provincia de jaén, departamento de

Cajamarca. La investigación para una subrasante según la Clasificación de carreteras es Carretera de Tercera Clase-Terreno Plano Tipo I.

3.3.2. Muestra

Afirma López y Fachelli (2015, p.6), que la muestra viene a ser un subconjunto de la población, seleccionadas aleatoriamente y sometidas a la observación científica, cuyo fin será recopilar datos de este. La muestra para esta investigación será el suelo natural a nivel de subrasante, en una progresiva de 2+000 km a 6+600 km, porque ese tramo presenta inundaciones causadas por las frecuentes lluvias. Realizando calicatas a 1.50 m de profundidad a lo largo de la carretera Bellavista – Sambimera. Se realizó 1 calicata cada 2 km. Las muestras de suelo han sido alteradas con la sustitución del agua, por el tratamiento de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L.

Tabla 8. *Especímenes de combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL) para cada calicata*

Indicadores	Progresivas	Adición %
-Limite líquido (LL) -Limite plástico (LP) -Optimo contenido de humedad (OCH) -Densidad máxima seca (DMS) -CBR al 95% -CBR al 100%	Km-02+000	10%ARM+10% LPMPL
	Km-04+000	15%ARM+15% LPMPL 20%ARM+20% LPMPL
	Km-06+600	0% ARM + 0% LPMPL

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Muestreo

Manterola y Otzen (2017, p. 228) refiere que el muestreo es un método para calcular la muestra de la población y presenta dos fases y son: El **muestreo probabilístico**, hace referencia a la selección de muestras al azar, utilizando una selección aleatoria y el **muestro no probabilístico**, técnica en el cual el sujeto selecciona muestras en base de métodos según su tipo y no al azar. De lo analizado, se tiene que la técnica de muestreo es de tipo no probabilístico, puesto que estará delimitada según el juicio crítico del

investigador, en todo el tramo de la carretera en la carretera Bellavista – Sambimera. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4. Técnicas de recolección de datos

Afirman López y Sandoval (2016, p.8), que existen dos técnicas de investigación cuantitativa y cualitativas y que las técnicas que se describirán son las más usadas, la importancia de la investigación cualitativa es que nos incita a crear técnicas y procedimientos, que serán más adaptables al objeto de estudio, entre las cuales resaltan: la **Observación**, se refiere a la apreciación sistemática y direccionada a recoger los aspectos más resaltantes del objeto de estudio. La **Encuesta**, es una técnica similar a la observación abocada a la recopilación de información, siendo más una técnica complementaria. La **Entrevista**, es un platica intencionado, una charla personal entre el entrevistador tiene con el individuo investigado y la **Revisión documental**, permite hacer una idea para desarrollar una investigación, en base a revisión bibliográfica. Teniendo en cuenta lo definido, se determina que para la ejecución de la investigación se usará el método de la **observación directa**, la cual nos permitirá obtener conocimientos e información de los diferentes ensayos para desarrollar la presente investigación.

3.4.1. Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con Urbano (2016, p.116), menciona que los instrumentos es el usado para recopilar datos, información concisa, para realizar el análisis de datos. Dependerá del tipo de investigación que instrumento se va a usar. Entre los instrumentos que resaltan, guías de observación, lista de cotejo, escalas de observación para la técnica de la observación; ficha resumen – matriz de categorías para la técnica revisión documental, guías de entrevista – cuestionario estructurado para la técnica de entrevista y para la técnica de la encuesta destacan cuestionarios, escala, test y prueba de conocimiento. Entre los **instrumentos de recolección de datos** para este estudio se usarán guías de observación o fichas técnicas para los ensayos siguientes:

- Ficha Numero 01: Ficha para LL (Ver anexo 03)
- Ficha Numero 02: Ficha para LP (Ver anexo 04)

- Ficha Numero 03: Ficha para DMS (Ver anexo 05)
- Ficha Numero 04: Ficha para OCH (Ver anexo 06)
- Ficha Numero 05: Ficha para CBR al 95% (Ver anexo 07)
- Ficha Numero 06: Ficha para CBR al 100% (Ver anexo 08)

3.4.1.1. Validez de recolección de datos

Según Borjas (2020, p.81), Se interpreta como el valor que nos dice, que un instrumento mide lo que se desea medir. Es la consistencia entre un instrumento de medida y su característica medible. Se dice que un instrumento tiene validez, cuando mide efectivamente al indicador que pretende medir, es nivel de seguridad que posee el instrumento, que nos abocará a obtener los mismos o iguales resultados, en diversos eventos para recolectar datos. Existen tres tipos de validez: **Validez de criterio**, Se refiere a la medida en que el test relaciona las variables fuera de la prueba con lo que la hipótesis predice que se relacionará de una manera particular, **validez de contenido**, este tipo de validez descansa en el juicio de expertos, se caracteriza por la representación de su contenido de su test para estudiar o evaluar, y **validez constructo**, se hace referencia al nivel que un instrumento de medición cumple con los supuestos que se pueden esperar de un instrumento de medición hecho para medir exactamente lo que se pretende medir. Para estimar este tipo de validez se usan diferentes métodos. De lo mencionado líneas arriba se sostiene que se utilizará la validez de contenido o de juicio de expertos, y serán validados por los siguientes profesionales:

Experto 1; Billy Alexis Cayatopa calderón CIP 1407087.

Experto 2; Juan Daniel chura Bustamante CIP: 237217.

Experto 3; Dante Omar Rojas Clavo CIP 237249.

Tabla 9. *Criterios para la validación*

Nula	> 0.53
Baja	0.54 – 0.59
Valida	0.60 – 0.65
Muy valida	0.66 – 0.71
Excelente	0.72 – 0.99
Perfecta	1

Fuente: Benet Maldonado, 2022.

3.4.1.2. Confiabilidad de recolección de datos

Afirma Arias (2020, p.133) que la confiabilidad es el nivel de similitud en los resultados de un grupo determinado que ha realizado una serie de medidas por un mismo instrumento. La confiabilidad denota estabilidad, semejanza, consistencia, donde las variaciones significativas son nulas. Los datos observados, de los diferentes ensayos a partir de la norma E.050, y la adaptación con la sustitución de ARM y LPMPL, son determinados a un grado de incertidumbre, según la sensibilidad de los equipos y/o materiales de acuerdo a los certificados de calibración, garantizando la objetividad y confiabilidad.

Balanzas (Anexo 09)

Horno (Anexo 10)

CBR (Anexo 11)

3.5. Procedimientos

Ubicación Geográfica:

Título del proyecto:

Esta presente investigación tiene como título: “Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y líquido de pseudotallo de musa paradisíaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022”

Ubicación:

El presente estudio se realizó en la carretera Bellavista – Sambimera, en el distrito de Bellavista, está situada a 5° 58’ 31” de latitud Sur y 79° 3’ 31” de latitud de longitud Oeste y tiene altitud de 792.00 m.s.n.m, ubicadas precisamente entre las progresivas 2+000 hasta 6+000.

DEPARTAMENTO	:	Cajamarca
PROVINCIA	:	Jaén
DISTRITO	:	Bellavista
LOCALIDAD	:	Sambimera
ZONA	:	Urbana

La localidad de Sambimera cuenta con un total de 1,034 habitantes según INEI.

Localización Geográfica:

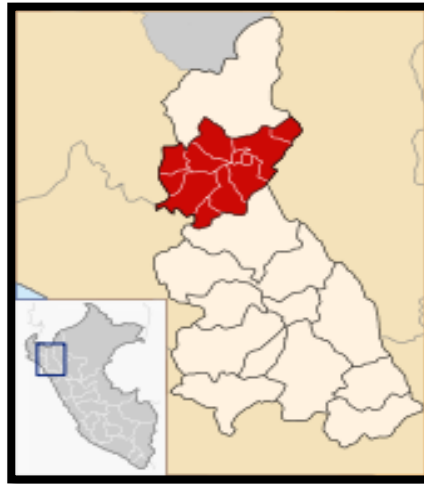


Figura 1. Ubicación del Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento Cajamarca

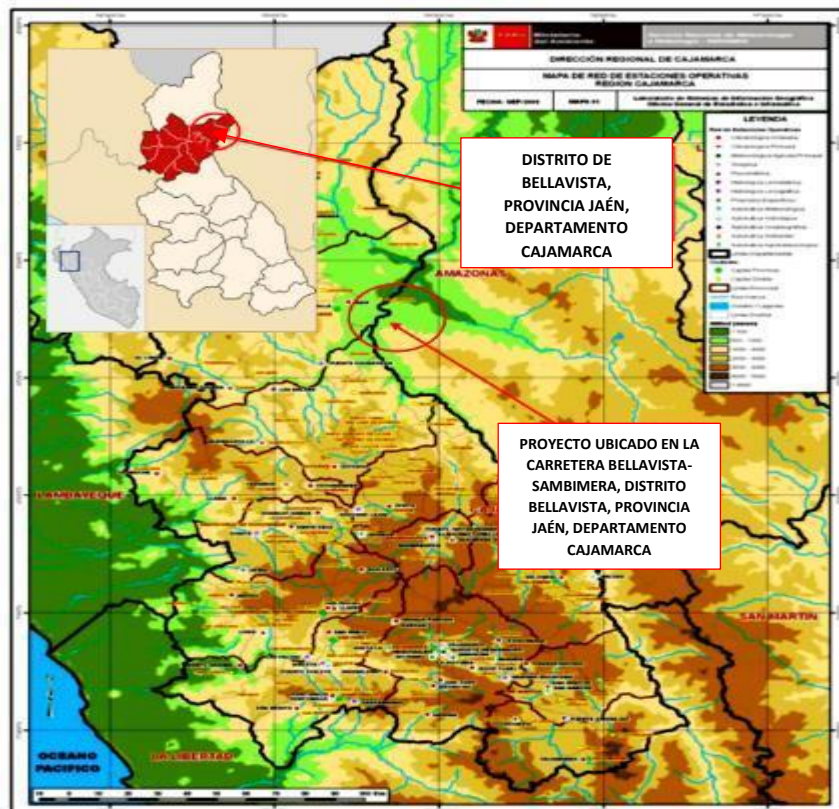
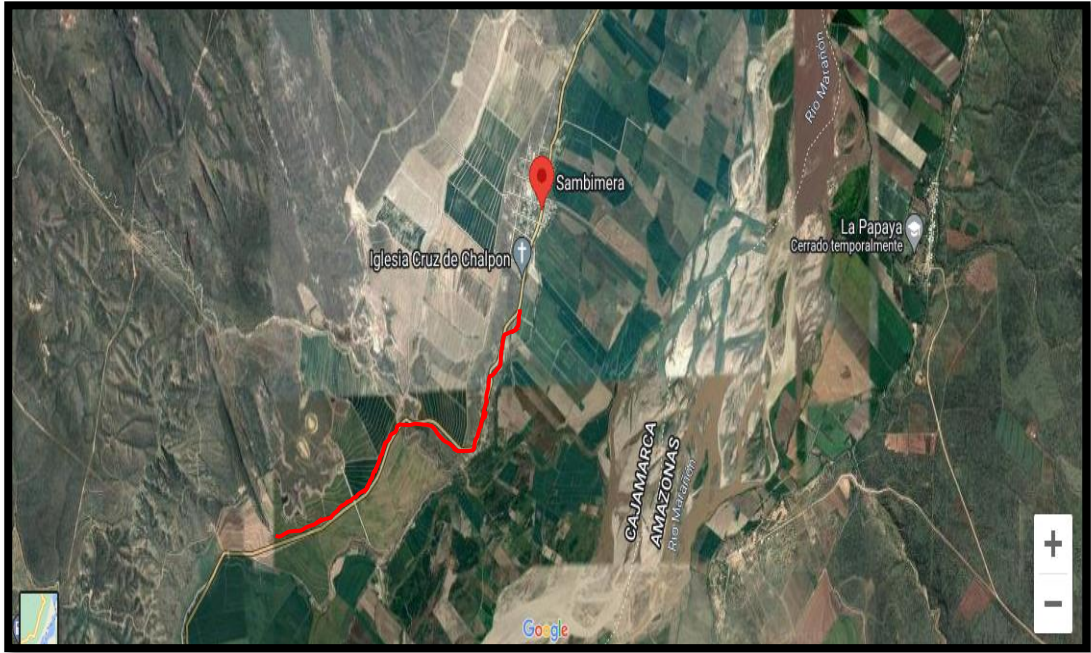


Figura 2. Ubicación de la Carretera Bellavista, Sambimera.



Fuente: Google Earth

Figura 3. *Ubicación de la Carretera Bellavista - Sambimera.*

Accesos:

Para ir a la Localidad de Sambimera, se ha tomado como referencia el siguiente recorrido:

Tabla 10. *Acceso a la carretera Bellavista – Sambimera.*

Desde	A:	Tipo de Vía	Medio de Transporte	Tiempo	Frecuencia
Jaén	Bellavista	Asfaltada	Vehículo motorizado	25 min.	Diario
Bellavista	Sambimera	Trocha Carrozable	Vehículo motorizado	15 min.	Diario

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento se realizará en cinco etapas, como se muestra a continuación:

Etapas I. Recopilar información del lugar (zona donde se va a realizar el proyecto)

- Visita insitu a la carretera Bellavista – Sambimera, (reconocimiento y recorrido área de influencia)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Inicio del tramo de la carretera Bellavista – Sambimera en la progresiva 2+000



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Fin del tramo en la carretera Bellavista – Sambimera en la progresiva 6+000

- Se hace el debido reconocimiento y recorrido área de influencia donde se realizó el levantamiento topográfico de la carretera para seleccionar el tramo de 6 km para realizar las calicatas respectivamente, empleando el procedimiento en campo y recopilar información y obtener la clasificación

de los suelos, lo cual se constata con los ensayos realizados en el laboratorio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Levantamiento Topográfico en la carretera Bellavista – Sambimera, de la progresiva 2+000 hasta 6+000

- Toma de coordenadas e identificación de los puntos de las calicatas.

Tabla 11. Coordenadas de las calicatas.

PRGRESIVA (km)	COORDENADAS		CALICATA	PROFUNDIDAD (m)
	ESTE (X)	NORTE (Y)		
Km 2+000	758523	9374857	C – 01	1.50
Km 4+000	759535	9376593	C – 02	1.50
Km 6+000	761569	9377279	C – 03	1.50

Fuente: Elaboración propia

- Realización de las calicatas a 1.50m cada 2km y toma de muestras de suelo e identificación de muestras. Se hizo la excavación de 3 calicatas en el tramo de 6.6 km según la muestra de estudio, con una profundidad de 1.50 m y área de 0.80 m de ancho por 1.00 m de largo, cada 2 km entre cada calicata de la carretera Bellavista-Sambimera, con el fin de determinar las características de la subrasante.

CALICATA C - 01: Se realizó la excavación en el Km 2+000 en el cual se observó que cuenta con material de grava arcillosa hasta 1.50 m de profundidad. Su color del estrato es marrón amarillento.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. *Excavación de la calicata C-01 carretera Bellavista – Sambimera*

CALICATA C - 02: Se realizó la excavación en el Km 4+000 se observa que cuenta con material de grava arcillosa con arena en los 1.50 m de profundidad. Su color del estrato es beige.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. *Excavación de la calicata C-02 carretera Bellavista – Sambimera*

CALICATA C - 03: Se realizó la excavación en el Km 6+000 se detectó material de arcilla arenosa de baja plasticidad en los 1.50 m de profundidad. Su estrato del suelo es de color marrón oscuro.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. *Excavación de la calicata C-03 carretera Bellavista - Sambimera*

- Traslado de muestras al laboratorio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. *Traslado de muestras.*

- Recolección del aceite residual de motores.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. *Acopio de aceite residual de motores.*

- Proceso y obtención del líquido de Pseudotallo de *Musa Paradisiaca* L., las cuales se trasladaron al laboratorio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Cortar y obtener el Pseudotallo de *Musa Paradisiaca* L.



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. (a) Laminar el Pseudotallo de *Musa Paradisiaca* L. (b) Pasar las láminas del Pseudotallo de *Musa Paradisiaca* L. por la extractora de caña.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Obtención de líquido de Pseudotallo de *Musa Paradisiaca* L.

Etapas II. Determinación de las características físicas y mecánicas del suelo en el laboratorio.

Se realiza los ensayos para determinar las características físicas y mecánicas del suelo, por lo cual se desarrollarán los ensayos indicados mediante el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM – 2000), aprobado por el D.S. N° 034 – 2008 – MTC.

- Ensayo de Contenido de Humedad del suelo. (Norma MTC E - 108)

Es la relación existente indicado en porcentajes, del peso de agua que logra estar dentro de la estructura del suelo.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Donde:

W_w = Peso del agua presente en la muestra de suelo

W_s = Peso de la muestra de suelo seco

Objetivo:

Determinar el contenido de agua que presenta un suelo.

Equipo para realizar el ensayo:

- Recipientes: Deben ser de material resistente, como aluminio o porcelana.
- Horno: El horno de secado debe mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanza: Debe estar previamente calibrada y tener precisión de 0.1 g.
- Herramientas: Guantes que puedan soportar altas temperaturas y espátulas para manipular los recipientes.

Procedimiento para realizar el ensayo:

- Seleccionar un recipiente, después tomar y colocar muestras del suelo, se pesa el recipiente con la muestra del suelo y se toma apunte. Lo cual se designa como el peso del suelo húmedo W_H .

- Luego lleva el recipiente con la muestra del suelo al horno a temperatura regular de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ y se deja por el tiempo de 24 horas.
- Al culminar ese lapso de tiempo, se procede a retirar el recipiente con la muestra del suelo del horno y dejar secar por 10 minutos para poder determinar su peso del suelo seco W_s , se procede a pesar.
- Se estima el contenido de humedad de la muestra del suelo, mediante la siguiente formula:

$$W = \frac{W_H - W_{SECO}}{W_{SECO}} \times 100\%$$



(a)

(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. (a) Muestra de suelo y (b) Muestras de suelo seco

- **Ensayo del ensayo de análisis granulométrico. (Norma MTC E – 107)**

Consiste en la separación de partículas del suelo en diferentes tamaños, haciendo uso de tamices con aberturas cuadradas de diámetro de 4” hasta la N° 200 (0.075 mm).

Esto deriva a la curva granulométrica, encontrando el diámetro de los tamices con respecto al porcentaje que pasa o retiene. Lo cual se determina el uso que se puede dar a los agregados del suelo.

Objetivo:

Tiene el propósito de obtener datos y determinar el coeficiente de uniformidad, curvatura; porcentaje de gravas, arenas y finos; la clasificación de suelos según SUCS y la curva granulométrica.

Equipo para realizar el ensayo:

- Recipientes: Deben ser de material resistente, como aluminio o porcelana.
- Tamices: Los tamices elegidos fueron desde (N° 4 hasta la N° 200), los cuales deben tener perfectas condiciones.
- Horno: El horno de secado debe mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanza de precisión: La balanza debe estar previamente calibrada y tener precisión de 0.1 g.
- Cepillo y brocha.
- Calculadora y ficha de toma de datos.

Procedimiento para realizar el ensayo:

- Por el método de cuarteo se adquiere la muestra del suelo y se coloca en recipientes, se lleva al horno a una temperatura constante de 110 ± 5 °C y se deja por el tiempo de 24 horas.
- Pasado el tiempo, se retira las muestras de suelo del horno y dejar enfriar por 10 minutos.
- La muestra seca del suelo, se pesa 300 g y se lava en el tamiz N° 200 (0.075 mm), hasta obtener un agua cristalina. A continuación, el material retenido se coloca en un recipiente y es llevado al horno por 24 horas.
- La muestra se saca del horno para ser pesada la muestra. De esa manera se obtiene el peso lavado y secado al horno.
- Una vez pesada la muestra se hecha por la parte superior de los tamices que fueron puestas uno tras el otro de acuerdo al tamaño de abertura, luego tapar la parte superior y se empieza a sacudir por un lapso de tiempo de 10 minutos.

- Finalmente se pesa el material retenido en cada malla y tomar apuntes de cada muestra retenida en las diferentes mallas.



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. *Elaboración de ensayo de análisis granulométrico.*

- **Efectuar el ensayo de límites.**

Limite Liquido (Norma MTC E – 110)

Es el porcentaje de humedad del suelo, por debajo del cual se presenta un comportamiento plástico.

Objetivo:

Tiene el propósito de obtener datos y determinar las siguientes constantes del suelo: Limite líquido, índice de flujo y índice de plasticidad. Se realiza mediante el ensayo de copa Casagrande (ASTM D – 4318).

Equipo para realizar el ensayo:

- Recipientes: Deben ser de material resistente, como aluminio o porcelana.
- Horno: El horno de secado debe mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanza de precisión: La balanza debe estar previamente calibrada y tener precisión de 0.1 g.
- Tamiz N° 40 (425 μ m)
- Espátula y cuchara
- Placa de vidrio esmerilado.

- Calculadora y ficha de recolección de datos.

Procedimiento para realizar el ensayo:

- Se debe tomar 220 gr de muestra de suelo y pasar por la malla N° 40 y se destina en un molde.
- Colocar en un molde 120 gr de suelo y añadir el agua, con ayuda del gotero, luego combinar con la ayuda de la espátula hasta obtener una mezcla homogénea.
- Luego, que la mezcla esta húmeda con el agua, se pone una cierta cantidad en la parte céntrica de la copa Casagrande y con la espátula se nivela, eliminando excesos; para así con el acanalador cortar en dos partes la muestra de suelo.
- Finalmente colocar la cazuela a movimiento a un ritmo constante y suministrar los golpes que sean necesarios para lograr cerrar la ranura; después de cerrar la ranura apuntar los números de golpes y tomar la muestra que está en la unión del suelo y llevar al horno por un secado de 24 horas.



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Elaboración de Limite líquido.

- **Limite Plástico (Norma MTC E – 111)**

Es la frontera que existe entre los estados plástico y semisólido del suelo. Es como el momento en términos de contenido de humedad,

Objetivo:

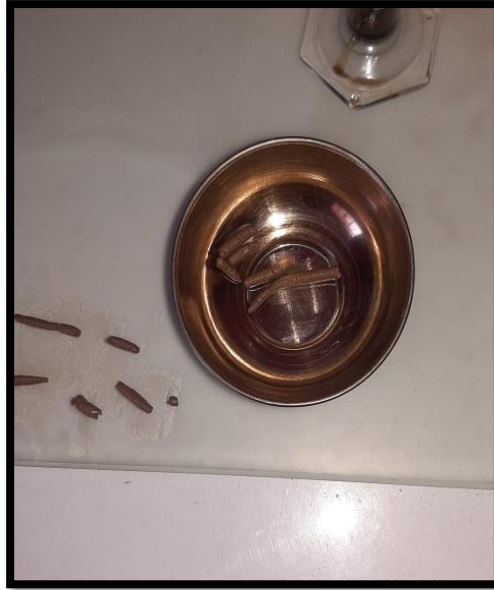
Tiene el propósito de obtener datos de los cuales determinar las siguientes constantes de los suelos: Limite Plástico y Índice de Plasticidad.

Equipo para realizar el ensayo:

- Placa de vidrio esmerilado: Debe tener tamaño suficiente para poder realizar los rollos del suelo.
- Espátula: Debe tener una hoja flexible que este entre 75 – 100 mm y un ancho de 20 mm.
- Taras: Para determinar el contenido de humedad
- Horno: El horno de secado debe mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanza de precisión: La balanza debe estar previamente calibrada y tener precisión de 0.1 g.
- Molde para Evaporación: Preferiblemente de porcelana.
- Calibrador: Se debe trabajar con aproximación de 0,1 cm.

Procedimiento para realizar el ensayo:

- Se toma 20 gr de muestra de suelo que se utilizó para limite líquido, amasar el suelo y dejar reposar algunos minutos o hasta observar que su humedad disminuya para lograr obtener una consistencia que pueda ser manejable y se pueda hacer rollos sin que se pegue en las manos.
- Después tomar cortas cantidades y formar rollitos en la placa de vidrio esmerilado hasta que se logre quebrar y cuartear.
- Finalmente, una vez logrado el cuarteo se coloca los rollos en un recipiente, se toma su peso para lograr obtener el contenido de humedad y llevar al horno por un secado de 24 horas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. *Elaboración de Limite plástico.*

- **Efectuar el ensayo de Proctor Modificado (Norma MTC E – 115)**

Este ensayo tiene como procedimiento de compactación elaborados en el Laboratorio, es muy útil para lograr estudiar y controlar la calidad de la compactación de un suelo.

La densidad seca se expresa en función de la densidad húmeda y contenido de humedad:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_1}{1 + w}$$

Objetivo:

Como objetivo se tiene que este ensayo busca determinar la curva de compactación para establecer una energía de compactación. Esta curva abarca el contenido de humedad y la densidad seca. Partiendo de ello se obtendrá el óptimo contenido de humedad que corresponde a la densidad máxima.

Equipo para realizar el ensayo:

- Molde de compactación: Deben ser cilíndricos de paredes sólidas fabricados con metal. Con conjunto de collar ajustable aproximadamente de 60 mm (2 3/8”) de altura.

- Martillo de compactación: operado manualmente o mecánicamente.
- Horno de rotación 110 grados +/- 5 grados centígrados.
- Balanza de aproximación de 1 gramo.
- Bandejas para depositar el material a examinar.
- Tamices con dimensiones de (3/4", 3/8", N°4)
- Probeta graduada: con capacidad de 500 cm³ graduada a 2.5 cm³
- Recipientes para la muestra de suelo.
- Regla de acero de 300 mm de largo, esto ayudará a quitar el exceso de suelo e igualar.

Procedimiento para realizar el ensayo:

- Si la muestra obtenida está excesivamente húmeda, se lleva a cabo el secado, se puede realizar al aire libre o se procede a su secado mediante el horno o por aire caliente, por un aproximado de 24 horas.
- Sacar el suelo seco del horno y se dejar enfriar. Si toma forma de grumos en la muestra se disgrega el material con la ayuda de un martillo.
- Se pasa por el tamiz 3/4", 3/8" y N°4 y se evalúa el método de prueba a utilizar.
- Usar aproximadamente 2.5kg del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado, se prepara 4 muestras, se agrega agua y mezcla uniformemente.
- Se llena el molde con el collar colocado, en cinco capas respectivamente iguales, de forma que cada capa debe estar compactada aplicando 25 golpes en toda el área, girando el pistón de forma correcta y dejando caer al pistón en caída libre.
- Nivelar el molde con la regla metálica retirando anteriormente el collarín
- La base se retira y se toma nota del peso de la muestra del molde.
- Se extrae el suelo y se toma una muestra del centro para realizar el ensayo de contenido de humedad.
- Se tara y pesa el recipiente más la muestra.
- Se coloca las muestras al horno.
- Finalmente se determina la densidad seca en cada punto.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. *Elaboración del ensayo de Proctor Modificado*

- **Efectuar el ensayo de CBR**

CBR (Californian Bearing Ratio), consiste en calcular la capacidad portante de suelos compactados como terraplenes, explanadas, capas de firme, así como la clasificación de terrenos.

Objetivo:

Se calculará la capacidad de soporte de las distintas clasificaciones de suelos de la subrasante y de las capas de base, sub-base y afirmado.

Equipo para realizar el ensayo:

- Molde de forma cilíndrica metálica, con un diámetro de 152.4 mm y de 177.8 mm de altura, acoplados con aro metálico no menor de 2" de altura y con base cilíndrica metálica perforada con vástago graduado.
- Recipientes para muestras debe ser de aluminio.
- Horno moderado termostáticamente a una temperatura de 110 +/- 5 °C.
- Tamiz N°4 utilizado para tamizar la muestra seca, la muestra pasante de la malla con esa se trabajará.
- Pisón de compactación de metal utilizado en el ensayo de Proctor.
- Herramienta de medición de expansión, base cilíndrica de metal perforada en el centro, y con una barra metálica adaptable colocada perpendicular al plato.
- Reloj comparador, con una apreciación de 0,2 mínimo.

- Trípode de medición de expansión, sirve para situar el reloj comparador, para medir la cantidad de expansión en el transcurso de la inmersión.
- Una o dos pesas (para cada espécimen) que contengan un conjunto total de 4.54 kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2.27 kg.
- Prensa de CBR, contiene un pistón de penetración metálico con una base circular de 49,63 mm de diámetro.
- Prensa de compresión, equipo con la capacidad de carga debe ser de 44.5 KN o más, como precisión mínima en la medida debe ser 44 N o menos.
- Utensilios y herramientas de uso global: bandejas, cucharas, regla de borde recto, balanzas, papel filtro, etc.

Procedimiento para realizar el ensayo:

- Hay 3 procesamientos para efectuar el ensayo de CBR; compactación, expansión y penetración.
 - 1) Compactación
 - 2) Expansión
 - 3) Penetración



Figura 20. *Aparato para determinar el índice de expansión de suelos*

Etapa III. Aplicación de la metodología de diseño

- Ejecución del ensayo de límites con sustitución con la combinación de ARM Y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL), por agua, en porcentajes de 10%ARM +10% LPMPL, 15%ARM +15% LPMPL y 20%ARM +20% LPMPL.
- Ejecución del ensayo de Proctor modificado, con sustitución de la combinación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL), por agua, en porcentajes de 10%ARM +10% LPMPL, 15%ARM +15% LPMPL y 20%ARM +20% LPMPL.
- Ejecución del ensayo de CBR, con sustitución de la combinación de ARM Y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL), por agua, en porcentajes de 10%ARM +10% LPMPL, 15%ARM +15% LPMPL y 20%ARM +20% LPMPL.

Etapa IV. Calcular los indicadores de la variable dependiente

- Resultados de ensayos de análisis granulométrico de la muestra del suelo sin aditivos.

Tabla 12. Resultados de ensayos de análisis granulométrico sin aditivos.

	C-01 Km-02+00	C-02 Km-04+00	C-03 Km-06+00
LL	28	30	25
LP	10	14	12
IP	18	15	13
% HUMEDAD	5.40	6.10	6.90
SUCS	GC	GC	CL
AASHTO	A6	A6	A6
Máxima densidad seca	2.05	2.13	1.88
Contenido óptimo de humedad	8.53	8.86	7.5
C.B.R 100% de a MDS	38.1	41.3	24.5
C.B.R 95% de a MDS	21.1	24.3	14.64

Fuente: Elaboración propia

En la presente investigación se tomó tres muestras de calicatas C-1 (km. 02+000, C-2 (Km. 4+000), C-3 (Km. 6+000). Observando en la Tabla 11. Se toman muestras patrones para analizar la sustitución de los diferentes porcentajes de ARM y LPMPL.

- Procesar información de los resultados para cada ensayo con las diferentes sustituciones de la combinación de ARM Y LPMPL, por agua.
 - a) Ensayo de Limites.

Tabla 13. Resultados de ensayos de Limites sustituyendo 10% de ARM y 10% LPMPL, por agua.

10% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES + 10% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000
LL	23	25	17
LP	13	16	11
IP	10	09	05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resultados de ensayos de Limites añadiendo 15% de ARM y 15% LPMPL.

15% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES + 15% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000
LL	23	29	19
LP	11	19	11
IP	12	10	07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resultados de ensayos de Limites añadiendo 20% de ARM y 20% LPMPL.

20% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES +20% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000
LL	25	34	22
LP	10	22	12
IP	15	12	10

Fuente: Elaboración propia

- b) Ensayo de Proctor Modificado

Tabla 16. Resultados de Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad añadiendo 10 % de ARM + 10% de LPMPL.

10% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES + 10% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000

Máxima densidad seca	2.13	2.25	2.02
Óptimo contenido de humedad	8.05	9.1	7.98

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultados de Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad añadiendo 15 % de ARM + 15% de LPMPL.

15% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES + 15% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000
Máxima densidad seca	2.1	2.39	2.17
Óptimo contenido de humedad	8.25	9.02	8.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resultados de Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad añadiendo 20 % de ARM + 20% de LPMPL.

20% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES +20% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000
Máxima densidad seca	2.08	2.89	2.54
Óptimo contenido de humedad	8.41	9.7	9.31

Fuente: Elaboración propia

c) Ensayo de CBR

Tabla 19. Resultados de Ensayo de CBR al 100% y 95% de a MDS añadiendo 10 % de ARM + 10% de LPMPL.

10% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES + 10% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000
CBR 100% de a MDS	47.5	50.3	46.75
CBR 95% de a MDS	30.4	33.8	31.89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Resultados de Ensayo de CBR al 100% y 95% de a MDS añadiendo 15 % de ARM + 15% de LPMPL.

15% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES + 15% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000
CBR 100% de a MDS	45.3	48.2	46.54
CBR 95% de a MDS	28.2	31.7	29.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Resultados de Ensayo de CBR al 100% y 95% de a MDS añadiendo 20 % de ARM + 20% de LPMPL.

20% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTORES +20% DE LIQUIDO DEL PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L.			
CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03
PROGRESIVA	Km 02+ 000	Km 4+000	Km 6+000
CBR 100% de a MDS	41.7	43.9	44.5
CBR 95% de a MDS	24.6	27.8	25.30

Fuente: Elaboración propia

- Establecer comparaciones con los diferentes porcentajes sustitutorios para cada ensayo.
 - a) Comparación de los resultados de límites de Atterberg con sustitución de la combinación de ARM Y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL), por agua, en porcentajes de 10%ARM +10% LPMPL, 15%ARM +15% LPMPL y 20%ARM +20% LPMPL.

Tabla 22. Comparación y análisis de los resultados de límites

PROGRESIVA	ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LIMITES											
	PORCENTAJES DE SUSTITUCION											
	0%+0%			10% +10%			15%+15%			20%+20%		
	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
Km-02+00	28	30	25	23	13	10	23	11	12	25	10	15
Km-04+00	10	14	15	25	16	09	29	19	10	34	22	12
Km-06+00	25	12	13	17	11	05	19	11	07	22	12	10

Fuente: Elaboración propia

- b) Comparación de los resultados de Proctor Modificado, con sustitución de la combinación de ARM Y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL), por agua, en porcentajes de 10%ARM +10% LPMPL, 15%ARM +15% LPMPL y 20%ARM +20% LPMPL.

Tabla 23. Comparación y análisis de los resultados de Proctor Modificado

PROGRESIVA	ANALISIS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD+PROCTOR MODIFICADO							
	PORCENTAJES DE ADICION							
	0%+0%		10% +10%		15%+15%		20%+20%	
	Optimo cont. Humedad %	Max. Densidad seca	Optimo cont. Humedad %	Max. Densidad seca	Optimo cont. Humedad %	Max. Densidad seca	Optimo cont. Humedad %	Max. Densidad seca
Km-02+00	8.53	2.05	8.05	2.13	8.25	2.1	8.41	2.08
Km-04+00	8.86	2.13	9.1	2.25	9.02	2.39	9.7	2.89
Km-06+00	7.5	1.88	7.98	2.02	8.56	2.17	9.31	2.54

Fuente: Elaboración propia

- c) Comparación de los resultados de CBR, con sustitución de la combinación de ARM Y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL), por agua, en porcentajes de 10%ARM +10% LPMPL, 15%ARM +15% LPMPL y 20%ARM +20% LPMPL.

Tabla 24. Puntajes de CBR al 100%

Código	ADICION %	CBR 100%		
		Km-02+00	Km-04+00	Km-06+00
1-NEUTRO	0%+0%	38.1	41.3	24.5
2-Adicion	10% +10%	47.5	50.3	46.75
3-Adicion	15%+15%	45.3	48.2	46.54
4-Adicion	20%+20%	41.7	43.9	44.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Puntajes de CBR al 95%

Código	ADICION %	CBR 95%		
		Km-02+00	Km-04+00	Km-06+00
1-NEUTRO	0%+0%	21.1	24.3	14.64
2-Adicion	10% +10%	30.4	33.8	31.89
3-Adicion	15%+15%	28.2	31.7	29.67
4-Adicion	20%+20%	24.6	27.8	25.30

Fuente: Elaboración propia.

Etapas V. Modelo estabilización

- Establecer el óptimo contenido de sustitución de la combinación de ARM Y LPMPL, por agua, que estabilizará la subrasante.

3.6. Métodos de análisis de datos

Afirma looss y Lemaître (2015, 101), existen diversos métodos de análisis de datos, esto estará determinado por el tipo de investigación y metodología aplicada. Toda investigación experimental donde se van a comparar resultados, tendrá a evaluarse numéricamente, haciendo uso de estadística, elaboración de gráficas y tablas comparativas.

Para poder evaluar el efecto sustitutorio de la combinación de ARM Y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, para estabilizar de la subrasante de la carretera Bellavista – Sambimera, se utilizará estadística inferencial en la primera etapa se evaluará la prueba de Normalidad con Shapiro, luego se hará la contrastación de Hipótesis con ANNOVA y se determinará con HSD Tukey el nivel de significancia de los resultados para los diferentes porcentajes.

