UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA *(ELAEIS GUINEENSIS)* EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BORBOR PEZO, RAÚL ARMANDO

LADERA ESPEJO IRVIN ABEL

PUCALLPA, PERÚ
2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

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

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 021-2022

GRADUANDO : **Bach. BORBOR PEZO RAÚL ARMANDO**
Bach. LADERA ESPEJO IRVIN ABEL

TEMA : **"PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA,PERÚ 2022".**

ASESOR : **MG. DANIEL PÉREZ CASTAÑÓN**

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

EVALUACION

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

CALIFICACION FINAL:

PUNTAJE : 19 / 30

CONCLUSIONES:

APROBADO POR : MAYORIA
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

- MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNÁNDEZ — Presidente
- MG. ELEUTERIO PÉREZ SAGÁSTEGUI — Miembro
- DR. DAVID ABEL GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA — Miembro

SECRETARIA ACADÉMICA: M.SC. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA

PUCALLPA, 13 DE DICIEMBRE DEL 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA *(ELAEIS GUINEENSIS)* EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.

PRESENTADA POR:

BORBOR PEZO, RAÚL ARMANDO

LADERA ESPEJO IRVIN ABEL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE:

Ing. Mg. DEVYN OMAR DONAYRE HERNÁNDEZ

PRIMER MIEMBRO

Ing. Mg. ELEUTERIO PEREZ SAGASTEGUI

SEGUNDO MIEMBRO

Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA

ASESOR DE TESIS

Ing. Mg. DANIEL PEREZ CASTAÑON

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0467-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis**, titulado:**

"PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022".

Autor(es)	:	**BORBOR PEZO, RAÚL ARMANDO** **LADERA ESPEJO, IRVIN ABEL**
Facultad	:	INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
Escuela Profesional	:	ING. CIVIL
Asesor(a)	:	Mg. PEREZ CASTAÑON, DANIEL

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 9%.**

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

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

FECHA 09/08/2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
Dirección General de Producción Intelectual

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Irvin Abel Ladera Espejo

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"Propuesta de Incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de Palma aceitera (ELAEIS GUINEENSIS) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, 2022"

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Mg. Daniel Perez Castañon

En la Facultad: Ingenieria de Sistemas e Ingenieria civil

Escuela profesional: de Ingenieria civil

Autorizo la publicación:

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

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

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

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

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

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 19 / 12 / 2022

Email: Irvin.Abel156@gmail.com
Teléfono: 953435214

Firma:
DNI: 47920561

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, RAÚL ARMANDO BORBOR PEZO

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JR. GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, 2022"

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Mg. DANIEL PEREZ CASTAÑON

En la Facultad: INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL

Escuela profesional: de INGENIERÍA CIVIL

Autorizo la publicación:

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

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

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

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

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

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 19 / 12 / 2022

Email: raularmando0007@gmail.com
Teléfono: 931943181

Firma:
DNI: 70694061

Dedicatoria

La investigación realizada esta dedicada a nuestras familias por el sacrificio que hacen todos los años, y apoyarnos en el proceso de elaboración de la misma.

Agradecimiento

Agradecemos a todos los mentores de la Universidad Nacional de Ucayali, escuela profesional de ingeniería civil por todo nuestro aprendizaje, también agradecer a todas las personas que nos apoyaron en la realización de la investigación presente.

Resumen

El objetivo principal de esta investigación es determinar la influencia de la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera en el mejoramiento de la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali, mediante ensayos realizados en laboratorio. La presente investigación es de tipo cuantitativa y nivel de estudio aplicada - experimental en la que se aplicó métodos existentes para la resolución del problema planteado, así mismo se manipulo la variable Ceniza de fibra de palma aceitera para obtener incremento de Resistencia de CBR de Suelo, para ello se utilizó un muestreo no probabilístico a conveniencia ya que se buscó en todo el desarrollo del experimento un proceso controlado, por lo tanto, la muestra a tratarse estuvo conformada por 59 ensayos, de las cuales se desarrolló el experimento en sus tres niveles de relación suelo/ceniza de 75/25%; 50/50%; 25/75% y tres repeticiones de las mismas. En la que se concluye que la relación suelo/ceniza que mejor influye en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante es la relación de 50% suelo y 50% ceniza de palma aceitera, que logra incrementar de 1.4% de CBR encontrado in-situ a 6.1% de CBR con dicha sustitución. Además, se determinó que la comparación de costos entre el mejoramiento con ceniza de palma aceitera y el mejoramiento con material de préstamo, resultando más costoso el mejoramiento con ceniza de palma aceitera.

Palabras clave: Ceniza de fibra de palma, mejoramiento, subrasante, CBR, relación suelo/ceniza y compactación.

Abstract

The main objective of this research is to determine the influence of the incorporation of oil palm fiber ash in the improvement of the Jirón Galilea Subgrade from block 1 to block 3 of the Los Portales de Yarinacocha Urbanization in the Department of Ucayali, through laboratory tests. The present investigation is of a quantitative type and level of applied - experimental study in which existing methods were applied to solve the problem posed, likewise the variable Ash of oil palm fiber was manipulated to obtain an increase in Soil CBR Resistance, For this, a non-probabilistic sampling was used at convenience since a controlled process was sought throughout the development of the experiment, therefore, the sample to be treated consisted of 59 trials, of which the experiment was developed in its three levels of soil/ash ratio of 75/25%; 50/50%; 25/75% and three repetitions of the same. In which it is concluded that the soil/ash ratio that best influences the bearing capacity (CBR) of the subgrade is the ratio of 50% soil and 50% oil palm ash, which manages to increase the 1.4% CBR found in -situ at 6.1% of CBR with said substitution. In addition, it was determined that the comparison of costs between the improvement with oil palm ash and the improvement with loan material, being the improvement with oil palm ash more expensive.

Keywords: Palm fiber ash, improvement, subgrade, CBR, soil/ash ratio and compaction.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

RESUMEN viii

ABSTRACT ix

INDICE DE CONTENIDO x

INDICE DE TABLAS ..... ….xiv

INDICE DE FIGURAS xv

CAPITULO I. Planteamiento de Problema 1

1.1 Descripción y Fundamentación del Problema 1

1.2 Formulación del Problema 3

1.2.1 Problema General 3

1.2.2 Problemas Específicos 3

1.3 Objetivos 3

1.3.1 Objetivo General 3

1.3.2 Objetivos Específicos 3

1.4 Justificación e Importancia 4

1.5 Limitaciones y Alcances 4

1.6 Hipótesis 5

1.6.1 Hipótesis General 5

1.6.2 Hipótesis Específicas 5

1.7 Sistema de Variables Dimensiones e Indicadores 6

1.7.1 Variable Independiente 6

1.7.2 Variable Dependiente 6

1.8 Definición Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores 7

CAPITULO II. Marco Teórico 8

2.1 Antecedentes de la Investigación. 8

2.2 Bases Teóricas 11

2.2.1 Palma Aceitera 11

2.2.2 Ceniza de Palma Aceitera 12

2.2.3 Composición Química 12

2.2.4 Clasificación de Suelos. 12

2.2.5 Muestreo de Suelos y Rocas, MTC E 101 14

2.2.6 Preparación en seco de muestras para el análisis granulométrico y determinación de las constantes del suelo. MTC E 106. 15

2.2.7 Análisis Granulométrico por Tamizado, MTC E 107. 17

2.2.8 Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo, MTC E 108. 22

2.2.9 Determinación del Limite Liquido de los suelos, MTC E 110. 24

2.2.10 Determinación del Limite Plástico (L.P) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P), MTC E111. 30

2.2.11 Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando Una Energía Modificada (Proctor Modificado), MTC E 115. 33

2.2.12 CBR de Suelos (Laboratorio), MTC E 132. 39

2.3 Definición de Términos Básicos 45

CAPITULO III. Metodología o Marco Metodológico 48

3.1 Tipo y Nivel de Investigación 48

3.1.1 Tipo de Investigación 48

3.1.2 Nivel de Investigación 48

3.1.3 Diseño de Investigación 48

3.2 Población y Tamaño de la Muestra 49

3.2.1 Población 49

3.2.2 Muestra..... 49

3.3 Esquema de la investigación y Uso de Materiales..... 50

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos..... 51

3.4.1 Técnicas Recolección de Datos 51

3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos..... 51

3.4.3 Procesamiento y Presentación de Datos..... 56

3.5 Procedimiento de Recolección de Datos..... 63

3.5.1 Obtención de la Ceniza 63

3.5.2 Extracción de Muestra de Suelo..... 63

3.5.3 Ensayos de Laboratorio Suelo Patrón 66

3.5.4 Ensayos de Laboratorio Incorporando Ceniza de Palma Aceitera en la Subrasante..... 90

3.6 Comparación de Costos de Mejoramiento de sub rasante Suelo/Material de Préstamo y Suelo/Ceniza de Palma Aceitera. 91

3.6.1 Costo de Mejoramiento de Sub Rasante C/Material De Préstamo. 92

3.6.2 Costo de Mejoramiento de Sub Rasante C/Ceniza de Palma Aceitera al 50%..... 99

CAPITULO IV. RESULTADOS..... 106

4.1 Ensayos para Muestra Patrón. 107

4.1.1 Ensayo Determinación de Contenido de Humedad. 107

4.1.2 Ensayo Granulométrico..... 107

4.1.3 Clasificación SUCS Y AASHTO 108

4.1.4 Ensayo de Limite Liquido (LL), Limite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP) 109

4.1.5 Ensayo de Proctor Modificado..... 109

4.1.6 Ensayo de CBR..... 110

4.2 Ensayos Realizados a las Muestras con Adición de Ceniza de Palma Aceitera 110

4.2.1 Ensayo de Limite Liquido (LL), Limite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP) 110

4.2.2 Ensayo Granulométrico 111

4.2.3 Ensayo de Proctor Modificado 113

4.2.4 Ensayo de CBR 115

4.3 Costos por m^3 de Mejoramiento de subrasante de Suelo/Material de Préstamo y Suelo/Ceniza de Palma Aceitera. 116

CAPITULO V. Discusión De Resultados 117

5.1 Discusión de Hipótesis 117

5.1.1 Hipótesis General 117

5.1.2 Hipótesis Especificas 118

5.2 Discusión de Resultados 119

Conclusiones 121

Recomendaciones o Sugerencias 123

Referencias Bibliográficas 124

Matriz de Consistencia 128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Cantidad Suficiente para Muestras Representativas.* 16

Tabla 2 *Cantidad Requerida para las Constantes de los Suelos.* 17

Tabla 3 *Juego de Tamices de Malla Cuadrada* 18

Tabla 4 *Cantidad de Muestra Requerida de Acuerdo al Tamaño Máximo Nominal* 19

Tabla 5 *Pesos Mínimos para que la Muestra sea Representativa* 23

Tabla 6 *Factor K relacionado con N de golpes* 30

Tabla 7 *Diseño Completamente al Azar con Tres Niveles Experimentales* 48

Tabla 8 *Análisis de CBR de la cantera Tihua II* 92

Tabla 9 *Diseño de Estructura de Afirmado* 92

Tabla 10 Análisis de costos de excavación en explanaciones en material suelto 93

Tabla 11 *Análisis de costos unitarios de Carguío de Material de Prestamos c/Equipo.* 93

Tabla 12 *Análisis de Costos de Transporte de Material a una Distancia de 80 km.* 94

Tabla 13 *Análisis de Costos de Mejoramiento de Subrasante con Material de Préstamo* 94

Tabla 14 *Análisis de costos de conformación de capa de rodadura e=10 cm (80% Hor + 20% T.r)* 95