3.7. Aspectos éticos

Según Gagñay, Chicaiza y Aguirre (2020, p.46), la ética en la rama de la investigación científica, es una forma de comportamiento moral, personal que influye en la vida del hombre de manera positiva, y yendo al campo de

la investigación la ética determinará los resultados finales, del estudio para no ser perjudicados.

El presente proyecto de investigación se realizará con compromiso y transparencia por parte de los investigadores, para así poder obtener resultados propios y veraces. Asimismo, se realizará empleado citas internacionales como son las normas ISO para una correcta redacción, con un máximo de 25% de similitud y por último se realizarán los diversos ensayos en un laboratorio privado acreditado y certificado, siguiendo los procedimientos del Manual de ensayos para material del MTC 2016.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de ensayos e interpretación

4.1.1. Clasificación de los suelos:

Tabla 26. *Resumen de Contenido de Humedad y Clasificación de los suelos SUCS y AASHTO.*

Calicata	C-01	C-02	C-03
Profundidad	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Progresiva (km)	Km 2+000	Km 4+000	Km 6+000
Contenido de Humedad	5.40	6.10	6.90
Limite Líquido	28	30	25
Limite Plástico	10	14	12
Índice de Plasticidad	18	15	13
SUCS	GC	GC	CL
AASHTO	A-6 IG (5)	A-6 IG (2)	A-6 IG (5)

Fuente: Laboratorio AAR GEOLAB ENGINEER S.A.C

Interpretación:

Contenido de Humedad:

De los estudios realizados a través de los ensayos del contenido de humedad de las tres calicatas se obtuvo lo siguiente: 5.40 % para la calicata 01, 6.10% para la calicata 02 y 6.90% para la calicata 03.

Clasificación de SUCS:

En este estudio de clasificación de suelos por este método, se obtuvo como resultados en la C – 01 y C – 02 una categoría GC grava arcillosa con arena, color marrón amarillento, semi seco, semi suelto, con presencia de grava y en la C – 03 una categoría CL que vendría a ser arcilla arenosa de baja plasticidad, color marrón oscuro, semi seco, semi suelto, con presencia de grava.

Clasificación de AASHTO:

Por este método AASHTO se obtuvieron los siguientes resultados:

- C – 01: A – 6 (5)
- C – 02: A – 6 (2)
- C – 03: A – 6 (5)

4.1.2. Ensayo de Limites de Atterberg

Limite líquido:

Determinar el ensayo de Límite líquido sustituyendo ARM y LPMPL al suelo natural.

Tabla 27. Variación de Limite Líquido.

Descripción	Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
	SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-01	28	23	23	25
C-02	10	25	29	34
C-03	25	17	19	22

Fuente: Elaboración propia.

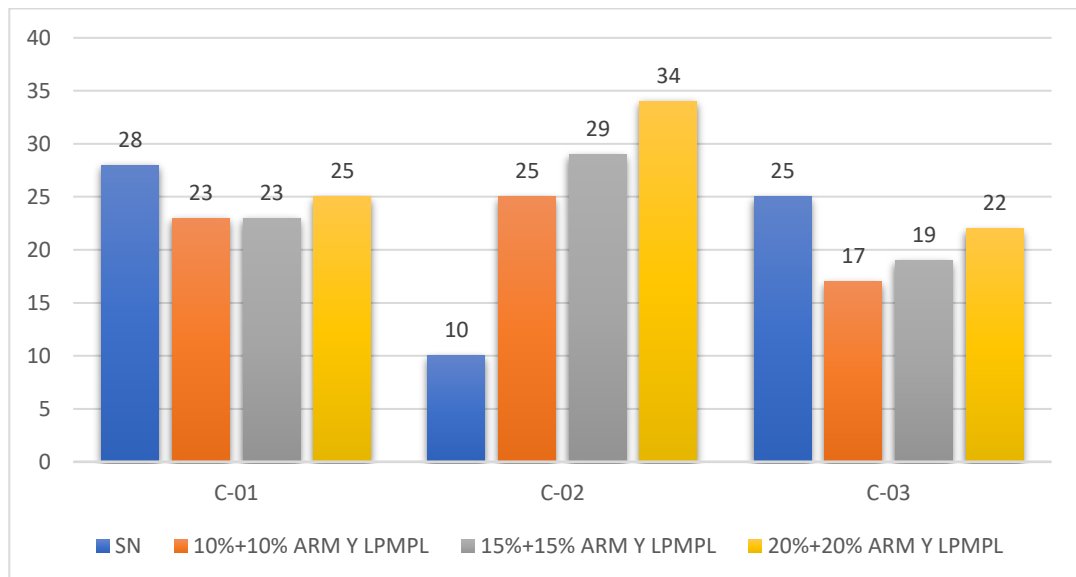


Figura 21. Limite Liquido (%)

Interpretación:

En la presente figura 21 y tabla 27 podemos observar y constatar el Limite Liquido incremento en la C-02 con el porcentaje de 20 + 20% de ARM y LPMPL. En el caso, de la C-01 y C-03 disminuyo con los diferentes porcentajes de ARM y LPMPL. El mínimo valor obtenido con la sustitución de ARM y LPMPL al 20% + 20% es de 17%.

4.1.3. Ensayo de Limite Plástico e índice de Plasticidad:

Determinar el ensayo de Limite Plástico e Índice de Plasticidad sustituyendo ARM y LPMPL al suelo natural.

Tabla 28. Variación de Limite Plástico.

Descripción	Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
	SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-01	10	13	11	10
C-02	14	16	19	22
C-03	12	11	11	12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Índice de Plasticidad.

Descripción	Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
	SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-01	18	10	12	15
C-02	15	09	10	12
C-03	13	05	07	10

Fuente: Elaboración propia.

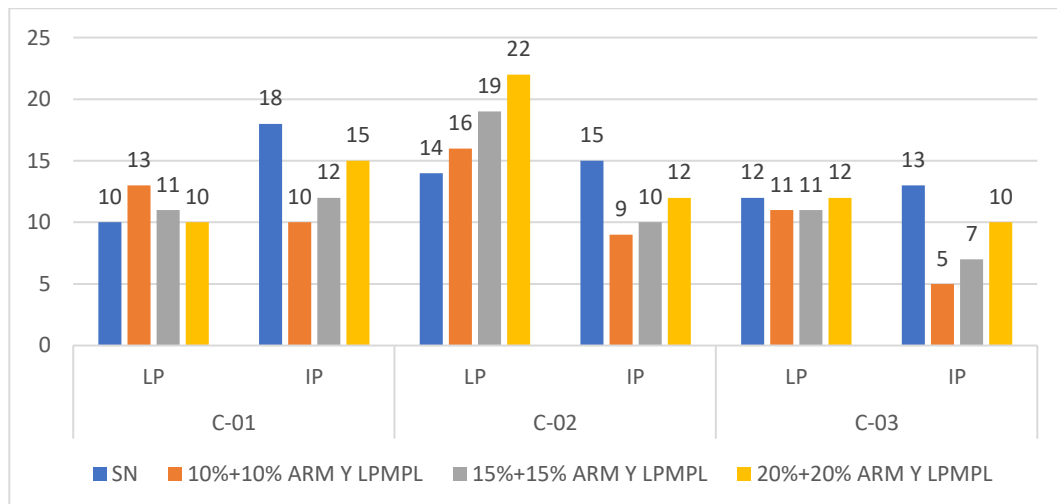


Figura 22. Limite Plástico e índice de Plasticidad

Interpretación:

En la presente figura 22 y tabla 28 podemos observar y constatar el Limite Plástico incremento al 22% en la C-02 con el porcentaje de 15% + 15% de

ARM y LPMPL. En el caso, de la C-01 mantuvo su valor de porcentaje al 10% con sustitución de 20 + 20% de ARM y LPMPL y C-03 disminuyo con los diferentes porcentajes (10+10% y 15+15%) de ARM y LPMPL, mientras que con la sustitución de 20 + 20% se mantuvo al 12%. También podemos observar y constatar que el índice de Plasticidad disminuyo con los diferentes porcentajes (10%+10%, 15% +15%, 20% + 20%) de ARM y LPMPL.

4.1.4. Ensayo de Proctor Modificado

Densidad Máxima seca: Determinación de la densidad máxima seca.

Tabla 30. *Determinación de la Densidad Máxima seca.*

Descripción	Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
	SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-01	2.05	2.13	2.1	2.08
C-02	2.13	2.17	2.151	2.139
C-03	1.88	2.090	1.010	1.920

Fuente: Elaboración propia.

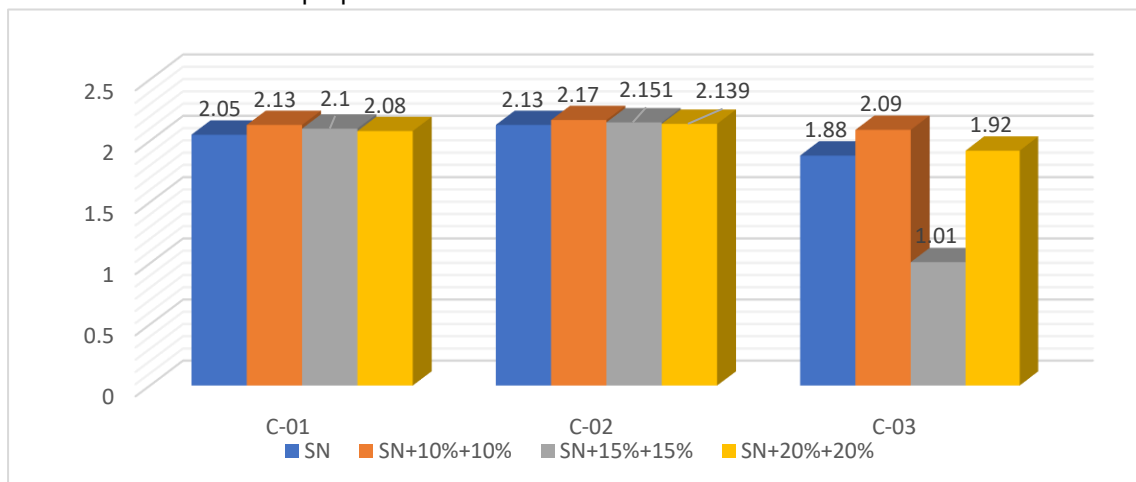


Figura 23. *Densidad máxima seca (g/cm³)*

Interpretación:

Según lo que podemos observar en la tabla 30 y la figura 23 lo que se observó que el límite máximo de la máxima densidad seca de las muestras con 10% + 10% de ARM y LPMPL nos presenta los valores de 2.13 gr/cm³, 15% + 15% de ARM y LPMPL nos presenta los valores de 2.17 gr/cm³ y

20% + 20% de ARM y LPMPL nos presenta los valores de 2.09 gr/cm³. Esto permite considerar que con la muestra y la sustitución de 20 +20% de ARM y LPMPL, se incrementa la máxima densidad seca en 0.21% en referencia a las muestras del suelo sin sustitución.

Óptimo Contenido de Humedad: Determinación del óptimo contenido de humedad.

Tabla 31. Determinación del Óptimo Contenido de Humedad

Descripción	Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
	SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-01	8.53	8.05	8.25	8.41
C-02	8.86	7.65	7.92	8.2
C-03	7.5	8.76	10.13	12.45

Fuente: Elaboración propia.

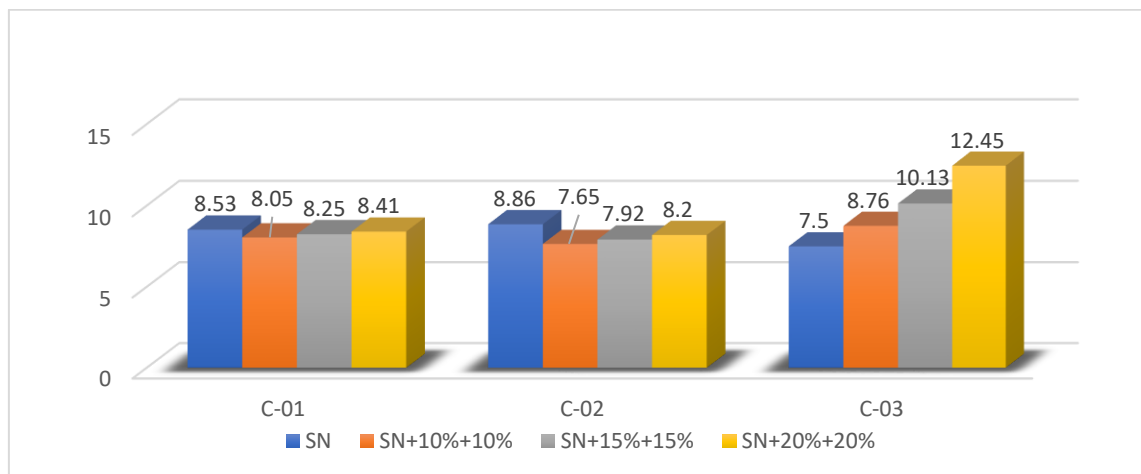


Figura 24. Óptimo Contenido de Humedad

Interpretación:

Según lo que podemos observar en la tabla 31 y la figura 24 que demuestra que el óptimo contenido de humedad en el caso de las tres calicatas de las muestras patrón respectivas que fueron inferiores, para la C-01 varían desde 0.12% hasta 0.48%. Para la C-02 los valores varían de 0.66% hasta 1.21% y en el caso de la C-03 hay una variación de aumento de 3.69% hasta 2.32%. Se observa que con la C-03 se presenta aumento del óptimo contenido de humedad del suelo natural con los diferentes porcentajes de (10%+10%,

15% + 15% y 20 % + 20%) de ARM y LPMPL. Y se puede observar que el óptimo contenido de humedad iba en incremento cuando se sustituía más porcentaje de ARM y LPMPL.

Tabla 32. Resultados de Proctor Modificado

Descripción		Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
		SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-01	DMS	2.05	2.13	2.1	2.08
	OCH	8.53	8.05	8.25	8.41
C-02	DMS	2.13	2.17	2.151	2.139
	OCH	8.86	7.65	7.92	8.2
C-03	DMS	1.88	2.090	1.010	1.920
	OCH	7.5	8.76	10.13	12.45

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Ensayo de CBR

Este trabajo podemos considerar de suma importancia para la investigación, porque determino el comportamiento de la sustitución de ARM y LPMPL en las muestras de los suelos. Se hizo ensayos de CBR para las tres calicatas seleccionadas en los tramos km 02+000 hasta km 06+000. Se realizo los ensayos de CBR llegándose a determinar la capacidad portante de las muestras de las calicatas 01, 02 y 03.

Se determinaron los resultados de CBR al 95% y al 100%, los cuales se mostrarán a continuación:

Tabla 33. Determinación de CBR al 95% y al 100% en la Calicata 01.

Descripción		Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
		SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-01	CBR al 95%	21.1	30.4	28.2	24.6
	CBR al 100%	38.1	47.5	45.3	41.7

Fuente: Elaboración propia.

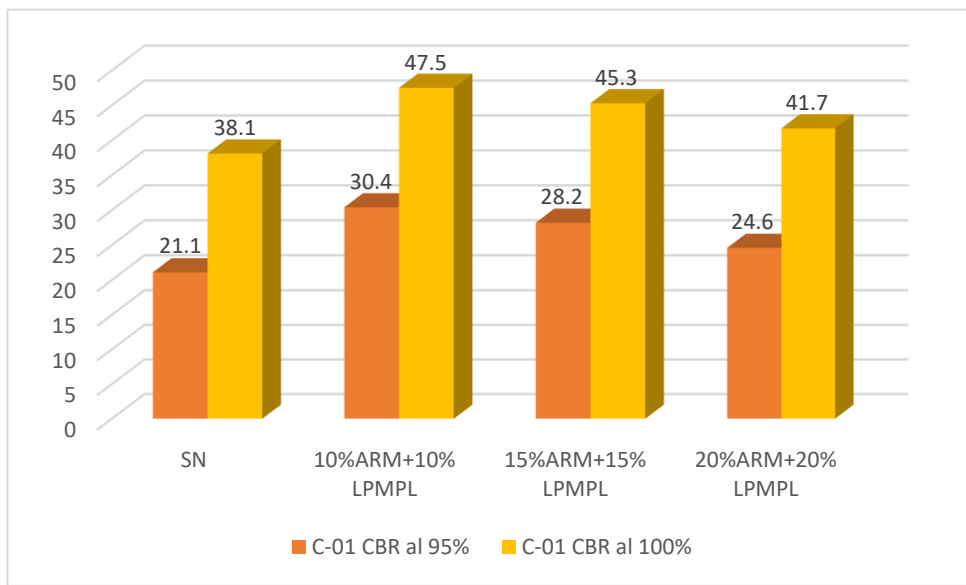


Figura 25. CBR al 95% y al 100% de la C-01

Tabla 34. Determinación de CBR al 95% y al 100% en la Calicata 02.

Descripción		Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
		SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-02	CBR al 95%	24.3	31.4	28.2	25.6
	CBR al 100%	41.3	48.4	45.2	42.6

Fuente: Elaboración propia.

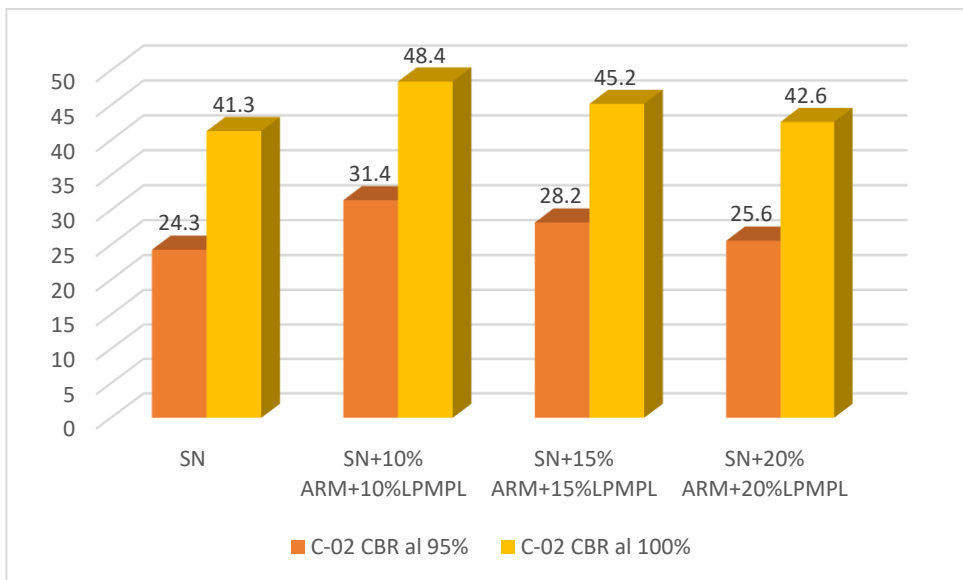


Figura 26. CBR al 95% y al 100% de la C-02

Tabla 35. Determinación de CBR al 95% y al 100% en la Calicata 03.

Descripción		Suelo natural	Suelo natural con sustitución de ARM más LPMPL		
		SN	SN+10%+10%	SN+15%+15%	SN+20%+20%
C-03	CBR al 95%	7.5	13.4	10.2	8.7
	CBR al 100%	24.5	30.4	27.2	25.7

Fuente: Elaboración propia.

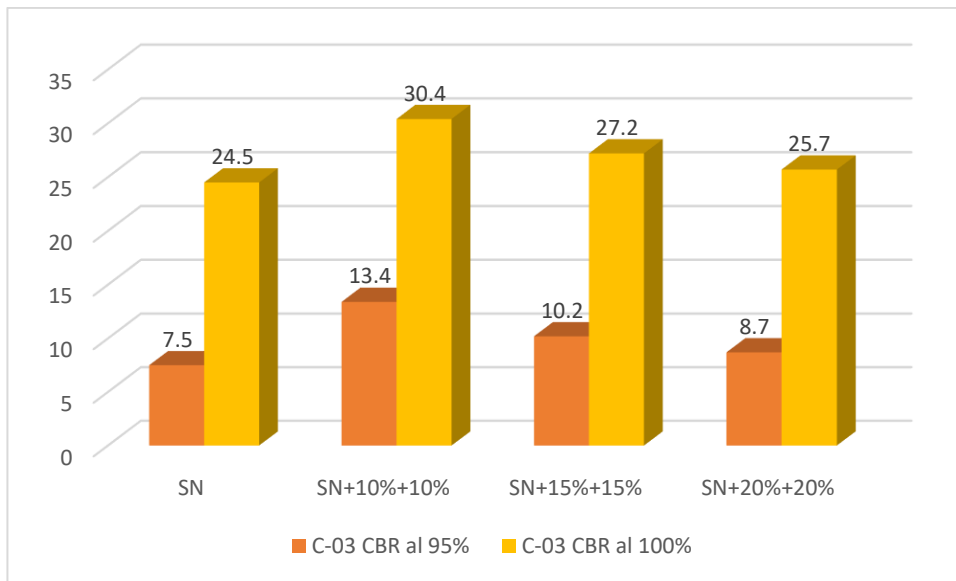


Figura 27. CBR al 95% y al 100% de la C-03

Interpretación:

Con relación a la tabla 33 y la figura 25 se obtiene el CBR al 95% y al 100% para la calicata 01, se observó que con incorporación de los diferentes porcentajes de ARM y LPMPL al 10%+10%, 15%+15% y 20%+20% de las muestras patrón de calicata 01 del suelo. Se demostró un incremento de la resistencia a la muestra del suelo natural para CBR al 95 % con diferentes porcentajes de 3.5% a 9.3% y para CBR al 100% un incremento de 3.6% a 9.4% respectivamente.

4.2. Contrastación de hipótesis de Límite Líquido

Hipótesis 1:

H_a= La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejorara el límite líquido (LL) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

H₁= La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, no mejorara el límite líquido (LL) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

1. Prueba de normalidad

Tabla 36. Pruebas de Normalidad

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0%+0%	,219	3	.	,987	3	,780
10%+10%	,292	3	.	,923	3	,463
15%+15%	,219	3	.	,987	3	,780
20%+20%	,292	3	.	,923	3	,463

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

En la Tabla 35, se visualiza el nivel de significación, para los datos de Límite Líquido, en cada una de las dosificaciones (10%+10%; 15%+15% y 20+20%) y sin dosificación (0% +0%), del modelo Shapiro –Wilk, el cual los valores de Sig. superan el 0.05. Por tanto, se determina que los datos tienen una distribución normal. Significa que, si es posible modelar el fenómeno de aplicar cantidades porcentuales ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca y que estos sean fiables, cada observación se obtiene como la suma de unas pocas causas independientes.

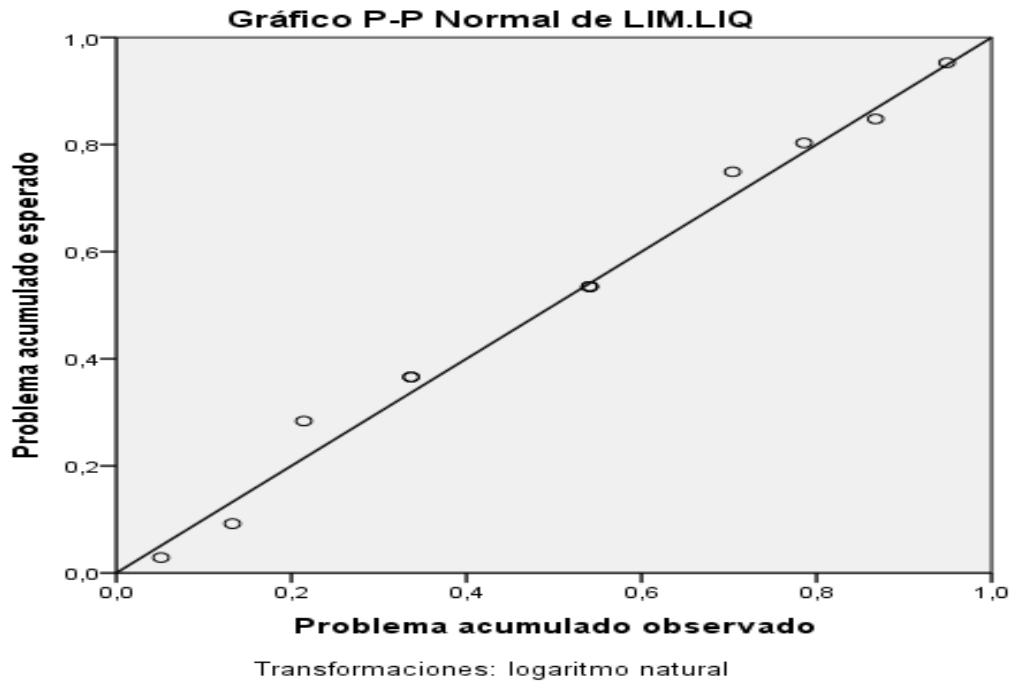


Figura 28. Prueba de Normalidad de Limite Líquido

Nota: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

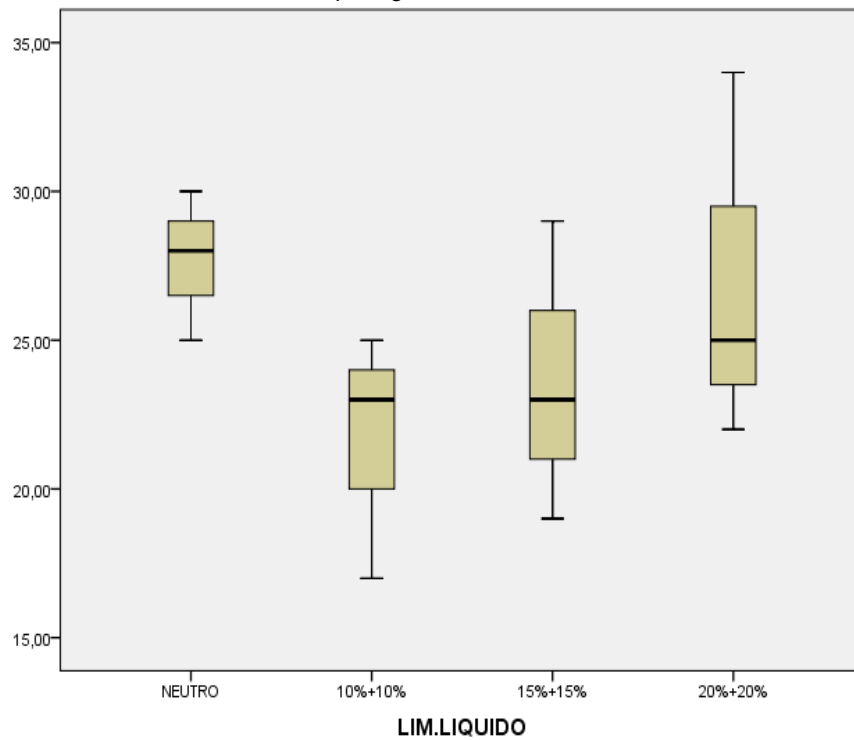


Figura 29. Tratamiento de Limite Líquido.

Nota: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 37. Descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0%+0%	3	27,6667	2,51661	1,45297	21,4151	33,9183	25,00	30,00
10%+10%	3	21,6667	4,16333	2,40370	11,3244	32,0090	17,00	25,00
15%+15%	3	23,6667	5,03322	2,90593	11,1634	36,1699	19,00	29,00
20%+20%	3	27,0000	6,24500	3,60555	11,4866	42,5134	22,00	34,00
Total	12	25,0000	4,74821	1,37069	21,9831	28,0169	17,00	34,00

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 38. Prueba de homogeneidad de varianzas

LIM.LIQ

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,001	3	8	,441

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

2. Prueba de Hipótesis (Anova)

Tabla 39. Prueba de hipótesis con ANNOVA-Limite Líquido.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	72,000	3	24,000	1,091	,407
Dentro de grupos	176,000	8	22,000		
Total	248,000	11			

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Un nivel de significancia de 0.05 indica un riesgo de 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real. De la Tabla 38, el valor de Sig. es 0.407 indicado que no todas las medias de los datos en Limite Líquido, son iguales. Se puede asumir que la variación es representativa en términos de varianza al aplicar las dosificaciones ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L, para los Limites Líquidos, respecto al 0% de dosis. El efecto de "Tratamiento" (para un $\alpha=0,05$) resultó significativo, indicando que al menos una de los límites líquidos en el rango de las probabilidades observadas fue distinta de las otras.

3. Prueba de Ad Hoc con Tukey

Tabla 40. Pruebas Post Hoc. Comparaciones múltiples

Variable dependiente: LIM.LIQUIDO.

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%+0%	10%+10%	6,00000	3,82971	,446	-6,2641	18,2641
		15%+15%	4,00000	3,82971	,730	-8,2641	16,2641
		20%+20%	,66667	3,82971	,998	-11,5974	12,9307
	15%+15%	0%+0%	-6,00000	3,82971	,446	-18,2641	6,2641
		15%+15%	-2,00000	3,82971	,951	-14,2641	10,2641
		20%+20%	-5,33333	3,82971	,537	-17,5974	6,9307
	15%+15%	0%+0%	-4,00000	3,82971	,730	-16,2641	8,2641
		10%+10%	2,00000	3,82971	,951	-10,2641	14,2641
		20%+20%	-3,33333	3,82971	,820	-15,5974	8,9307
	20%+20%	0%+0%	-,66667	3,82971	,998	-12,9307	11,5974
		10%+10%	5,33333	3,82971	,537	-6,9307	17,5974
		15%+15%	3,33333	3,82971	,820	-8,9307	15,5974

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Las comparaciones múltiples de las medias en el Límite Líquido según las dosificaciones de ARM y LPMPL y con respecto al 0%(Neutro), nos permite examinar cuáles medias son diferentes y estimar el grado de diferencia. Se verifico la significancia estadística de las diferencias entre las medias usando un conjunto de intervalos de confianza, un conjunto de pruebas de hipótesis o ambos a partir del modelo inferencial de HSD Tukey y Duncan. Al evaluar la tasa de error más alta, el método de Tukey ajusta los niveles de confianza de cada intervalo individual para que el nivel de confianza simultáneo resultante sea igual al especificado produciendo el mayor intervalo individual con la dosificación 20%+20%.

Tabla 41. Subconjuntos homogéneos

LIM.LIQUIDO

	TRATAMIENT	N	Subconjunto para alfa = 0.05
	O		1
HSD Tukey ^a	10%+10%	3	21,6667
	15%+15%	3	23,6667
	20%+20%	3	27,0000
	0%+0%	3	27,6667
	Sig.		,446
Duncan ^a	10%+10%	3	21,6667
	15%+15%	3	23,6667
	20%+20%	3	27,0000
	0%+0%	3	27,6667
	Sig.		,179

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Interpretación: A priori a la explicación de la Tabla 40, es posible comparar los pares de medias del tratamiento, probando las diferencias posibles entre medias de tratamiento, los límites de significación como grados de libertad de tratamientos; no requiere la prueba F, quiere decir que, aunque no sea significativa puede llevarse a cabo la prueba HSD Tukey, con la limitación de considerar igual número de repeticiones en los tratamientos. De esto se puede apreciar que según la comparación con un nivel de significancia alfa =0.05, y obteniendo un sig.=0.179; por tanto, se acepta la hipótesis alterna: La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejorara el límite líquido (LL) de la subrasante. Destacando las medias con un valor de 27,0000 en el Límite Líquido, en el tratamiento de (20% +20%).

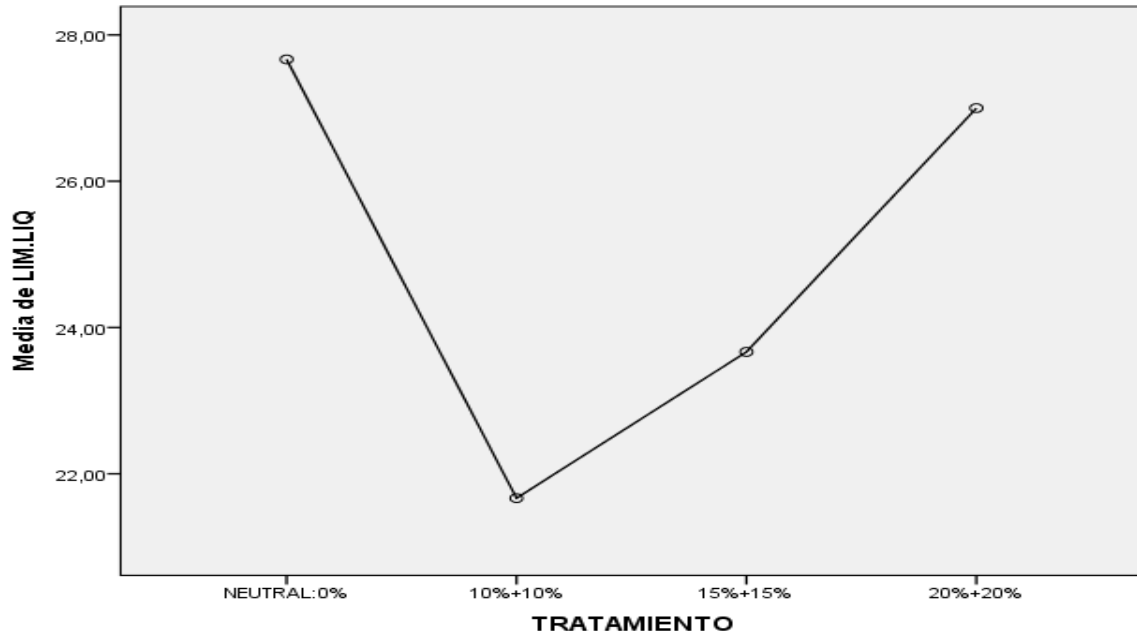


Figura 30. Media de Limite Líquido

Interpretación: La Figura 30, visualiza los promedios de puntajes de Limite Líquido en los tratamientos (3 dosis), para las tres calicatas de las muestras de suelos, el puntaje de Limite Líquido se ha logrado en la dosificación de 20%+20%, con un valor de puntaje en la media de 27,0000; mientras que el más bajo puntaje en de Limite Líquido con una media de 21,6667 para la dosificación de (10%+10%). Cabe resaltar que estas comparaciones múltiples en los puntajes de Tratamiento y Limite líquido se realizaron en la prueba HSD Tukey y prueba Duncan.

4.3. Contrastación de Hipótesis Limite Plástico

Hipótesis 2:

H_a = La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejorara el límite plástico (LP) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

H_1 = La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, no mejorara el límite plástico (LP) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

1. Prueba de Normalidad del Límite Plástico.

Tabla 42. Pruebas de normalidad Limite Plástico

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LIM. PLAST 0%+0%	,175	3	.	1,000	3	1,000
10%+10%,	,219	3	.	,987	3	,780
15%+15%	,385	3	.	,750	3	,100
20%+20%	,328	3	.	,871	3	,298

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

En la Tabla 41, se visualiza el nivel de significación, para los datos de Límite Plástico, en cada una de las dosificaciones (10%+10%; 15%+15% y 20+20%) y sin dosificación (0% +0%), del modelo Shapiro –Wilk, ya que los datos son menores a 50 datos, por tanto, los valores de Sig. superan el 0.05. Los datos tienen una distribución normal. Si es posible modelar el fenómeno de aplicar cantidades porcentuales ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L y que estos sean fiables, cada observación se obtiene como la suma de unas pocas causas independientes, lo cual es posible continuar con las pruebas ANOVA.