Tabla 15 *Análisis de costos de eliminación de material excedente d<=1 Km* 95

Tabla 16 *Presupuesto Total Con Material de Préstamo* 98

Tabla 17 *Análisis de CBR de la Sustitución suelo ceniza de 50%/50%.* 99

Tabla 18 *Diseño de Estructura de Afirmado* 99

Tabla 19 *Excavación en explanaciones en material suelo e= 20 cm.* 100

Tabla 20 *Análisis de costos unitarios de Carguío de Material de Prestamos c/Equipo.* 100

Tabla 21 *Análisis de Costos de Transporte de Material a una Distancia de 80 km.* 101

Tabla 22 *Análisis de Costos de Mejoramiento de Subrasante con Material de Préstamo* 101

Tabla 23 *Análisis de costos de conformación de capa de rodadura e=25 cm (80% Hor + 20% T.r)* ... 102

Tabla 24 *Análisis de costos de eliminación de material excedente d<= 1KM* 102

Tabla 25 *Presupuesto Total Con Material de Préstamo* 105

Tabla 26 *Resultado del Ensayo de Contenido de Humedad*..... 107

Tabla 27 *Resultados del Ensayo Análisis Granulométrico* 107

Tabla 28 *Resultado de la Clasificación de Suelos de la Calicata Nº 01* 108

Tabla 29 *Resultado de la Clasificación de Suelos de la Calicata Nº 02* 108

Tabla 30 *Resultado de los límites de consistencia* 109

Tabla 31 *Resultado del ensayo de Proctor modificado*..... 110

Tabla 32 *Resultado del ensayo de CBR*..... 110

Tabla 33 *Resultados de límites de consistencia*..... 110

Tabla 34 *Resultado del ensayo Granulométrico*..... 111

Tabla 35 *Resultado del ensayo Proctor Modificado en las tres repeticiones*..... 113

Tabla 36 *Resultados promedio del ensayo Proctor Modificado*..... 113

Tabla 37 *Resultado del ensayo CBR en Laboratorio en sus tres repeticiones* 115

Tabla 38 *Resultados de promedios del ensayo CBR en Laboratorio* 115

Tabla 39 *Prueba de ANOVA para el valor de CBR del suelo.*..... 117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1*: Signos convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO* 13

Figura 2 *Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS* 13

Figura 3 *Aparato manual para limite liquido* 26

Figura 4 *División de la muestra con el ranurador* 28

Figura 5 Determinación del Limite Liquido 29

Figura 6 *Molde cilíndrico de metal para CBR* 41

Figura 7 *Curva para cálculo de índice de CBR.* 45

Figura 8 Excavación de la calicata Nº 01 64

Figura 9 *Perfil Estratigráfico de la calicata Nº 01* 64

Figura 10 *Excavación de la calicata Nº 02* 65

Figura 11 *Perfil Estratigráfico de la calicata Nº 02* 66

Figura 12 *Extracción de Muestra Inalterada, para el Ensayo de Contenido de Humedad* 67

Figura 13 *Peso del contenedor y de suelo húmedo* 68

Figura 14 *Extracción de las muestras después de 16 horas en el horno* 69

Figura 15 *Peso de la muestra extraida del horno* 69

Figura 16 *Selección de la muestra representativa, para el análisis de granulometría.* 71

Figura 17 *Lavado de la muestra sobre el tamiz Nº 200* 72

Figura 18 *Secado de la muestra en el horno a 110 ± 5ºC* 73

Figura 19 *Tamizado de la muestra con agitador mecánico* 73

Figura 20 *Pesado de muestra retenida en los diferentes tamices.* 74

Figura 21 *Equipos que se utilizó y pesado de la muestra* 75

Figura 22 *Colocación de la muestra en la copa de Casagrande* 76

Figura 23 División de la muestra con el acanalador 76

Figura 24 *Extracción de la muestra y colocada en un recipiente para ser llevada al horno* 77

Figura 25 *Curva semilogarítmica para determinar Limite Liquido.* 78

Figura 26 *Formación de cilindros hasta un diámetro uniforme.* 79

Figura 27 *Frotar hasta quitarle la humedad requerida para encontrar algunas fisuras.* 79

Figura 28 *Peso de la muestra para luego llevarlo al horno* 80

Figura 29 *Preparación de la muestra patrón* 82

Figura 30 *Homogenización de la muestra* patrón 82

Figura 31 *Adición de agua en la muestra en un rango de 2% y 4%* 83

Figura 32 *Compactación de la muestra en 5 capas y 56 goles por capa.* 84

Figura 33 *Enrasamiento de la muestra y se procede a pesar* 84

Figura 34 Se extrajo muestra para el contenido de humedad. 85

Figura 35 *Muestra seca para ensayo de CBR* 87

Figura 36 *Llenado del molde con muestra y compactado con 56 golpes* 87

Figura 37 *Enrasado del molde después de ser compactado* 88

Figura 38 *La muestra se sumerge por 4 dias.* 89

Figura 39 *Se procede a la penetración de la muestra para determinar el CBR* 89

Figura 40 *Cálculo del porcentaje de ceniza a utilizar* 90

Figura 41 *Mapa de ubicación de la cantera Tihua II, de la empresa OLAMSA y el Jr. Galilea.* 91

Figura 42 *Sección Vial del Jr. Galilea* 96

Figura 43 *Estructura de afirmado* 96

Figura 44 *Longitud de la cuadra 1 – 3 Jr. Galilea* 97

Figura 45 *Sección Vial de Jr. Galilea* 103

Figura 46 *Estructura de afirmado* 104

Figura 47 *Longitud de la cuadra 1 – 3 Jr. Galilea* 104

Figura 48 *Comparación de la muestra patrón con dosificaciones diferentes* 112

Figura 49 *Comparación de D.S.M en sus diferentes dosificaciones* 114

Figura 50 *Comparación de contenido de humedad optima en sus diferentes dosificaciones* 114

Figura 51 *En la figura comparación de CBR al 95% MDS a la penetración de 0.1”* 115

Figura 52 *Comparación de precio por m3* 116

CAPITULO I. Planteamiento de Problema

1.1 Descripción y Fundamentación del Problema

En todo proyecto vial el suelo soporta cargas como personas, vehículos, la estructura del propio pavimento o la superficie de rodadura de un afirmado, por eso el suelo constituye el componente principal de todo tipo de vías.

La construcción y mantenimiento de vías en el Perú es una actividad que tiene gran demanda debido a que el país tiene aún muchas limitaciones en cuanto a infraestructura vial adecuada. Es en ese sentido que, en aras de atender esa demanda estructural, se utilizan materiales convencionales que en muchos de los casos generan limitaciones en rendimiento, resistencia, costos y afectación al ambiente.

En la Urbanización los Portales, provincia de Coronel Portillo, distrito de Yarinacocha se ubica el Jr. Galilea una red vial que conecta a la carretera principal Federico Basadre con el distrito de Yarinacocha, la cual se encuentra deteriorada y en mal estado, a ello se suma la baja capacidad de soporte que tiene el suelo como problema fundamental, ya que en nuestro departamento de Ucayali abunda la presencia de arcillas, por lo que la vía de estudio no es ajena a esta cuestión, por lo que nuestro suelo no es útil para usarse como subrasante, ya que los minerales que componen la arcilla permiten la penetración del agua y la variación volumétrica del suelo, ocasionando que la vía se deteriore rápidamente. Y como solución a esta falta de resistencia del suelo se utilizará procedimientos de estabilización para mejorarlo siguiendo lo establecido por el Manual de Carreteras EG-2014 del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Para ello alteraremos las propiedades físicas y mecánicas del suelo mezclándolo con ceniza de palma aceitera con la finalidad de obtener un suelo capaz de soportar cargas y esfuerzo del tránsito de acuerdo con la normativa a nivel de afirmado. Esta se logrará ya que la ceniza contiene sílice un componente cementante principal como lo afirma Kosmatka et al. (2004), “La ceniza volante es un subproducto de la combustión del carbón pulverizado en plantas generadoras de

electricidad y es el material cementante suplementario más utilizado en los Estados Unidos" (p. 78). "Es un polvo fino granulado y se compone principalmente de sílice, alúmina y diversos óxidos y álcalis" (Das y Cervantes (2015), p 270).

Compararemos los costos de la estabilización de ceniza con palma aceitera con el método convencional que se aplica comúnmente en nuestra zona, que es mezclando el suelo con material de préstamo de cantera, si bien este último es muy efectivo, pero también es muy costoso y no amigable con el medio ambiente ya que provoca la destrucción de la flora, fauna y el paisaje de los alrededores del río o cerros, es una comparación aceptable para ver costos.

Agregar que la agencia peruana de noticias Andina 2021. Reveló que "De las 86,000 hectáreas de palma aceitera nivel del país, Ucayali cuenta con casi 50,000 hectáreas" teniendo un auge sumamente llamativo desde el punto de vista industrial. Sin embargo, la ceniza que esta produce en las calderas no se aprovecha adecuadamente los residuos que este genera. Es así como Ramírez et al. (2011), afirmó que:

> En el proceso de beneficio del fruto de palma de aceite se generan varios subproductos y que de la biomasa generada se destaca el uso de un alto porcentaje de fibra (…) de las cuales el 80 por ciento de estas se deriva como combustible en la caldera. (p. 7)

Por lo mencionado en los párrafos anteriores se puede observar que utilizar ceniza volante como estabilizador de un suelo es muy eficaz, por lo que se propone en esta investigación aprovechar la ceniza de palma de aceite en estado natural es decir salido de la misma caldera, dándole un uso a este subproducto, que generalmente es depositado a botaderos a cielo abierto causando contaminación ambiental y perjuicio económico a las empresas productoras. En ese sentido y ante la problemática que existe en la construcción de pavimentos, por los suelos arcillosos de baja capacidad de soporte que abundan en nuestra amazonia, buscamos dar un valor agregado a la ceniza, utilizando como aditivo para mejorar la subrasante.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera influirá la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera en el mejoramiento de la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál será la influencia de la ceniza de palma aceitera en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali?
- ¿Cuál relación experimental de 75/25%, 50/50%, 25/75% (suelo/ceniza) influye mejor en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali?
- ¿Cuál será la diferencia de costos por m^3 entre la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera y material de préstamo en la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera en el mejoramiento de la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de la ceniza de palma aceitera en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

- Determinar la relación experimental de 75%/25%, 50%/50%, 25%/75% (suelo/ceniza) que mejor influye en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.
- Determinar la diferencia de costos por m3 entre la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera y material de préstamo en la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

1.4 Justificación e Importancia

En el Departamento de Ucayali predomina los suelos arcillosos, que por sus características físicas y mecánicas está sujeto a tener baja capacidad de soporte (CBR≤6%), esta característica ha hecho que las Subrasantes sean mejoradas o en otros casos sean eliminadas y reemplazadas por un material de préstamo por lo que conlleva a un mayor uso de recursos económicos.

En vista la problemática, se buscó una solución de estabilización de Suelos con la incorporación de la ceniza de palma aceitera, que permitirá conocer sus ventajas físicas, económicas y ambientales, ya que la ceniza que la empresa Oleaginosas Amazónicas S.A (OLAMSA) produce en algunos casos lo desecha y en otros se utiliza como abono.

El fin que persigue nuestra investigación está dada según la problemática vista en los párrafos anteriores, y trae como objetivo inherente la búsqueda de una solución práctica, amigable con el medio ambiente para la estabilización de suelos y estas alcancen un mejor desempeño con la adición de la ceniza de palma aceitera.