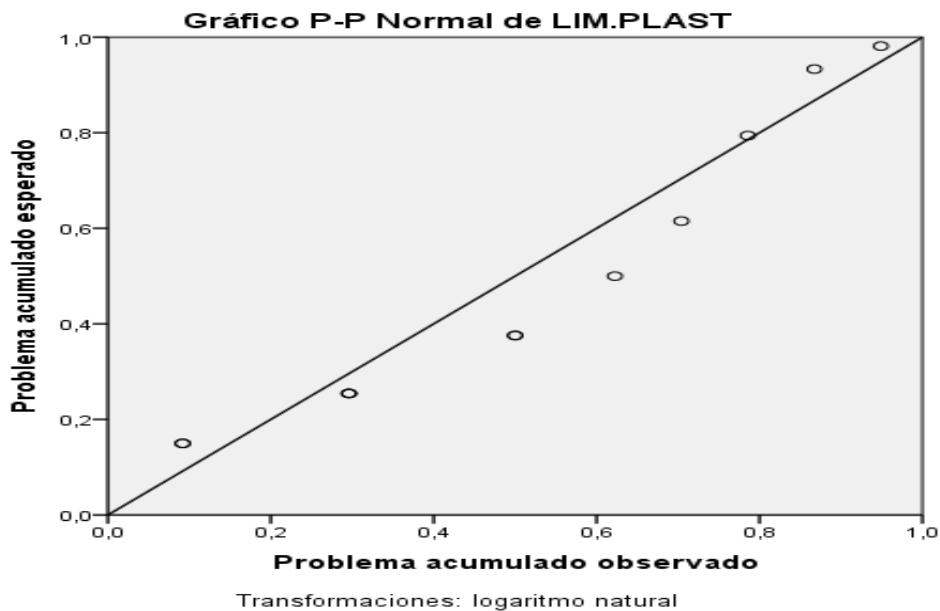


Figura 31. Prueba de Normalidad de Limite Plástico

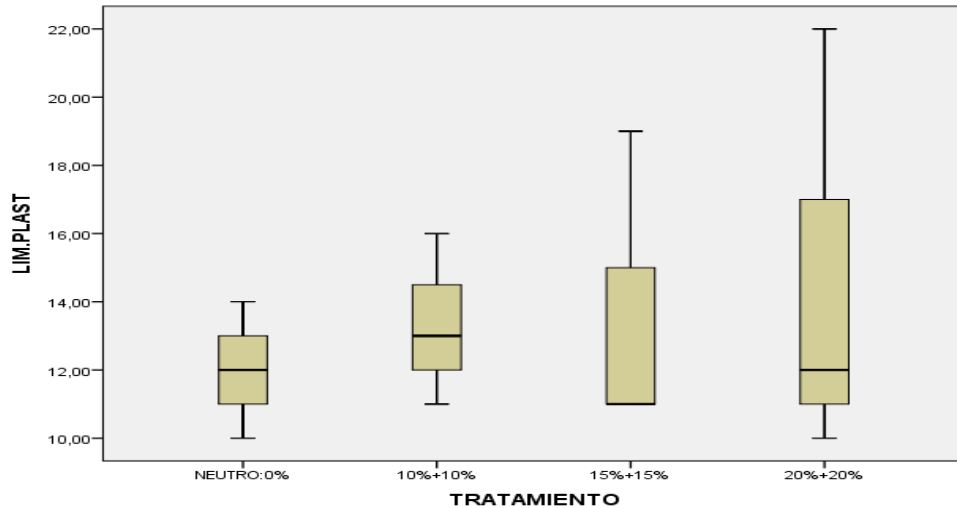


Figura 32. Tratamiento de Limite Plástico

Tabla 43. Descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0%+0%	3	12,0000	2,00000	1,15470	7,0317	16,9683	10,00	14,00
10%+10%,	3	13,3333	2,51661	1,45297	7,0817	19,5849	11,00	16,00
15%+15%	3	13,6667	4,61880	2,66667	2,1929	25,1404	11,00	19,00
20%+20%	3	14,6667	6,42910	3,71184	-1,3041	30,6374	10,00	22,00
Total	12	13,4167	3,77692	1,09030	11,0169	15,8164	10,00	22,00

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 44. Prueba de homogeneidad de Varianzas

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
3,006	3	8	,095

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22

2. Prueba de Hipótesis (Anova)

Tabla 45. Prueba de Hipótesis con ANNOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10,917	3	3,639	,199	,894
Dentro de grupos	146,000	8	18,250		
Total	156,917	11			

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Un nivel de significancia de 0.05 indica un riesgo de 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real. De la Tabla 44, el valor de Sig. es 0.894 indicado que no todas las medias de los datos en Limite Plástico, son iguales. Se puede asumir que la variación es representativa en términos del parámetro de varianza al aplicar las dosificaciones ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca, para los Limites Plástico, respecto al 0% de dosis. El efecto de “Tratamiento” (para un $\alpha=0,05$) resultó significativo, indicando que al menos una de los Limites Plásticos en el rango de las probabilidades observadas fue distinta de las otras.

3. Prueba de Ad Hoc con Tukey

Tabla 46. Comparaciones múltiples

Variable dependiente: LIM.PLASTICO

	(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%+0%	10%+10%,	-1,33333	3,48807	,980	-12,5034	9,8367
		15%+15%	-1,66667	3,48807	,962	-12,8367	9,5034
		20%+20%	-2,66667	3,48807	,868	-13,8367	8,5034
	10%+10%	0%+0%	1,33333	3,48807	,980	-9,8367	12,5034
		15%+15%	-,33333	3,48807	1,000	-11,5034	10,8367
		20%+20%	-1,33333	3,48807	,980	-12,5034	9,8367
	15%+15%	0%+0%	1,66667	3,48807	,962	-9,5034	12,8367
		10%+10%,	,33333	3,48807	1,000	-10,8367	11,5034
		20%+20%	-1,00000	3,48807	,991	-12,1700	10,1700
	20%+20%	0%+0%	2,66667	3,48807	,868	-8,5034	13,8367
		10%+10%,	1,33333	3,48807	,980	-9,8367	12,5034
		15%+15%	1,00000	3,48807	,991	-10,1700	12,1700

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Interpretación: Múltiple comparaciones de las medias en el Límite Plástico de suelos, según las dosificaciones de ARM y LPMPL y con respecto al 0%(Neutro), se puede comprobar que medias son diferentes y estimar el grado de diferencia. Se probó la significancia estadística de las diferencias

entre los valores de las medias del Limite Plástico, utilizando un conjunto de intervalos de confianza, a partir del modelo inferencial de HSD Tukey y Duncan. Al evaluar la tasa de error más elevada, el método de Tukey ajusta el nivel de confianza de cada intervalo individual para que el nivel de confianza produciendo el intervalo individual más favorable con la dosificación 20%+20%.

Tabla 47. Subconjuntos Homogéneos

LIM.PLASTICO			
			Subconjunto para alfa = 0.05
	TRATAMIENTO	N	1
HSD Tukey ^a	0%+0%	3	12,0000
	10%+10%	3	13,3333
	15%+15%	3	13,6667
	20%+20%	3	14,6667
	Sig.		,868
Duncan ^a	0%+0%	3	12,0000
	10%+10%	3	13,3333
	15%+15%	3	13,6667
	20%+20%	3	14,6667
	Sig.		,491

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Interpretación: A priori según Tabla 46, se pueden comparar los pares de medias del tratamiento, realizando las pruebas de todas las diferencias posibles entre medias de tratamientos de una experiencia para el Limite Plástico, los límites de significación como grados de libertad de tratamientos; no requiere la prueba F, quiere decir que, aunque no sea significativa puede llevarse a cabo la prueba HSD Tukey, la restricción es considerar igual número de repeticiones en tratamientos. Deducimos que al comparar alfa =0.05, y obteniendo un sig.=0.868; por lo que se acepta la hipótesis alterna:

La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejorara el límite plástico (LP) de la subrasante. Destacando en el tratamiento de (20% + 20%), se obtiene un valor de 14,6667 en el Límite Plástico, las medias diferentes entre sí, además representativas.

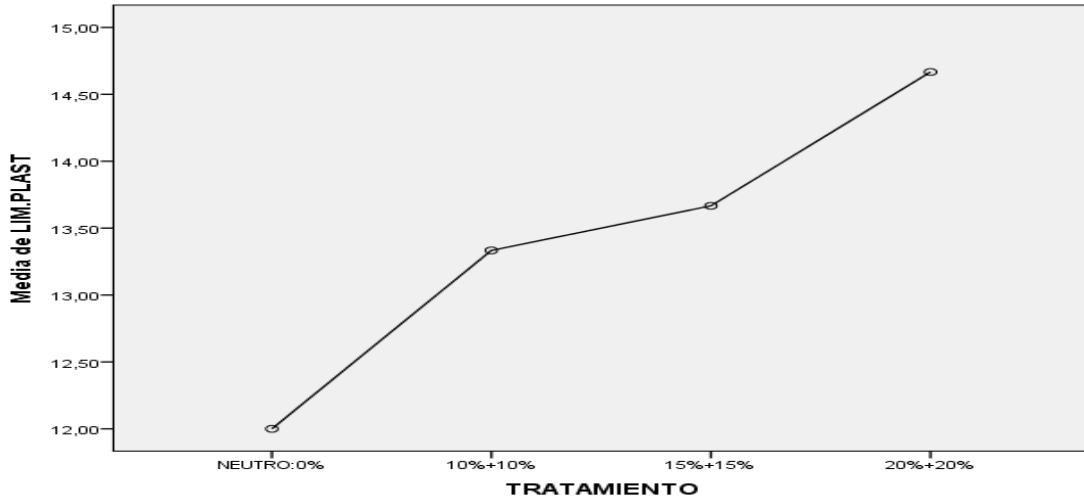


Figura 33. *Media del Limite Plástico*

Interpretación: La Figura 32, visualiza las medias de puntajes del Limite Plástico en los tratamientos (3 dosis), para las muestras de suelos, se observa que, de todas las dosificaciones, el puntaje de Limite Plástico se ha logrado en la dosificación de 20%+20%, valor de puntaje en la media de 14,6667; mientras que el más bajo puntaje en de Limite Plástico con una media de 13,3333; para la dosificación de (10%+10%). Cabe resaltar que estas comparaciones múltiples en los puntajes del Limite Plástico se realizaron en la prueba HSD Tukey y prueba Duncan.

4.4. Contrastación de Hipótesis del OCH

Hipótesis 3:

H_a = La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, disminuye el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

H_1 = La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentara en el óptimo contenido de

humedad de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

1. Prueba de Normalidad Optimo Contenido de Humedad

Tabla 48. Prueba de Normalidad del OCH

	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONT.HUMEDAD	0%+0%	,296	3	.	,919	3	,448
	10%+10%,	,365	3	.	,797	3	,107
	15%+15%	,218	3	.	,988	3	,786
	20%+20%	,268	3	.	,950	3	,571

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

En la Tabla 47, se visualiza el nivel de significación, para los datos del Contenido de Humedad, en cada una de las dosificaciones (10%+10%; 15%+15% y 20+20%) y sin dosificación (0% +0%), del modelo Shapiro –Wilk, ya que los datos son menores a 50 datos, por tanto los valores de Sig. superan el 0.05; de la significancia, los puntajes del Contenido de Humedad tienen una distribución normal, es posible modelar el fenómeno de experimentos, aplicar cantidades porcentuales ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L y que estos sean fiables, es posible continuar con las pruebas ANOVA.

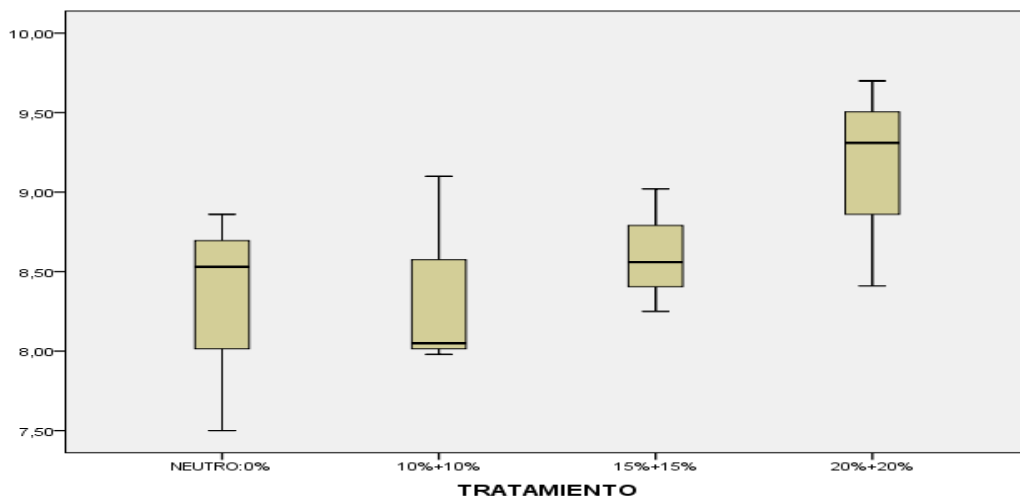


Figura 34. Tratamiento del OCH

Tabla 49. Descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0%+0%	3	8,2967	,70939	,40957	6,5344	10,0589	7,50	8,86
10%+10%	3	8,3767	,62740	,36223	6,8181	9,9352	7,98	9,10
15%+15%	3	8,6100	,38743	,22368	7,6476	9,5724	8,25	9,02
20%+20%	3	9,1400	,66159	,38197	7,4965	10,7835	8,41	9,70
Total	12	8,6058	,62302	,17985	8,2100	9,0017	7,50	9,70

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 50. Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
,652	3	8	,604

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

2. Prueba de Hipótesis (Anova)

Tabla 51. Prueba de Hipótesis del OCH con ANNOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,300	3	,433	1,168	,381
Dentro de grupos	2,969	8	,371		
Total	4,270	11			

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Un nivel de significancia de 0.05 indica un riesgo de 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real. De la Tabla 50, el valor de Sig. es 0.381; indicado que no todas las medias de los datos en Contenido de Humedad, son iguales. Se puede asumir que la variación es representativa en términos del parámetro de varianza al aplicar las dosificaciones ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca, para el Contenido de Humedad, respecto al 0% de dosis. El efecto de "Tratamiento" (para un $\alpha=0,05$) resultó significativo, indicando que al menos una de los Contenidos de Humedad, en el rango de las probabilidades observadas fue distinta de las otras.

3. Prueba de Ad Hoc para el Optimo Contenido de Humedad

Tabla 52. Prueba Post Hoc

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%+0%	10%+10%	-,08000	,49744	,998	-1,6730	1,5130
		15%+15%	-,31333	,49744	,920	-1,9063	1,2796
		20%+20%	-,84333	,49744	,385	-2,4363	,7496
	10%+10%	0%+0%	,08000	,49744	,998	-1,5130	1,6730
		15%+15%	-,23333	,49744	,964	-1,8263	1,3596
		20%+20%	-,76333	,49744	,462	-2,3563	,8296
	15%+15%	0%+0%	,31333	,49744	,920	-1,2796	1,9063
		10%+10%	,23333	,49744	,964	-1,3596	1,8263
		20%+20%	-,53000	,49744	,718	-2,1230	1,0630
	20%+20%	0%+0%	,84333	,49744	,385	-,7496	2,4363
		10%+10%	,76333	,49744	,462	-,8296	2,3563
		15%+15%	,53000	,49744	,718	-1,0630	2,1230

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 53. Subconjuntos Homogéneos

	TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
HSD Tukey ^a	0%+0%	3	8,2967
	10%+10%	3	8,3767
	15%+15%	3	8,6100
	20%+20%	3	9,1400
	Sig.		,385
Duncan ^a	0%+0%	3	8,2967
	10%+10%	3	8,3767
	15%+15%	3	8,6100
	20%+20%	3	9,1400
	Sig.		,150

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Interpretación: De acuerdo con la Tabla 52, se pueden comparar los pares de medias del tratamiento, se realizó pruebas de todas las posibles diferencias entre medias de tratamientos para el Contenido de Humedad, los límites de significación como grados de libertad de tratamientos; no requiere una prueba F, lo que significa que, aunque no es significativa, se puede realizar la prueba HSD Tukey, con la limitación de considerar el mismo número de repeticiones en los tratamientos. Deducimos según la comparación del alfa =0.05, y obteniendo un sig.=0.150; por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna: La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, disminuye el óptimo contenido de humedad de la subrasante. Haciendo énfasis según los rangos para el Contenido de Humedad con un valor de 9,14 en el tratamiento (20%+20%); los demás contenidos de humedad son diferentes y representativas.

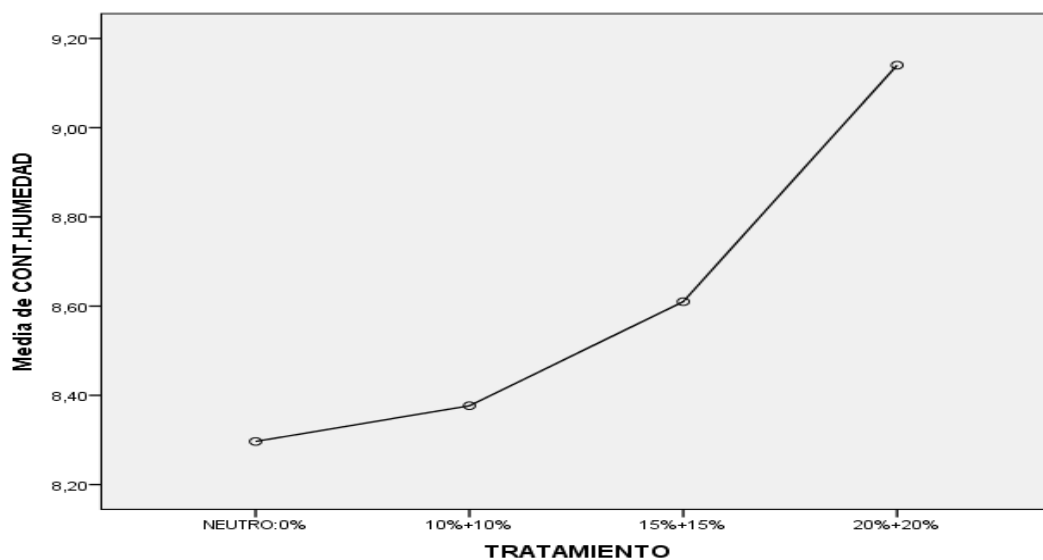


Figura 35. Media del OCH

Interpretación: La Figura 34, visualiza las medias de puntajes del Contenido de Humedad Óptimo logrado según cada adición de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L porcentual en los tratamientos (3 dosis), en muestras de suelos, se observa que de todos las dosificaciones, el puntaje de Contenido de Humedad Óptimo se ha logrado dentro del rango de medias en la dosificación de 20%+20%, valor de puntaje 9,1400; mientras que el más bajo puntaje en Contenido de Humedad Óptimo con una media

de 8,3767; para la dosificación de (10%+10%); según prueba HSD Tukey y prueba Duncan.

4.5. Contrastación de Hipótesis de la Máxima Densidad Seca

Hipótesis 4:

H_a = La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentara la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

H_1 = La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, disminuirá la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

1. Prueba de Normalidad de la Máxima Densidad Seca

Tabla 54. Prueba de Normalidad de MDS

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MAX.DENSIDAD. SECA 0%+0%	,260	3	.	,959	3	,609
10%+10%	,178	3	.	,999	3	,952
15%+15%	,296	3	.	,918	3	,446
20%+20%	,203	3	.	,994	3	,851

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

En la Tabla 53, se visualiza el nivel de significación, para los datos de Máxima Densidad Seca, en cada una de las dosificaciones (10%+10%; 15%+15% y 20+20%) y sin dosificación (0% +0%), del modelo Shapiro –Wilk, ya que los datos son menores a 50 datos, por tanto los valores de Sig. superan el 0.05; de la significancia, los puntajes del Máxima Densidad Seca, tienen una distribución normal, es posible modelar el fenómeno de experimentos, aplicar cantidades porcentuales ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L y que estos sean fiables, se decide continuar con las prueba ANOVA.

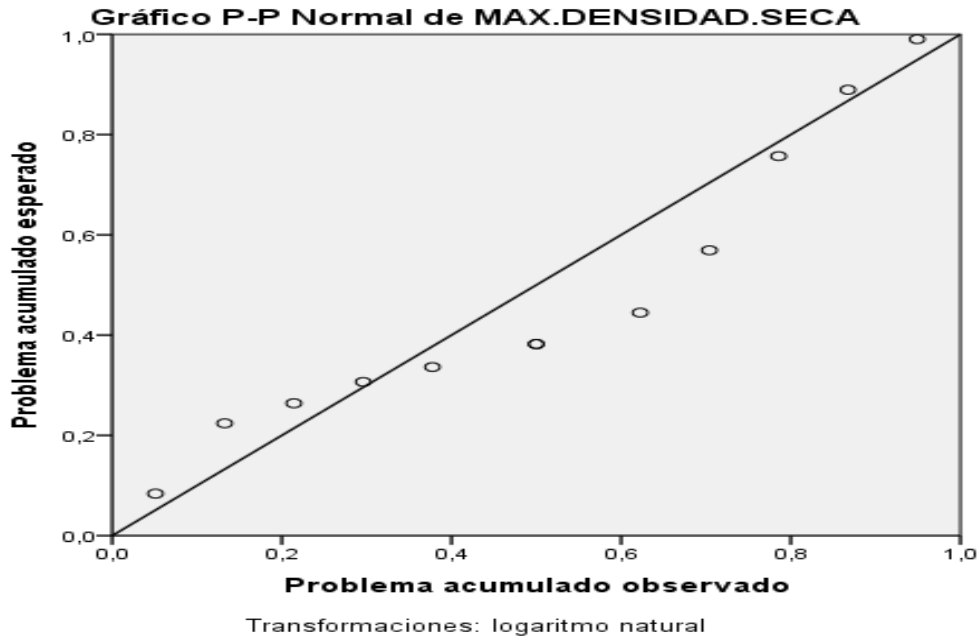


Figura 36. Prueba de Normalidad MDS

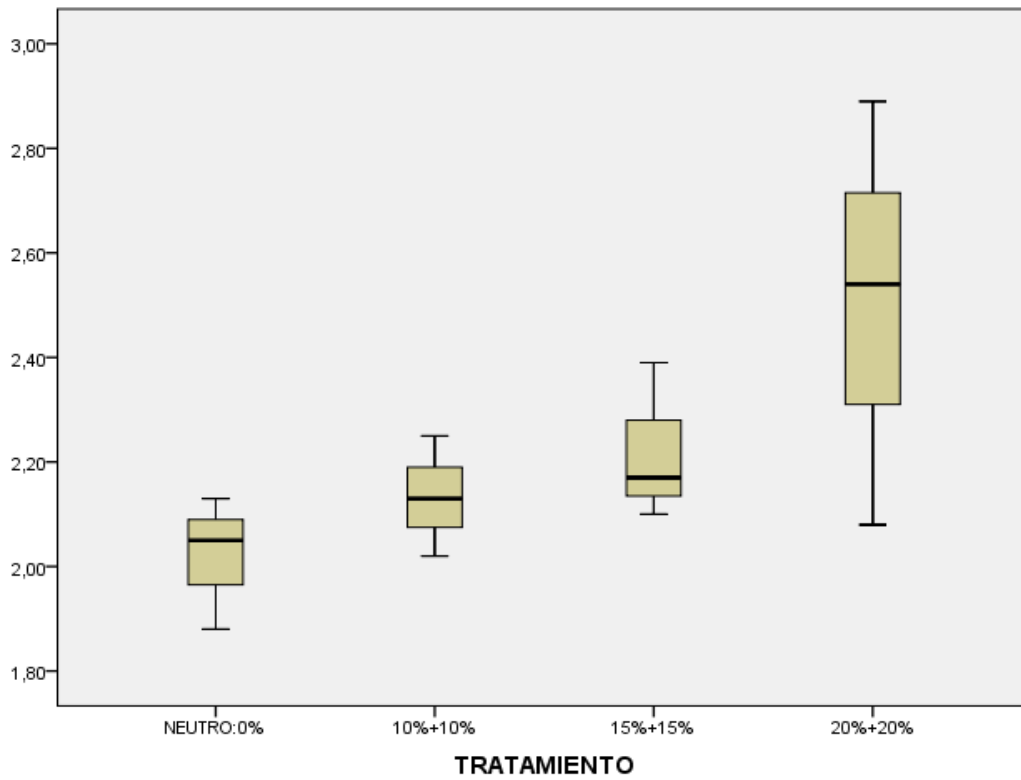


Figura 37. Tratamiento de la MDS

Tabla 55. Descriptivos MDS

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0%+0%	3	2,0200	,12767	,07371	1,7028	2,3372	1,88	2,13
10%+10%	3	2,1333	,11504	,06642	1,8476	2,4191	2,02	2,25
15%+15%	3	2,2200	,15133	,08737	1,8441	2,5959	2,10	2,39
20%+20%	3	2,5033	,40624	,23454	1,4942	3,5125	2,08	2,89
Total	12	2,2192	,27275	,07873	2,0459	2,3925	1,88	2,89

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 56. Prueba de Homogeneidad de Varianzas

MAX.DENSIDAD. SECA

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,907	3	8	,207

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

2. Prueba de Hipótesis (Anova) Máxima Densidad Seca

Tabla 57. Prueba de Hipótesis MDS con ANNOVA

MAX.DENSIDAD. SECA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,383	3	,128	2,350	,149
Dentro de grupos	,435	8	,054		
Total	,818	11			

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Un nivel de significancia de 0.05 indica un riesgo de 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real. De la Tabla 56, el valor de Sig. es 0.149; indicado que no todas las medias de los datos en Máxima Densidad Seca, son iguales. Se puede asumir que la variación es representativa en términos del parámetro de varianza al aplicar las dosificaciones ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca, para la Máxima Densidad Seca, respecto al 0% de dosis. El efecto de "Tratamiento" (para un $\alpha=0,05$) resultó significativo, indicando que al menos una de los Contenidos de Humedad, en el rango de las probabilidades observadas fue distinta de las otras.

3. Prueba de Ad Hoc Máxima Densidad Seca

Tabla 58. Pruebas Post Hoc

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%+0%	10%+10%	-,11333	,19038	,931	-,7230	,4963
		15%+15%	-,20000	,19038	,727	-,8097	,4097
		20%+20%	-,48333	,19038	,127	-1,0930	,1263
	10%+10%	0%+0%	,11333	,19038	,931	-,4963	,7230
		15%+15%	-,08667	,19038	,967	-,6963	,5230
		20%+20%	-,37000	,19038	,284	-,9797	,2397
	15%+15%	0%+0%	,20000	,19038	,727	-,4097	,8097
		10%+10%	,08667	,19038	,967	-,5230	,6963
		20%+20%	-,28333	,19038	,486	-,8930	,3263
	20%+20%	0%+0%	,48333	,19038	,127	-,1263	1,0930
		10%+10%	,37000	,19038	,284	-,2397	,9797
		15%+15%	,28333	,19038	,486	-,3263	,8930

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 59. Subconjuntos Homogéneos de MDS
MAX.DENSIDAD. SECA

	TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	0%+0%	3	2,0200	
	10%+10%	3	2,1333	
	15%+15%	3	2,2200	
	20%+20%	3	2,5033	
	Sig.			,127
Duncan ^a	0%+0%	3	2,0200	
	10%+10%	3	2,1333	2,1333
	15%+15%	3	2,2200	2,2200
	20%+20%	3		2,5033
	Sig.			,343

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Interpretación: Según Tabla 58, es posible comparar los pares de medias del tratamiento, se hizo las pruebas de todas las diferencias posibles entre medias para la Máxima Densidad Seca, al llevarse a cabo la prueba HSD Tukeya, la restricción es considerar igual número de repeticiones en tratamientos. Se puede apreciar que según la comparación del alfa =0.05,

por tanto, se acepta la hipótesis alterna: La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentó la máxima densidad seca. Obteniendo un sig.=0.127; para el subconjunto 1 que el promedio de la Máxima Densidad Seca tiene un valor 2,5033 para el tratamiento (20%+20%). Esto demuestra que se supera la Máxima Densidad Seca, para un tratamiento Neutro (0%+0%).

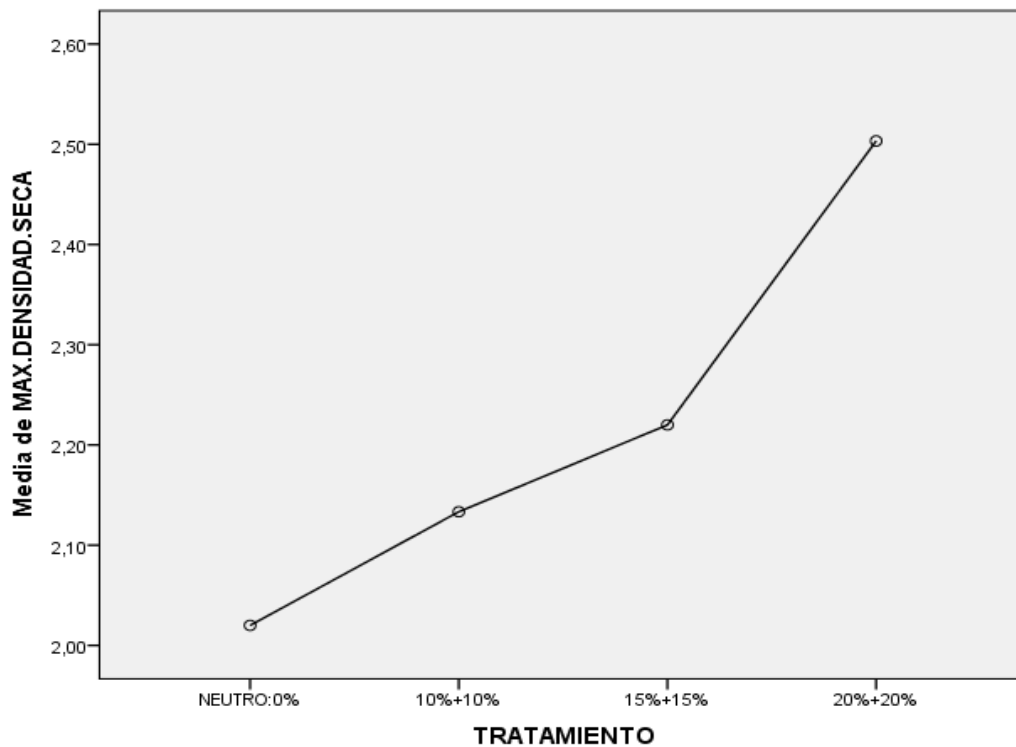


Figura 38. *Media de MDS*

Interpretación: La Figura 37, visualiza las medias de puntajes de la Máxima Densidad Seca, logrado según cada adición de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L, porcentual en los tratamientos (3 dosis), en las muestras de suelos, se observa que de todas las dosificaciones, el puntaje de Máxima Densidad Seca se ha logrado dentro del rango de medias en la dosificación de 20%+20%, valor de puntaje 2,5033; mientras que el más bajo puntaje en Máxima Densidad Seca, con una media de 2,0200; para la dosificación de (10%+10%); según prueba HSD Tukey y prueba Duncan.

4.6. Contrastación de Hipótesis del CBR al 95%.

Hipótesis 5:

H_a= La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentara el CBR al 95% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

H₁= La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, disminuirá el CBR al 95% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

1. Prueba de Normalidad de CBR al 95%

Tabla 60. Prueba de Normalidad de CBR al 95%

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	TRATAMIENTO	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR95	0%+0%	,254	3	.	,963	3	,632
	10%+10%	,199	3	.	,995	3	,864
	15%+15%	,209	3	.	,992	3	,824
	20%+20%	,306	3	.	,905	3	,400

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

En la Tabla 58, se visualiza el nivel de significación, para los datos de Máxima Densidad Seca, en cada una de las dosificaciones (10%+10%; 15%+15% y 20+20%) y sin dosificación (0% +0%), del modelo Shapiro –Wilk, ya que los datos son menores a 50 datos, por tanto los valores de Sig. superan el 0.05; de la significancia, los puntajes del Máxima Densidad Seca, tienen una distribución normal, es posible modelar el fenómeno de experimentos, aplicar cantidades porcentuales ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L, y que estos sean fiables, se decide continuar con las prueba ANOVA.

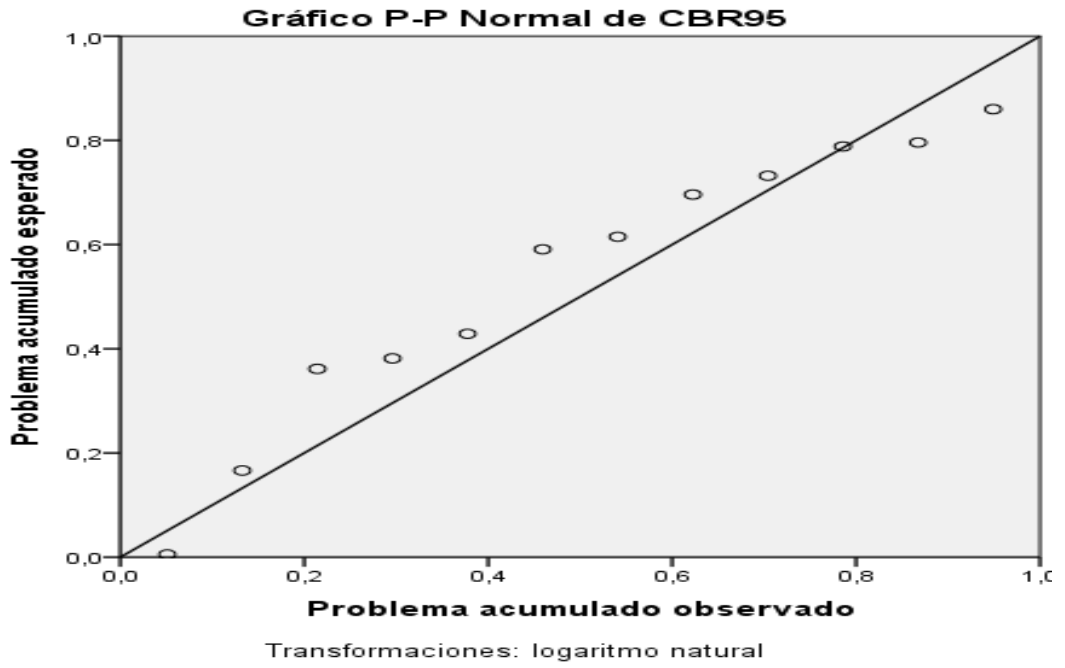


Figura 39. Prueba Normalidad de CBR al 95%

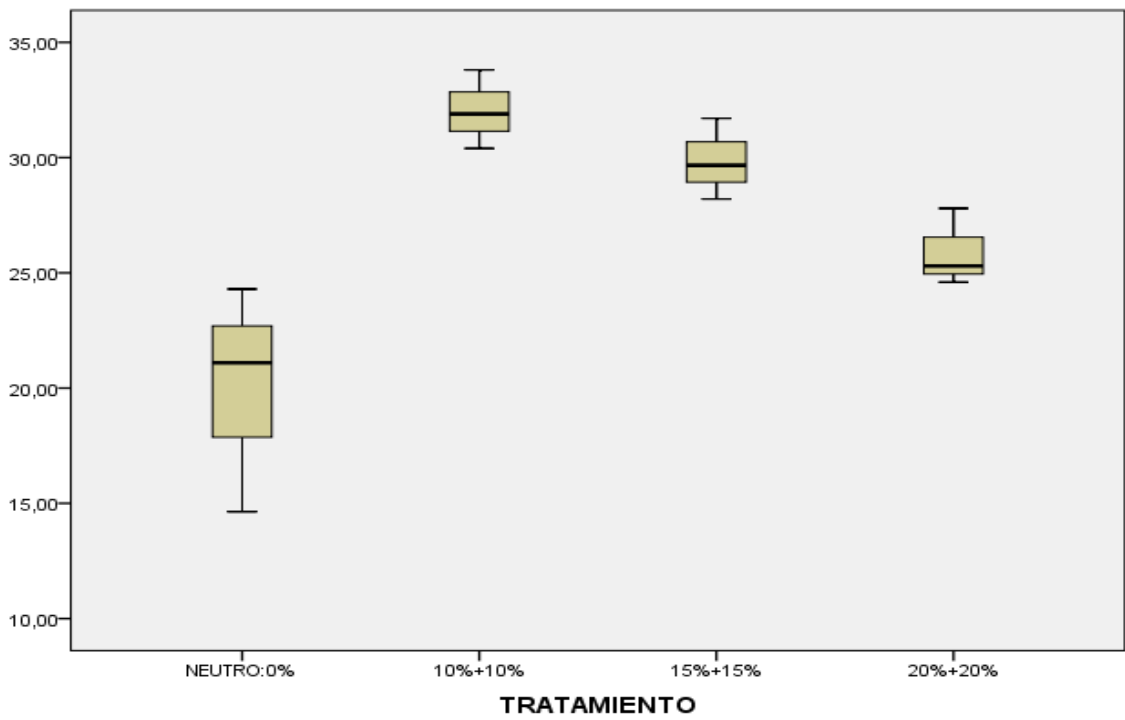


Figura 40. Tratamiento de CBR al 95%

Tabla 61. Descriptivos

CBR95

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0%+0%	3	20,0133	4,92083	2,84104	7,7893	32,2373	14,64	24,30
10%+10%	3	32,0300	1,70432	,98399	27,7962	36,2638	30,40	33,80
15%+15%	3	29,8567	1,75745	1,01466	25,4909	34,2224	28,20	31,70
20%+20%	3	25,9000	1,68226	,97125	21,7210	30,0790	24,60	27,80
Total	12	26,9500	5,36403	1,54846	23,5419	30,3581	14,64	33,80

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 62. Prueba de homogeneidad de varianzas

CBR95

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
2,373	3	8	,146

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

2. Prueba de Hipótesis (Anova) del CBR al 95%

Tabla 63. Prueba de Hipótesis del CBR al 95% con ANNOVA

CBR 95 %

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	250,425	3	83,475	10,107	,004
Dentro de grupos	66,076	8	8,259		
Total	316,501	11			

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

La significancia de 0.05 indica un riesgo de 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real. De la Tabla 60, el valor de Sig. es 0.004; indicado que las medias de los datos en el CBR 95%, son semejantes. Se puede asumir que la variación es baja o que no existe variación representativa en términos del parámetro de varianza al aplicar las dosificaciones ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca, para el CBR 95%, respecto al 0% de dosis.

3. Pruebas de Ad Hoc del CBR al 95%

**Tabla 64. Prueba Post Hoc
Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: CBR95

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%+0%	10%+10%	-12,01667*	2,34655	,004	-19,5312	-4,5022
		15%+15%	-9,84333*	2,34655	,013	-17,3578	-2,3288
		20%+20%	-5,88667	2,34655	,133	-13,4012	1,6278
	10%+10%	0%+0%	12,01667*	2,34655	,004	4,5022	19,5312
		15%+15%	2,17333	2,34655	,792	-5,3412	9,6878
		20%+20%	6,13000	2,34655	,115	-1,3845	13,6445
	15%+15%	0%+0%	9,84333*	2,34655	,013	2,3288	17,3578
		10%+10%	-2,17333	2,34655	,792	-9,6878	5,3412
		20%+20%	3,95667	2,34655	,389	-3,5578	11,4712
	20%+20%	0%+0%	5,88667	2,34655	,133	-1,6278	13,4012
		10%+10%	-6,13000	2,34655	,115	-13,6445	1,3845
		15%+15%	-3,95667	2,34655	,389	-11,4712	3,5578

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

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

**Tabla 65. Subconjuntos Homogéneos
CBR95**

	TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD Tukey ^a	0%+0%	3	20,0133		
	20%+20%	3	25,9000	25,9000	
	15%+15%	3		29,8567	
	10%+10%	3		32,0300	
	Sig.			,133	,115
Duncan ^a	0%+0%	3	20,0133		
	20%+20%	3		25,9000	
	15%+15%	3		29,8567	29,8567
	10%+10%	3			32,0300
	Sig.			1,000	,130

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Interpretación: Según Tabla 62, es posible comparar los pares de medias del tratamiento, se hizo las pruebas de todas las diferencias posibles entre medias para la CBR 95%, al llevarse a cabo la prueba HSD Tukeya, la restricción es considerar igual número de repeticiones en tratamientos. Se puede apreciar que según la comparación del alfa =0.05, y obteniendo un sig.=0.115; por tanto, se acepta la hipótesis alterna: La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentó el CBR al 95% de la subrasante para el subconjunto 2 que el promedio de la CBR 95% tiene un valor 32,0300 para el tratamiento (10%+10%), superando las demás dosis, inclusive el Neutro (0%+0%).

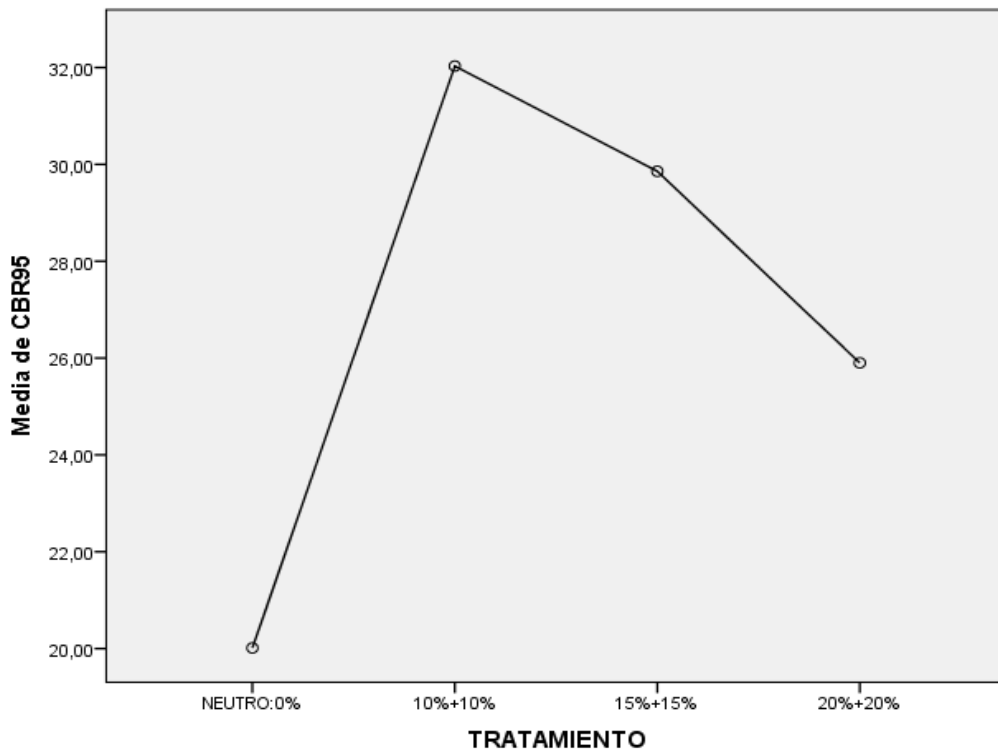


Figura 41. *Media del CBR al 95%*

Interpretación: La Figura 40, visualiza las medias de puntajes de CBR 95%, logrado según cada adición de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L, porcentual en los tratamientos (3 dosis), en las muestras de suelos, se observa que, de todas las dosificaciones, el puntaje de la media en CBR 95%, de valor 32,0300; para la dosificación de (10%+10%); según prueba HSD Tukey y prueba Duncan.

4.7. Contrastación de Hipótesis del CBR al 100%.

Hipótesis 6:

H_a= La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentara el CBR al 100% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

H₁= La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, disminuirá el CBR al 100% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.

1. Prueba de Normalidad del CBR al 100%

Tabla 66. Prueba de Normalidad del CBR al 100%

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0%+0%	,318	3	.	,887	3	,344
10%+10%	,309	3	.	,900	3	,385
15%+15%	,205	3	.	,993	3	,841
20%+20%	,308	3	.	,902	3	,391

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

En la Tabla 63, se visualiza el nivel de significación, para los datos de Máxima CBR al 100%, en cada una de las dosificaciones (10%+10%; 15%+15% y 20+20%) y sin dosificación (0% +0%), del modelo Shapiro –Wilk, ya que los datos son menores a 50 datos, por tanto los valores de Sig. superan el 0.05; de la significancia, los puntajes del CBR al 100%, tienen una distribución normal, es posible modelar el fenómeno de experimentos, aplicar cantidades porcentuales ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L, y que estos sean fiables, se decide continuar con las prueba ANOVA.

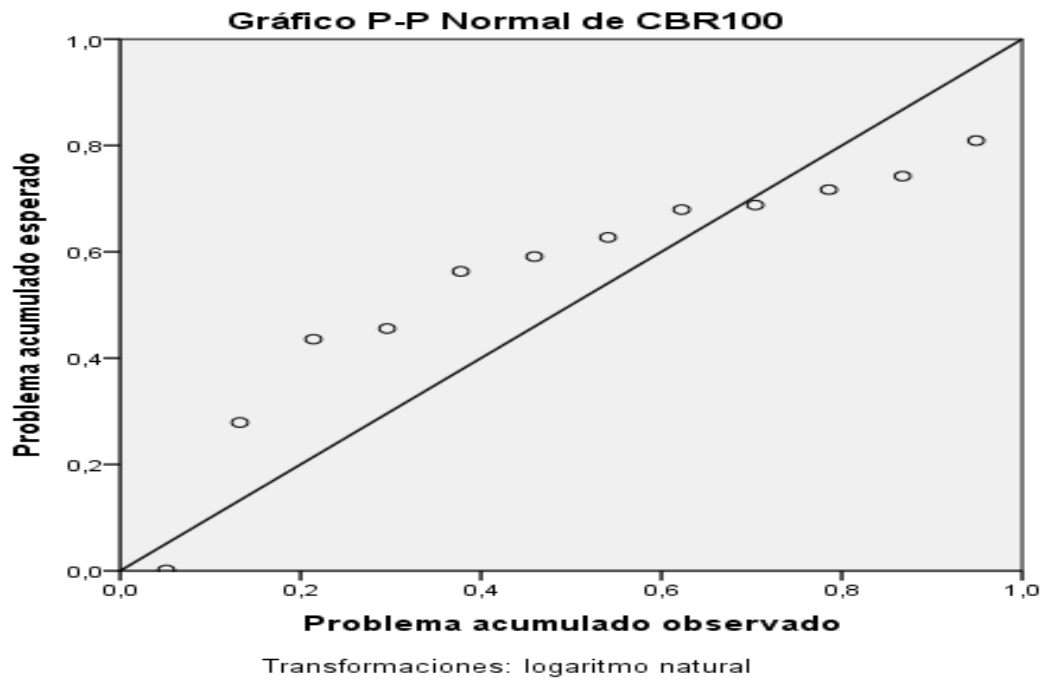


Figura 42. Prueba de Normalidad del CBR al 100%

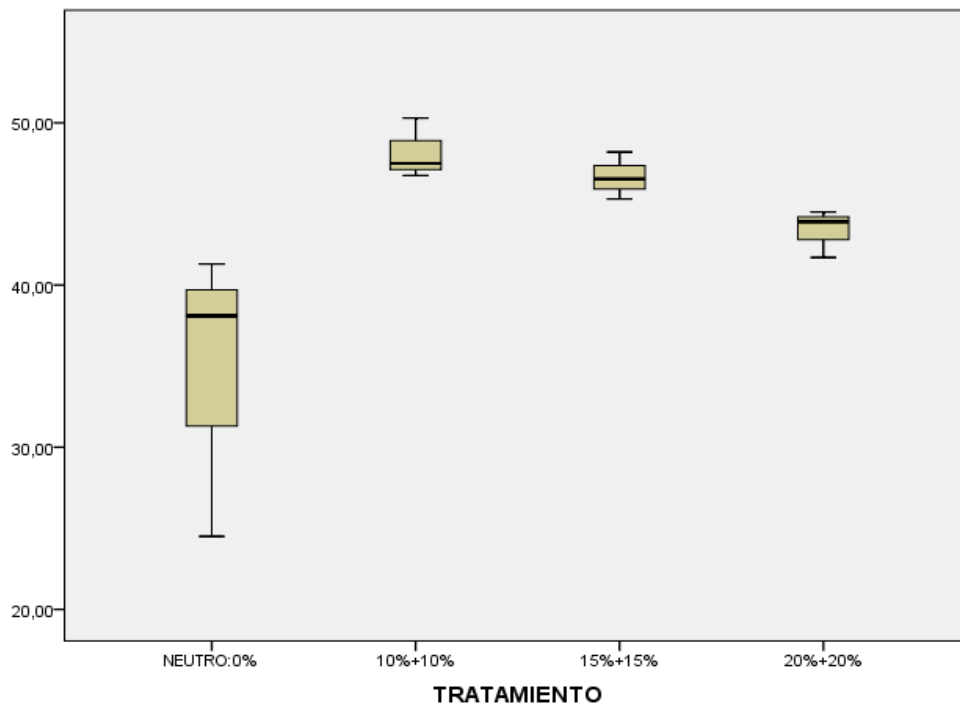


Figura 43. Tratamiento del CBR al 100%

Tabla 67. Descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0%+0%	3	34,6333	8,92039	5,15019	12,4739	56,7928	24,50	41,30
10%+10%	3	48,1833	1,87105	1,08025	43,5354	52,8313	46,75	50,30
15%+15%	3	46,6800	1,45506	,84008	43,0654	50,2946	45,30	48,20
20%+20%	3	43,3667	1,47422	,85114	39,7045	47,0288	41,70	44,50
Total	12	43,2158	6,78102	1,95751	38,9074	47,5243	24,50	50,30

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 68. Prueba de homogeneidad de Varianzas
CBR100

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
7,475	3	8	,010

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

De la Tabla 65, se asume que las varianzas son distintas, $0.010 < 0.05$, por tanto, esto implica que las medias son distintas y representativas, aplicar dosis de porcentuales ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L, realiza en la experimentación los cambios en las medias del CBR al 100%.

2. Prueba de Hipótesis (Anova) del CBR al 100%

Tabla 69. Prueba de hipótesis de CBR al 100% con ANNOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	331,076	3	110,359	5,053	,030
Dentro de grupos	174,729	8	21,841		
Total	505,805	11			

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

La significancia de 0.05 indica un riesgo de 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real. De la Tabla 66, el valor de Sig. es 0.030; indicado que las medias de los datos en el CBR 100%, tiene una baja variabilidad al aplicar las dosificaciones ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca, para el CBR 100 %, respecto al 0% de dosis. Cabe resaltar que estas variaciones son representativas, para las aplicaciones en las propiedades mecánicas del suelo.

Tabla 70. Comparaciones Múltiples

Variable dependiente: CBR100

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%+0%	10%+10%	-13,55000*	3,81586	,031	-25,7697	-1,3303
		15%+15%	-12,04667	3,81586	,053	-24,2664	,1731
		20%+20%	-8,73333	3,81586	,180	-20,9531	3,4864
	10%+10%	0%+0%	13,55000*	3,81586	,031	1,3303	25,7697
		15%+15%	1,50333	3,81586	,978	-10,7164	13,7231
		20%+20%	4,81667	3,81586	,609	-7,4031	17,0364
	15%+15%	0%+0%	12,04667	3,81586	,053	-,1731	24,2664
		10%+10%	-1,50333	3,81586	,978	-13,7231	10,7164
		20%+20%	3,31333	3,81586	,821	-8,9064	15,5331
	20%+20%	0%+0%	8,73333	3,81586	,180	-3,4864	20,9531
		10%+10%	-4,81667	3,81586	,609	-17,0364	7,4031
		15%+15%	-3,31333	3,81586	,821	-15,5331	8,9064

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Tabla 71. Subconjuntos homogéneos.

CBR100

	TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	0%+0%	3	34,6333	
	20%+20%	3	43,3667	43,3667
	15%+15%	3	46,6800	46,6800
	10%+10%	3		48,1833
	Sig.			,053
Duncan ^a	0%+0%	3	34,6333	
	20%+20%	3	43,3667	43,3667
	15%+15%	3		46,6800
	10%+10%	3		48,1833
	Sig.			,051

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Datos obtenidos de los ensayos de suelos, con la dosificación de ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua. Procesamiento SPSS-22.

Interpretación: Según Tabla 68, es posible comparar los pares de medias del tratamiento, se hizo las pruebas de todas las diferencias posibles entre medias para la CBR 95%, al llevarse a cabo la prueba HSD Tukeya, la restricción es considerar igual número de repeticiones en tratamientos. Se puede apreciar que según la comparación del alfa = 0.05, y obteniendo un sig.=0.609; por tanto, se acepta la hipótesis alterna: La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentara el CBR al 100% de la subrasante para el subconjunto 2 que el promedio de la CBR 100% tiene un valor 48,1833 para el tratamiento (10%+10%), superando las demás dosis, inclusive el Neutro (0%+0%).

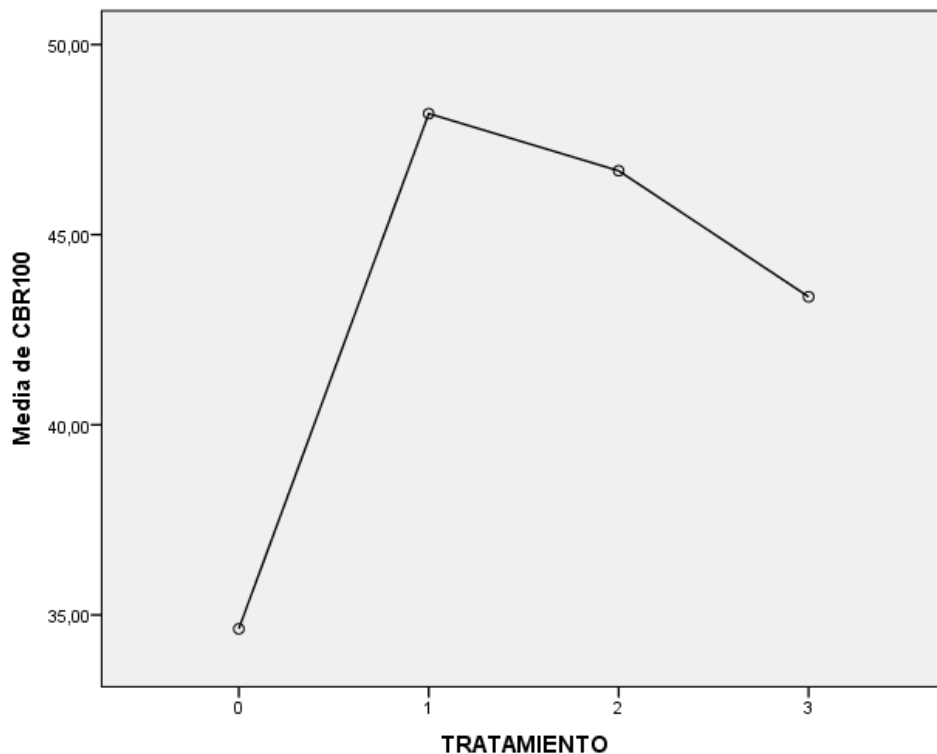


Figura 44. *Media de CBR al 100%*

Interpretación: La Figura 43, visualiza las medias de puntajes del CBR 100%, logrado según cada adición de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L, porcentual en los tratamientos (3 dosis), en las muestras de suelos, se observa que, de todas las dosificaciones, el puntaje de la media en CBR 100%, de valor 48,1833; para la dosificación de (10%+10%); según prueba HSD Tukey y prueba Duncan.

V. DISCUSIONES

Indicador 1: Limite Liquido

En el análisis de resultados se obtiene el límite líquido con dosificación (20%arm+20%LPMPL) en la C-02 aumenta con una variación del 24% respecto al patrón de comparación suelo natural (SN), del mismo modo se obtuvo con la dosificación (10% ARM+ 10% LPMPL) logra disminuir en la C-01 (5%) y C-3 (8%). Según Ventura (2021), observo que, con la adición de aceite quemado y caucho residual con $D_3=9\%+9\%$ disminuye en 17.65% el Limite Liquido. Comparando los resultados de Investigación de Ventura, hay coincidencias que las dosificaciones generan Límites Líquidos a la tendencia a disminuir, respecto a esta investigación en la muestra de suelo de la C-01 hay disminución hasta de 5%, en la C-02 aumenta en un 24% y en la C-03 disminuye hasta en 8%.

Indicador 2: Limite Plástico

Con los siguientes valores se obtuvo el Limite Plástico con dosificación (10%ARM+10%LPMPL), la C-01 aumenta en un 3% con comparación de la muestra patrón (SN), con dosificación (20%ARM+20%LPMPL) la C-02 aumenta en un 8% con la muestra patrón (SN) y con dosificación (10%ARM+10%LPMPL) la C-03 disminuye en 1%. Buendía (2018), determinó que obtuvieron resultados con el 5% de aceite aumenta en 0.58% y al 10% aumenta en 1.68%, se puede ver que hay un aumento del límite plástico con el incremento de adición de aceite quemado. Comparando los resultados, hay similitudes con las dosificaciones logrando incrementar el Limite Plástico, que existe relación en proporciones directas entre adicionar aceite quemado en el Límite Plástico. Se encuentra la misma relación de proporcionalidad en los tratamientos de esta investigación.

Indicador 3: Óptimo Contenido de humedad

En los diferentes tratamientos porcentuales, se obtuvo Óptimos contenido de humedad menores a la muestra patrón (SN), con valores de 0.48% en los rangos respecto a la C-01 y dosificación (10%+10%). En la C-02 con la dosificación (10%+10%) con un valor de rango 1.21%. Es posible afirmar desde el aporte de Jalanoca (2021), que el aceite residual ha podido disminuir el contenido de humedad en sus análisis de tratamiento con un valor de 9.83% con respecto a su estado natural. En el mismo sentido según Guerra (2019), determino una

disminución máxima del contenido de humedad en un valor de 4.00%. Comparando los resultados, los tratamientos realizados en esta investigación brindaron una disminución del óptimo contenido de humedad 5.62%. Por tanto, se muestra que las sustituciones porcentuales generan disminución de los óptimos contenidos de humedad, corroboradas con otras investigaciones.

Indicador 4: Máxima Densidad Seca

Uno de los parámetros más importantes es la Densidad Máxima Seca (DMS) para poder lograr una mejora en la subrasante, por tanto, se obtuvo valores respecto al patrón (SN), se asumió representativamente 2.13 g/cm³ al realizar tratamientos se logró aumentar la DMS con la dosificación (10%+10%) con un valor de 0.08 g/cm³ (3.90%) en la C-01; mientras que con la C-02 con un valor de 0.04 g/cm³ (1.87%) y con la C-03 con un valor de 0.21 g/cm³ (11.17%). Estos resultados tienen semejanza en cuanto a la variabilidad de la DMS, en un aumento al aplicarle diferentes tratamientos ARM y LPMPL. Con otras investigaciones halladas por Del Castillo y Orobio (2020), tuvo un aumento del 7% en sus DMS; del mismo modo se corrobora con More y Ydrogo (2019) con el aumento logrado con un valor de 0.10 g/cm³. Comparando los valores se concluye en las investigaciones que existe relación directa proporcional porque logra aumentar la DMS adicionando las dosificaciones.

Indicador 5: CBR al 95% MDS

La prueba de penetración CBR al 95%, nos debe brindar las mínimas características mecánicas de un suelo; ASTM D1883, de esta manera se obtuvo una variación del CBR al 95% incrementando su valor de 9.3 en la dosificación (10%+10%), del mismo modo para esa dosificación se obtiene variaciones C-02 un valor de 7.1 y con la C-03 con valor de 5.9. Las investigaciones respecto al CBR muestran que aplicar ciertos tratamientos como la realizada por Moncayo (2018), ha posibilitado disminuir el CBR para las propias dosificaciones con la variación de 4%, también generando un CBR menor en su investigación. Habiéndose contrastado con la investigación de Chura (2019), obtiene este trabajo que los CBR respecto al patrón y según el tratamiento aumentaron un valor del 1% del CBR, pero a la vez dentro de las mismas dosificaciones los CBR fueron disminuyendo; semejante con las adiciones propias porcentuales de esta

investigación, (10%+10%), (15%+15%) y (20%+20%). En nuestro caso se ha generado un CBR con valor mayor respecto al patrón (SN): C-01 (21.1), C-02 (24.3), C-03 (7.5), contrastándose del mismo modo con esta investigación que sí tiene influencia realizar sustitución de ARM Y LPMPL, por agua.

Indicador 6: CBR al 100% MDS

La prueba de penetración CBR al 100%, nos debe brindar la mejor calidad de un suelo respecto a los esfuerzos admisibles o respuestas dinámicas por cargas; ASTM D1883, de esta manera se obtuvo una variación del CBR con un valor de 9.4 en la dosificación (10%+10%), del mismo modo para esa dosificación se obtiene variaciones C-02 un valor de 7.1 y con la C-03 con valor de 5.9. Las investigaciones respecto al CBR al 100% muestran que aplicar ciertos tratamientos como la realizada por Cabrejos y Murga (2021), obtiene este trabajo que los CBR al 100% de la MDS a 0.1" respecto al patrón y con adiciones de lubricantes se mejora los valores del CBR directamente proporcionales. Resultó un CBR con valor mayor respecto al patrón (SN): C-01 (38.1), C-02 (41.3), C-03 (24.5), contrastándose del mismo modo con esta investigación que sí tiene influencia realizar sustitución de ARM Y LPMPL, por agua.

VI. CONCLUSIONES

- El óptimo porcentaje en la sustitución de la combinación de ARM y LPMPL, por agua, son las dosificaciones (20%ARM + 20%LPMPL) en el Límite Líquido, Límite Plástico y Máxima Densidad Seca. Mientras que con la dosificación (10%ARM + 10%LPMPL) mejora el Óptimo Contenido de Humedad, CBR al 95% y CBR al 100%.
- Con la sustitución de ARM y LPMPL., por agua, en las muestras de suelos se determinó que influyen en el Límite líquido con una variación representativa con tendencia a disminuir, con la dosificación de (10% ARM Y 10% LPMPL) obtenemos el valor del 8% en la C-03 y el valor de 5% para la C-01. La mejor dosificación (20% ARM+20% LPMPL) que incrementó su valor en un 24% en la C-02, según indica la tabla 27 y la figura 21. Se concluye con una significancia de $0.179 > 0.05$; se acepta la Hipótesis H_a : la sustitución del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejoro el límite líquido (LL); a partir de las diferencias posibles entre media de tratamientos con un valor de 27.00 de acuerdo al HSD Tukey.
- El Límite Plástico (LP) de la C-01 y la C-02 tuvo variación hacia la subida en un 3% y un 8% con respecto a la muestra patrón (SN). Se contrastó con una significancia de $0.868 > 0.05$; implica asumir la H_a : La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejoro el límite plástico (LP) obteniéndose como la media grupal de LP con un valor representativo de 14.6667 respecto a la dosificación (20%+20%) en el modelo HSD Tukey.
- La relación de los óptimos contenidos de humedad respecto a las dosificaciones y al contenido óptimo patrón (SN), se obtuvo al (10%+10%) en los rangos de variación en la C-01 y en la C-02, valores de 0,48% y 1.21% respectivamente. Según el modelo HSD Tukey para una significancia del 0.05 para comparación de las medias grupales se obtuvo un valor $0,385 > 0.05$; se acepta H_a : La sustitución de la combinación del ARM y LPMPL., por agua, aumentó el óptimo contenido de humedad de

la subrasante. Por tanto, la media grupal representativa es la dosificación (20%+20%) con un valor de 9,1400.

- La obtención de una DMS patrón (SN) con el valor de 2.13 g/cm³, permitió realizar contrastaciones, siendo lo más representativo obtener una variación de la DMS de valor de 0.21 g/cm³ (11.17%) de variabilidad porcentual, al ser modificada las muestras de suelos con la sustitución de ARM + LPMPL. El análisis estadístico a un nivel de significancia de valor $0.127 > 0.05$ en el modelo HSD Tukey, resultó dentro de las medias grupales la DMS, que es posible aceptar H_a : La sustitución de la combinación del ARM y LPMPL, por agua, aumentó la máxima densidad seca de la subrasante. Según Tukey la media representativa se ubica en la dosificación (20%+20%), con un valor de 2,5033 g/cm³.
- El CBR al 95% obtenido de las dosificaciones ARM y LPMPL de los diferentes porcentajes de sustitución, se obtuvo un máximo representativo de variación con valor 9.3 de CBR al 95% en el tratamiento (10%+10%), en relación al CBR 95% patrón (SN) de valor 21.1. En la comparación de medias grupales del modelo HSD Tukey se observa, para un nivel de significancia con valor de $0,115 > 0.05$; la aceptación de H_a : La sustitución de la combinación del ARM y LPMPL., por agua, aumentó el CBR al 95% de la subrasante. La dosificación representativa es (10%+10%), obteniéndose un promedio de CBR al 95% de valor 32,030; en comparación con el CBR al 95% del SN (20,0133).
- En el análisis del CBR al 100%, de las variaciones con tendencias a incrementar se obtuvieron valores de 9.4 en la C-01 con dosificación (10%+10%) según, la sustitución del ARM y LPMPL, por agua; del mismo modo resulto el menor valor de 5.9 en la C-03. En la comparación de medias grupales para el tratamiento (10+10%) se obtuvo el CBR al 100% de valor 48.1833, respecto al SN del CBR al 100% con valor de 34.6333. Estadísticamente significativa para un valor de 0.05, del modelo HSD Tukey, se obtuvo $0.609 > 0.05$; indicando la aceptación de la hipótesis

alterna Ha: La sustitución de la combinación del ARM y líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumento el CBR al 100%.

VII. RECOMENDACIONES

Es necesario poder diferenciar los tipos de suelos respecto a las progresivas de la carretera de estudio, de tal manera que obteniendo sus características propias mecánica de suelos, se podría tener diferentes tratamientos con la sustitución de ARM y LPMPL., por agua, porque así obtendremos la particularidad de los suelos en cada tramo, por tanto, los porcentajes o tratamientos óptimos no se deberían generalizar en la dosificación a lo largo de la vía o carretera.

Seguir investigando los tipos de aceites, sabiendo que tienen un grado de viscosidad que posiblemente tenga influencia en las mezclas como aditivo para la obtención de los porcentajes óptimos en los diferentes tratamientos, más aún por su impacto sería muy necesario trabajar con aceites orgánicos.

Generalmente la elaboración de un expediente técnico implica partidas definidas presupuestales, para el estudio de la mecánica de suelos, lo que en la ejecución de obras en carreteras podemos encontrar que no se puede lograr la MDS solamente con la adición de agua, por lo cual, para no incumplir las faltas presupuestales se podría realizar la sustitución de ARM y LPMPL. En las muestras de las calicatas que incumplen los valores mínimos según normatividad en el Diseño de Carreteras en particular para estabilizar la subrasante.

Que toda investigación implica un nivel de tolerancia en los márgenes de confiabilidad de sus resultados, por el cual se recomienda hacer un análisis desde los procesos del trabajo de campo (muestreo de suelos y recolección de datos), además en el procesamiento de los mismos (organización, evaluación, validación), desde los modelos estadísticos con la finalidad que no se incurra en una mayor cantidad de incertidumbre de los resultados finales que en este caso serían los parámetros propios de la estabilización de la subrasante.

REFERENCIAS

- ABDELJOUAD, Lokmane [et al]. Application of alkali-activated palm oil fuel ash reinforced with glass fibers in soil stabilization. *Soils and Foundation* [en línea]. Vol. 59, n.º5. octubre de 2019. [Fecha de consulta:27 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038080619301532>
- AYELDEEN, Mohamed; NEGM, Abdelazim y EL SAWWAF, Mostafa. Evaluating the physical characteristics of biopolymer/soil mixtures. *Arabian Journal of Geosciences* [en línea]. Vol. 9, n.º5. 26 de abril de 2016. [Fecha de consulta:14 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-016-2366-1>
- AKAR, Mustafa [et al]. Hydrogen enriched waste oil biodiesel usage in compression ignition engine. *International journal of hydrogen energy* [en línea]. Vol. 43, n.º38. 20 de septiembre de 2018. [Fecha de consulta:28 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319918304233>
- ARCHIBONG, G [et al]. A review of the principles and methods of soil stabilization. *International Journal of Advanced Academic Research* [en línea]. Vol. 6, n.º3. marzo de 2020. [Fecha de consulta:23 de febrero de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/John-Akudike/publication/342448451_A_REVIEW_OF_THE_PRINCIPLES_AND_METHODS_OF_SOIL_STABILIZATION/links/5ef4ba6792851c52d6fabf6f/A-REVIEW-OF-THE-PRINCIPLES-AND-METHODS-OF-SOIL-STABILIZATION.pdf
ISSN: 2488-9849
- AUCCAPURE, Lizeth. Impermeabilización de la base de pavimentos rígidos con aceite de motor quemado, utilizando material de la cantera de Yanaoca, provincia de Canas – Cusco. Tesis (Licenciatura en ingeniería civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019. 139 pp.

ARIAS, José. Técnicas e instrumentos de investigación científica [en línea]. Arequipa: Enfoques consulting EIRL, 2020 [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022].

Disponible en:
file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/AriasGonzales_TecnicasElInstrumentos
DelInvestigacion_libro%20(1).pdf
ISBN: 978-612-48444-0-9

ARIAS, José y COVINOS, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. Arequipa: Enfoques consulting EIRL, 2021 [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022].

Disponible en: file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Arias-Covinos-
Dise%C3%B1o_y_metodologia_de_la_investigacion%20(1).pdf
ISBN: 978-612-48444-2-3

BHATIA, En Natural Polymer Drug Delivery Systems [en línea] Boston: Springer, Cham 2016 [Fecha de consulta:13 de marzo de 2022].

Capítulo 3: Natural Polymers vs Synthetic Polymer

Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-41129-3_3

BERNAL, Nelson. Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta envasadora de aceites lubricantes en Lima Metropolitana para taxis y vehículos livianos particulares. Tesis (Bachiller en ingeniería industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 100pp.

BORJAS, Edgardo. Validity and reliability in data collection and analysis under a qualitative approach. *Transcend, accounting and management* [en línea]. Vol. 5, n.º15. noviembre de 2021 [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tcg/v5n15/2448-6388-tracender-15-79.pdf>

ISSN 2448-6388

BUENDIA, Miguel. Efectos del Petróleo Quemado en las Propiedades Mecánicas del Suelo Cohesivo, Satipo, Junín. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Huancayo: Universidad Peruana de los Andes, 2018. 164 pp.

CABREJOS, Jehimy y MURGA, Jeery. Estabilización de pavimentos con residuos de lubricantes vehiculares en el camino rural del Centro Poblado Intercambiador Puente-Chimbote. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Nuevo Chimbote, 2021. 228 pp.

CAMILO, Cristian y CRUZ, Lucio. Experimental study of Colombian volcanic ash soil classification in the Colombian southwest with SUCS, AASHTO method and a new classification method. *Engineering* [en línea]. Vol. 36, n.º2. marzo de 2018. [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v36n2/2145-9371-inde-36-02-378.pdf>
ISSN: 2145-9371

CHEN, Franklin. The effect of polymers for soil stabilization and soil nutrient retention. *International Journal of Applied Science-Research and Review* en línea]. Vol. 3, n.º5. 14 de noviembre de 2016. [Fecha de consulta:13 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.primescholars.com/articles/the-effect-of-polymers-for-soil-stabilization-and-soil-nutrient-retention-95378.html>

CHURA, Juan. Capacidad soporte (CBR) de suelo arcilloso con extracto de tallo de plátano en la carretera Huallanda- Santa Rosa, Jaén. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019. 52pp

CUBAS, ohon y MANAY, Lizar. Mejoramiento de subrasante para pavimento industrial de tránsito pesado utilizando escoria metálica, en Estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Lima, 2021. 58 pp.
ISSN-L: 0020-0883

DEL CASTILLO, D y OROBIO, Armando. Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante. *Informes de la Construcción*, Vol. 72, n.º 558. 30 de junio de 2020. Disponible en: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/6000/7276>

- EKPETE, A, MARCUS, C, y OSI, V. Preparation and characterization of activated carbon obtained from plantain (*Musa paradisiaca*) fruit stem. *Journal of Chemistry* [en línea]. Vol.2017. 23 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 13 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2017/8635615/>
- FIROOZI, Ali [et al]. Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering* [en línea]. Vol.8, n.º1. 16 de diciembre de 2017. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1186/s40703-017-0064-9>
- FONG, Waldyr, QUIÑONEZ, Edgar y TEJADA, Candelaria. Caracterización físico-química de aceites usados de motores para su reciclaje. *Prospectiva* [en línea]. Vol. 15, n.º2. diciembre de 2017. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2022]. Disponible en. <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v15n2/1692-8261-prosp-15-02-00135.pdf>
- FIROOZI, Ali [et al]. Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering* [en línea]. Vol. 8, n.º1. 16 de diciembre de 2017. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1186/s40703-017-0064-9>
- FREIRE, Rosero [et al]. Tratamientos químicos y fisicoquímicos para aceites residuales de sistemas automotrices. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional* [en línea]. Vol. 5, n.º8. agosto de 2020. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554368>
ISSN: 2550 - 682X
- GAGÑAY, Lisbeth, CHICAIZA, Silvia; AGUIRRE, José. Ethics in scientific research. *Social Imaginary Magazine* [en línea]. Vol. 3, n.º1. junio 2020. [Fecha de consulta: 01 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://www.revista-imaginariosocial.com/index.php/es/article/view/10/19>
e - ISSN: 2737-6362

GARCÍA, Rubén y FRANKENSTEIN, Susana. USCS and the USDA Soil Classification System: Development of a Mapping Scheme [en línea]. UPRM and ERDC Educational and Research Internship Program. Marzo de 2015. [28 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://erdc-library.erdcdren.mil/jspui/bitstream/11681/5485/1/ERDC-CRREL-TR-15-4.pdf>

GUERRA, Kehila. Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. 50pp.

HERNÁNDEZ, Jazmín, FIGUEROA, Benjamín y MARTÍNEZ, Mario. Soil physical properties and their relationship with plasticity in a system under traditional tillage and no tillage. *Mexican Journal of Agricultural Sciences* [en línea]. Vol. 10, n.ºSPE22. 30 de abril de 2019. [Fecha de consulta:27 de febrero de 2022] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10nspe22/2007-0934-remexca-10-spe22-53-en.pdf>
ISSN 2007-0934

IOOSS, Bertrand y LEMAÎTRE, Paul. Uncertainty management in simulation-optimization of complex systems [en línea] Boston: Springer, 2015 [Fecha de consulta:28 de febrero de 2022].
Capítulo 5: A Review on Global Sensitivity Analysis Methods
Disponible en: https://sci-hub.ee/https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-7547-8_5

JALANOCA, Freyre. Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la carretera Platería Perka, Puno. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 126pp.