1.5 Limitaciones y Alcances

El estudio tiene como limitación principal la obtención de la ceniza, debido a la cantidad a utilizar sería trabajoso realizarla en una estufa de laboratorio. Sin embargo, esta limitación será superada con la obtención de ceniza de la empresa OLAMSA de la planta del kilómetro 36+800. De

acuerdo con los resultados que se generarán, los municipios, gobierno regional y entidades gubernamentales podrían utilizar la mejor relación suelo/ceniza que mejor resultados obtenga y los utilice en el mantenimiento y construcción de vías en el Departamento de Ucayali u otros departamentos con similares características. Así mismo, se dará un reúso a los materiales de desecho de la palma que generan contaminación a los suelos agua y aire, beneficiando de sobre manera al cuidado del medio ambiente.

La investigación se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali, con los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, limite líquido y limite plástico, asimismo los ensayos de Proctor Modificado y CBR se realizó Laboratorio GEOSERV- GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L ya que tenía certificado de calibración de los equipos empleado.

Se analizó las características físicas y mecánicas del suelo encontrado in-situ y el suelo con incorporación de ceniza en diferentes proporciones de 25%, 50% y 75%.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

La incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera influye favorablemente en el mejoramiento de CBR en la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

1.6.2 Hipótesis Específicas

- La incorporación de ceniza de palma aceitera incrementara las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.
- La relación experimental (suelo/ceniza), más adecuada que mejore la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

- El costo con incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera es menor que el de material de préstamo para mejoramiento de la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

1.7 Sistema de Variables Dimensiones e Indicadores

1.7.1 Variable Independiente

Ceniza de fibra de palma aceitera

1.7.2 Variable Dependiente

Incremento de Resistencia de suelo.

1.8 Definición Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores

Operacionalización de **VARIABLES**	**Definición operacional**	**Dimensión**	**Indicador**	**Instrumento**	**Unidad**	**Valor Final**	**Tipo de variable**
Variable Independiente Ceniza de fibra de palma aceitera	Su fabricación se realiza a altas temperaturas y presión las cuales hacen que las partículas que conforman la estructura del material sean más pequeñas hasta llegar a niveles nanométricos	Porcentaje	Incorporación de ceniza de palma aceitera al 25%, 50% y al 75%.	Estufa Balanza	C° Kg.	Por determinar	Cuantitativa
Variable dependiente. Incremento de Resistencia de suelo	Se ejerce gran presión sobre probetas mediante un equipo de ensayo de CBR en laboratorio.	Propiedades físicas y mecánicas de suelo. Relación de soporte del Suelo (CBR)	· Clasificación de Suelos. · Límites de Atterberg. · Granulometría · Contenido de Humedad · Proctor modificado · CBR	Recolección de muestras Ensayos en laboratorio Dosificación de porcentaje de ceniza respecto a la masa seca del suelo	SUCS AASHTO % % % $W_{óptimo}$ (%) % CBR	Por determinar	Cuantitativa

CAPITULO II. Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación.

- **Antecedentes Internacionales**

Cañar Tiviano (2017) en su tesis "Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón" tuvo como objetivo evaluar la resistencia al corte y el comportamiento mecánico de las estabilizaciones de los suelos arenosos finos y arcillosos con la adición de ceniza de carbón a nivel de pavimento. Para lograr este objetivo realizaron ensayos en el laboratorio de suelos como granulometría, consistencia y compactación, con el fin de determinar un incremento de la capacidad portante y su resistencia al corte, adicionando cenizas de carbón en proporción de 20 %, 23% y 25%; concluyendo que las arcillas con el 25% de adición de ceniza de carbón dan como resultado el valor más alto de los tres porcentajes, mejorando la subrasante entre el 9 y 11 (%), pero de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana esta no es suficiente como para poder utilizarlo como material de subrasante de un pavimento ya que el valor de soporte mínimo es 15%; todo lo contrario a los resultados de los suelos arenosos finos que mejoraron hasta un 19.60% la cual si se puede utilizar como subrasante.

González Guerra (2014) en su tesis "Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal – Ceniza Volante", se propuso como objetivo determinar la factibilidad de la estabilización de los suelos cohesivos por medio de ceniza volante y Cal; teniendo en su diseño las proporciones 3% cal + 17% Ceniza Volante + mas 80 % suelo y 5% cal + 15% Ceniza Volante + mas 80 % suelo, concluyendo que esta última proporción da un valor de soporte superior a la anterior alcanzando hasta cuatro veces el valor inicial de CBR a 95% evidenciándose que la utilización de cal y ceniza en la estabilización de suelos cohesivos es eficaz.

Morales Zuluaga (2015) en su tesis "Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas" se propuso determinar el comportamiento mecánico de la ceniza de carbón como estabilizante del suelo y así poder evaluar su resistencia a las cargas transmitidas por los vehículos. Se adiciono la ceniza de carbón en proporción de 7%, 14 % y 21% utilizando hidróxido de sodio como activador alcalino para dos tipos de suelos de arcilla y suelos arenilla y un tercero representativo del Municipio de Urrao - Colombia denominado "Urrao", concluyó que al no estar sometidos estos ensayos a las condiciones más favorables no se logra la resistencia mínima requeridos por la norma colombiana. Por lo que se realizó ensayos con el hidróxido de sodio a una molaridad de 8, y así se logró resistencia de 3880 KN comparables con la norma INVIAS de Colombia.

López et al. (2017) estudiaron en su investigación "Expansion reduction of clayey soils through Surcharge application and Lime Treatment" el comportamiento de los suelos expansivos las cuales deben sus características al contenido de arcillas que poseen. Los autores determinaron que los suelos de este tipo se contraen y expanden por los cambios en el contenido de humedad que estas experimentan en la intemperie. Ellos sostienen que se puede contrarrestar la expansión de los suelos de este tipo con la adición de cal, ya que de acuerdo con sus resultados los suelos disminuyeron su expansión e incrementaron su resistencia.

- **Antecedentes Nacionales**

Landa y Torres (2019) en su tesis "Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal" tuvieron como objetivo la utilización de residuos agroindustriales ceniza de bagazo de caña (CBCA), conjuntamente con Cal para estabilizar la sub rasante de una carretera sin pavimentar. Los ensayos de mecánica de suelos que realizaron en su estudio fueron el Proctor modificado y la California Bearing Ratio CBR. Teniendo en su diseño una modificación en

proporciones globales de 5%, 15% y 25% aplicada en estado seco, con cuatro combinaciones según el nivel de experimento que propusieron CBCA; 75% CBCA + 25% Cal; 50% CBCA + 50% Cal; y 100% Cal.

Como resultado concluyente determinaron un aumento del CBR en 110.81% respecto del suelo encontrado.

Terrones Cruz (2018) desarrolló su tesis "Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo" donde incorporó ceniza de bagazo de caña en porcentajes de 5%, 10%, y 15%, desarrollando para ello ensayos de caracterización y de CBR. Los resultados muestran que los suelos tratados con 15% cumplen con los requisitos del manual de carreteras del ministerio de transportes, llegando a alcanzar en promedio 150.60 kPa y un porcentaje de CBR de 23.67%. Concluye el autor que es adecuado el uso de este residuo para el mejoramiento de suelos en carreteras.

Torres y Landa (2020) en su tesis "Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María – Monzón en la provincia de Leoncio Prado" se propusieron como objetivo determinar la cantidad en porcentaje óptimo de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal que mejore las condiciones de CBR de suelo natural y así determinar sus propiedades físicas y mecánicas de la mezcla. Se utilizaron como material experimental 100% de CBCA, 75% CBCA y 25% Cal, 50% CBCA y 50% de cal, y 100% de cal. Los resultados mostraron en el CBR que este aumenta en un 110.81% respecto del suelo natural y la densidad aumentando en 54.7%, concluyendo así que la proporción 50% y 50% es la más adecuada en este tipo de suelos.

- **Antecedentes Locales**

Pérez López (2021) en su tesis "Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo para su uso como subrasante mejorada de pavimento", utilizó ceniza de

madera y carbón utilizada para la cocción de ladrillos, para poder estabilizar el suelo de la subrasante del pavimento, para eso experimento en diferentes proporciones suelo/ceniza 90%/10%, 80%/20% y 70%/30% , donde utilizo ensayos de laboratorio que le permitieron determinar la capacidad de soporte del suelo, concluyendo que para la proporción suelo/ceniza 70%/30% presenta un CBR de 53.30% mayor que de la demás proporciones, indicando que es favorable para su uso como subrasante mejorada de pavimento.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Palma Aceitera

La palma de aceite tiene sus orígenes en África Occidental cerca al Golfo de Guinea, crece en climas cálidos, es por ello su fácil adaptabilidad en nuestra selva peruana, en especial en el Departamento de Ucayali, ya que gracias a su clima y suelo favorable hace que esta especie se adapte de manera óptima; de esta planta se obtiene el aceite crudo de palma a través de un proceso industrializado que se le hace a su fruta en la planta extractora, este proceso tiene varias etapas las cuales mencionaremos las que realiza la empresa Oleaginosas Amazónicas S.A (OLAMSA), la primera consiste en la esterilización del fruto que es el cocinado del mismo a una temperatura contralada de 140°C a vapor directo, el objetivo de este proceso es facilitar la separación del fruto suelto del escobajo deshidratado de la almendra, la segunda etapa es el desfrutado o desgranado que consiste en llevar el fruto que sale del esterilizador a un tambor rotatorio el cual separa el escobajo del fruto, la tercera etapa son los digestores donde el escobajo es transportado al campo para su posterior uso como abono y el fruto suelto es malaxado en los digestores donde recibe vapor directo durante 20 a 25 minutos para luego pasar al área de prensado donde se utilizan dos prensas de tornillo que mediante accionamiento hidráulico prensan el fruto para luego obtener el licor de prensa, fibra y nueces; el licor de prensa es dirigida al área de clarificación y la fibra se utiliza como biomasa para la generación de vapor para los calderos y las nueces van dirigidas al área de palmisteria para la obtención de aceite y harina de palmisteria, la cuarta etapa es la clarificación donde se utiliza el licor

de prensa para la obtención del aceite crudo de palma, en este proceso se tamiza el licor con la finalidad de quitar las impurezas para luego ser dirigido al pre calificador donde el licor de prensa se sedimenta formando una capa de aceite agua y lodo pesado, el aceite que se recupera en este proceso es dirigido al deshidratador para que pierda humedad por altas temperaturas luego se dirige al sistema de paseo para que siga perdiendo humedad y finalmente el aceite es dirigido a los tanques de almacenamiento de aceite de crudo de palma.

2.2.2 Ceniza de Palma Aceitera

La ceniza de palma de aceite es un subproducto residual, que resulta de la calcinación de la fibra de palma que es utilizada como biomasa para la generación de vapor en los calderos. Este proceso genera bastante ceniza que luego es almacenada en el campo, siendo el Departamento de Ucayali una de las principales y mayores productoras de aceite de palma a nivel nacional, es correcto decir que es la mayor generadora de este residuo llamado ceniza. La obtención de las cenizas proviene de las calderas que proporcionan energía para la operación de la planta OLAMSA.

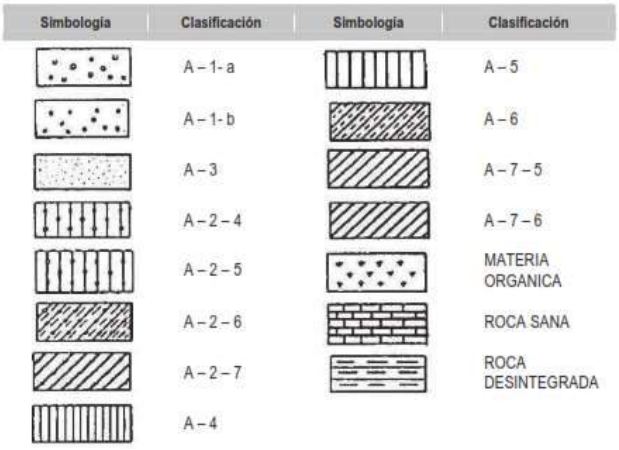
2.2.3 Composición Química

La ceniza presenta sus componentes químicos como lo son el óxido de calcio, aluminio, sílice, magnesio y hierro, lo cual influye en su comportamiento mecánico. Dos componentes cementantes principales tiene la ceniza de palma de aceite, el óxido de calcio (CaO) y el dióxido de silicio (SiO_2), esto es un indicio que puede ser utilizado como un suplementario del cemento. Según Torres y Quintero (2019), “Esta composición puede definir las escorias blancas y negras como un posible cementante suplementario en la fabricación de morteros” (p. 34).