KUMAR, Arvind y GUTA, Deepak. Behavior of cement-stabilized fiber-reinforced pond ash, rice husk ash soil mixtures. *Geotextiles and Geomembranes* [en línea]. Vol. 44, n.º3. junio de 2016. [Fecha de consulta:01 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://sci-hub.ee/10.1016/j.geotexmem.2015.07.010>

KRAEMER, F [et al]. Effectiveness of different pretreatments on granulometry analysis for three contrasting soils of the Pampean region. *Soil science* [en línea]. Vol. 34, n.º1. 2016. [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163291555> ISSN: 0326-3169

LIRA, Guillermo. Impacto ambiental del parque automotor [en línea]. Vol. 1, n.º1. 1999. [Fecha de consulta:12 de marzo de 2022]. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/hidraulica_mecanica/1999_n1/impacto.htm#:~:text=Los%20efectos%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n,de%20visibilidad%2C%20ennegrecimiento%20de%20los ISSN: 1810-8369

LÓPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa [en línea]. Barcelona: Universidad autónoma de Barcelona, 2015 [Fecha de consulta:26 de febrero de 2022]. Disponible en <http://tecnicasavanzadas.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/156/2020/08/A04.02-Roldan-y-Fachelli.-Cap-3.6-Analisis-de-Tablas-de-Contingencia-1.pdf>

LÓPEZ, Nelly y SANDOVAL, Irma. Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/176/3/M%c3%a9todos%20y%20t%c3%a9cnicas%20de%20investigaci%c3%b3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf>

MARECOS, Vânia [et al]. Assessing the pavement subgrade by combining different non - destructive methods. *Construction and Building Materials* [en línea]. Vol. 135, n.º3. 15 de marzo de 2017. [Fecha de consulta:23 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.003>

MONCAYO, Jaime. Estudio del efecto del aceite de motor usado sobre la resistencia al corte y CBR de suelos finos (MH) en la ciudad de Cali. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Cali: Universidad del Valle, 2018. 69pp.

- MORE, Sandra e YDROGO, Estela. Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa. Tesis (Bachilleres en ingeniería civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 29pp.
- MINISTERIO de transporte y comunicaciones. Perú. NP, R.D. N°10.MTC/14. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Lima, 2014. 305pp. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- NUÑEZ, Mirian y OLIVERA, José. Estabilización Química de Suelos Arcillosos para la Conformación de Estructura de Pavimento Rígido con Cemento Portland Tipo I Jaén - Cajamarca. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Callao, 2021. 38 pp.
- NICOMEDES, Esteban. Tipos de investigación [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
- OBETA, I y OHWOGANOHWO, J. Application of used engine oil in soil - cement stabilization. *Nigerian Journal of Technology* [en línea]. Vol. 34, n.º1. octubre de 2019. [Fecha de consulta:27 de febrero de 2022] Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/124008-Article%20Text-338859-1-10-20151015.pdf>
- ORTEGA, María. Connecting Markets: Rural Roads and Agricultural Production in a Dual Economy. *Documento CEDE* [en línea]. n.º44. septiembre de 2018. [Fecha de consulta:26 de febrero de 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/SSRN-id3265330%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/SSRN-id3265330%20(1).pdf)
ISSN 1657-7191
- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Population Study. *International journal of morphology* [en línea]. Vol. 35, n.º1. marzo de 2017. [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
ISSN: 0717-9502

- RAMADASS, Kavitha [et al]. Ecological implications of motor oil pollution: earthworm survival and soil health. *Soil Biology and Biochemistry* [en línea]. Vol. 85. junio de 2015. [Fecha de consulta:27 de febrero de 2022]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071715000711>
1
ISSN: 1115-8443
- RODRÍGUEZ, Jorge y BURNEO, Kurt. Metodología de la Investigación [en línea]. La molina: Fondo editorial, 2017 [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/15956328-07d8-4ea1-9661-e0bb86039f8b/content>
SBN: 978-612-4119-86-6
- SADEEQ, J, OCHEPO, J y SALAHUDEEN, A. Assessment of bagasse ash effect on the califonia bearing ratio of used oil contaminated lateritic soils. *Nigerian Journal of Technology* [en línea]. Vol. 34, n.º2. 29 marzo de 2015. [Fecha de consulta:26 de febrero de 2022]. Disponible en:
[file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/122323-Article%20Text-335722-1-10-20150917%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/122323-Article%20Text-335722-1-10-20150917%20(1).pdf)
- SANCHEZ, Kattia, ENEQUE, Yafanor y MUÑOZ, Sócrates. Uso de estabilizadores para suelos arcillosos. una revisión literaria. *Suelos Ecuatoriales* [en línea]. Vol. 50, n.º1 y 2. noviembre de 2020. [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022]. Disponible en:
http://unicauca.edu.co/revistas/index.php/suelos_ecuatoriales/article/view/116/103
ISSN 0562-5351.
- SOTO, Luis; YEPES, Pedro y FRANCO, Anderson. Algunas Características Físicoquímicas del Jugo del Pseudotallo de Plátano Dominic Hartón. *Revista de Ciencias* [en línea]. Vol. 17, n.º1. 22 de abril de 2013. [Fecha de consulta:14 de marzo de 2022]. Disponible en:
https://revistaciencias.univalle.edu.co/index.php/revista_de_ciencias/article/view/498/620

UNNISA, Syeda y HASSANPOUR, Malek. Development circumstances of four recycling industries (used motor oil, acidic sludge, plastic wastes and blown bitumen) in the world. *Renewable and sustainable energy reviews* [en línea]. Vol. 72. mayo de 2017. [Fecha de consulta:28 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117301156>

URBANO, Gómez. Análisis de datos cualitativos. *Fedumar Pedagogía y Educación* [en línea]. Vol. 3, n.º1. marzo de 2016. [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/fedumar/article/view/1122/1064>
ISSN: 2390-0962

VENTURA, José. Population or sample? A necessary difference. *Cuban Journal of Public Health* en línea]. Vol. 43, n.º4. noviembre de 2020. [Fecha de consulta:25 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v43n4/spu14417.pdf>
ISSN: 1561-3127

VELÁSQUEZ PEREYRA, César. Influencia del cemento portland tipo i en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector la Molina. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 140pp.

WILCHES, Fernando, DÍAZ, Jhon y ÁVILA, José. Correlation between California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for soil from Sincelejo city in Colombia. *International Journal of Applied Engineering Research* [en línea]. Vol. 13, n.º4. 2018. [Fecha de consulta:01 de marzo de 2022]. Disponible en: http://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n4_37.pdf
ISSN 0973-4562

YANG, Xinyi [et al]. Calibration of smartphone sensors to evaluate the ride quality of paved and unpaved roads. *International Journal of Pavement Engineering* [en línea]. 25 de agosto de 2020. Disponible en: <https://scihub.hkvisa.net/10.1080/10298436.2020.1809659>

ISSN: (Print) (Online) Journal homepage:
<https://www.tandfonline.com/loi/gpav20>

ANEXOS


Anexo 01: Matriz de consistencia

1. MATRIZ DE CONSISTENCIA													
TÍTULO	ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO ACEITE RESIDUAL DE MOTORES Y LIQUIDO DE PSEUDOTALLO DE MUSA PARADISIACA L. EN LA CARRETERA BELLAVISTA, SAMBIMERA, CAJAMARCA-2022												
AUTORES	Bach. BALMACEDA CERCADO ROCIO y Bach. TORRES AGUINAGA DEYLI ELIZABETH												
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTOS				POBLACIÓN Y MUESTRA	METODOLOGÍA					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	POBLACIÓN	METODOLOGÍA					
¿Como influye la sustitución del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la estabilización de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?	Determinar el óptimo porcentaje en la sustitución del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la estabilización de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	El óptimo porcentaje de sustituir la combinación de ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, estabilizara la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	Aceite residual de motores (ARM)	Dosificaciones	0% de ARM	Ficha de recolección de datos	Conformado por la totalidad de subrasante de la carretera Bellavista – Sambimera, ubicado en el distrito de Bellavista, provincia de jaén, departamento de Cajamarca						
					10% de ARM								
					15% de ARM								
					20% de ARM								
			Liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMP)	Dosificaciones	Aceite Móvil 4T - Sintético								
					Vehiculos menores gasolineros (Moto lineal y mototaxis)								
					0% de ARM								
					10% de ARM								
										15% de ARM			
										20% de ARM			
			PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	MUESTRA	
			¿Como influye la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el límite líquido (LL) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?	Determinar la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el límite líquido (LL) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejorara el limite liquido (LL) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	Estabilización de la Subrasante			Consistencia	Limite liquido	Fichas de ensayo de limites de liquido	Conformado por las muestras de suelo natural extraidas a lo largo de la carretera Bellavista – Sambimera, ubicado en el distrito de Bellavista, provincia de jaén, departamento de Cajamarca, a 1.50 m de profundidad.	ENFOQUE Cuantitativo DISEÑO Experimental NIVEL Exploratorio/ Descriptivo
¿Como influye la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el límite plástico (LP) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?	Determinar la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el límite plástico (LP) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, mejorara el limite plástico (LP) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	Limite plástico	Fichas de ensayo de limites plástico									
¿De qué manera influye la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el óptimo de contenido de humedad (OCH) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?	Evaluar la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, disminuirá en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	Compactación	Óptimo contenido de humedad	Ficha de ensayo de Proctor modificado								
¿En qué medida influye la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la máxima densidad seca (MDS) de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?	Determinar la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentara la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.		Densidad máxima seca	Ficha de ensayo de Densidad seca Máxima								
¿Cuál es la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la capacidad soporte (CBR) al 95% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?	Identificar la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la capacidad soporte (CBR) al 95% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentara el CBR al 95% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	Resistencia a la penetración a 0.1"	CBR al 95% MDS	Ficha de ensayo de CBR								
¿Cuál es la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la capacidad soporte (CBR) al 100% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022?	Identificar la influencia de la sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, en la capacidad soporte (CBR) al 100% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.	La sustitución de la combinación del ARM y liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L., por agua, aumentara el CBR al 100% de la subrasante de la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022.		CBR al 100% MDS*	Ficha de ensayo de CBR								

Anexo 02. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente 01: Aceite Residual de Motores (ARM)	Elemento residual producto de un lubricante de motor que después de haber sido usado por un tiempo determinado es desechado, con características particulares como contaminantes volátiles, solubles, insolubles, óxido de metales que contienen óxido de plomo y desgastes metálicos (Fon. Quiñonez y Tejada, 2017, p.137)	Elemento de desecho que se obtiene del uso de n aceite lubricante por un cierto tiempo en un motor vehicular	Dosificaciones	0% de ARM	MI
				10% de ARM	MI
				15% de ARM	MI
				20% de ARM	MI
			Especificaciones Técnicas	Aceite Movil 4T - Sintetico	RAZÓN
				Vehiculos menores gasolineros (Moto lineal y mototaxis)	
Variable Independiente 02: Liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. (LPMPL)	Elemento que deriva del Pseudotallo del plátano que posee una densidad viscosa y pegajosa, se puede extraer entre 5 a 15 litro por planta (Ektepe, Marcus y Osi, 2017, p.1).	Liquido obtenido del Pseudotallo especie Musa Paradisiaca L., obtenido mediante procedimientos mecanicos didácticos	Dosificaciones	0% de LPMPL	MI
				10% de LPMPL	MI
				15% de LPMPL	MI
				20% de LPMPL	MI
Variable dependiente: Estabilización de la subrasante	Es un método cuyo fin es mejorar las propiedades del suelo ya sean físicas, mecánicas o químicas, llevando a que este posea optimas condiciones de respuesta (Firoozi y Baghini, 2017, p.2.).	El aceite residual de motores y el Liquido d Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. se aplicara en porcentajes, para la estabilización de la subrasante en una carretera	Consistencia	Límite Líquido	RAZÓN
				Límite Plástico	
			Compactación	Óptimo Contenido de Humedad	%
				Densidad Máxima Seca	g/cm ³
			Resistencia a la penetración a 0.1"	CBR al 95% MDS	%
				CBR al 100% MDS	

Anexo 03. Ficha Técnica de validación del indicador: Límite Líquido

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO N° 03 FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN N° 01 NORMA (MTC E 110)
--	--




I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y Líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022						
1.2. INDICADOR:	LÍMITE LÍQUIDO						
1.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Nula: > 0.53</td> <td>Baja: 0.54 - 0.59</td> <td>Valida: 0.60-0.65</td> </tr> <tr> <td>Muy valida: 0.66-0.71</td> <td>Existente: 0.72-0.99</td> <td>Perfecta: 1</td> </tr> </table>	Nula: > 0.53	Baja: 0.54 - 0.59	Valida: 0.60-0.65	Muy valida: 0.66-0.71	Existente: 0.72-0.99	Perfecta: 1
Nula: > 0.53	Baja: 0.54 - 0.59	Valida: 0.60-0.65					
Muy valida: 0.66-0.71	Existente: 0.72-0.99	Perfecta: 1					


II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	DOSIFICACIONES	LÍMITE LÍQUIDO			UNIDAD (%)
		C-01	C-02	C-03	
1	SN (0%)	28	10	25	%
2	10% ARM + 10% LPMPL	23	25	17	%
3	15% ARM + 15% LPMPL	23	29	19	%
4	20% ARM + 20% LPMPL	25	34	22	%

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
1	Ing. Billy Alexis Cayatopa calderón	140708	 Billy Alexis Cayatopa Calderón INGENIERO CIVIL - CONSULTOR CIP: N° 140708	0.71
2	Ing. Juan Daniel chura Bustamante	237217	 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL REG. CIP: 237217	0.85
3	Ing. Dante Omar Rojas Clavo	237249	 DANTE OMAR ROJAS CLAVO INGENIERO CIVIL CIP: 237249	0.80

Anexo 04. Ficha Técnica de validación del indicador: Límite Plástico

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO N° 04 FICHA TECNICA DE VALIDACIÓN N° 02 NORMA (MTC E 111)
--	--




I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y Liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
1.2. INDICADOR:	LIMITE PLÁSTICO
1.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Nula: > 0.53 Baja: 0.54 - 0.59 Valida: 0.60-0.65 Muy valida: 0.66-0.71 Existente: 0.72-0.99 Perfecta: 1


II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	DOSIFICACIONES	LIMITE PLÁSTICO			UNIDAD (%)
		C-01	C-02	C-03	
1	SN (0%)	10	14	12	%
2	10% ARM + 10% LPMPL	13	16	11	%
3	15% ARM + 15% LPMPL	11	19	11	%
4	20% ARM + 20% LPMPL	11	11	12	%

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
1	Ing. Billy Alexis Cayatopa calderón	140708	 Billy Alexis Cayatopa Calderón INGENIERO CIVIL - CONSULTOR CIP: N° 140708	0.73
2	Ing. Juan Daniel chura Bustamante	237217	 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL REG. CIP. 237217	0.82
3	Ing. Dante Omar Rojas Clavo	237249	 DANTE OMAR ROJAS CLAVO INGENIERO CIVIL CIP. 237249	0.84

Anexo 05. Ficha Técnica de validación del indicador: Óptimo Contenido de Humedad

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO N° 05 FICHA TECNICA DE VALIDACIÓN N° 03 NORMA (MTC E 115)
---	----------------------------------	--




I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y Líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
1.2. INDICADOR:	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
1.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Nula: > 0.53 Baja: 0.54 - 0.59 Valida: 0.60-0.65 Muy valida: 0.66-0.71 Existente: 0.72-0.99 Perfecta: 1


II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	DOSIFICACIONES	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD			UNIDAD (%)
		C-01	C-02	C-03	
1	SN (0%)	8.53	8.86	7.5	%
2	10% ARM + 10% LPMPL	8.05	7.65	8.76	%
3	15% ARM + 15% LPMPL	8.25	7.92	10.13	%
4	20% ARM + 20% LPMPL	8.41	8.2	12.45	%

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
1	Ing. Billy Alexis Cayatopa calderón	140708	 Billy Alexis Cayatopa Calderón INGENIERO CIVIL - CONSULTOR CIP: N° 140708	0.86
2	Ing. Juan Daniel chura Bustamante	237217	 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL REG. CIP: 237217	0.91
3	Ing. Dante Omar Rojas Clavo	237249	 DANTE OMAR ROJAS CLAVO INGENIERO CIVIL CIP: 237249	0.95

Anexo 06. Ficha Técnica de validación del indicador: Densidad Máxima Seca

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO N° 06 FICHA TECNICA DE VALIDACIÓN N° 04 NORMA (MTC E 115)
--	--




I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y Líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
1.2. INDICADOR:	DENSIDAD MÁXIMA SECA
1.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Nula: > 0.53 Baja: 0.54 - 0.59 Valida: 0.60-0.65 Muy valida: 0.66-0.71 Existente: 0.72-0.99 Perfecta: 1


II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	DOSIFICACIONES	DENSIDAD MÁXIMA SECA			UNIDAD (%)
		C-01	C-02	C-03	
1	SN (0%)	2.05	2.13	1.88	g/cm3
2	10% ARM + 10% LPMPL	2.13	2.17	2.09	g/cm3
3	15% ARM + 15% LPMPL	2.1	2.151	1.01	g/cm3
4	20% ARM + 20% LPMPL	2.08	2.139	1.92	g/cm3

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
1	Ing. Billy Alexis Cayatopa calderón	140708	 Billy Alexis Cayatopa Calderón INGENIERO CIVIL - CONSULTOR CIP: N° 140708	0.92
2	Ing. Juan Daniel chura Bustamante	237217	 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL REG. CIP: 237217	0.96
3	Ing. Dante Omar Rojas Clavo	237249	 DANTE OMAR ROJAS CLAVO INGENIERO CIVIL CIP: 237249	0.94

Anexo 07. Ficha Técnica de validación del indicador: CBR al 95%

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO N° 07 FICHA TECNICA DE VALIDACIÓN N° 05 NORMA (MTC E 132)
--	--




I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y Liquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
1.2. INDICADOR:	CBR AL 95%
1.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Nula: > 0.53 Baja: 0.54 - 0.59 Valida: 0.60-0.65 Muy valida: 0.66-0.71 Existente: 0.72-0.99 Perfecta: 1


II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	DOSIFICACIONES	CBR AL 95%			UNIDAD (%)
		C-01	C-02	C-03	
1	SN (0%)	21.1	24.3	7.5	%
2	10% ARM + 10% LPMPL	30.4	31.4	13.4	%
3	15% ARM + 15% LPMPL	28.2	28.2	10.2	%
4	20% ARM + 20% LPMPL	24.6	25.6	8.7	%

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
1	Ing. Billy Alexis Cayatopa calderón	140708	 Billy Alexis Cayatopa Calderón INGENIERO CIVIL - CONSULTOR CIP: N° 140708	0.93
2	Ing. Juan Daniel chura Bustamante	237217	 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL REG. CIP: 237217	1.0
3	Ing. Dante Omar Rojas Clavo	237249	 DANTE OMAR ROJAS CLAVO INGENIERO CIVIL CIP: 237249	0.91

Anexo 08. Ficha Técnica de validación del indicador: CBR al 100%

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO N° 08 FICHA TECNICA DE VALIDACIÓN N° 06 NORMA (MTC E 132)
---	----------------------------------	--

I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y Líquido de Pseudotallo de Musa Paradisiaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022

1.2. INDICADOR:

CBR AL 100%




1.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Nula: > 0.53	Baja: 0.54 - 0.59	Valida: 0.66-0.71
Muy valida: 0.66-0.71	Existente: 0.72-0.99	Perfecta: 1


II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	DOSIFICACIONES	CBR AL 100%			UNIDAD (%)
		C-01	C-02	C-03	
1	SN (0%)	38.1	41.3	24.5	%
2	10% ARM + 10% LPMPL	47.5	48.4	30.4	%
3	15% ARM + 15% LPMPL	45.3	45.2	27.2	%
4	20% ARM + 20% LPMPL	41.7	42.6	25.7	%

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
1	Ing. Billy Alexis Cayatopa calderón	140708	 Billy Alexis Cayatopa Calderón INGENIERO CIVIL - CONSULTOR CIP: N° 140708	0.95
2	Ing. Juan Daniel chura Bustamante	237217	 JUAN DANIEL CHURA BUSTAMANTE INGENIERO CIVIL REG. CIP: 237217	0.99
3	Ing. Dante Omar Rojas Clavo	237249	 DANTE OMAR ROJAS CLAVO INGENIERO CIVIL CIP: 237249	0.97

Anexo 09. Certificado de Calibración de equipos – Balanzas



PyS
EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SM-043-2022

DESTINATARIO : AAR ENGINEER S.A.C.
 DIRECCION : Jr. Miraflores N° 212 - Centro de Bagua - Bagua
 FECHA : 10 de Enero del 2022
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio - PyS EQUIPOS

MARCA : OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	311 g
N° DE SERIE : 80000010	DIV. DE ESCALA (d)	0.01 g
MÓDELO : 311-00	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	0.01 g
TIPO : MECÁNICA	CÓDIGO	NO INDICA
CLASE : II	CAPACIDAD MÍNIMA	0.2 g

PESAS UTILIZADAS: Clase F1 CERTIFICADO: LM-997-2021-INDECOPI

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL


AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial		Final	H. R. %	Inicial		Final	
	21.2	21.2			71	70		
Medición	Carga L1 = 155.00 g		155.00 g		Carga L2 = 310.99 g		310.99 g	
N°	I (g)	ΔL (g)	E (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
2	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
3	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
4	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
5	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
6	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
7	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
8	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
9	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	
10	155.00	0	0.0		310.99	0	0.0	

E = I - L

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
155.00	0.0	0.02
311.00	0.0	0.03



OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de TECNICO SUPLENTE.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma.
- Los resultados contenidos en este informe se refieren al momento y lugar de calibración estipulados en la norma NMP 003-1996 del INDECOPI.

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	21.2	21.2

	Inicial	Final
H.R. (%)	71	71

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)		
	Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)		E (g)	Ec (g)
1	0.05	0.05	0	0.0	100.00	100.00	0	0.0	0.0	0.02
2		0.05	0	0.0		100.00	0	0.0	0.0	0.02
3		0.05	0	0.0		100.00	0	0.0	0.0	0.02
4		0.05	0	0.0		100.00	0	0.0	0.0	0.02
5		0.05	0	0.0		100.00	0	0.0	0.0	0.02

*Valor entre 0 y 10d

$$E = I - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	21.1	21.2

	Inicial	Final
H.R. (%)	71	71

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL(g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL(g)	E (g)	Ec (g)	
0.05	0.05	0	0.0	0.0					
0.20	0.20	0	0.0	0.0	0.20	0	0.0	0.0	0.01
1.00	1.00	0	0.0	0.0	1.00	0	0.0	0.0	0.01
10.00	10.00	0	0.0	0.0	10.00	0	0.0	0.0	0.01
50.00	50.00	0	0.0	0.0	50.00	0	0.0	0.0	0.01
100.00	99.99	0	0.0	0.0	99.99	0	0.0	0.0	0.02
150.00	150.00	0	0.0	0.0	150.00	0	0.0	0.0	0.02
200.00	200.00	0	0.0	0.0	200.00	0	0.0	0.0	0.02
250.00	250.00	0	0.0	0.0	250.00	0	0.0	0.0	0.03
300.00	299.99	0	0.0	0.0	299.99	0	0.0	0.0	0.03
311.00	310.99	0	0.0	0.0	310.99	0	0.0	0.0	0.03

$$E = I - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: $U = 8 \text{ mg} + (2,0 \times 10^{-5})$



Revisado por:
Julio Torre Arbieta
Dpto. de Metrología




Calibrado por:
Amed Castillo Espinoza
Metrólogo

Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

Anexo 10 Certificado de Calibración de equipos – Horno



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 073 /22

FECHA DE EMISIÓN: 2022-01-10
PÁGINA : 1 de 3

1. SOLICITANTE : **AAR ENGINEER S.A.C.**
DIRECCIÓN : **Jr. Miraflores N° 212 - Centro de Bagua - Bagua**

2. EQUIPO : **HORNO ELECTRICO**
MARCA : **PYS EQUIPOS**
MODELO : **STHX-1A**
N° SERIE : **13112**
PROCEDENCIA : **CHINA**
IDENTIFICACIÓN : **NO INDICA**
UBICACIÓN : **LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS**
TEMPERATURA DE TRABAJO : **120 °C**

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	225 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCION	25 °C	(*)
TIPO	DIGITAL	(*)

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
 La calibración se efectuó el 10 de Enero del 2022, en las instalaciones del laboratorio de PYS EQUIPOS

4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :
 La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/NDECOPI.
 Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración N° LT-839-2021 trazable al SNM/NDECOPI.

5. RESULTADOS :
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
 Temperatura Ambiental : 23.5 °C Humedad Relativa : 50 % Presión Ambiental : 1 bar
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura k = 2, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

6. OBSERVACIONES
 Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO". (*) El equipo solo cuenta con un control analogico de temperatura.
 La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.
 Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración.


 Revisado por:
Julio Torre Arbieto
 Dpto Metrologia




 Calibrado por:
Amed Castillo Espinoza
 Metrologo

Calle 4, Mz P, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 073/22

PÁGINA : 2 de 3

TEMPERATURA DE TRABAJO : 120 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	120	122.5	122.3	126.2	121.2	119.5	122.0	119.0	129.3	120.5	118.9	122.1	10.4
02	120	124.8	125.2	129.8	123.2	122.4	121.7	133.6	128.2	123.3	121.2	125.3	12.4
04	120	123.9	123.9	128.3	122.1	120.5	122.4	119.2	128.2	120.5	118.4	122.7	9.9
06	120	125.1	125.2	130.0	122.5	121.8	124.9	120.5	130.8	121.3	118.8	124.1	12.0
08	120	125.2	125.2	129.8	122.9	122.2	124.6	120.8	132.7	122.2	120.0	124.6	12.7
10	120	122.9	122.9	126.5	121.1	119.5	121.8	118.6	127.4	120.2	118.5	121.9	8.9
12	120	124.4	124.6	129.8	122.3	121.3	124.0	120.4	130.9	121.8	119.8	123.9	11.1
14	120	122.0	122.1	126.0	120.9	119.3	121.6	118.4	128.4	120.3	118.5	121.8	10.0
16	120	125.5	125.3	130.9	123.0	122.6	126.2	121.7	135.0	123.3	121.0	125.5	14.0
18	120	122.7	123.3	127.3	121.9	120.9	123.4	120.1	130.2	122.0	120.0	123.2	10.2
20	120	122.4	122.8	127.2	121.6	120.9	123.9	120.9	132.7	122.6	120.7	123.6	12.0
22	120	125.0	125.2	130.3	123.1	122.7	125.5	121.8	133.0	123.5	121.2	125.1	11.8
24	120	123.2	123.2	127.1	121.4	119.7	121.8	118.7	128.4	120.5	118.7	122.3	9.7
26	120	124.3	124.3	128.8	122.7	121.8	124.8	121.2	133.0	122.8	121.0	124.5	12.0
28	120	124.1	123.9	128.1	122.1	121.1	123.3	119.9	130.0	121.0	119.3	123.3	10.7
30	120	123.2	123.6	127.5	121.4	120.3	122.2	119.3	128.9	120.4	118.3	122.5	10.6
32	120	123.6	124.0	128.0	121.9	120.8	123.0	119.4	128.7	120.5	119.2	122.9	9.5
34	120	124.6	124.7	129.2	122.4	121.7	124.6	121.0	132.1	122.2	120.0	124.3	12.1
36	120	124.1	124.3	128.7	122.2	121.4	124.3	120.3	131.2	121.6	119.6	123.8	11.6
38	120	122.3	122.4	126.6	120.9	119.3	121.8	118.5	127.3	119.9	118.1	121.7	9.2
40	120	125.3	125.3	130.2	123.0	122.9	125.6	121.6	133.2	123.2	120.8	125.1	12.4
T. PROM.	120	123.9	124.0	128.4	122.1	121.1	123.5	120.7	130.5	121.6	119.6	123.5	
T. MAX.	120	125.5	125.3	130.9	123.2	122.9	126.2	133.6	135.0	123.5	121.2		
T. MN.	120	122.0	122.1	126.0	120.9	119.3	121.6	118.4	127.3	119.9	118.1		
DTT	0.0	3.5	3.2	4.9	2.3	3.6	4.6	15.2	7.7	3.6	3.1		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio : 23.5 °C
 Tiempo de calibración del equipo : 40 minutos
 Tiempo de estabilización del equipo : 1 h 20 min

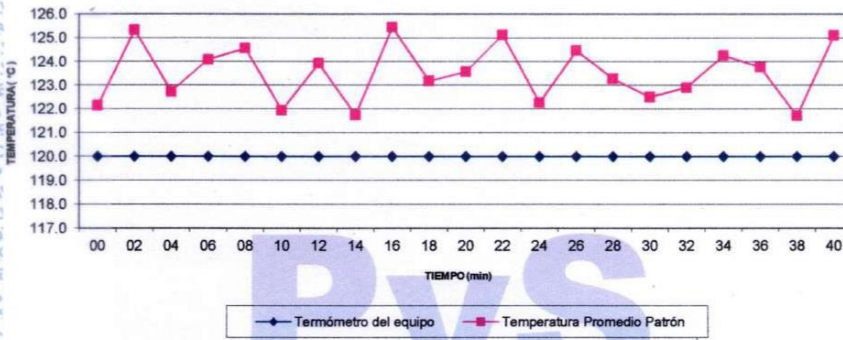
DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
15.2	10.8	2.0



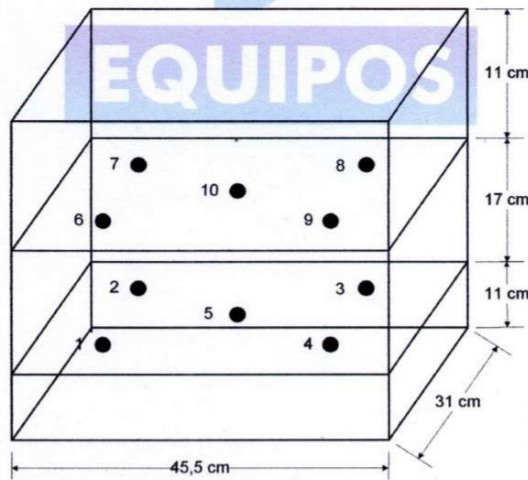
Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 120 °C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos.
Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.

Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

Anexo 11. Certificado de Calibración de equipos – CBR

PYS EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA

Página : 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN **Número: 112 / 2022**
Certificate of calibration *Number.*

INSTRUMENTO <i>Instrument</i>	:	PRENSA C.B.R.
FABRICANTE <i>Manufacturer</i>	:	PYS EQUIPOS
MODELO <i>Model</i>	:	STCBR-1
NÚMERO DE SERIE <i>Serial Number</i>	:	13012
RANGO DE MEDICION <i>Measurement range</i>	:	0 – 5000 kgf
SOLICITANTE <i>Customer</i>	:	AAR ENGINEER S.A.C.
CLASE DE PRECISION <i>Accuracy</i>	:	1
FECHA DE CALIBRACION <i>Date of calibration</i>	:	10 - 01 - 2022




NUMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: **(CUATRO)**
Number of pages of this certificate and documents attached

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas.No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
This certificate it is an .accurated record of the results of measurements performed. This certificate may not be partially reproduced, except whit the prior written permission of the issuing organization.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
The result of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing organization assumes no responsibility for damages ensuing misuse of the calibrated instruments

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados
The user is responsible for having the apparatus calibrated at appropriated intervals

Calle 4, Mz F1, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Tel.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration

Número: **112 / 2022**
Number:

OBJETO DE PRUEBA	:	PRENSA C.B.R. DIGITAL
TRABAJO REALIZADO	:	CALIBRACIÓN
METODO UTILIZADO	:	COMPARACIÓN DIRECTA
SITIO DE CALIBRACIÓN	:	LABORATORIO PYS EQUIPOS

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

La MAQUINA descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana **NTC-ISO 7500-1** verificación de máquinas de ensayo uniaxiales estáticos. parte 1: máquinas de ensayo de tracción/compresión verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Error de Exactitud	0,400	%	Error de cero	0	%
Error de Repetibilidad	0,201	%	Error por accesorios	—	%
Error de Reversibilidad	—	%	Resolución	2,048	%



De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional **ISO 7500-1** la máquina de ensayos se encuentra clasificada

Escaia **5000 kgf** Compresión Clase **1** Desde el **10% hasta el 100%**

Calle 4, Mz F1, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."



LABORATORIO DE METROLOGIA

Página : 3 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration

Número: 012 / 2022
Number:

TRAZABILIDAD:

PATRÓN DE CALIBRACIÓN	Tipo/ Modelo	S Digital.
	Serie	6996
	Fabricante	Gregorutti
	Certificado de calibración	1130219/3


La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada con el INTI de Argentina

UNIDADES EMPLEADAS Sistema internacional de unidades

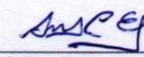
RECOMENDACIONES:

- 1- Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
- 2- Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized signatures.