2.2.4 Clasificación de Suelos.

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS (Manual de Carreteras MTC, 2014)

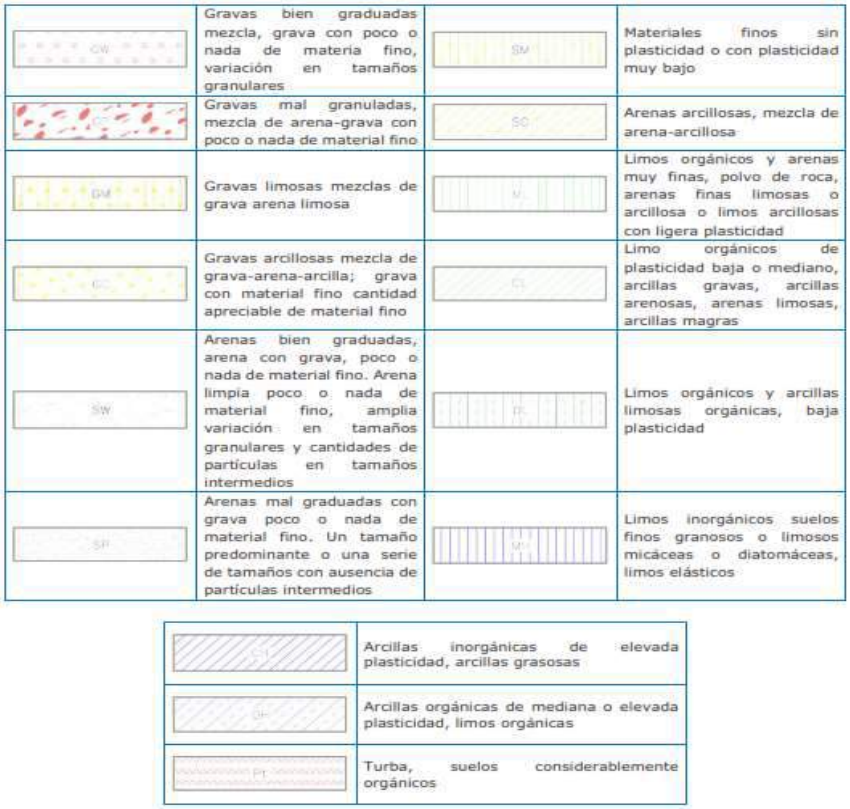
Figura 1*: Signos convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO*



Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A – 1- a		A – 5
	A – 1- b		A – 6
	A – 3		A – 7 – 5
	A – 2 – 4		A – 7 – 6
	A – 2 – 5		MATERIA ORGANICA
	A – 2 – 6		ROCA SANA
	A – 2 – 7		ROCA DESINTEGRADA
	A – 4		

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, geología, geotecnia y pavimentos", 2014 (Simbología AASHTO).

Figura 2 *Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS*



GW	Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares	SW	Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Gravas mal granuladas, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino	SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena-arcillosa
GM	Gravas limosas mezclas de grava arena limosa	ML	Limos orgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosa o limos arcillosas con ligera plasticidad
GC	Gravas arcillosas mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino	CL	Limo orgánicos de plasticidad baja o mediano, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas magras
SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad
SP	Arenas mal graduadas con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios	MH	Limos inorgánicos suelos finos granosos o limosos micáceas o diatomáceas, limos elásticos

CH	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcillas grasosas
OH	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limos orgánicas
Pt	Turba, suelos considerablemente orgánicos

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, geología, geotecnia y pavimentos", 2014 (Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos).

2.2.5 Muestreo de Suelos y Rocas, MTC E 101.

La excavación de calicatas nos permite visualizar los estratos y extracción de muestras de suelos, para determinar las características que este posee, de acuerdo al Manual de Carreteras de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2014) indica que la separación entre calicatas comprenderá una distancia entre los 250 m y 2,500 m, se tomaran distancias más cortas, dependiendo de la topografía, la irregularidad del suelo o cuando se requiera una mayor precisión del tipo de suelo y sus características.

a) Objetivo

Establece procedimientos para la sustracción y traslado de las muestras de suelos y rocas.

b) Referencias normativas

ASTM D 420: Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes

c) Equipos y materiales

- Los equipos requeridos de acuerdo a las características del suelo y la profundidad de la excavación.
- Herramientas manuales como: palas, picos, llaves de tubos, barreta, etc.
- Recipientes apropiados para la recolección y traslado de las muestras como: bolsas herméticas, cajas, etc.
- Equipos para manipulación de recipiente: guantes y tenazas para la manipulación de recipientes calientes.

d) Muestras

Se determinarán las muestras representativas a criterio del representante, por cada material a evaluar y de acuerdo a los ensayos que se realizaran, pero es sugerido utilizar las siguientes cantidades.

- Descripción visual 0,50 kg - 50 - 500 g.
- Granulometría 0,50 a 2,5 kg.
- Ensayo de Proctor Modificado 20 a 40 kg.
- Ensayo de CBR 20 a 30 Kg.
- Evaluación de las propiedades de los agregados 50 a 200 kg.

e) Procedimiento

Muestras in situ

Calicatas: Las exploraciones a cielo abierto se realizarán con las precauciones del caso requeridas, para prevenir que el material del muro se desprenda, afecte la integridad física del operario y además que se mezcle con las muestras que se extraen. La profundidad de la exploración a cielo abierto para vías, aeropuertos o en caso de aparcamiento, será 1.5 m por debajo de la altura proyectada de la subrasante, pero en caso de circunstancias especiales esta altura puede aumentar o reducirse. Identificación del suelo y de los tipos de roca en el terreno con registros de la profundidad a la cual se presentan y de la localización de sus discontinuidades estructurales

2.2.6 Preparación en seco de muestras para el análisis granulométrico y determinación de las constantes del suelo. MTC E 106.

a) Objeto

Establecer el procedimiento para la preparación en seco de las muestras tal como se reciben del campo y que se utilizan para el ensayo de análisis granulométrico y determinar las constantes del suelo.

b) Finalidad y alcance

Con este procedimiento, las muestras recibidas del campo se preparan en seco para realizar el ensayo de análisis granulométrico y determinar las constantes del suelo.

c) Equipos

- Balanza de capacidad convenientes y con aproximación de 0.1 g
- Martillo de caucho, adecuado para desmenuzar los terrones de suelo
- Tamices que cumplas la NTP 350.001

d) Muestras.

La muestra representativa se constituye con la cantidad necesaria para utilizarla en los ensayos y se obtiene por cuarteo manual o mecánico. La cantidad mínima para ensayo de análisis granulométrico debe ser de 115 g de material que pase o no por el tamiz Nº 10 (2,000 mm), en suelos limosos o arcillosos, esta cantidad mínima debe ser 65 gr.

Para el análisis granulométrico, la cantidad de muestra necesaria depende del tamaño máximo del material de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1 *Cantidad Suficiente para Muestras Representativas.*

Tamaño máximo		**Cantidad mínima retenida en el tamiz**
Nominales	**Redondeados**	**(Nº 10) 2,00 mm**
9,5 mm (3/8”)	10 mm	500 g
19,0 mm (3/4)	20 mm	1000 g
25.4 mm (1”)	25 mm	2000 g
38,0 mm (1 ½ “)	40 mm	3000 g
50.8 mm (2”)	50 mm	4000 g
76.2 mm (3”)	80 mm	5000 g

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

Para determinación de las constantes de los suelos, las cantidades requeridas para los ensayos debe pasar el tamiz Nº 40 (425 mm) y debe ser igual a 210 g distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 2 *Cantidad Requerida para las Constantes de los Suelos.*

Ensayo	Cantidad en Gramos
Limite Liquido	100
Limite Plástico	15
Límite de Contracción	30
Ensayos de Verificación	65

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

e) Procedimiento

Se pesa la porción de muestra secada al aire y se anota este valor como el peso de la muestra total no corregido por humedad higroscópica, la misma se desmenuza utilizando el martillo de caucho logrando separar las partículas.

2.2.7 Análisis Granulométrico por Tamizado, MTC E 107.

Realizado para determinar la clasificación por dimensión, de las fracciones de un espécimen de suelo por medio de la utilización de tamices, además analizar los diferentes elementos que componen el suelo clasificándolos de acuerdo con el tamaño de sus partículas en grava, arena y material fino (MTC, 2014).

a) Objetivos

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

b) Finalidad y alcance

Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).

c) Referencias normativas

ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

d) Equipos y materiales

Equipos

- 1 balanza con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4)
- 1 balanza con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4)
- Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 ºC.

Materiales

- Juego de tamices de malla cuadrada.

Tabla 3 *Juego de Tamices de Malla Cuadrada*

TAMICES	ABERTUTA (mm)
3”	75,000
2”	50,800
1 ½ “	38,100
1 “	25,400
¾ “	19,000
3/8 “	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

- Taras adecuadas para el manejo y secado de las muestras.

- Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

Muestra

- Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.
- Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla:

Tabla 4 *Cantidad de Muestra Requerida de Acuerdo al Tamaño Máximo Nominal*

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (Pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 mm (3/8”)	500 g
19,0 mm (3/4”)	1000 g
25,4 mm (1”)	2000 g
38,0 mm (1 ½”)	3000 g
50,8 mm (2”)	4000 g
76,2 mm (3”)	5000 g

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,76 mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

e) Procedimiento

MUESTRA RETENIDA EN EL TAMIZ N.º 4

- Separar la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N.º 4).
- En el tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunirlas con lo retenido en el tamiz.
- Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.
- Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

MUESTRA QUE PASA EL TAMIZ N.º 4

- Separando los agregados finos en fracciones de acuerdo a los tamices que van desde N°4 hasta el N°200.
- Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.
- Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.
- En el caso que se requiera partículas menores del tamaño de tamiz N°200 para obtener una curva granulométrica más completa, se utilizará el hidrómetro.
- Para el caso de partículas de tamaño mayor al tamiz N°200, éstas se procederán a ensayar en seco, esto quiere decir que se lava la muestra y se separa mediante cuarteo 115 gr en caso de arena y 65 gr en caso de arcilla, estas muestras se deben

pesar por porciones de 10 a 15 gr y se pasan al horno y al retirarlos se pesan nuevamente para verificar su peso.

f) Cálculos y Resultados

Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4)

Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) de la siguiente forma:

$$\%Pasa\ Nº\ 200 = \frac{Pesto\ Total - Peso\ Retenido\ en\ el\ Tamiz\ Nº200}{Peso\ Total} x100$$

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\%Retenido = \frac{Peso\ Retenido\ en\ el\ Tamiz}{Peso\ Total} x100$$

Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz

$$\%Pasa = 100 - \%Retenido\ Acumulado$$

Cálculo de humedad higroscópica. es la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno:

$$\%Humedad\ Higroscopica = \frac{W - W_1}{W_1} x100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire

W_1 = Peso de suelo secado en el horno

2.2.8 Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo, MTC E 108.

a) Objeto

Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

b) Finalidad y Alcance

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 ºC.

c) Referencias Normativas

ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

d) Equipos y Materiales

Equipos

- Horno de secado de preferencia uno de tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5.
- Balanzas, una de 0.01 g de precisión para muestras de menos de 200 g y de 0.1 g de precisión para muestras más de 200 g.