Revisado por:
Julio Torre Arbieto
Dpto. de Metrología




Calibrado por:
Amed Castillo Espinoza
Metrólogo

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

PYS EQUIPOS

LABORATORIO DE METROLOGIA

1 DE 1

PROTOCOLO DE CALIBRACIÓN

Prueba No. 112-22

Fecha: 10/01/2022

FABRICANTE : PYS EQUIPOS
 SOLICITANTE : AAR ENGINEER S.A.C.
 UBICACIÓN : LABORATORIO PYS EQUIPOS
 TIPO DE MAQUINA : PRENSA CBR
 No. SERIE : 13012
 MODELO : STCBR-1
 CAPACIDAD MÁXIM. : 5000 kgf

DIVISIÓN DE ESCALA $(d) = (e) = 0.1$
 CARGA MAXIMA : 5000 Kgf

Lectura Máquina (F)	Lectura del patrón					PROMEDIO LECTURAS
	1(ASC)	2(ASC)	2(DESC)	3(ASC)		
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	500	4.9	4.88	4.87	4.88	4.88
20	1000	9.8	9.75	9.74	9.75	9.75
30	1500	14.7	14.74	14.75	14.75	14.75
40	2000	19.6	19.65	19.65	19.65	19.65
50	2500	24.5	24.57	24.58	24.58	24.58
60	3000	29.4	29.48	29.48	29.47	29.48
70	3500	34.3	34.39	34.38	34.38	34.38
80	4000	39.2	39.29	39.29	39.30	39.29
90	4500	44.1	44.20	44.21	44.20	44.20
100	5000	49.0	49.11	49.12	49.13	49.12
Lectura máquina después de la fuerza						
		0	0	---	0	---

Lectura Máquina (F)	Unidades	kN	Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios		
%			q(%)	b(%)	v(%)	acc(%)	a(%)	U(%)
10	500	4.9	0.400	0.201	---	---	2.048	1.210
20	1000	9.8	0.602	0.101	---	---	1.026	0.645
30	1500	14.7	-0.267	0.066	---	---	0.678	0.463
40	2000	19.6	-0.201	0.050	---	---	0.509	0.382
50	2500	24.5	-0.241	0.040	---	---	0.407	0.338
60	3000	29.4	-0.201	0.033	---	---	0.339	0.311
70	3500	34.3	-0.173	0.029	---	---	0.291	0.294
80	4000	39.2	-0.151	0.025	---	---	0.255	0.282
90	4500	44.1	-0.157	0.022	---	---	0.226	0.274
100	5000	49.0	-0.181	0.040	---	---	0.204	0.268
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	0	No aplica	Error máx. de cero(fo)=0.00



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

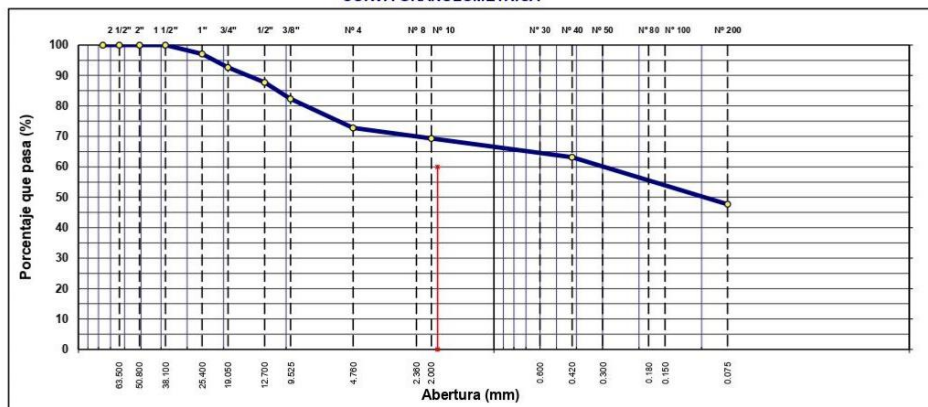
"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

Anexo 12. Resultados de Ensayo Granulométrico C-01



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO								
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88								
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH								
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-								
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022								
FECHA : Abril de 2022								
CALICATA : C - 1					N° REGISTRO : AG - LMS/LEM - 01			
MUESTRA : M - 1					MATERIAL :			
PROF. (m) : 0.00-1.50					LADO :			
UBICACIÓN :					PROGR. (Km) : 02+000			
TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1.506.1 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 409.6 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0		PESO FINO = 1.096.5 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		LÍMITE LÍQUIDO = 28 %	
1"	25.400	43.5	2.9	2.9	97.1		LÍMITE PLÁSTICO = 10 %	
3/4"	19.050	67.8	4.5	7.4	92.6		ÍNDICE PLÁSTICO = 18 %	
1/2"	12.700	73.3	4.9	12.3	87.7		CLASF. AASHTO = A 6 (5)	
3/8"	9.525	82.0	5.4	17.7	82.3		CLASF. SUCCS = GC	
1/4"	6.350	91.9	6.1	23.8	76.2		Ensayo Malla #200	
# 4	4.760	51.1	3.4	27.2	72.8		P. S. Seco. = 1506.1	
# 8	2.360	21.6	1.4	28.6	71.4		P. S. Lavado = 409.6	
# 10	2.000	30.4	2.0	30.6	69.4		% 200 = 72.8	
# 30	0.600	39.6	2.6	33.9	66.7		% Grava = 27.2 %	
# 40	0.420	53.5	3.6	36.8	63.2		% Arena = 25.1 %	
# 50	0.300	72.6	4.8	41.6	58.4		% Fino = 47.7 %	
# 80	0.180	86.1	5.7	47.4	52.6		% HUMEDAD = P. S. H. = 485.5	
# 100	0.150	18.0	1.2	48.6	51.4		P. S. S = 464.9	
# 200	0.075	56.6	3.8	52.3	47.7		% Humedad = 5.4	
<# 200	FONDO	718.1	47.7	100.0	0.0		OBSERVACIONES:	
FINO		1,096.5					Coef. Uniformidad = -	
TOTAL		1,506.1					Índice de Consistencia = 1.26	
Descripción suelo:		Grava arcillosa con arena						Coef. Curvatura = -
								Pot. de Expansión = Solido

CURVA GRANULOMÉTRICA



AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauro
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

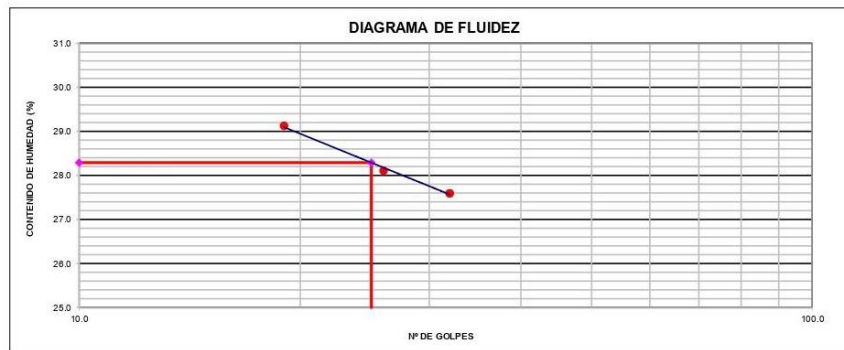
Anexo 13. Resultados de Ensayo de Limites de Atterberg en la C-01



LIMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 1	N° REGISTRO : LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 02+000

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	20	3	24	
TARRO + SUELO HÚMEDO	56.04	51.71	46.87	
TARRO + SUELO SECO	49.10	45.78	41.62	
AGUA	6.94	5.93	5.25	
PESO DEL TARRO	25.27	24.68	22.59	
PESO DEL SUELO SECO	23.83	21.10	19.03	
% DE HUMEDAD	29.12	28.10	27.59	
N° DE GOLPES	19	26	32	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	7			
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.42			
TARRO + SUELO SECO	26.94			
AGUA	0.48			
PESO DEL TARRO	22.20			
PESO DEL SUELO SECO	4.74			
% DE HUMEDAD	10.13			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28
LÍMITE PLÁSTICO	10
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauco
Abel Chivarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 14. Resultados de Ensayo de Humedad Natural en la C-01



HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 1	Nº REGISTRO : HN - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 02+000

DATOS

Nº de Ensayo	31		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	485.50		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	464.90		
Peso de Tara (gr.)	81.50		
Peso de Agua (gr.)	20.60		
Peso Mat. Seco (gr.)	383.40		
Humedad Natural (%)	5.37		
Promedio de Humedad (%)		5.4	

OBSERVACIONES:

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel
Abel Chivarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

Anexo 15. Resultados de Ensayo de Proctor Modificado en la C-01



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

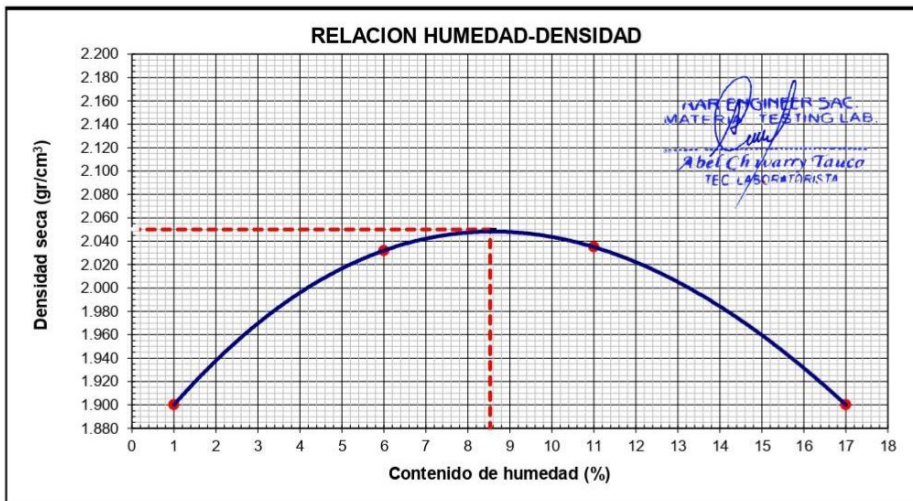
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km. 02+000

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	1.00	6.00	11.00	17.00
DENSIDAD SECA	1.900	2.032	2.035	1.900

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.050
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.53

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCION
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513



Anexo 16. Resultados de Ensayo de CBR en la C-01



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km. 02+000

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.05
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.53

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211613

b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.05	1.95	1.85
Comtenido de Humedad	8.53	8.10	7.68

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	381	1000	38.1
II	0.1	230	1000	23
III	0.1	100	1000	10

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	38.1
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	21.1

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Ch Harry Tauco
Abel Ch Harry Tauco
TEC LABORATORISTA

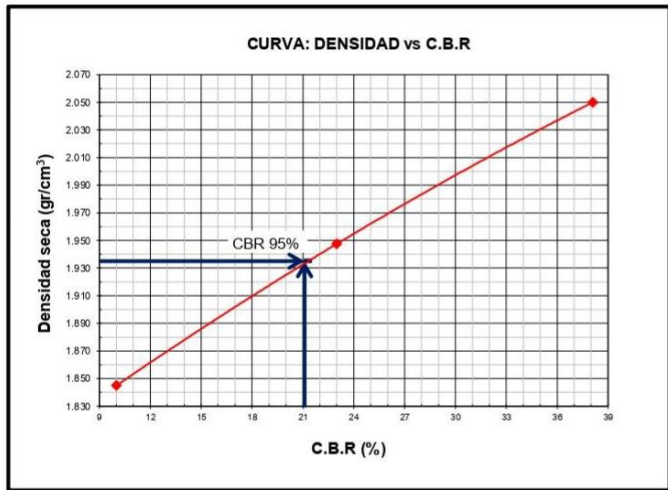
JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

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

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km. 02+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.05
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.53
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	38.1
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	21.1

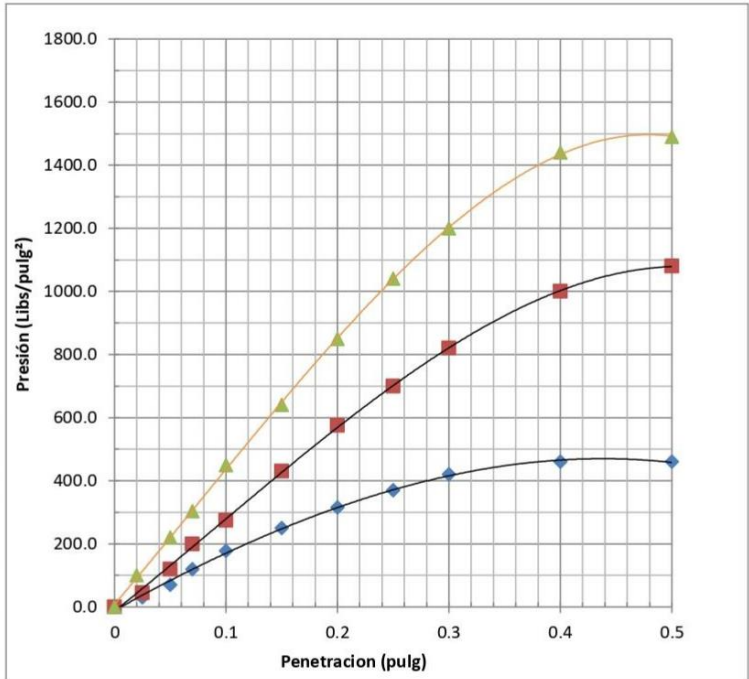


AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chharry Tauca
Abel Chharry Tauca
TEC. LABORATORISTA

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

PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog. Km. 02+000



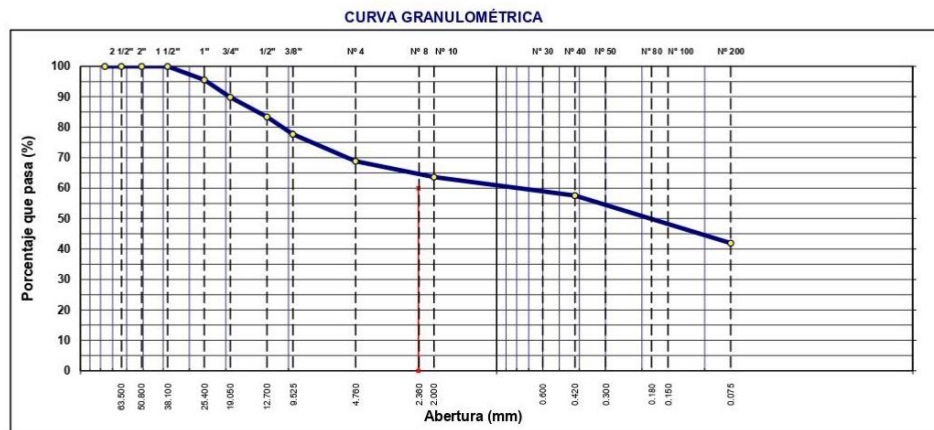
AAR ENGINEER SAC.
 ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
 WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211813

AAR ENGINEER SAC.
 MATERIAL TESTING LAB.
 Abel Chivarry Tauco
 TEC. LABORATORISTA

Anexo 17. Resultados de Ensayo Granulométrico en la C-02



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO								
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88								
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH								
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca								
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022								
FECHA : Abril de 2022								
CALICATA : C - 2				N° REGISTRO : AG - LMS/LEM - 01				
MUESTRA : M - 1				MATERIAL :				
PROF. (m) : 0.00-1.50				LADO :				
UBICACIÓN :				PROGR. (Km) : 04+000				
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q'PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1.180,9 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 367,6 gr	
2"	50.800						PESO FINO = 813,3 gr	
1 1/2"	38.100	0,0	0,0	0,0	100,0		LÍMITE LÍQUIDO = 30 %	
1"	25.400	52,3	4,4	4,4	95,6		LÍMITE PLÁSTICO = 14 %	
3/4"	19.050	66,9	5,7	10,1	89,9		ÍNDICE PLÁSTICO = 15 %	
1/2"	12.700	76,3	6,5	16,6	83,4		CLASF. AASHTO = A-6 (2)	
3/8"	9.525	67,6	5,7	22,3	77,7		CLASF. SUCCS = GC	
1/4"	6.350	78,6	6,7	28,9	71,1		Ensayo Malla #200	
# 4	4.760	25,9	2,2	31,1	68,9		P. S. Seco. = 1180,9	
# 8	2.360	52,3	4,4	35,6	64,4		P. S. Lavado = 367,6	
# 10	2.000	10,0	0,8	36,4	63,6		% 200 = 68,9	
# 30	0.600	55,3	4,7	41,1	58,9		% Grava = 31,1 %	
# 40	0.420	15,6	1,3	42,4	57,6		% Arena = 26,9 %	
# 50	0.300	64,9	5,5	47,9	52,1		% Fino = 41,9 %	
# 80	0.180	55,7	4,7	52,6	47,4		% HUMEDAD = P.S.H. = 513,8	
# 100	0.150	17,5	1,5	54,1	45,9		P.S.S = 490,0	
# 200	0.075	46,8	4,0	58,1	41,9		% Humedad = 6,1	
< # 200	FONDO	495,2	41,9	100,0	0,0		OBSERVACIONES:	
FINO		813,3					Coef. Uniformidad = -	
TOTAL		1.180,9					Coef. Curvatura = -	
Descripción suelo:		Grava arcillosa con arena				Pot. de Expansión = Bajo		Índice de Consistencia = Sólido



AAR ENGINEER S.A.C.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AAR ENGINEER S.A.C.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chavarry Tauco
Abel Chavarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

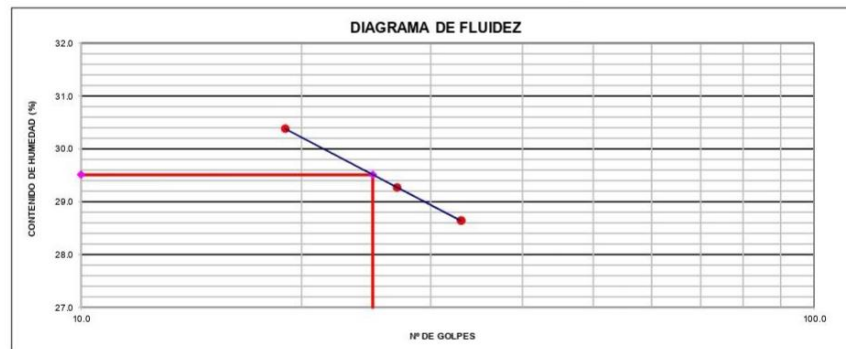
Anexo 18. Resultados de Ensayo de Limites de Atterberg en la C-02



LIMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista,	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 2	N° REGISTRO : LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 04+000

LÍMITE LÍQUIDO			
N° TARRO	28	35	34
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.43	35.66	35.70
TARRO + SUELO SECO	33.31	32.59	32.71
AGUA	3.12	3.07	2.99
PESO DEL TARRO	23.04	22.10	22.27
PESO DEL SUELO SECO	10.27	10.49	10.44
% DE HUMEDAD	30.38	29.27	28.64
N° DE GOLPES	19	27	33

LÍMITE PLÁSTICO			
N° TARRO	22		
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.40		
TARRO + SUELO SECO	24.18		
AGUA	0.22		
PESO DEL TARRO	22.64		
PESO DEL SUELO SECO	1.54		
% DE HUMEDAD	14.29		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	30
LÍMITE PLÁSTICO	14
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

Wilson Cubas Pérez

WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.

Abel Chivarry Tauca

Abel Chivarry Tauca
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 19. Resultados de Humedad Natural en la C-02



HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 2	Nº REGISTRO : HN - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 04+000

DATOS

Nº de Ensayo	Z - 7		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	513.80		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	490.00		
Peso de Tara (gr.)	102.10		
Peso de Agua (gr.)	23.80		
Peso Mat. Seco (gr.)	387.90		
Humedad Natural (%)	6.14		
Promedio de Humedad (%)		6.1	

OBSERVACIONES:

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauco
Abel Chivarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aareengineersac@gmail.com

Anexo 20. Resultados de Ensayo Proctor Modificado en la C-02



www.aarengineersac.com

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

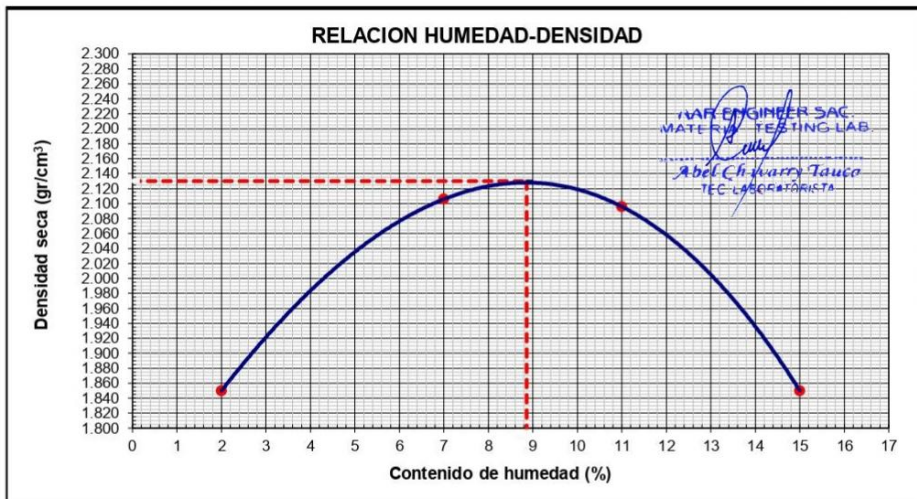
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km. 04+000

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	2.00	7.00	11.00	15.00
DENSIDAD SECA	1.850	2.106	2.096	1.850

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.130
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.86

AAR ENGINEER S.A.C.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
WILSON CUBAS PEREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211813



JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 21. Resultados de Ensayo CBR en la C-02



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km. 04+000

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.13
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.86

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211613

b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.13	2.02	1.92
Comtenido de Humedad	8.86	8.42	7.97

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	413	1000	41.3
II	0.1	290	1000	29
III	0.1	170	1000	17

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	41.3
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	24.3

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Ch Harry Tauco
Abel Ch Harry Tauco
TEC LABORATORISTA

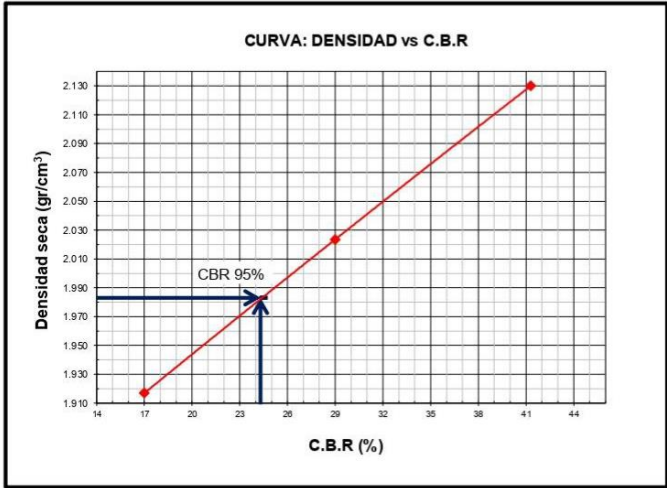
JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

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

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km. 04+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.13
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.86
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	41.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	24.3

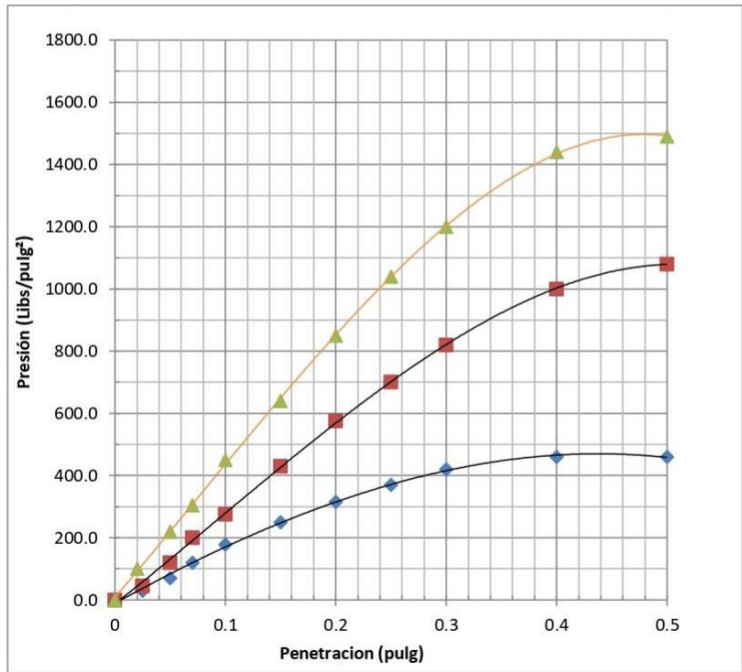


WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 211513

Abel Chivarry Tauca
 TEC. LABORATORISTA

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

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
PROG.	: Prog: Km. 04+000



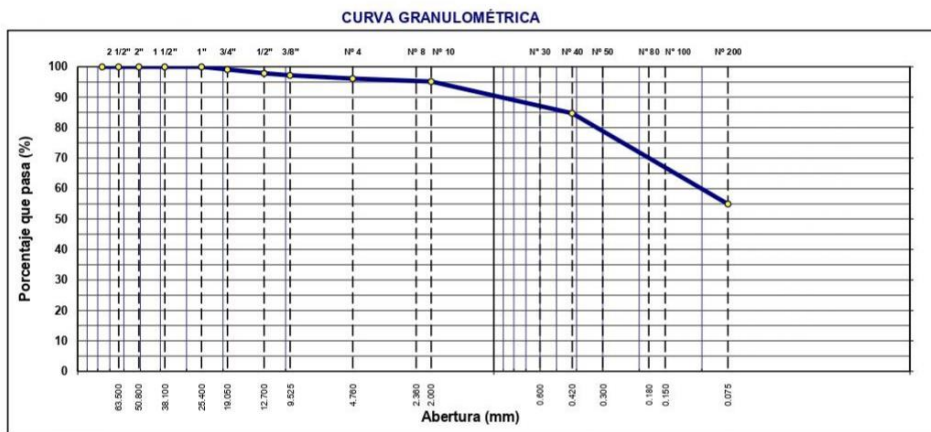
AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211813

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauco
Abel Chivarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

Anexo 22. Resultados de Ensayo Granulométrico en la C-03



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO											
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88											
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH											
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Caja											
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022											
FECHA : Abril de 2022											
CALICATA : C - 3					N° REGISTRO : AG - LMSLEM - 01						
MUESTRA : M - 1					MATERIAL :						
PROF. (m) : 0.00-1.50					LADO :						
UBICACIÓN :					PROGR. (Km) : 06+000						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q/PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200						PESO TOTAL = 1.242,8 gr				
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 47,7 gr				
2"	50.800						PESO FINO = 1.195,1 gr				
1 1/2"	38.100	0,0	0,0	0,0	100,0		LÍMITE LÍQUIDO = 25 %				
1"	25.400	0,0	0,0	0,0	100,0		LÍMITE PLÁSTICO = 12 %				
3/4"	19.050	11,0	0,9	0,9	99,1		ÍNDICE PLÁSTICO = 13 %				
1/2"	12.700	15,5	1,3	2,1	97,9		CLASF. AASHTO = A-6 (5)				
3/8"	9.525	8,4	0,7	2,8	97,2		CLASF. SUCCS = CL				
1/4"	6.350	9,3	0,8	3,6	96,4		Ensayo Malla #200 P.S. Seco P.S. Lavado % 200				
# 4	4.760	3,5	0,3	3,9	96,2		1242,8 47,7 96,2				
# 8	2.360	10,0	0,8	4,7	95,4		% Grava = 3,9 %				
# 10	2.000	2,8	0,2	4,9	95,1		% Arena = 41,2 %				
# 30	0.600	54,4	4,4	9,3	90,7		% Fino = 54,9 %				
# 40	0.420	73,9	5,9	15,2	84,8		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad				
# 50	0.300	95,6	7,7	22,9	77,1		463,2 439,8 6,9				
# 80	0.180	139,8	11,2	34,2	65,9		OBSERVACIONES:				
# 100	0.150	36,9	3,0	37,1	62,9						
# 200	0.075	99,0	8,0	45,1	54,9						
< # 200	FONDO	682,7	54,9	100,0	0,0						
FINO		1.195,1					Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia				
TOTAL		1.242,8					Coef. Curvatura - 1,39				
Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad							Pot. de Expansión			Bajo Solido	



AAR ENGINEER S.A.C.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AAR ENGINEER S.A.C.
MATERIAL TESTING LAB.

Abel Chivarry Tauco
Abel Chivarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

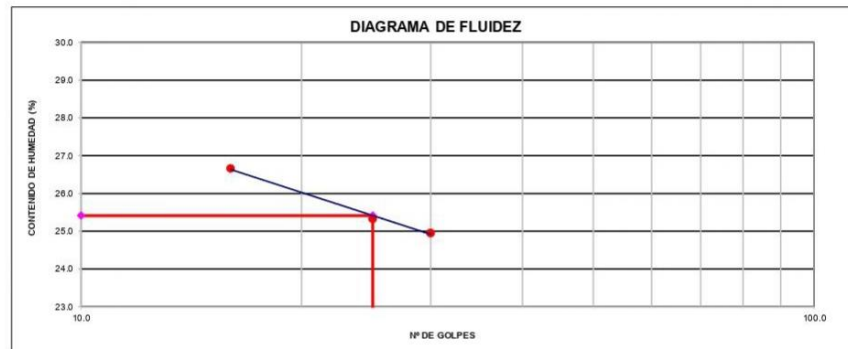
Anexo 23. Resultados de Ensayo de Limites de Atterberg en la C-03



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradiásiaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C-3	Nº REGISTRO : LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 06+000

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	4	23	38	
TARRO + SUELO HÚMEDO	47.55	48.17	40.20	
TARRO + SUELO SECO	42.17	43.23	36.55	
AGUA	5.38	4.94	3.65	
PESO DEL TARRO	21.99	23.72	21.92	
PESO DEL SUELO SECO	20.18	19.51	14.63	
% DE HUMEDAD	26.66	25.32	24.95	
Nº DE GOLPES	16	25	30	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	9			
TARRO + SUELO HÚMEDO	29.35			
TARRO + SUELO SECO	28.96			
AGUA	0.39			
PESO DEL TARRO	25.73			
PESO DEL SUELO SECO	3.23			
% DE HUMEDAD	12.07			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	25
LÍMITE PLÁSTICO	12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13

OBSERVACIONES

AARENGINEER SAC.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513

AARENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauca
Abel Chivarry Tauca
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 24. Resultados de Ensayo Humedad Natural en la C-03



HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 3	Nº REGISTRO : HN - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 06+000

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	463.20		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	439.80		
Peso de Tara (gr.)	102.10		
Peso de Agua (gr.)	23.40		
Peso Mat. Seco (gr.)	337.70		
Humedad Natural (%)	6.93		
Promedio de Humedad (%)		6.9	

OBSERVACIONES:

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauco
Abel Chivarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

Anexo 25. Resultados de Ensayo Proctor Modificado en la C-03



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

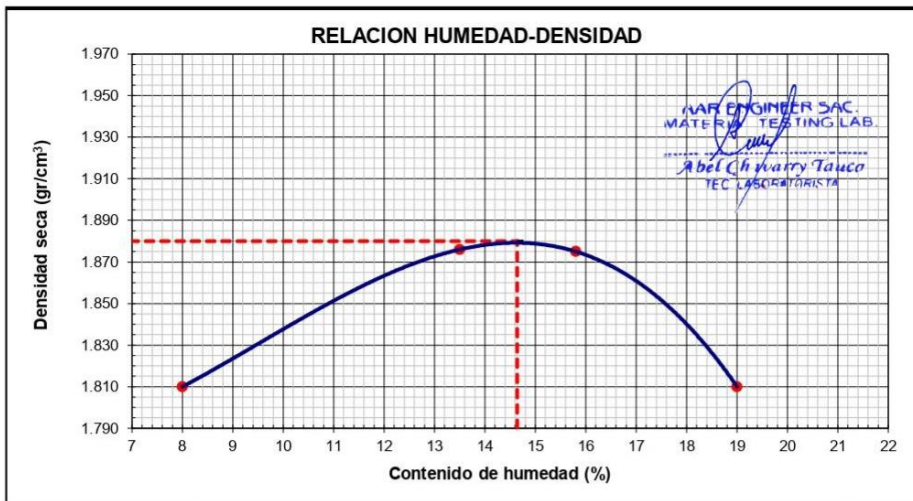
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	8.00	13.50	15.80	19.00
DENSIDAD SECA	1.810	1.876	1.875	1.810

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	1.880
HUMEDAD OPTIMA (%)	14.64

AAR ENGINEER S.A.C.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211513



JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 26. Resultados de CBR en la C-03



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	A
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.88
Optimo Contenido de Humedad (%)	14.64

AARENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCION
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211813

b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.88	1.79	1.69
Comtenido de Humedad	14.64	13.91	13.18

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	245	1000	24.5
II	0.1	120	1000	12
III	0.1	10	1000	1

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	24.5
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	7.5

AARENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauco
Abel Chivarry Tauco
TEC LABORATORISTA

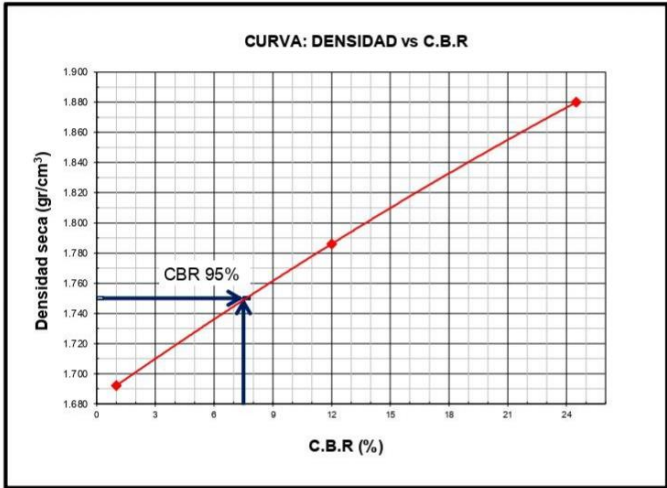
JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com


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

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.88
Optimo Contenido de Humedad (%)	14.64
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	24.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	7.5

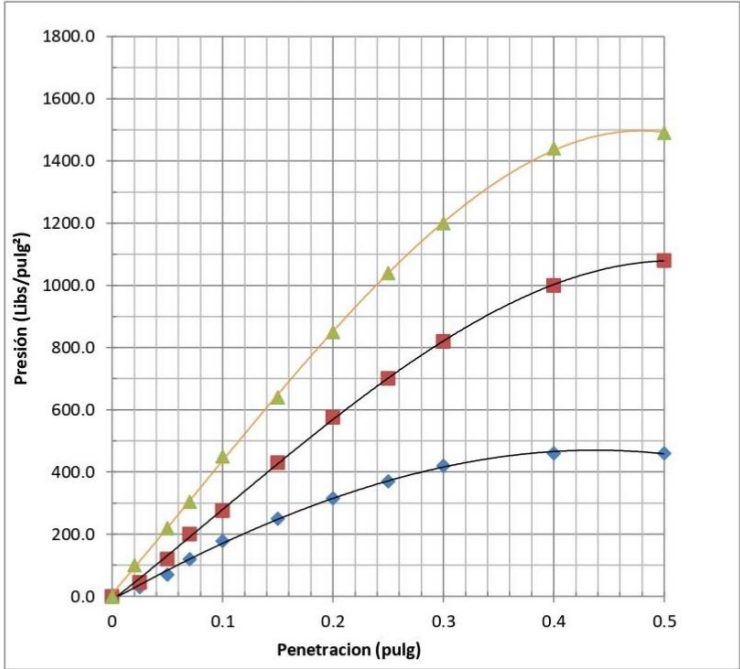



WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 211513


Abel Chivarry Tauca
 TEC. LABORATORISTA

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

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000



AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211813

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauco
Abel Chivarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

Anexo 27. Perfil estratigráfico de la C-01, C-02 y C-03





REGISTRO ESTRATIGRÁFICO						
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH						
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carre						
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022						
FECHA : Abril de 2022						
CALICATA : C - 1					N° REGISTRO : RE - LMS/LEM - 01	
PROFUNDIDAD : 1.50 m					IVEL FREÁTICO : NO PRESENTÓ	
UBICACIÓN :					PROGRESIVA (km) : 02+000	
PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10 -0.20 -0.30 -0.40 -0.50 -0.60 -0.70 -0.80 -0.90 -1.00 -1.10 -1.20 -1.30 -1.40 -1.50 -1.60 -1.70 -1.80 -1.90 -2.00 -2.10 -2.20 -2.30 -2.40 -2.50 -2.60 -2.70 -2.80 -2.90 -3.00	A CIELO ABIERTO	M - 1	MATERIAL DE GRAVA ARCILLOSA CON ARENA, COLOR MARRON AMARILLENTO, SEMI SECO, SEMI SUELTO, CON PRESENCIA DE GRAVA.	GC	A-6 IG(5)	
 WILSON CUBAS PÉREZ INGENIERO CIVIL CIP. 211513						

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD

Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO			
SOLICITANTE	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH		
PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carre		
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022		
FECHA	: Abril de 2022		
CALICATA	: C - 2	N° REGISTRO : RE - LMS/LEM - 02	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTÓ	
UBICACIÓN	:	PROGRESIVA (km) : 04+000	

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10 -0.20 -0.30 -0.40 -0.50 -0.60 -0.70 -0.80 -0.90 -1.00 -1.10 -1.20 -1.30 -1.40 -1.50 -1.60 -1.70 -1.80 -1.90 -2.00 -2.10 -2.20 -2.30 -2.40 -2.50 -2.60 -2.70 -2.80 -2.90 -3.00	A CIELO ABIERTO	M - 1	MATERIAL DE GRAVA ARCILLOSA CON ARENA, COLOR BEIGE, SEMI SECO, SEMI SUELTO, CON PRESENCIA DE GRAVA.	GC	A-6 IG(2)	
 WILSON CUBAS PÉREZ INGENIERO CIVIL O.P. 211513						

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO	
SOLICITANTE	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carre
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
PROFUNDIDAD	: 1.50 m
UBICACIÓN	:
N° REGISTRO : RE - LMS/LEM - 03 NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTE PROGRESIVA (km) : 06+000	

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10 -0.20 -0.30 -0.40 -0.50 -0.60 -0.70 -0.80 -0.90 -1.00 -1.10 -1.20 -1.30 -1.40 -1.50 -1.60 -1.70 -1.80 -1.90 -2.00 -2.10 -2.20 -2.30 -2.40 -2.50 -2.60 -2.70 -2.80 -2.90 -3.00	A CIELO ABIERTO	M - 1	MATERIAL DE ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRON OSCURO, SEMI SECO, SEMI SUELTO, CON PRESENCIA DE GRAVA.	CL	A-6 IG(5)	
 WILSON CUBAS PÉREZ INGENIERO CIVIL C.I.P. 211513						

Anexo 28. Resumen de exploración en campo de la C-01, C-02 y C-03



AAA Geolabs Engineer

 ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

 MATERIAL TESTING LAB

 www.aarengineersac.com

CUADRO G - 01
RESUMEN DE EXPLORACIONES EN CAMPO

INVESTIGACION DE CAMPO											
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			UBICACIÓN	NIVEL FREÁTICO		ROCA		TIPO DE MUESTRA	
		A cielo Abierto	Posteadora	Total (m)		Presenta SI / NO	Prof. (m)	RS / RF	Prof. (m)	M.Alterada mab	M.Inalterada mit / mib
C-1	M-1	0.00 - 1.50	--	1.50	Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 02+000	NO	--	--	--	mab	mib
C-2	M-1	0.00 - 1.50	--	1.50	Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 04+000	NO	--	--	--	mab	mib
C-3	M-1	0.00 - 1.50	--	1.50	Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 06+000	NO	--	--	--	mab	mib