Materiales

- Recipientes apropiados de material resistente a la corrosión, exposición a temperaturas, hecho con materiales de pH variable y fácil limpieza.
- Utensilio para manipulación de recipientes, tales como guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular recipientes calientes.
- Otros utensilios, como cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

e) Muestra

La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después de a ver sido extraído, se utilizan contenedores como: Tubos de plástico o de acero de pared delgada, latas de pintura, recipiente hermético de plástico, etc.

f) Procedimiento

La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo con lo siguiente:

Tabla 5 *Pesos Mínimos para que la Muestra sea Representativa*

Máximo tamaño de la partícula (pasa el 100%)	**Tamaño de malla estándar**	**Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados.**	
		a ± 0,1 %	**a ± 1 %**
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8”)	500 g	50 g *
19,0 mm	19,050 mm (3/4)	2,5 kg	250 g *

37,5 mm	38,1 mm (1 ½ “)	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3”)	50 kg	5kg

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

g) Cálculos y Resultados

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$\mathrm{W} = \frac{\text{Peso de Agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \mathrm{x100}$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} x100 \ = \frac{M_W}{M_S} x100$$

Donde:

W = es el contenido de humedad en %

M_{CWS} = es el peso del contenedor más el suelo húmedo

M_{cs} = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno

M_c = es el peso del contenedor

M_w = es el peso del agua

M_s = es peso de las partículas solidas

2.2.9 Determinación del Limite Liquido de los suelos, MTC E 110.

a) Objeto

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

b) Finalidad y Alcance

Este método es utilizado para el sistema de clasificación (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción.

El límite líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad.

c) Referencias Normativas

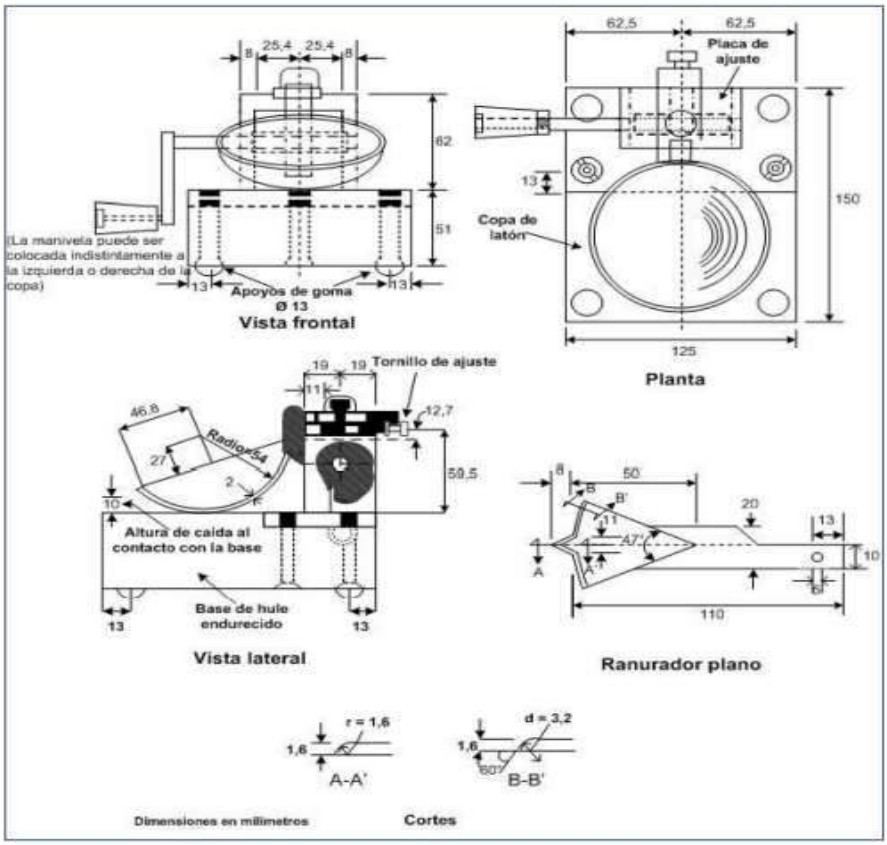
NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

d) Equipos, Materiales e Insumos

Equipos

- Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½ “) de diámetro aproximadamente.
- Aparato del límite liquido (o de Casagrande) de operación manual, consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura.

Figura 3 *Aparato manual para limite liquido*



Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2006.

- Ranurador, conforme con las dimensiones criticas indicadas en la Figura 1, este también viene incorporado para calibrar.
- Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- Balanza con sensibilidad de 0.01 g.
- Estufa, termostáticamente controlada y que pueda conservar temperaturas de 100 ± 5 ºC para secar muestra.

Materiales

- Espátula, de hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3” – 4”) de longitud y 20 mm (3/4”) de ancho aproximadamente.

Insumos

- Pureza del agua, cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

e) Muestra

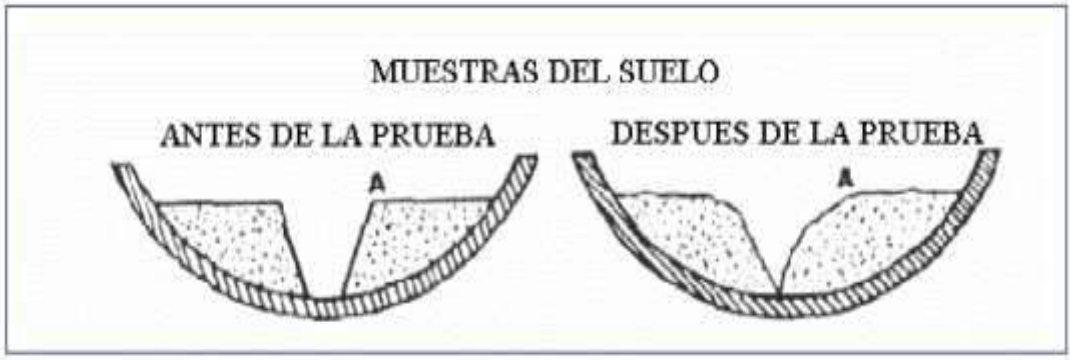
Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 2000 g de material pasante del tamiz 425 µm (Nº 40), las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

f) Procedimientos

Colocar una porción del suelo preparado, en la copa de aparato de Casagrande, presionándola y esparciéndola en la copa hasta una profundidad aproximada de 10 mm en su punto más profundo. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo para retener la humedad en la muestra.

Utilizando el ranurador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el ranurador contra la superficie de la copa.

Figura 4 *División de la muestra con el ranurador*



Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelos estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 Pulg).

Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes y determinar el contenido de humedad.

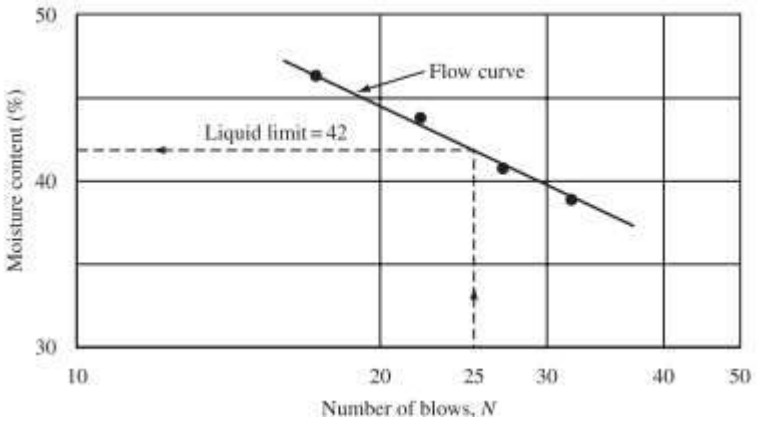
g) Cálculos y Resultado

Multipunto

Representar la relación entre el contenido de humedad (Wn), y el número de golpes correspondientes, N, de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.

Se toma de la ordenada el contenido de humedad que se intercepta con los 25 de golpes.

Figura 5 Determinación del Limite Liquido



Fuente: Reproducida de determinación del límite líquido, de Braja M. Das, 2015.

Un Punto

Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \qquad \text{o} \qquad LL = kW^n$$

Donde:

N = Numero de golpes requeridos para cerrar la ranura

W^n = Contenido de humedad del suelo

K = Factor para el límite líquido, mostrado en la tabla

Tabla 6 *Factor K relacionado con N de golpes*

N (Números de golpes)	K (Factor para el límite liquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

2.2.10 Determinación del Limite Plástico (L.P) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P), MTC E111.

a) Objeto

Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

b) Finalidad Y Alcance

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen
Lo plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad

c) Referencias Normativas

NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

d) Equipos y Materiales e insumos

Equipos

- Espátula, de hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3”- 4”) de longitud por 20 mm (3/4”9 de ancho.
- Recipiente para almacenaje de porcelana de 115 mm (4 ½ “) de diámetro.
- Balanza con sensibilidad de 0.01 g.
- Tamiz de 426 µm (Nº 40).
- Agua destilada o desmineralizada.
- Vidrios de reloj o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- Vidrio grueso esmerilado.

e) Muestra

Si se quiere determinar el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 mm (N° 40). Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar, el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.

f) Procedimiento

Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

Se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad.

g) Cálculos y Resultados

Cálculo de Limite Plástico

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Limite Plastico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \text{x}100$$

Cálculo de Índice de Plasticidad

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$\text{I. P.} = \text{L. L} - \text{L. P.}$$

Donde:

L.L = Limite Liquido

P.L. = Limite Plástico

L.L y L.P, son número enteros

Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico). Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

2.2.11 Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando Una Energía Modificada (Proctor Modificado), MTC E 115.

a) Objeto

Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m3 (56 000 pie-lbf/pie3)).

b) Finalidad y Alcance

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos.

Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

Método "A"

- Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)
- Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).
- Utilizar 5 capas y cada capa con 25 golpes.
- Se emplea este método cuando el 20% % o menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

Método "B"

- Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.

- Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm (3/8 pulg)
- Utilizar 5 capas y cada capa con 25 golpes.
- se emplea cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm (3/8 pulg).

Método "C"

- Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.
- Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm (3/4 pulg).
- Utilizar 5 capas y cada capa con 56 golpes.
- Se emplea cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm (3/8 pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm (3/4 pulg).

c) Referencias Normativas

NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m3 (56 000 pie-lbf/pie3)).

ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m3 (56 000 pie-lbf/pie3)).

d) Equipos y Materiales

Equipos

Molde de 4 pulgadas. - Un molde que tenga en promedio 101,6 ± 0,4 mm (4,000 ± 0,016 pulg) de diámetro interior, una altura de 116,4 ± 0,5 mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 944 ± 14 cm3 (0,0333 ± 0,0005 pie3).

Molde de 6 pulgadas. - Un molde que tenga en promedio 152,4 ± 0,7 mm (6,000 ± 0,026 pulg) de diámetro interior, una altura de: 116,4 ± 0,5mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 2 124 ± 25 cm3 (0,075 ± 0,0009 pie3).

Pistón para realizar la compactación de la muestra, puede ser manual o mecánico el cual debe caer sin obstrucción desde una altura de 18 ± 0,05 pulg, el área en contacto con la muestra debe ser plana y de forma circular de diámetro 2,000 ± 0,005 pulg.

Una balanza de tipo GP5 con una aproximación de 1 gramo.

Horno de Secado. - Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 ºC a través de la cámara de secado.

Materiales

Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas)

Tamices de 19,0 mm (3/4 pulg), 9,5 mm (3/8 pulg) y 4,75mm (Nº 4).

Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua

e) Muestra

La muestra seca requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) o peso húmedo de 23 Kg (50 lbm) y 45 Kg (100lbm) respectivamente.

f) Procedimiento

Preparación de Aparatos

Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B o C) a ser usado. Verifique el Pisón Manual la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón. Verificar la calibración de Balanza, Moldes y Pisones.

Preparación del Ensayo

No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.

Muestra - Método de Preparación Húmeda (preferible)

Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm (3/8 pulg) ó 19,0 mm (3/4 pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B o C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.

Prepare preferiblemente cinco especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo, el porcentaje de agua debe variar alrededor del 2%, los incrementos de contenido de agua no deberán exceder a 4%.

Para los métodos A o B, utilizar 2,3 Kg y para el método C utilizar 5,9 kg en cada espécimen, añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla, mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido de agua en todas las partes.

Muestra - Método de Preparación en Seco

Si la Muestra se encuentre muy húmeda, se tiene que reducir el contenido de agua, secarla hasta que resulte el contenido de humedad requerido ya sea por medios naturales o mecánicos.

Prepare preferiblemente cinco especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo, el porcentaje de agua debe variar alrededor del 2%, los incrementos de contenido de agua no deberán exceder a 4%.

Compactación

Determinar y anotar la masa del molde o molde y el plato de base

Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado.

Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5º de la vertical.

Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde.

Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.

Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa.

g) Cálculos y Resultado

Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación 0,2 kN/m3 (0,1 lbf/pie3) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo.

La curva de saturación al 100% es una ayuda al diseñar la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92 a 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede ser ploteada o trazarse a la derecha de la curva de 100% de saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.

Contenido de Agua (w) se calcula de acuerdo con Método de Ensayo NTP 339.127.

Peso Unitario Seco se calcula, la densidad húmeda (ecuación 1), la densidad seca (ecuación 2) y luego el Peso Unitario Seco (ecuación 3) como sigue:

$$\rho_m = 1000x\ \frac{(M_t - M_{md})}{V} \qquad (1)$$

Donde:

ρ_m = Densidad húmeda del espécimen compactado (Mg/m^3)
M_t =Masa del espécimen húmedo y molde (Kg)
M_{md} = Masa del molde de compactación (Kg)
V = Volumen del molde de compactación (m^3)

$$\rho_d = \frac{P_m}{1+\frac{w}{100}} \qquad (2)$$

Donde:

ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m^3)
W = Contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62{,}43\ \rho_d \quad \text{en} \quad \text{lbf/pie}^3 \qquad (3)$$

$$\gamma_d = 9{,}807\ \rho_d \quad \text{en} \quad \text{KN/m}^3 \qquad (3)$$

Donde:

γ_d = Peso unitario seco del espécimen compactado.

En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s)-\gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)}\ x\ 100 \qquad (4)$$

Donde:

W_{sat} = Contenido de agua para una saturación completo (%)
γ_w = Peso unitario del agua 9,807 KN/m^3 o (62,43 lbf/pie^3)
γ_d = Peso unitario seco del suelo.
G_s = Gravedad especifica del suelo.

2.2.12 CBR de Suelos (Laboratorio), MTC E 132.

a) Objeto

Determina de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad

b) Finalidad y Alcance

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje.

c) Referencias Normativas

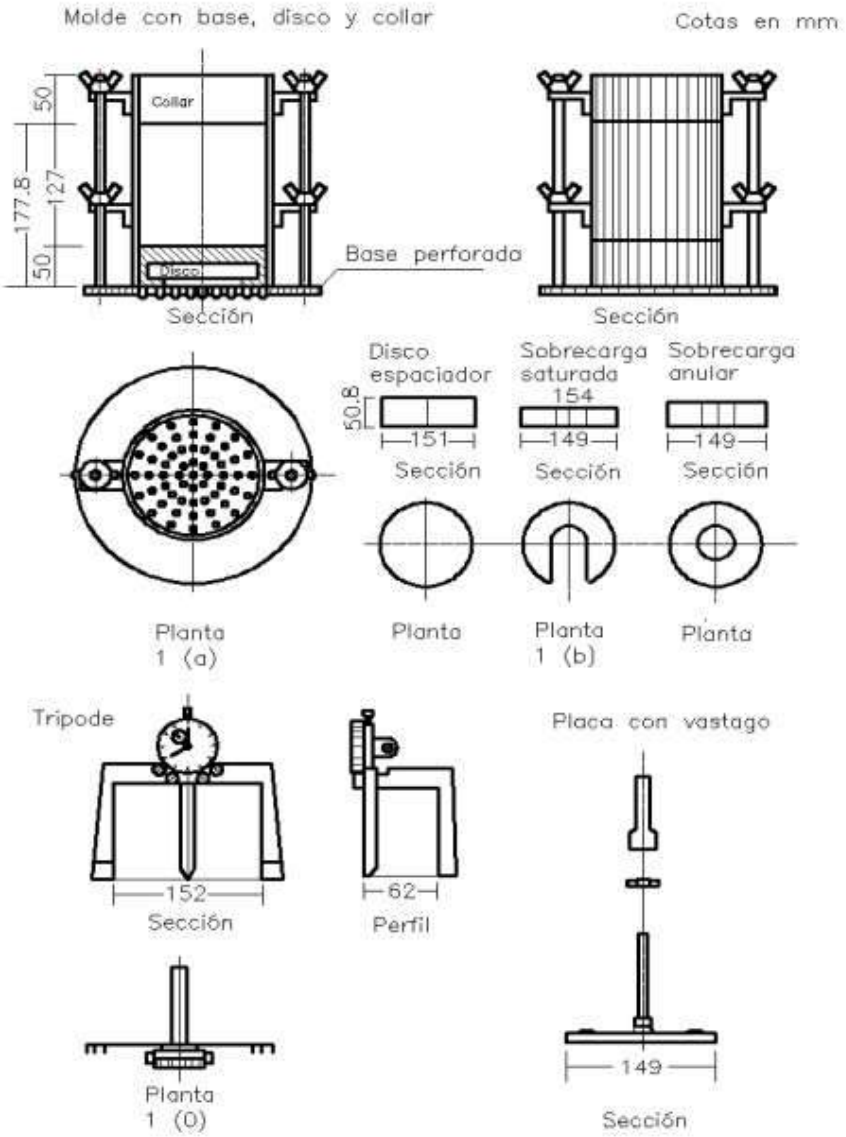
ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

d) Equipos y Materiales

Equipos

- Prensa similar a las usadas en el ensayo de compresión.
- Molde cilíndrico de metal, cuyas dimensiones se indica en la Figura 6
- Pistón de compactación, el mismo utilizado en ensayo de Proctor modificado.
- Deformímetro, para medir la expansión, cuyas dimensiones se aprecian en la figura N°8.
- Pesas anulares y pesas ranuradas de metal deben tener una masa 4,54 ± 0,02 kg y 2,27 ± 0,02 kg respectivamente y un diámetro 149,23 mm a 150,81 mm.
- Pistón de penetración usado para la compactación por capas de la muestra
- Depósito de dimensiones adecuadas para sumergir los moldes
- Horno resistente a temperaturas de hasta 110 ± 5 °C.
- Balanzas calibradas de sensibilidad 1 gr y 0.1 gr.
- Tamices requeridos N°4, 3/4", Y 2".
- Misceláneos (cuarteador, probeta, papel filtro).

Figura 6 *Molde cilíndrico de metal para CBR*



Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

e) Procedimiento

El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado.

Preparación de la Muestra, Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

Se procede a tomar lectura del peso del molde y base de metal, seguido se ensambla disco espaciador y collarín, para luego colocar dentro el papel filtro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación, pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasado o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca

una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante.

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

El procedimiento del ensayo de penetración se desarrolla aplicando una fuerza constante sobre la parte superior del cilindro, las cuales se miden a través del dinamómetro u otro instrumento, a razón constante de 1,27 mm/min. Luego se procede a tomar los datos y procesarlos para obtener la curva de deformación.

f) Cálculos y Resultados

Humedad de compactación, El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\%\ \text{de humedad a aplicar} = \frac{\mathrm{H} - \mathrm{h}}{100 + \mathrm{h}}\ \mathrm{x}\ 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada
h = Humedad natural

Agua absorbida es el cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta; la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.

La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión y se emplea la formula siguiente:

$$\%\ Expansión = \frac{L2 - L1}{127} x100$$

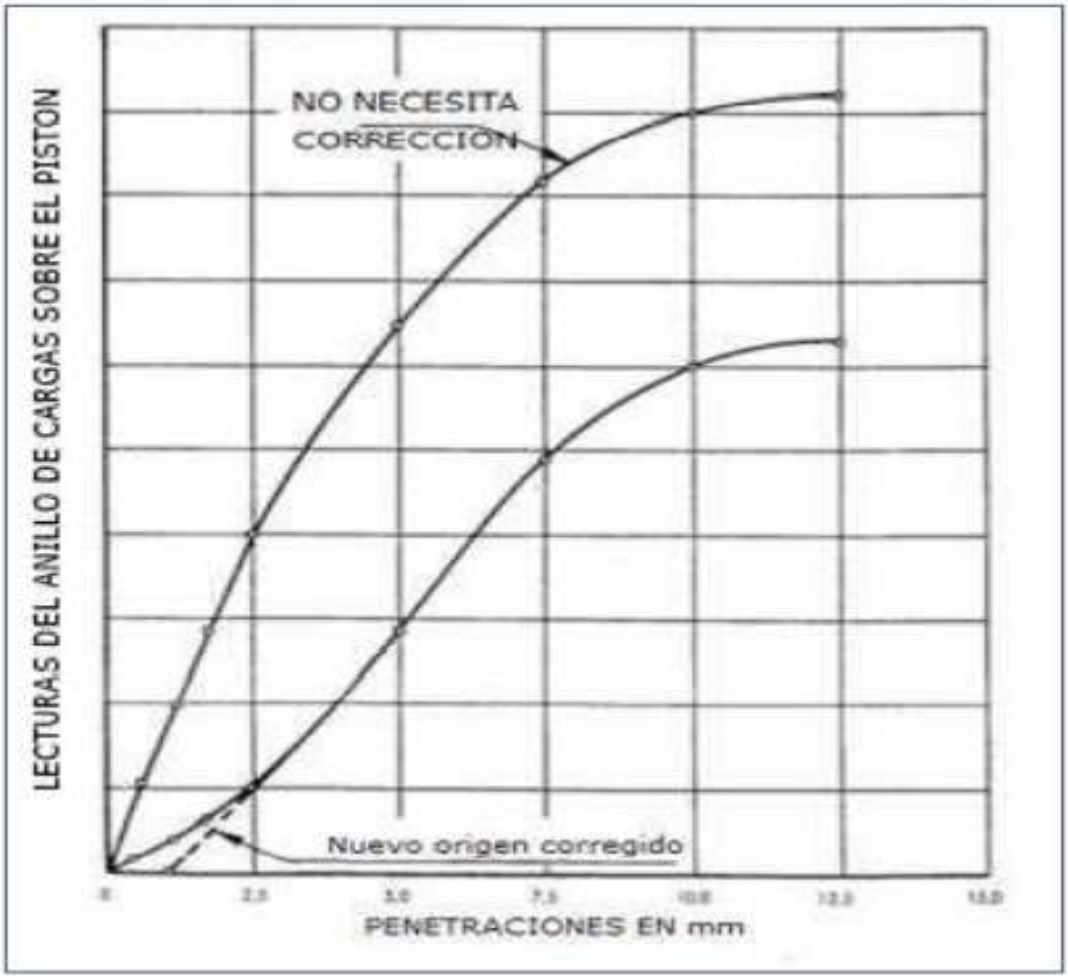
Donde:

L_1 = Lectura inicial en mm.
L_2 = Lectura final en mm.

Para calcular el índice CBR se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración.

La penetración normal de un suelo es de 2,54 mm, cuando esta relación de penetración es mayor a 5,08mm se repite el ensayo, en el caso que el ensayo nuevo arroja un resultado parecido se usa el soporte de 5,08mm de penetración.