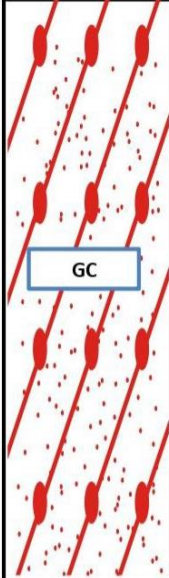
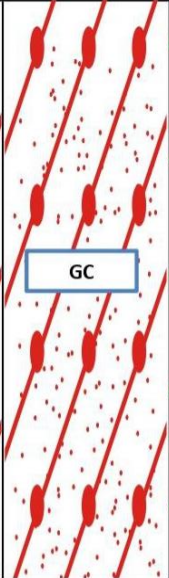
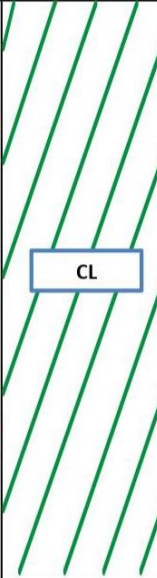
AAR ENGINEER SAC.
 INGENIEROS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

WILSON CUBAS PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 O.P. 211513

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DS
 Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

CUADRO G - 02

RESUMEN DE EXPLORACIONES EN CAMPO

REGISTROS ESTRATIGRÁFICOS		
CALICATA 01	CALICATA 02	CALICATA 03
Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 02+000	Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 04+000	Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 06+000
		

AAR ENGINEER S.A.S.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 211813

CUADRO G - 03
RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

ENSAYOS ESTANDAR													
CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	UBICACIÓN	GRANULOMETRIA			LIMITES DE ATTERBERG			Hum.		CLASIFICACION	
				% QUE PASA		LL	LP	IP	Nat. (%)	SUCS	AASHTO		
				N° 4	N° 200								
C - 1	M - 1	1.50	Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 02+000	72.80	47.70	28.00	10.00	18.00	5.40	GC	A-6	IG(5)	
C - 2	M - 1	1.50	Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 04+000	68.90	41.90	30.00	14.00	15.00	6.10	GC	A-6	IG(2)	
C - 3	M - 1	1.50	Carretera Bellavista, Sambimera / Km: 06+000	96.20	54.90	25.00	12.00	13.00	6.90	CL	A-6	IG(5)	

AAR ENGINEER SAC.
 ESTUDIO DE SUELOS PROYECCIONES CONSTRUCCION

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CP: 211513

CUADRO G - 04
RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

ENSAYOS ESPECIALES PARA PAVIMENTACIÓN										
CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	UBICACIÓN	CLASIFICACION			PROCTOR MODIFICADO		C.B.R	
				SUCS	AASHTO	IG(5)	M.D.S	O.C.H	95	100
							gr/cm ³	%	%	%
C-1	M-1	0.00 - 1.50	Carretera Belavista, Sambimera / Km: 02+000	GC	A-6	IG(5)	2.050	8.53	21.10	38.10
C-2	M-1	0.00 - 1.50	Carretera Belavista, Sambimera / Km: 04+000	GC	A-6	IG(2)	2.130	8.86	24.30	41.30
C-3	M-1	0.00 - 1.50	Carretera Belavista, Sambimera / Km: 06+000	CL	A-6	IG(5)	1.880	14.64	7.50	24.50



AAR ENGINEER SAC.
 ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 OIP 211513

CUADRO G - 06
 RESUMEN DE EXPLORACIONES EN CAMPO

CLASIFICACION DE MATERIALES PARA EXCAVACIÓN								
CALCATA	MUESTRA	PROF. (m)	UBICACIÓN	CLASIFICACION			ROCA	TIPO DE MATERIAL
				SUCS	AASHTO	IG	R.Fija R. Suelta	Rocoso - Semirocoso Normal (Suelto)
C - 1	M - 1	1.50	Carretera Belavista, Sambimera / Km. 02+000	GC	A-6	IG(5)	—	Semirocoso - Suelto
C - 2	M - 1	1.50	Carretera Belavista, Sambimera / Km. 04+000	GC	A-6	IG(2)	—	Semirocoso - Suelto
C - 3	M - 1	1.50	Carretera Belavista, Sambimera / Km. 06+000	CL	A-6	IG(5)	—	Normal - Suelto

AAE ENGINEER SAC.
 ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 211913

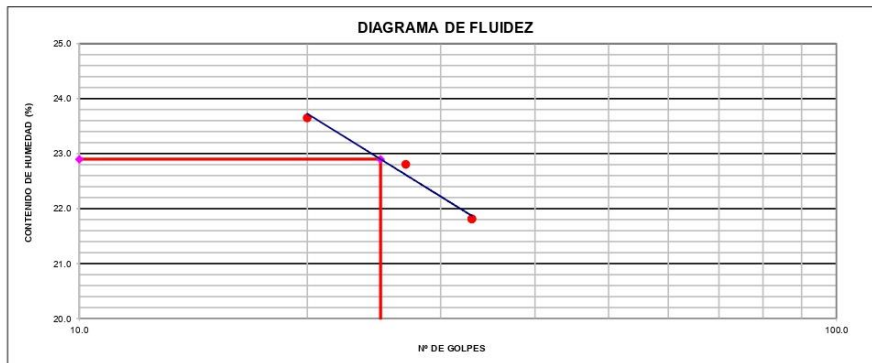
Anexo 29. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg con la sustitución de (10%ARM + 10%LP MPL), por agua, en la C-01



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 1	N° REGISTRO : LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 02+000

LÍMITE LÍQUIDO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)				
N° TARRO	10	16	29	
TARRO + SUELO HÚMEDO	55.24	47.94	40.06	
TARRO + SUELO SECO	49.55	43.73	36.81	
AGUA	5.69	4.21	3.25	
PESO DEL TARRO	25.49	25.27	21.91	
PESO DEL SUELO SECO	24.06	18.46	14.90	
% DE HUMEDAD	23.65	22.81	21.81	
N° DE GOLPES	20	27	33	

LÍMITE PLÁSTICO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)				
N° TARRO	14			
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.84			
TARRO + SUELO SECO	26.47			
AGUA	0.37			
PESO DEL TARRO	23.67			
PESO DEL SUELO SECO	2.80			
% DE HUMEDAD	13.21			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	23
LÍMITE PLÁSTICO	13
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER S.A.C.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AAR ENGINEER S.A.C.
MATERIAL TESTING LAB
Abel
Abel Chaharry Touco
TEC. LABORATORISTA

Anexo 30. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (10%ARM + 10%LPMPL), por agua, en la C-01



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

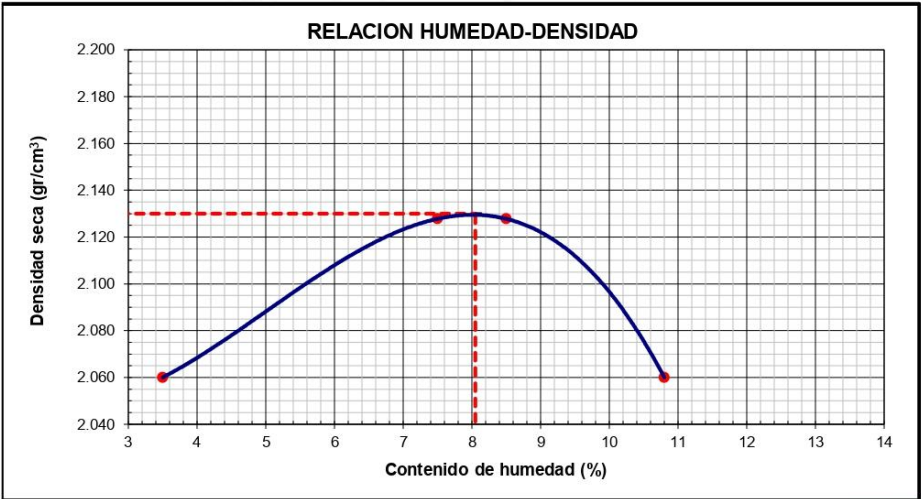
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 02+000

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211813

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	3.50	7.50	8.50	10.80
DENSIDAD SECA	2.060	2.128	2.128	2.060

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.130
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.05

Abel Chavarry Touco
 TEC. LABORATORISTA



Anexo 31. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (10%ARM + 10%LPMPL), por agua, en la C-01



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
(10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 02+000

AAR ENGINEER S.A.S.
 ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211513

AAR ENGINEER S.A.S.
 MATERIAL TESTING LAB.

Abel Ch. Harry Taucó
 TEC. LABORATORISTA

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.13
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.05

b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.13	2.02	1.92
Comtenido de Humedad	8.05	7.65	7.25

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

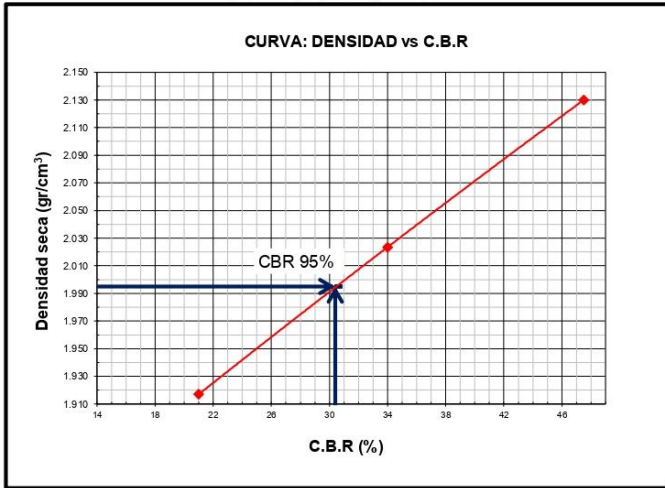
MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	475	1000	47.5
II	0.1	340	1000	34
III	0.1	210	1000	21

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	47.5
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	30.4

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 02+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.13
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.05
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	47.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	30.4



AAR ENGINEER SAC.
 ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

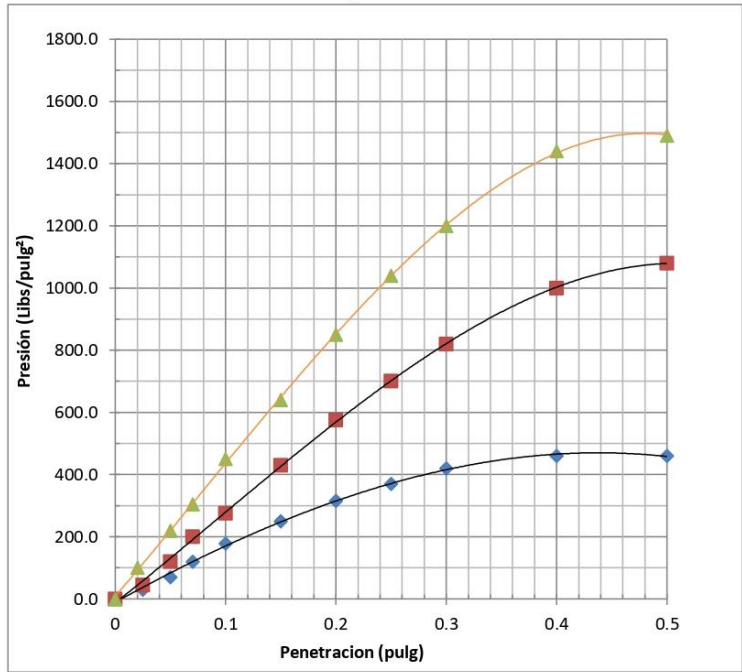
WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 211513

AAR ENGINEER SAC.
 MATERIAL TESTING LAB

Abel Chharry Taucó
 TEC. LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)

PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 02+000



AAR ENGINEER SAC.
 ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211513

AAR ENGINEER SAC.
 MATERIAL TESTING LAB.
Abel Ch Harry Tauca
Abel Ch Harry Tauca
 TEC. LABORATORISTA

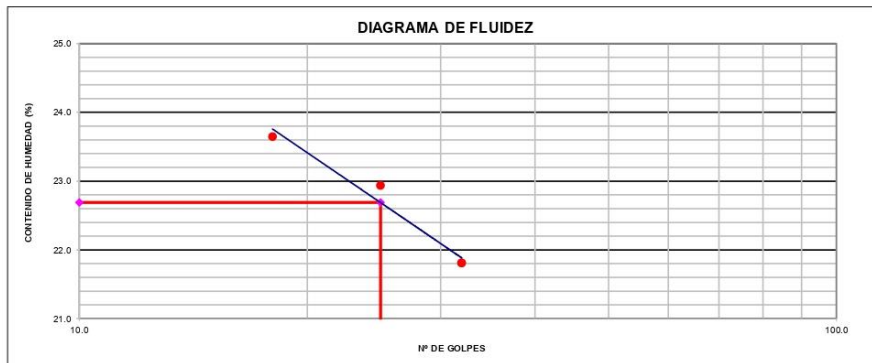
Anexo 32. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg con la sustitución de (15%ARM + 15%LP MPL), por agua, en la C-01



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 1	N° REGISTRO : LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 02+000

LÍMITE LÍQUIDO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)				
N° TARRO	10	16	29	
TARRO + SUELO HÚMEDO	55.24	47.94	40.06	
TARRO + SUELO SECO	49.55	43.71	36.81	
AGUA	5.69	4.23	3.25	
PESO DEL TARRO	25.49	25.27	21.91	
PESO DEL SUELO SECO	24.06	18.44	14.90	
% DE HUMEDAD	23.65	22.94	21.81	
N° DE GOLPES	18	25	32	

LÍMITE PLÁSTICO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)				
N° TARRO	14			
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.84			
TARRO + SUELO SECO	26.48			
AGUA	0.36			
PESO DEL TARRO	23.17			
PESO DEL SUELO SECO	3.31			
% DE HUMEDAD	10.88			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	23
LÍMITE PLÁSTICO	11
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB
Abel
Abel Ch. Harry Tauco
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 33. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (15%ARM + 15%LPMPL), por agua, en la C-01



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

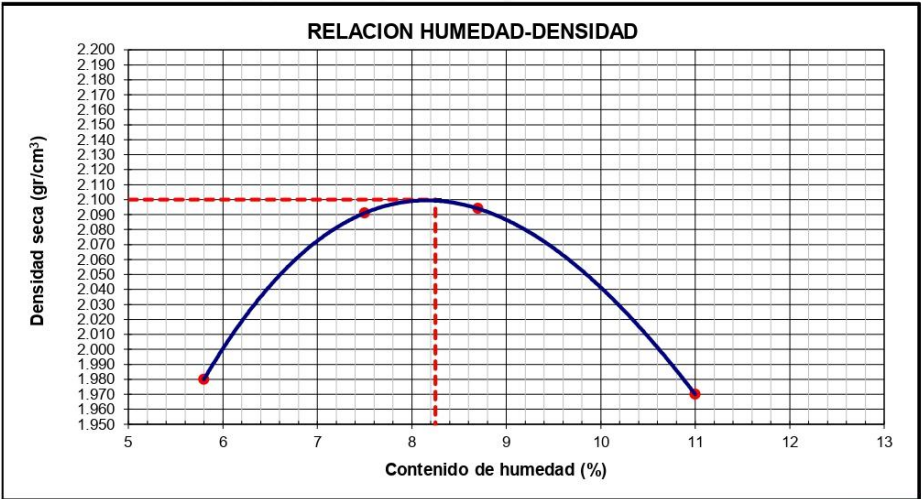
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 02+000

WILSON CUBAS PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211613

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	5.80	7.50	8.70	11.00
DENSIDAD SECA	1.980	2.091	2.094	1.970

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.100
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.25

Abel Ch Harry Tauco
 TEC. LABORATORISTA



Anexo 34. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (15%ARM + 15%LPMPL), por agua, en la C-01



**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R) (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193**

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 02+000

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.1
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.25

AARE ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCION
Wilson Cubas Perez
WILSON CUBAS PEREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AARE ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Chavarry Tauco
Abel Chavarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.10	2.00	1.89
Comtenido de Humedad	8.25	7.84	7.43

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

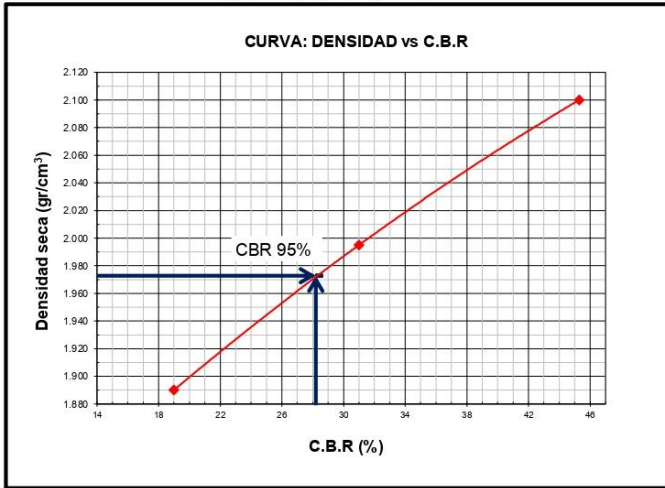
MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	453	1000	45.3
II	0.1	310	1000	31
III	0.1	190	1000	19

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	45.3
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	28.2

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 02+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.1
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.25
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	45.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	28.2



AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

Wilson Cubas Pérez

WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211613

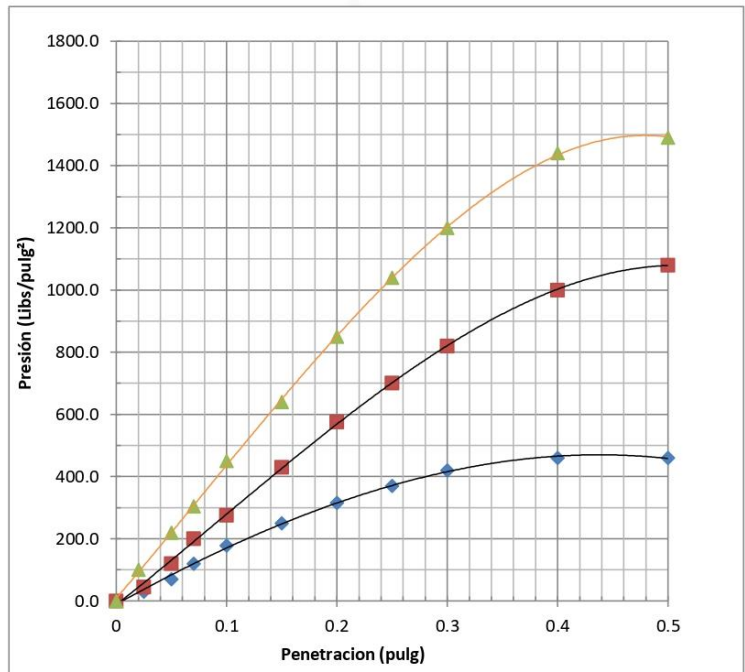
AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.

Abel Chikarry Tauco

Abel Chikarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 02+000



AARE ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

AARE ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB
Abel
Abel Chirry Tauro
TEC. LABORATORISTA

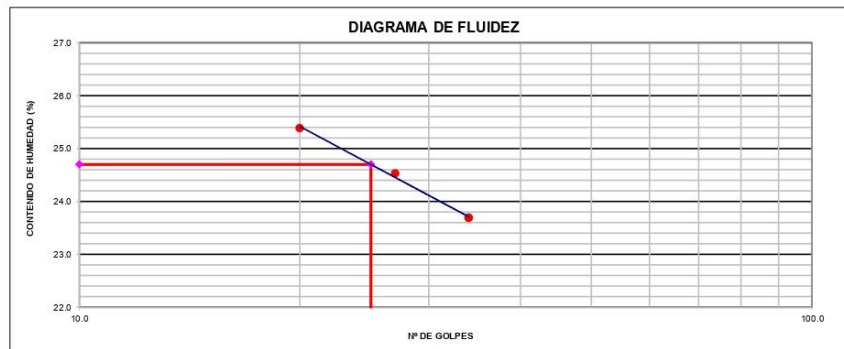
Anexo 35. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg con la sustitución de (20%ARM + 20%LP MPL), por agua, en la C-01



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradijsaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 1	N° REGISTRO: LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 02+000

LÍMITE LÍQUIDO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)				
N° TARRO	14	23	20	
TARRO + SUELO HÚMEDO	50.41	47.38	46.67	
TARRO + SUELO SECO	45.15	42.72	41.92	
AGUA	5.26	4.66	4.75	
PESO DEL TARRO	24.43	23.72	21.87	
PESO DEL SUELO SECO	20.72	19.00	20.05	
% DE HUMEDAD	25.39	24.53	23.69	
N° DE GOLPES	20	27	34	

LÍMITE PLÁSTICO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)				
N° TARRO	11			
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.41			
TARRO + SUELO SECO	26.02			
AGUA	0.39			
PESO DEL TARRO	22.02			
PESO DEL SUELO SECO	4.00			
% DE HUMEDAD	9.75			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	25
LÍMITE PLÁSTICO	10
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson C. Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Churry Tauco
Abel Churry Tauco
TEC LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 36. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (20%ARM + 20%LPMPL), por agua, en la C-01



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

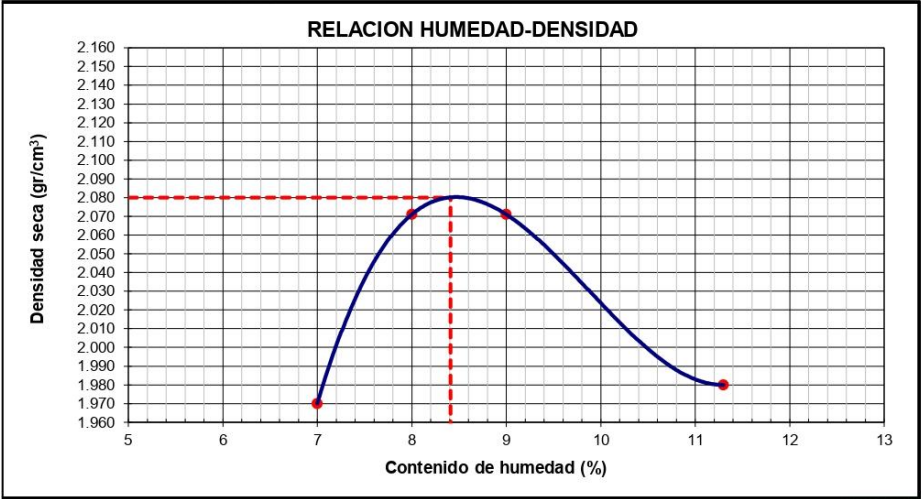
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 02+000

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 211613

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	7.00	8.00	9.00	11.30
DENSIDAD SECA	1.970	2.071	2.071	1.980

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.080
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.41

Abel Chharry Tauco
 TEC. LABORATORISTA



Anexo 37. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (20%ARM + 20%LPMPL), por agua, en la C-01



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
(20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 02+000

a)- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.08
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.41

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Ch Harry Touco
Abel Ch Harry Touco
TEC. LABORATORISTA

b)- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.08	1.98	1.87
Comtenido de Humedad	8.41	7.99	7.57

c)- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

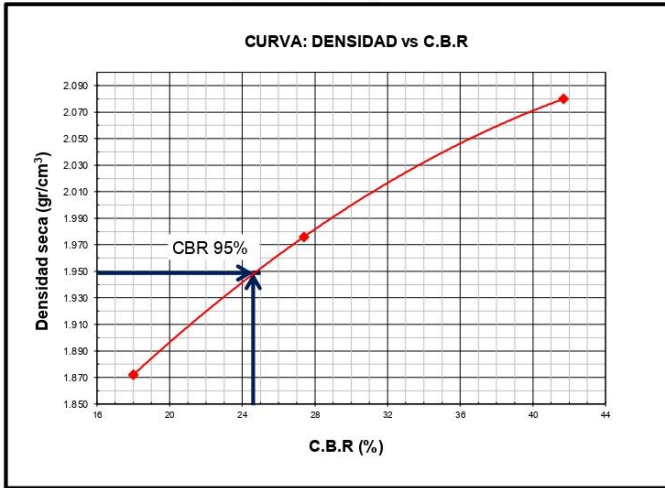
MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	417	1000	41.7
II	0.1	274	1000	27.4
III	0.1	180	1000	18

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	41.7
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	24.6

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 02+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.08
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.41
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	41.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	24.6

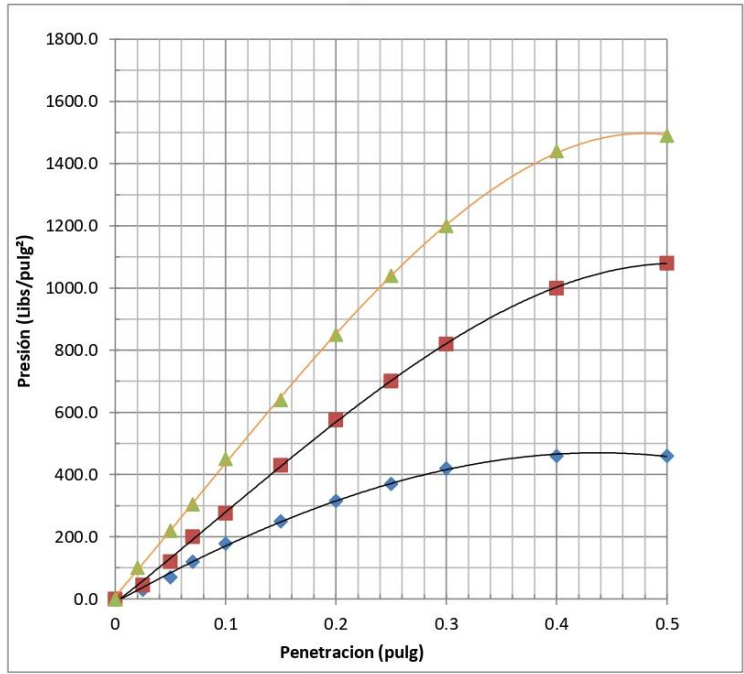


AARE ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211813

AARE ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB
Abel
Abel Churry Tauca
TEC LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 02+000



WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211513

Abel Chivarry Tausca
 TECNOLÓGICO

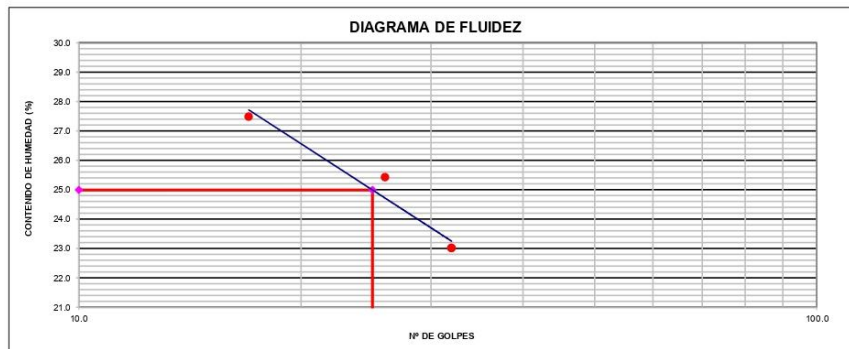
Anexo 38. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg con la sustitución de (10%ARM + 10%LP MPL), por agua, en la C-02



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista.	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 2	Nº REGISTRO : LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 04+000

LÍMITE LÍQUIDO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)				
Nº TARRO	23	34	33	
TARRO + SUELO HÚMEDO	50.67	42.15	47.53	
TARRO + SUELO SECO	44.86	38.19	42.89	
AGUA	5.81	3.96	4.64	
PESO DEL TARRO	23.72	22.61	22.73	
PESO DEL SUELO SECO	21.14	15.58	20.16	
% DE HUMEDAD	27.48	25.42	23.02	
Nº DE GOLPES	17	26	32	

LÍMITE PLÁSTICO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)				
Nº TARRO	25			
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.49			
TARRO + SUELO SECO	26.80			
AGUA	0.69			
PESO DEL TARRO	22.38			
PESO DEL SUELO SECO	4.42			
% DE HUMEDAD	15.61			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	25
LÍMITE PLÁSTICO	16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

AAR ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Chikarry Tauco
Abel Chikarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 39. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (10%ARM + 10%LPMPL), por agua, en la C-02



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

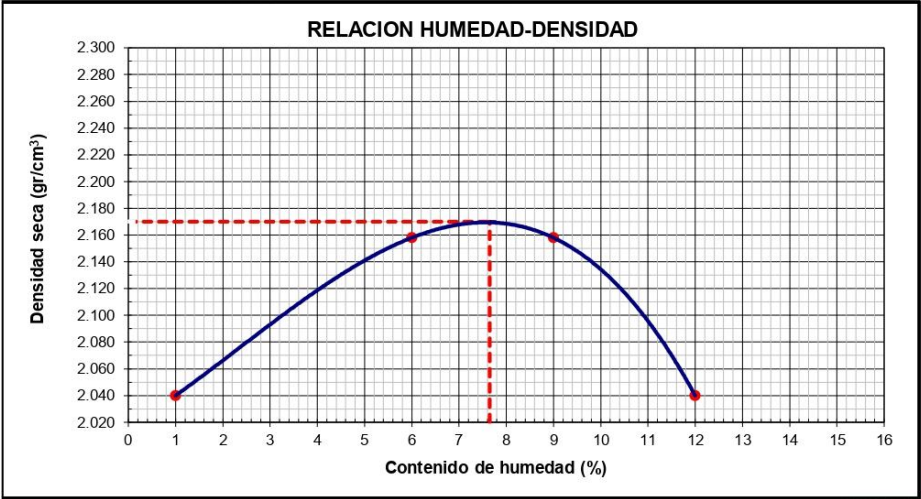
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 04+000

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211513

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	1.00	6.00	9.00	12.00
DENSIDAD SECA	2.040	2.158	2.158	2.040

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.170
HUMEDAD OPTIMA (%)	7.65

Abel Ch Harry Taucu
 TEC. LABORATORISTA



Anexo 40. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (10%ARM + 10%LPMPL), por agua, en la C-02



www.aarengineersac.com

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
 (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 04+000

AAR ENGINEER S.A.S.
 ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 211813

a)- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.17
Optimo Contenido de Humedad (%)	7.65

AAR ENGINEER S.A.S.
 MATERIAL TESTING LAB.

Abel Chikarry Tanco
 TEC. LABORATORISTA

b)- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.17	2.06	1.95
Comtenido de Humedad	7.65	7.27	6.89

c)- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

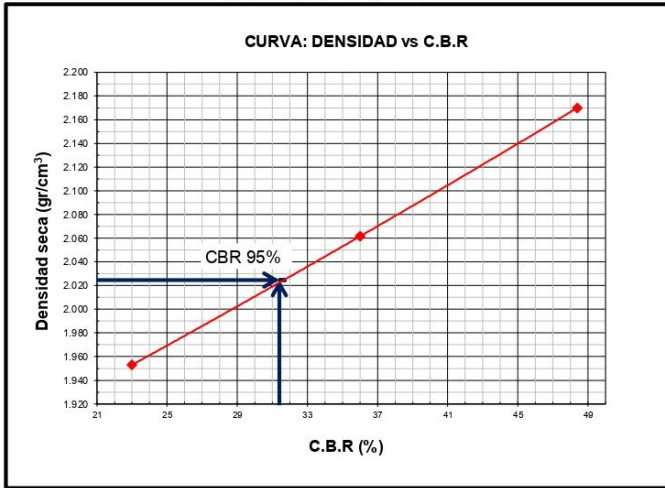
MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	484	1000	48.4
II	0.1	360	1000	36
III	0.1	230	1000	23

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	48.4
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	31.4

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 04+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.17
Optimo Contenido de Humedad (%)	7.65
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	48.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	31.4



AAR ENGINEER S.A.C.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

Wilson Cubas Pérez

WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211613

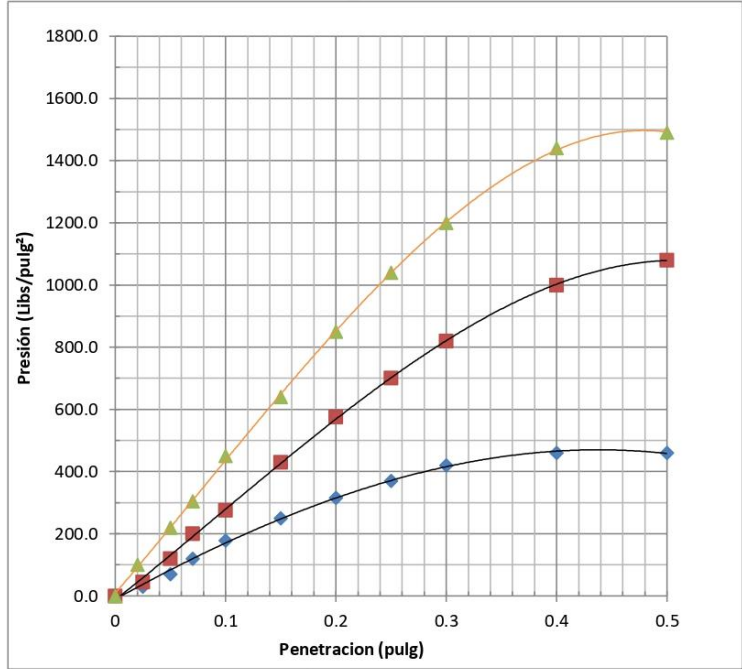
AAR ENGINEER S.A.C.
MATERIAL TESTING LAB.

Abel Chivarry Touca

Abel Chivarry Touca
TEC. LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)

PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 04+000



AAR ENGINEER SAC.
 ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
 WILSON CUBAS PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211613

AAR ENGINEER SAC.
 MATERIAL TESTING LAB.
 Abel Chharry Touca
 TEC. LABORATORISTA

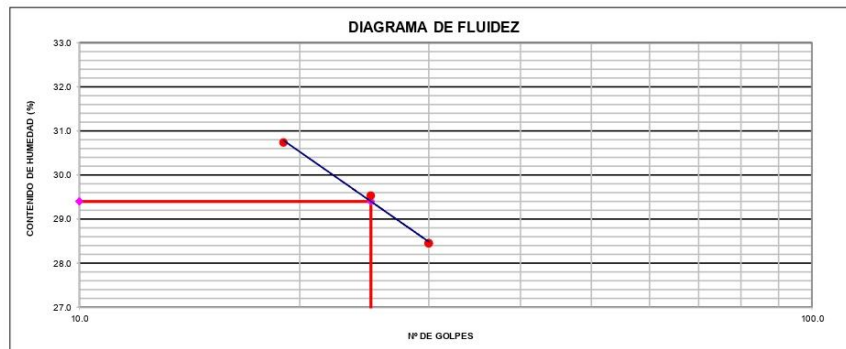
Anexo 41. Resultados del ensayo de Límites de Atterberg con la sustitución de (15%ARM + 15%LP MPL), por agua, en la C-02



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradijsaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 2	N° REGISTRO: LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 04+000

LÍMITE LÍQUIDO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)				
N° TARRO	20	4	11	
TARRO + SUELO HÚMEDO	40.99	39.60	41.01	
TARRO + SUELO SECO	37.13	36.08	37.44	
AGUA	3.86	3.52	3.57	
PESO DEL TARRO	24.57	24.16	24.89	
PESO DEL SUELO SECO	12.56	11.92	12.55	
% DE HUMEDAD	30.73	29.53	28.45	
N° DE GOLPES	19	25	30	

LÍMITE PLÁSTICO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)				
N° TARRO	8			
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.17			
TARRO + SUELO SECO	27.67			
AGUA	0.50			
PESO DEL TARRO	25.04			
PESO DEL SUELO SECO	2.63			
% DE HUMEDAD	19.01			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	29
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10

OBSERVACIONES

Anexo 42. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (15%ARM + 15%LPMPL), por agua, en la C-02



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

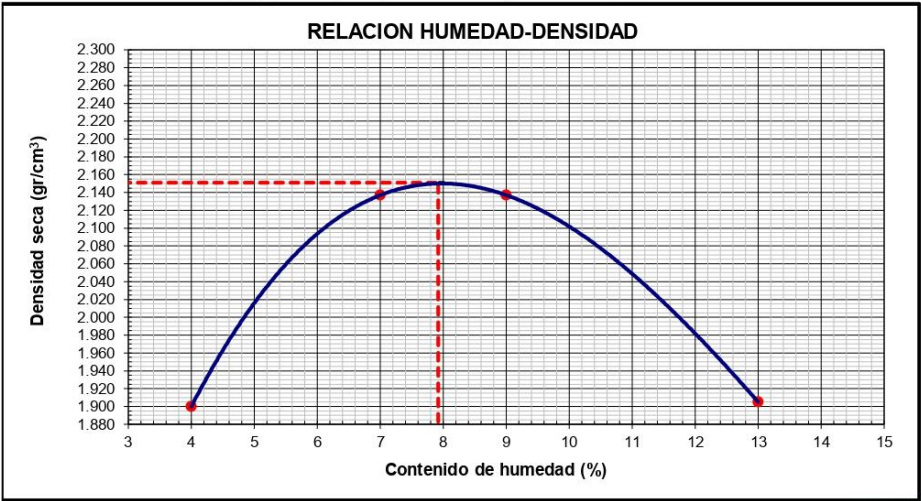
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 04+000

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CP# 211513

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	4.00	7.00	9.00	13.00
DENSIDAD SECA	1.900	2.137	2.137	1.905

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.151
HUMEDAD OPTIMA (%)	7.92

ABEL CHURRY TORUERO
 TECNÓLOGO LABORATORISTA



Anexo 43. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (15%ARM + 15%LPMPL), por agua, en la C-02



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
 (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 04+000

a)- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.151
Optimo Contenido de Humedad (%)	7.92

AARE ENGINEER S.A.S.
 ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

WILSON CUBAS PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211913

AARE ENGINEER S.A.S.
 MATERIAL TESTING LAB.