Figura 7 *Curva para cálculo de índice de CBR.*



Fuente: Manual de Ensayos de Materiales, 2016.

2.3 Definición de Términos Básicos

- **Suelos cohesivos. -** Contiene pequeñas partículas y suficiente arcilla para que el suelo se adhiera a sí mismo. Estos suelos tienen la capacidad de sufrir cambios volumétricos en función de la humedad se le conoce como suelos expansivos. Los asentamientos que sufren las estructuras debido a las deformaciones producto de los aumentos de carga sobre el suelo que los soporta fueron identificados como las causas de los daños en las estructuras, estas no solo pueden presentar daños por asentamiento sino también por expansión (Zepeda, y otros, 1990 pág. 125).

- **Palma aceitera. -** Según Technoserve. (s.f.), “La palma aceitera es una planta perenne, cultivada para la extracción de aceite. La especie de palma tiene tres variedades: Dura, pisifera y tenera. De ellas la variedad tenera es la que se utiliza comercialmente para la extracción del aceite y es un cruce entre las otras dos variedades (Dura y pisifera)”.
- **Ceniza. -** Es considerado un sub producto, que resulta de la combustión de la fibra de la palma en el caldero que proporciona energía en los procesos de fabricación de aceite. Según manifiesta Ramírez N. et al (2011) este producto se obtiene quemando una mezcla de fibra y corteza en la caldera de una planta de enriquecimiento. El uso de cenizas en el sector del aceite de palma se ha enfocado en la aplicación directa de las plantaciones al suelo, además del proceso de compostaje, por su alto contenido en potasio”.
- **California Bearing Ratio (CBR). -** Para el manual de ensayos de materiales MTC (2016), es una prueba de penetración para verificar las propiedades mecánicas del suelo. Desarrollado por el departamento de transporte de California antes de la Segunda Guerra Mundial. “Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado”
- **Granulometría.** – Es la determinación del rango del tamaño de las partículas presentes en un suelo, expresado como un porcentaje del peso seco total. Según Braja M Das (2015, Pag 2)
- **Sub Rasante.** - Es la capa que soporta la mayor carga del tránsito. En otras palabras, se podría denominar como terreno natural, el cual tiene que estar compactado para garantizar su soporte y estabilidad (MTC, 2016).
- **Estabilización. -** Concepto general que considera el mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos y/o físico - químicos. (MTC, 2016).
- **Afirmado. -** Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación especifica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la

cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables. (MTC, 2008).

- **Muestreo. -** Investigación de suelos, materiales, asfalto, agua etc., con la finalidad de definir sus características y/o establecer su mejor empleo y utilización. (MTC, 2008).
- **Relación Suelo/Ceniza. –** Es la relación porcentual en peso del suelo con la ceniza.
- **Carguío. –** Es la carga del material a utilizar del lugar de origen para luego ser transportado al lugar destino**.**
- **OLAMSA. -** Oleaginosas Amazónicas S.A, es una empresa Ucayalina dedicada a la industrialización del aceite de palma y derivados.
- **Compactación. –** Es un procedimiento que consiste en la reducción de espacios vacíos de un suelo a través de la aplicación de una carga, mejorando así la capacidad de soporte del suelo.
- **GEOSERV. -** Es un laboratorio particular de Geotecnia ubicada en la ciudad de Pucallpa-Ucayali.
- **Material de préstamo. –** Es el material proveniente de la cantera de MERIDA (cantera de cerro) que será utilizada para mejorar la capacidad de soporte del suelo.
- **Calicata. –** Es una técnica de recolección de información “in situ” que consiste en excavar el suelo para tomar muestras o realizar ensayos en campo.

CAPITULO III. Metodología o Marco Metodológico

3.1 Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

La investigación está desarrollada bajo un enfoque cuantitativo ya que busca en todo el proceso del desarrollo de la investigación la mayor objetividad posible. Utilizando herramientas matemáticas e informáticas que permitan el desarrollo y procesamiento de datos.

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel del estudio es aplicada - experimental donde se analizó el comportamiento de la variable dependiente después de haber efectuado las modificaciones propias del experimento de la variable independiente.

3.1.3 Diseño de Investigación

El diseño del experimento es dado por un diseño completamente al azar (DCA) con tres niveles de estudio y tres repeticiones en los ensayos.

Tabla 7 *Diseño Completamente al Azar con Tres Niveles Experimentales*

Variable Independiente	Ceniza de Fibra de Palma Aceitera		
Niveles de Experimentales Repeticiones	25% Ceniza/ 75% suelo	50% Ceniza/ 50% suelo	75% Ceniza/ 25% suelo
R1	CBR 1	CBR 2	CBR 3
R2	CBR 1	CBR 2	CBR 3
R3	CBR 1	CBR 2	CBR 3
Variable Dependiente	Incremento de Resistencia de CBR de suelo para subrasante		

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Población y Tamaño de la Muestra

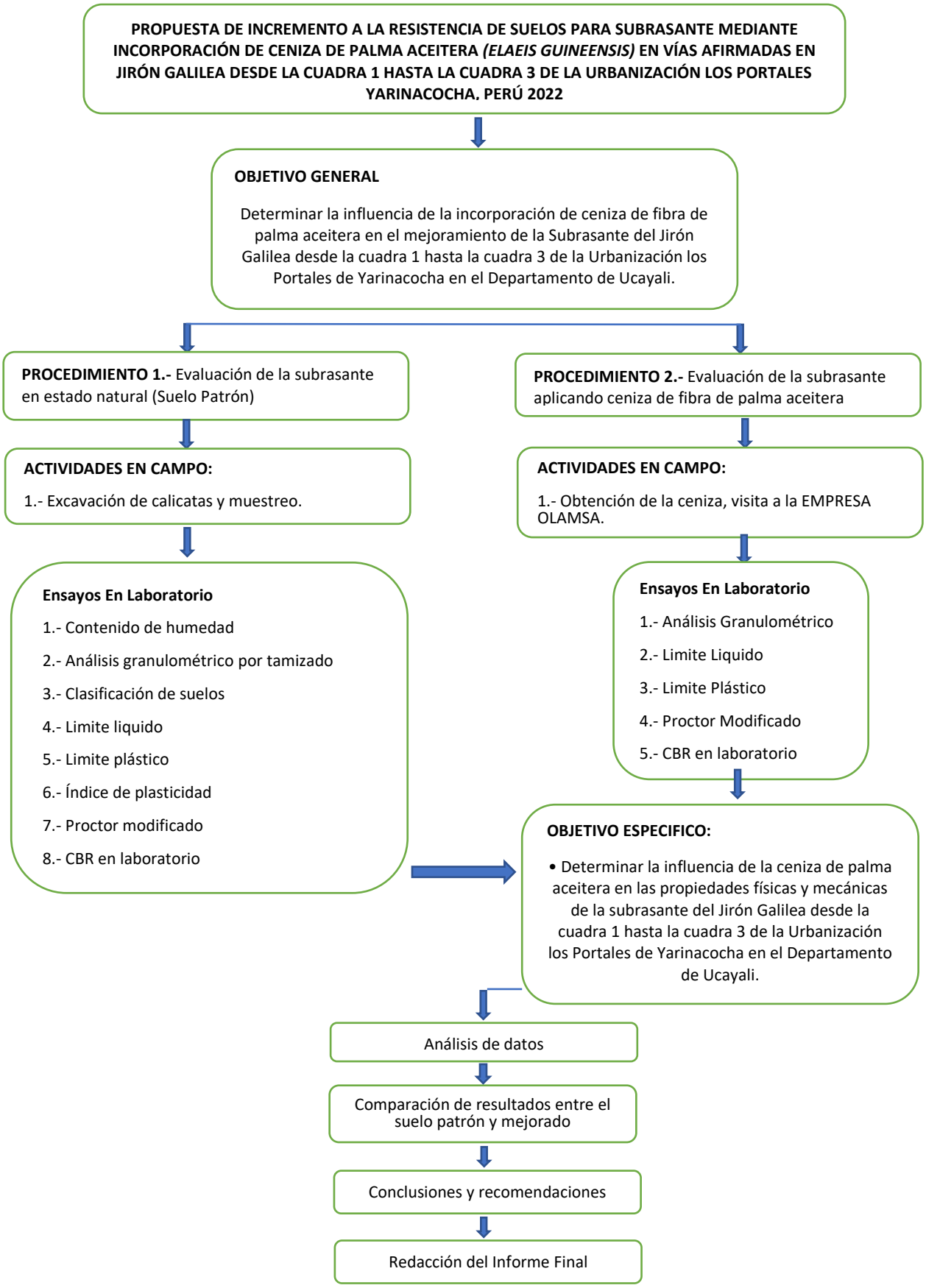
3.2.1 Población

La investigación se realizó en el Jr. Galilea desde la Cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización “Los Portales” del distrito de Yarinacocha, Departamento de Ucayali, tomando para ello muestras de subrasante e incorporando ceniza de fibra de palma para el uso en el experimento; los análisis de laboratorio y ensayos se realizó, en el laboratorio de SUELOS Y CIMENTACIONES de la “Universidad Nacional de Ucayali” y en el laboratorio privado GEOSERV – GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L ubicada en la ciudad de Pucallpa.

3.2.2 Muestra

Se utilizó un muestreo no probabilístico a conveniencia ya que se buscó en todo el desarrollo del experimento un proceso controlado, por lo tanto, la muestra a tratarse estuvo conformada por cuatrocientos veinticinco metros de longitud por el ancho de vía, de las cuales se desarrolló el experimento en sus tres niveles de relación suelo/ceniza de 75/25%; 50/50%; 25/75% y tres repeticiones de las mismas. Así mismo se realizó la exploración de 2 calicatas a cielo abierto en jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha.

3.3 Esquema de la investigación y Uso de Materiales



3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Técnicas Recolección de Datos

En este trabajo de investigación se utilizó la técnica del análisis documental, el cual nos permitió registrar información relacionada con la ceniza de palma aceitera y el Incremento de Resistencia de CBR de suelo para subrasante. Notas bibliográficas y utilizarlos como sustento; así también como la observación directa e indirecta, el cual nos permitió anotar los datos de la recolección de las muestras extraídas de las dos calicatas del material del afirmado y de la subrasante para poder obtener los resultados en el laboratorio.

3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos

Instrumentos de campo

Para la recolección de Datos en campo fue necesario utilizar herramientas manuales que permitan agilizar el procedimiento de extracción de la muestra en la calita como:

- Lampa, pico, barreta que nos permitió realizar las calicatas.
- Costales y baldes para recolectar las muestras alteradas del suelo
- Tubo PVC de 4” de diámetro con altura de 30 cm y fil para recolectar las muestras inalteradas.
- Pizarra acrílica y plumones indelebles para registrar la fecha y ubicación donde se realizó la calicata.
- Equipo celular con cámara para las tomas fotográficas de todo el procedimiento realizado en el campo.