Abel Chikarry Tanco
 TEC. LABORATORISTA

b)- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.15	2.04	1.94
Comtenido de Humedad	7.92	7.52	7.13

c)- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

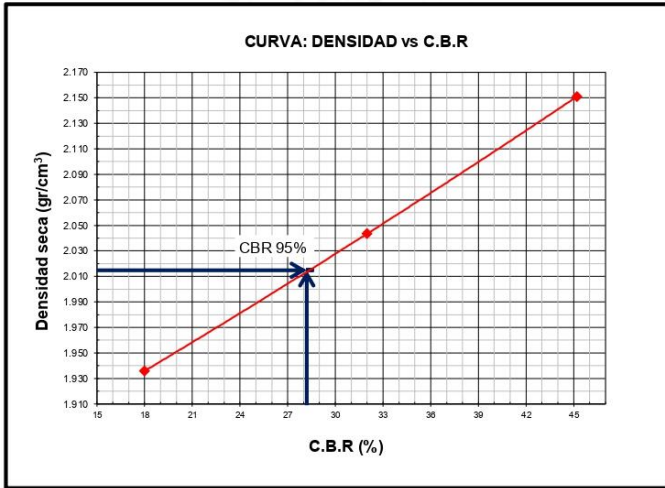
MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	452	1000	45.2
II	0.1	320	1000	32
III	0.1	180	1000	18

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	45.2
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	28.2

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 04+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.151
Optimo Contenido de Humedad (%)	7.92
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	45.2
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	28.2

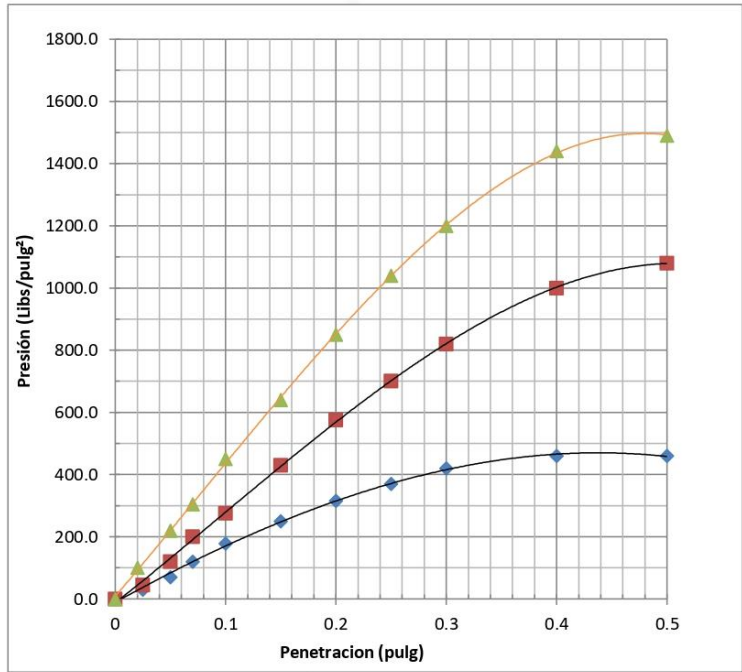


AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Ch Harry Tauco
Abel Ch Harry Tauco
TEC. LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)

PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 04+000



AARE ENGINEER SAC.
 ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
 WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 211013

AARE ENGINEER SAC.
 MATERIAL TESTING LAB.
 Abel Chirry Taucu
 TEC LABORATORISTA

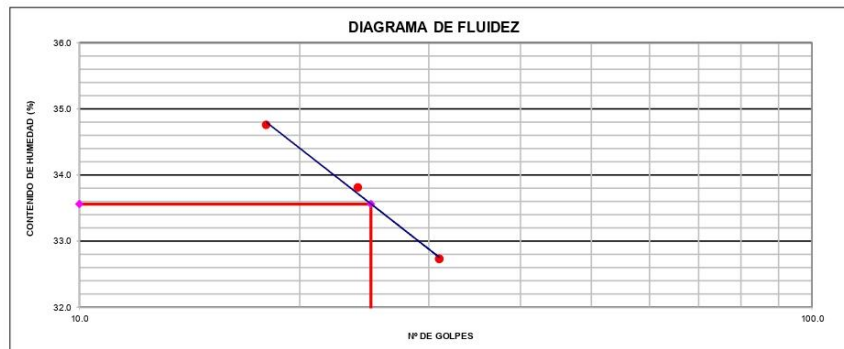
Anexo 44. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg con la sustitución de (20%ARM + 20%LPMPL), por agua, en la C-02



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradijsiaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 2	N° REGISTRO: LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 04+000

LÍMITE LÍQUIDO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)				
N° TARRO	16	13	17	
TARRO + SUELO HÚMEDO	42.10	48.45	45.52	
TARRO + SUELO SECO	37.70	42.56	40.63	
AGUA	4.40	5.89	4.89	
PESO DEL TARRO	25.04	25.14	25.69	
PESO DEL SUELO SECO	12.66	17.42	14.94	
% DE HUMEDAD	34.76	33.81	32.73	
N° DE GOLPES	18	24	31	

LÍMITE PLÁSTICO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)				
N° TARRO	32			
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.75			
TARRO + SUELO SECO	25.95			
AGUA	0.80			
PESO DEL TARRO	22.24			
PESO DEL SUELO SECO	3.71			
% DE HUMEDAD	21.56			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	34
LÍMITE PLÁSTICO	22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Ch Harry Tauco
Abel Ch Harry Tauco
TEC LABORATORISTA

Anexo 45. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (20%ARM + 20%LPMPL), por agua, en la C-02



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 04+000

AAR ENGINEER SAC.
 ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

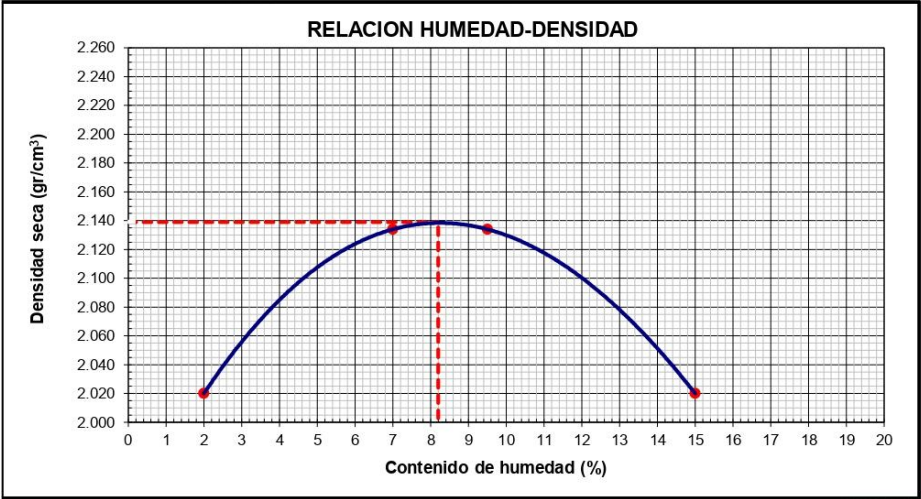
 WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211513

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	2.00	7.00	9.50	15.00
DENSIDAD SECA	2.020	2.134	2.134	2.020

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.139
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.20

AAR ENGINEER SAC.
 MATERIAL TESTING LAB

 Abel Chirry Tauso
 TEC. LABORATORISTA



Anexo 46. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (20%ARM + 20%LPMPL), por agua, en la C-02



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
(20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 04+000

a)- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.139
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.20

AAR ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

AAR ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Ch. Harry Touco
Abel Ch. Harry Touco
TEC. LABORATORISTA

b)- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.14	2.03	1.93
Comtenido de Humedad	8.20	7.79	7.38

c)- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

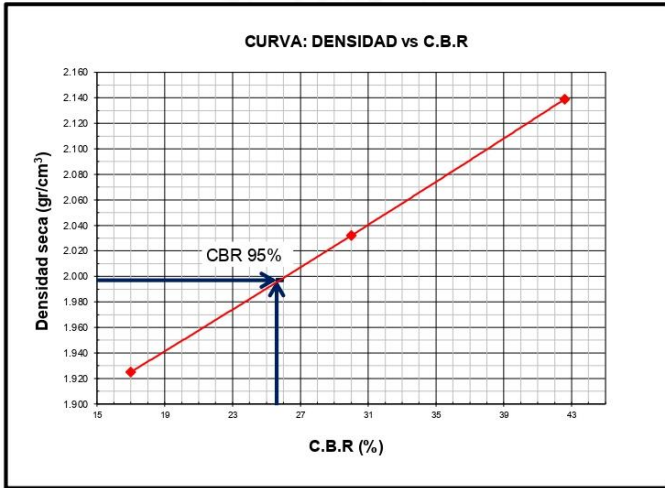
MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	426	1000	42.6
II	0.1	300	1000	30
III	0.1	170	1000	17

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	42.6
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	25.6

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog: Km: 04+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.139
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.2
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	42.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	25.6

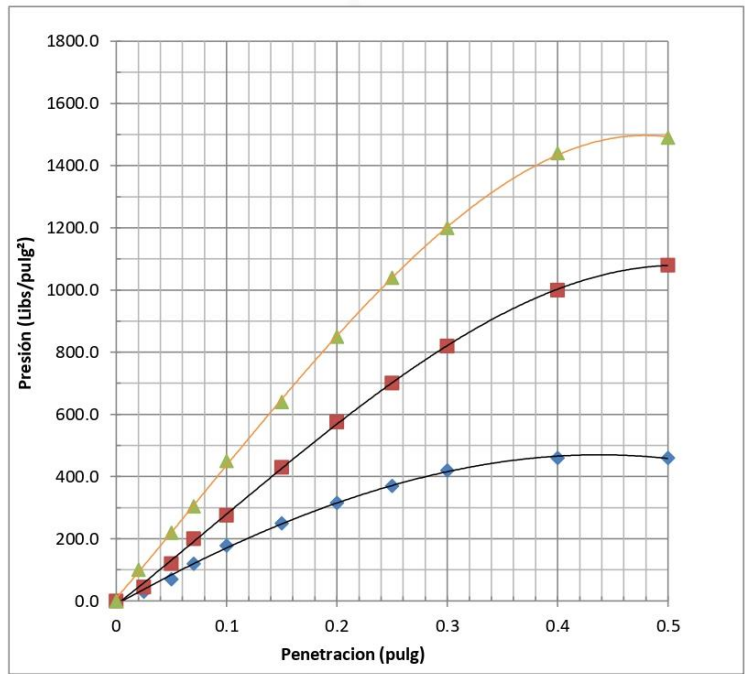


AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB
Abel
Abel Chivarry Tauco
TEC LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)

PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog: Km: 04+000



AARE ENGINEER S.A.S.
 ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
 WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211913

AARE ENGINEER S.A.S.
 MATERIAL TESTING LAB
 Abel Chivarry Taucu
 TEC. LABORATORISTA

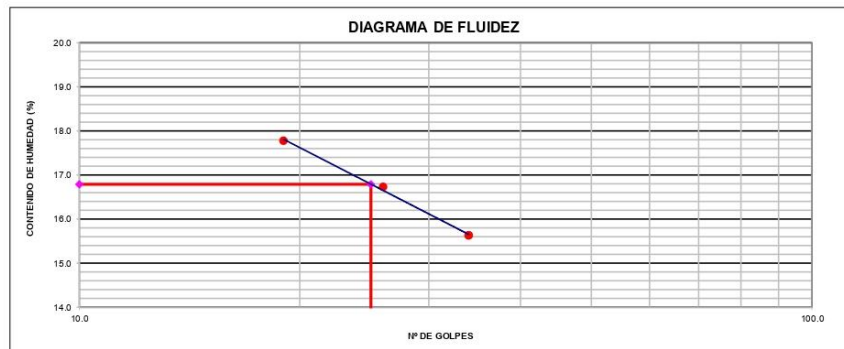
Anexo 47. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg con la sustitución de (10%ARM + 10%LP MPL), por agua, en la C-03



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradijsiaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 3	MATERIAL :
MUESTRA : M - 1	LADO :
PROF. (m) : 0.00-1.50	PROGR. (Km) : 06+000
UBICACIÓN :	

LÍMITE LÍQUIDO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)				
Nº TARRO	20	3	24	
TARRO + SUELO HÚMEDO	56.04	51.70	46.85	
TARRO + SUELO SECO	51.14	47.77	43.53	
AGUA	4.90	3.93	3.32	
PESO DEL TARRO	23.57	24.28	22.29	
PESO DEL SUELO SECO	27.57	23.49	21.24	
% DE HUMEDAD	17.77	16.73	15.63	
Nº DE GOLPES	19	26	34	

LÍMITE PLÁSTICO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)				
Nº TARRO	28			
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.42			
TARRO + SUELO SECO	26.92			
AGUA	0.50			
PESO DEL TARRO	22.54			
PESO DEL SUELO SECO	4.38			
% DE HUMEDAD	11.42			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	17
LÍMITE PLÁSTICO	11
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN

Wilson C. Pérez

WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211613

AAR ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB.

Abel Ch. Tanco

Abel Ch. Tanco
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 48. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (10%ARM + 10%LPMPL), por agua, en la C-03



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

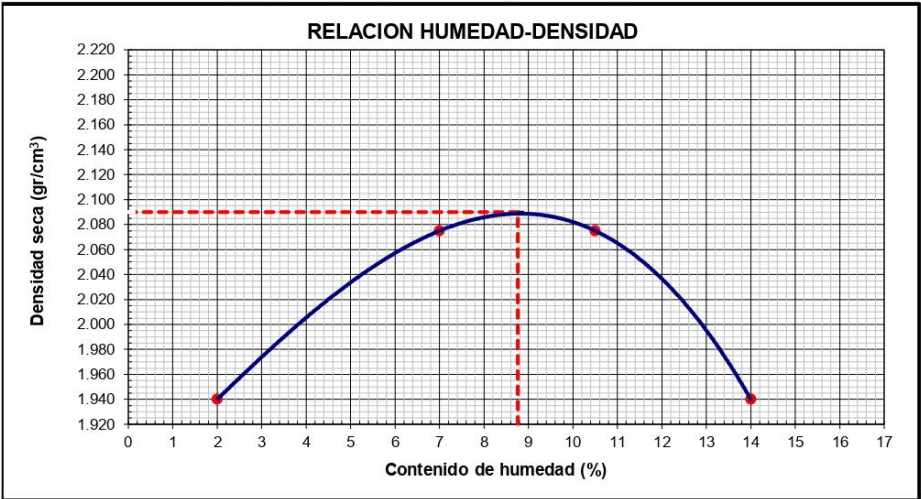
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 3
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog. Km: 06+000

WILSON CUBAS PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211613

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	2.00	7.00	10.50	14.00
DENSIDAD SECA	1.940	2.075	2.075	1.940

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.090
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.76

Abel Chikarry Tausco
 TEC. LABORATORISTA



Anexo 49. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (10%ARM + 10%LPMPL), por agua, en la C-03



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
(10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

a)- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	A
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.09
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.76

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCION
Wilson C.
WILSON CUBAS PEREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel C.
Abel Chavarry Tauca
TEC. LABORATORISTA

b)- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.09	1.99	1.88
Comtenido de Humedad	8.76	8.32	7.88

c)- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

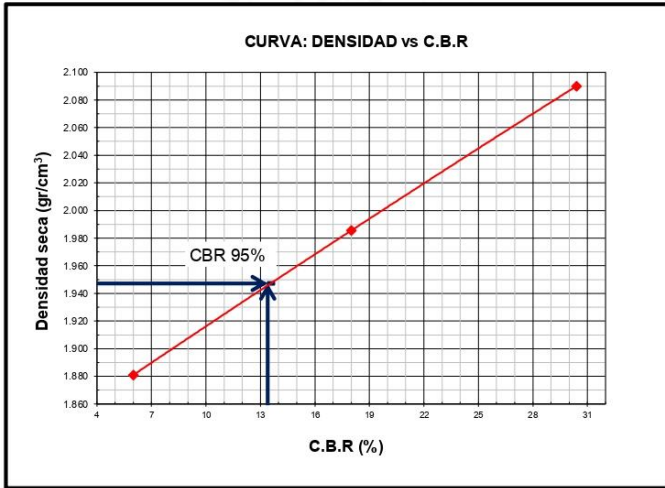
MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	304	1000	30.4
II	0.1	180	1000	18
III	0.1	60	1000	6

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	30.4
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	13.4

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.09
Optimo Contenido de Humedad (%)	8.76
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	30.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	13.4

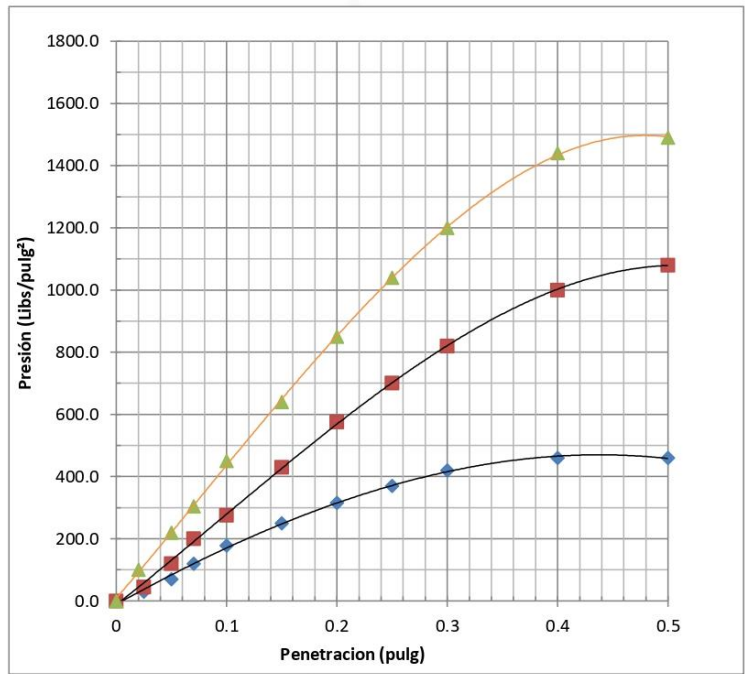


WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211513

Abel Churry Tauco
 TEC. LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (10% Aceite Residual y 10% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000



AAR ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211613

AAR ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Chivarry Tauco
Abel Chivarry Tauco
TEC. LABORATORISTA

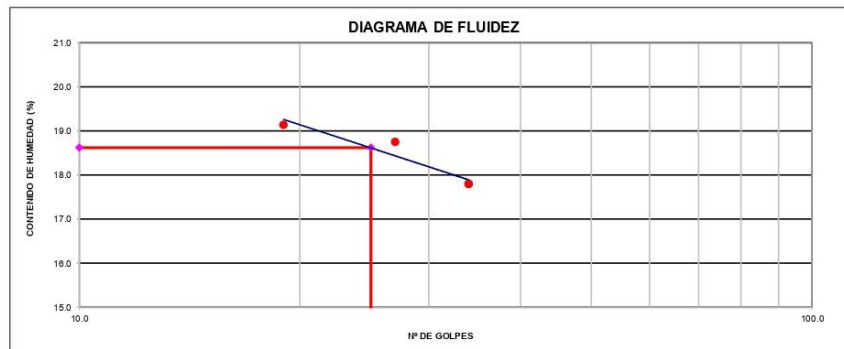
Anexo 50. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg con la sustitución de (15%ARM + 15%LP MPL), por agua, en la C-03



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradijsaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 3	N° REGISTRO: LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 06+000

LÍMITE LÍQUIDO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)				
N° TARRO	18	9	4	
TARRO + SUELO HÚMEDO	48.97	46.10	42.57	
TARRO + SUELO SECO	45.03	42.41	39.34	
AGUA	3.94	3.69	3.23	
PESO DEL TARRO	24.44	22.73	21.19	
PESO DEL SUELO SECO	20.59	19.68	18.15	
% DE HUMEDAD	19.14	18.75	17.80	
N° DE GOLPES	19	27	34	

LÍMITE PLÁSTICO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)				
N° TARRO	11			
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.72			
TARRO + SUELO SECO	28.05			
AGUA	0.67			
PESO DEL TARRO	22.12			
PESO DEL SUELO SECO	5.93			
% DE HUMEDAD	11.30			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	19
LÍMITE PLÁSTICO	11
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER SAC.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson C. Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AAR ENGINEER SAC.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Ch. Wary Taucu
Abel Ch. Wary Taucu
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 51. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (15%ARM + 15%LPMPL), por agua, en la C-03



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

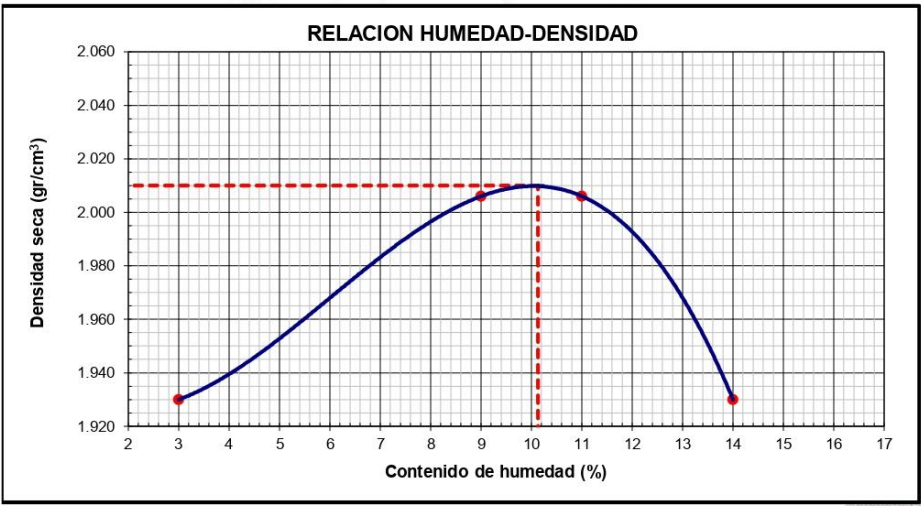
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 3
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog. Km: 06+000

WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 211513

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	3.00	9.00	11.00	14.00
DENSIDAD SECA	1.930	2.006	2.006	1.930

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	2.010
HUMEDAD OPTIMA (%)	10.13

ABEL C. G. TORRES
 TECN. LABORATORISTA



Anexo 52. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (15%ARM + 15%LPMPL), por agua, en la C-03



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
(15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	A
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.01
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.13

AAR ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211513

AAR ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Churry Tauco
Abel Churry Tauco
TEC. LABORATORISTA

b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.01	1.91	1.81
Comtenido de Humedad	10.13	9.62	9.12

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

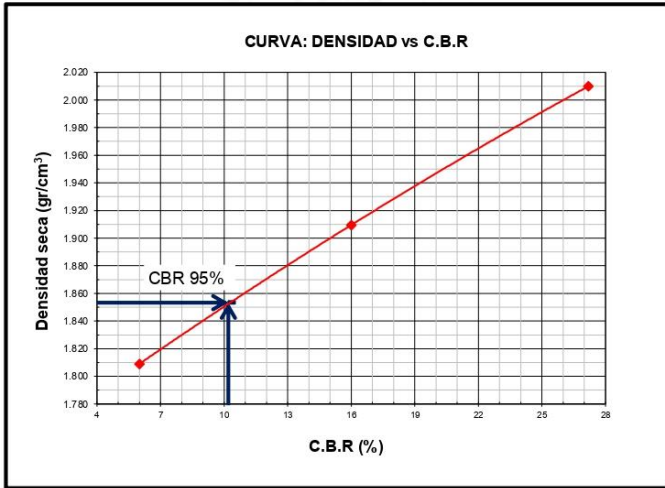
MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	272	1000	27.2
II	0.1	160	1000	16
III	0.1	60	1000	6

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	27.2
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	10.2

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.01
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.13
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	27.2
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	10.2

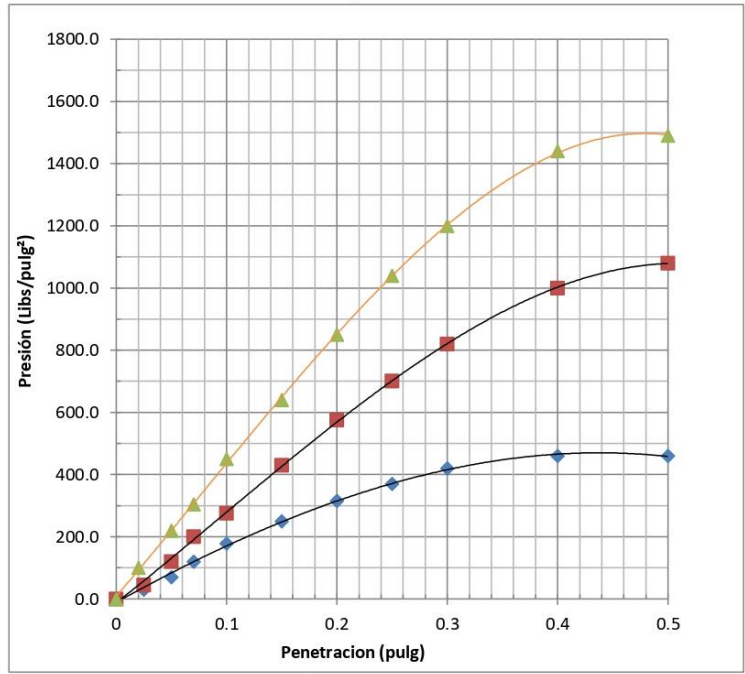


AARE ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

AARE ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB
Abel
Abel Chivarry Tauco
TEC LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (15% Aceite Residual y 15% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000



AARE ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211613

AARE ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Chivarry Taucu
Abel Chivarry Taucu
TEC. LABORATORISTA

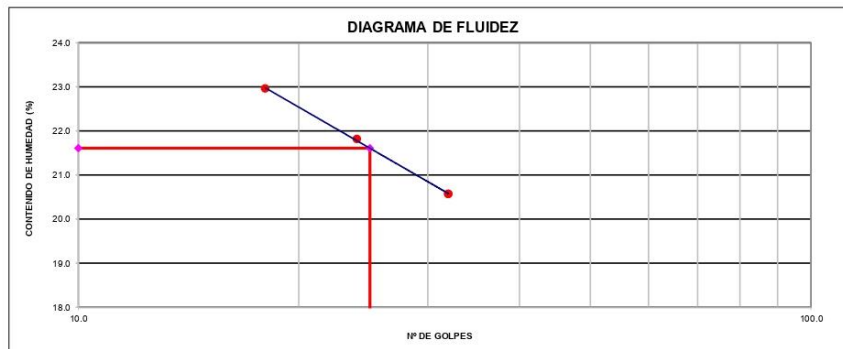
Anexo 53. Resultados del ensayo de Limites de Atterberg con la sustitución de (20%ARM + 20%LPMPL), por agua, en la C-03



LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
SOLICITANTE : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH	
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradijsiaca L. en La Carretera Bellavista	
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022	
FECHA : Abril de 2022	
CALICATA : C - 3	N° REGISTRO : LA - LMS/LEM - 01
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-1.50	LADO :
UBICACIÓN :	PROGR. (Km) : 06+000

LÍMITE LÍQUIDO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)				
N° TARRO	23	2	14	
TARRO + SUELO HÚMEDO	48.73	44.82	46.12	
TARRO + SUELO SECO	44.06	40.73	42.30	
AGUA	4.67	4.09	3.82	
PESO DEL TARRO	23.72	21.98	23.73	
PESO DEL SUELO SECO	20.34	18.75	18.57	
% DE HUMEDAD	22.96	21.81	20.57	
N° DE GOLPES	18	24	32	

LÍMITE PLÁSTICO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)				
N° TARRO	27			
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.30			
TARRO + SUELO SECO	24.95			
AGUA	0.35			
PESO DEL TARRO	22.04			
PESO DEL SUELO SECO	2.91			
% DE HUMEDAD	12.03			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	22
LÍMITE PLÁSTICO	12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10

OBSERVACIONES

AAR ENGINEER S.A.C.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Pérez
WILSON CUBAS PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211613

AAR ENGINEER S.A.C.
MATERIAL TESTING LAB
Abel Chharry Taucó
ABEL CHHARRY TAUCÓ
TEC. LABORATORISTA

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

Anexo 54. Resultados del ensayo de Proctor Modificado con la sustitución de (20%ARM + 20%LPMPL), por agua, en la C-03



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

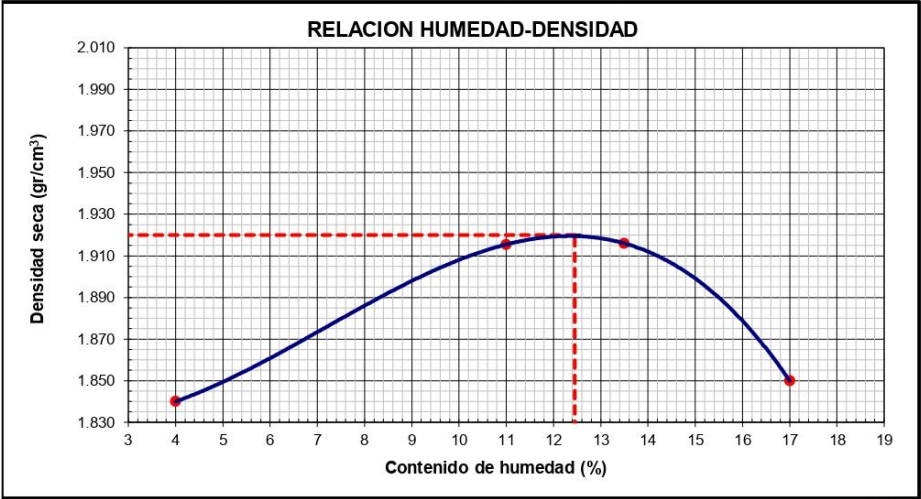
PROYECTO : Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN : Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA : BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA : Abril de 2022
CALICATA : C - 3
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN : Prog. Km: 06+000

WILSON CUEVAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 211513

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	4.00	11.00	13.50	17.00
DENSIDAD SECA	1.840	1.916	1.916	1.850

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	1.920
HUMEDAD OPTIMA (%)	12.45

Abel Chirry Taucu
 TEC LABORATORISTA



Anexo 55. Resultados del ensayo de CBR con la sustitución de (20%ARM + 20%LPMPL), por agua, en la C-03



www.aarengineersac.com

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)
(20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo) MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

AAR ENGINEER S.A.S.
ESTUDIOS DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson
WILSON CUBAS PEREZ
INGENIERO CIVIL
CIP 211513

a)- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	A
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.92
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.45

AAR ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel
Abel Churry Tanco
TEC. LABORATORISTA

b)- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.92	1.82	1.73
Comtenido de Humedad	12.45	11.83	11.21

c)- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	257	1000	25.7
II	0.1	140	1000	14
III	0.1	50	1000	5

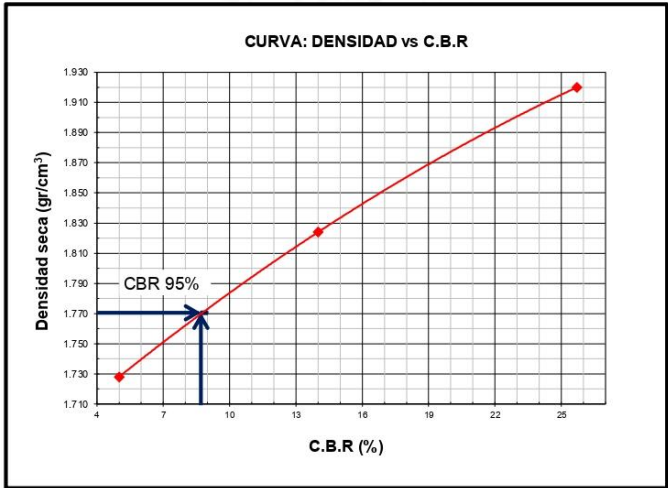
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	25.7
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	8.7

JR. MIRAFLORES N° 212 - BAGUA - AMAZONAS RUC. N° 20488141075 - INDECOPI: R.N. 006316 - 2013/DSD
Ofic. (041) 262326 / Lab. 974607452 E-MAIL: aarengineersac@gmail.com

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.92
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.45
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	25.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	8.7

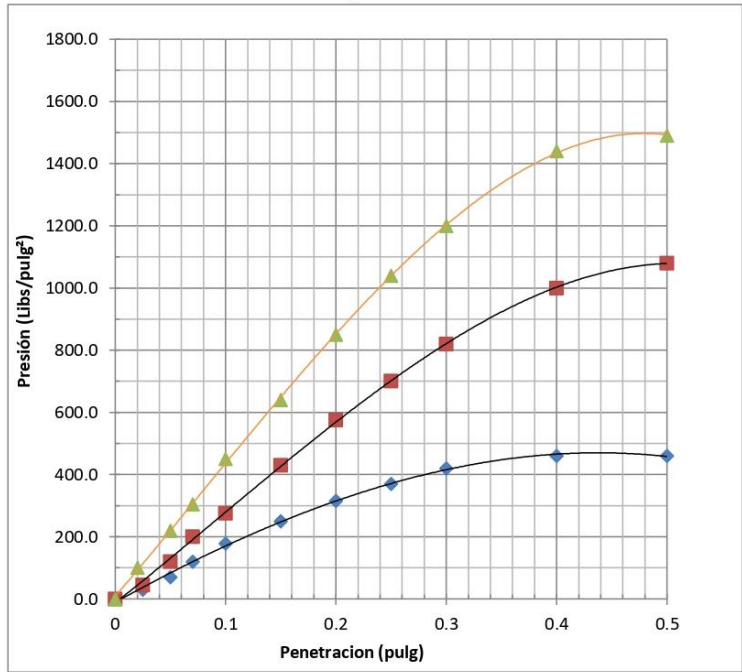


AARE ENGINEER S.A.S.
ESTUDIO DE SUELOS - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN
Wilson Cubas Perez
WILSON CUBAS PEREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 211913


AARE ENGINEER S.A.S.
MATERIAL TESTING LAB.
Abel Churry Tausca
Abel Churry Tausca
TEC. LABORATORISTA

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (20% Aceite Residual y 20% Pseudotallo)

PROYECTO	: Estabilización de La Subrasante Adicionando Aceite de Motores Residuales y Líquido de Pseudotallo Musa Paradisiaca L. en La Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
UBICACIÓN	: Carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca.
SOLICITA	: BACH. BALMACEDA CERCADO, ROCIO / BACH. TORRES AGUINAGA, DEYLIS ELIZABETH
FECHA	: Abril de 2022
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Prog. Km: 06+000




WILSON CUBAS PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 211513


Abel Chharry Taucó
 TEC. LABORATORISTA

Anexo 56. Captura de Pantalla de Porcentaje del Turnitin

The screenshot shows a web browser window with the following content:

- Browser Tab:** Feedback Studio - Google Chrome
- Address Bar:** https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&u=1128351113&o=1848698303&student_user=1&lang=es
- Page Header:** ROCIO BALMACEDA CERCADO | ESTABILIZACION DE LA SUBRASANT... (with a help icon)
- Main Content:**
 - Estabilización de la subrasante adicionando aceite residual de motores y líquido de pseudotallo de musa paradisiaca L. en la carretera Bellavista, Sambimera, Cajamarca-2022
 - TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**
 - AUTOR(ES):**
 - Bach. Balmaceda Cercado, Rocio
<https://orcid.org/0000-0003-0816-8070>
 - Bach. Torres Aguinaga, Deylis Elizabeth
<https://orcid.org/0000-0002-6600-4034>
- Right Sidebar:** A vertical toolbar containing icons for document management, a score of 23, a funnel icon, a document icon, and a settings gear icon.

The Windows taskbar at the bottom shows the search bar with the text "Escribe aquí para buscar", system tray icons for temperature (19°C), time (23:40), and date (05/06/2022).