Instrumentos de Laboratorio

Los instrumentos que se utilizaron para realizar cada uno de los ensayos teniendo como guía el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2016) dependieron del ensayo a realizar.

a) Análisis Granulométrico de suelos por tamizados (MTC E 107)

Equipos

Los equipos para utilizar según el Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Dos balanzas. - Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N.º 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N.º 4). Estufa. - capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5ºC. (p. 44)

Materiales

Los materiales a utilizar según Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Tamices de malla cuadrada de abertura: 75mm (3"), 50.8mm (2"), 38.1mm (1½"), 25.4mm (1"), 19.0mm (¾"), 9.5mm (3/8"), 4.76mm (N°4), 2.00mm (N°10), 0.840mm (N°20), 0.425mm (N°40), 0.260mm (N°60), 0.106mm (N°140) y 0.075mm (N°200), Envases para el manejo y secado de las muestras; cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices. (p. 44)

b) Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo (MTC E 108)

Equipos

Los equipos para utilizar según el Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Horno de secado. - Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5ºC. Balanzas. - De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: De 0,01 g para muestras de menos de 200 g y De 0,1 g para muestras de más de 200 g. (p. 49)

Materiales

Los materiales para utilizar según Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Recipientes. - Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza. Utensilios para manipulación de recipientes. - Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado. (p. 49)

c) Determinación del Límite Líquido de los Suelos (MTC E 110)

Equipos

Los equipos a utilizar según el Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Recipiente para Almacenaje. - Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente. Aparato del límite líquido (o de Casagrande); acanalador; calibrador; recipientes; balanza con sensibilidad de 0.01g; estufa termostáticamente controlada y que pueda conservar temperaturas de 110±5°C para secar la muestra. (p. 67)

Materiales

Los materiales a utilizar según Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016), "Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"– 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente" (p. 68).

d) Determinación del Límite Plástico (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)

Equipos

Los equipos a utilizar según el Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Espátula de hoja flexible; recipiente para almacenaje de porcelana o similar; balanza con aproximación a 0.01 g; Horno o estufa termostáticamente controlado regulable a 110±5°C;

tamiz de 426 µm (N°40); agua destilada; recipientes adecuados para determinación de humedades; vidrio grueso esmerilado.

e) Compactación de suelos en el laboratorio utilizando una energía modificada (PROCTOR MODIFICADO) (MTC E 115)

Equipos

Los equipos a utilizar según el Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Molde de 6 pulgadas. - Un molde que tenga en promedio 152,4 ± 0,7 mm (6,000 ± 0,026 pulg) e diámetro interior, una altura de: 116,4 ± 0,5mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 2 124 ± 25 cm3 (0,075 ± 0,0009 pie3). Pisón o Martillo. - operado manualmente o mecánicamente. Extractor de muestras; balanza con aproximación de 1gramos y horno de secado capaz de mantener una temperatura uniforme de 110±5°C. (p. 107)

Materiales

Los equipos a utilizar según el Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Una regla metálica, tamices o mallas de ¾ pulg (19.0mm), 3/8pulg (9.5mm) y Nº4 (4.75mm) conforme a los requisitos de las especificaciones ASTM E11, cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. o un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua. (p. 108)

f) CBR de suelos (LABORATORIO)

Equipos

Los equipos a utilizar según el Manual de Ensayos de Materiales (MTC, 2016):

Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen; molde de metal cilíndrico, de 152.4mm ± 0.66mm (6 ± 0.026") de diámetro interior y de 177.8 ± 0.46mm (7 ± 0.018") de altura, provisto de un collar de metal

suplementario de 50.8 mm (2.0”); disco espaciador de metal, de forma circular de 150.8mm (5 15/16”) de diámetro exterior y de 61.37 ± 0.127mm (2.416 ± 0.005”) de espesor; pisón de compactación; pesas uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de 4.54 ± 0.02kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2.27 ± 0.02kg; pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.63 ± 0.13mm (1.954 ± 0.005”) de diámetro, área de 19.35cm2 (3 pulg2); dos diales con recorrido mínimo de 25mm (1") y divisiones lecturas en 0.025mm (0.001"); tanque para la inmersión de los moldes en agua; estufa; dos balanzas una de 20kg de capacidad y otra de 1000g con sensibilidades de 1g y 0.1g; tamices de 4.76mm (no.4), 19.05mm (3/4") y 50.80 mm (2"); de uso general se utilizara cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc. (p. 248)

Para el desarrollo de todos estos ensayos se hizo uso tanto del laboratorio de mecánica de suelos y cimentaciones de la Universidad Nacional de Ucayali, como también de un laboratorio de suelos particular GEOSERV – GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

En esta investigación se utilizaron los siguientes equipos de laboratorio que permitieron la recolección de datos:

Balanza Electrónica

- Balanza de capacidad máxima 30kg y precisión 5g, marca KAZO, Modelo KMCB-6.
- Balanza de capacidad máxima 12000g y precisión 1g, marca KESSEL, Modelo AEK-12KI.
- Balanza de capacidad máxima 6000g y precisión 0.1g, marca KESSEL, Modelo ANDER – 6100i.
- Balanza de capacidad máxima 3200g y precisión 0.01g, marca KESSEL, Modelo FX-3000i.

Agitador Mecánico

- Agitador marca ELE INTERNATIONAL, modelo 80-0420/01

Estufa Eléctrica

- Estufa marca ECCELL, modelo EC-111

Bernier Digital

- Bernier Marca TRUPER

Juego de Tamices de malla cuadrada

- Tamiz marca ELE INTERNATIONAL

3.4.3 Procesamiento y Presentación de Datos

Los datos están representados en tablas, cuadros, figuras estadísticas como histogramas, frecuencia, curva de tendencia incluyendo porcentajes, Etc. Siendo estas interpretadas mediante un análisis estadístico de las mismas. Para el procesamiento de resultados con fines de comprobación de hipótesis se realizará un análisis de varianza ANOVA, para establecer si existen diferencias significativas entre las medias de los valores resultantes y los planteados, con un intervalo de confianza de 95% y un nivel de significancia de 0.05.

Para organizar los ensayos que se realizaron y llevar un adecuado control, se hizo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel versión 2019 con formatos de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2016). Los formatos utilizados fueron:

3.4.3.1 Formato Contenido de Humedad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD
(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	:		
UBICACIÓN	:		
MATERIAL	:	RESP. LAB.	:
COORDENADAS	:	TEC. LAB.	:
TESISTAS	:	FECHA	:

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	:
PROF. (m)	:

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA					
N° DE TARA	:				
PESO DE LA TARA	:				
TARA + SUELO HÚMEDO	:				
TARA + SUELO SECO	:				
PESO DEL AGUA	:				
PESO DEL SUELO SECO	:				
% DE HUMEDAD	:				
PROMEDIO CONT. HUMEDAD	:				

Observaciones:

3.4.3.2 Formato Límites de Atterberg

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

(NTP 339.129, MTC E 110)

PROYECTO	:		
UBICACIÓN	:		
MATERIAL	:	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	:
TESISTAS	:	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	:
PROF. (m)	:

DATOS DEL ENSAYO					
Límite Líquido					
N° de Tarro	:				
Peso del Tarro	:				
Tarro + Suelo Húmedo	:				
Tarro + Suelo Seco	:				
Peso del Agua	:				
Peso del Suelo Seco	:				
% de Humedad	:				
N°de Golpes	:				
Límite Plástico					
N° de Tarro	:				
Peso del Tarro	:				
Tarro + Suelo Húmedo	:				
Tarro + Suelo Seco	:				
Peso del Agua	:				
Peso del Suelo Seco	:				
% de Humedad	:				
LL:		**LP:**		**IP:**	



3.4.3.3 Formato DE Granulometría

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	
UBICACIÓN	RESP. LAB :
MATERIAL	FECHA :

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	:
PROF. (m)	:

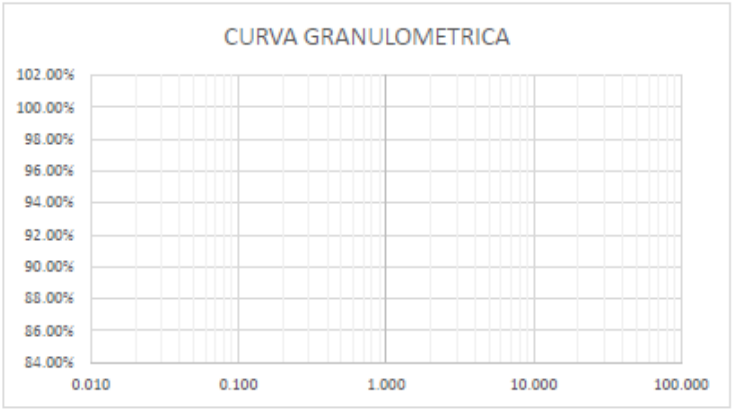
DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA
3"	75.000				
2"	50.800				
1,5"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
3/8"	9.500				
N°4	4.760				
N°10	2.000				
N°20	0.840				
N°40	0.425				
N°60	0.260				
N°100	0.149				
N°140	0.106				
N°200	0.075				
Fondo					

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESTO TOTAL	=
LIMITE LIQUIDO	=
LIMITE PLASTICO	=
INDICE PLASTICO	=
CLASF. AASHTO	=
CLASF. SUCS	=
CONT. DE HUMEDA	=

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



3.4.3.4 Formato de Ensayo de Proctor Modificado

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.

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

ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 -TERRENO NATURAL O SUBRASANTE - UNICA

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	7600	7805	7785	7735
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	4360	4565	4545	4495
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	2,019	2,113	2,104	2,081
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula Nº		2	17	19	4
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	125,4	123,8	123,0	126,6
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	110,8	108,6	106,0	109,0
9. Peso del agua	gr	14,6	15,2	17,0	17,6
10. Peso de la capsula	gr	20,6	24,6	21,1	29,0
11. Peso del suelo seco	gr	90,2	84,0	84,9	80,0
12. Contenido de humedad	%	16,19	18,10	20,02	22,00
13. Promedio de cont. de humedad	%	16,19	18,10	20,02	22,00
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**1,737**	**1,790**	**1,753**	**1,706**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4,< 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	**17,99%**
Densidad Maxima	**1,790**

Observaciones:

Material limo arcilloso de baja plasticidad de color rojizo

3.4.3.5 Formato de Ensayo de CBR

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.	**HECHO POR :** Tec. Lab. Boris M. Silva I.
		ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :** 23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 -TERRENO NATURAL O SUBRASANTE - UNICA	

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1,790
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	17,99 %

CAPACIDAD	10000	Lbs.
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8450		12856		12325	
Peso de molde	(gr)	3985		8605		8265	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4465		4251		4060	
Volumen del molde	(cm3)	2113		2119		2136	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2,113		2,006		1,901	
Humedad	(%)	17,95		17,97		17,96	
Densidad seca	(gr/cm3)	1,791		1,700		1,612	
Tarro N°		18		20		22	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	201,35		208,56		216,45	
Tarro + Suelo seco	(gr)	176,00		182,41		188,96	
Peso del Agua	(gr)	25,35		26,15		27,49	
Peso del tarro	(gr)	34,80		36,90		35,90	
Peso del suelo seco	(gr)	141,20		145,51		153,06	
Humedad	(%)	17,95		17,97		17,96	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
22/03/2022	13:00:00	24	1,20	0,030	0,026	1,32	0,034	0,029	1,41	0,036	0,031
23/03/2022	13:00:00	48	1,31	0,033	0,029	1,41	0,036	0,031	1,61	0,041	0,035
24/03/2022	13:00:00	72	1,42	0,036	0,031	1,59	0,040	0,035	1,78	0,045	0,039
25/03/2022	13:00:00	96	1,47	0,037	0,032	1,66	0,042	0,036	1,81	0,046	0,040

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0,000		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025		6,0	1			6,0	0			4,5	0		
0,050		9,0	1			7,1	0			5,6	0		
0,075		10,1	1			8,5	1			6,6	0		
0,100	70,3	12,1	2	1,6	2,3	10,0	1	1,02	1,4	8,0	1	0,59	0,8
0,150		15,0	2			11,2	1			9,8	1		
0,200	105,5	17,7	3	2,9	2,8	13,8	2	2,00	1,9	11,0	1	1,38	1,3
0,250		20,3	3			15,4	2			12,3	2		
0,300		23,5	4			18,2	3			14,5	2		
0,400		27,1	5			20,8	4			16,8	3		
0,500		29,3	6			22,0	4						

GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcon Vasquez
Ingeniero Civil

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

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

UCAYALI

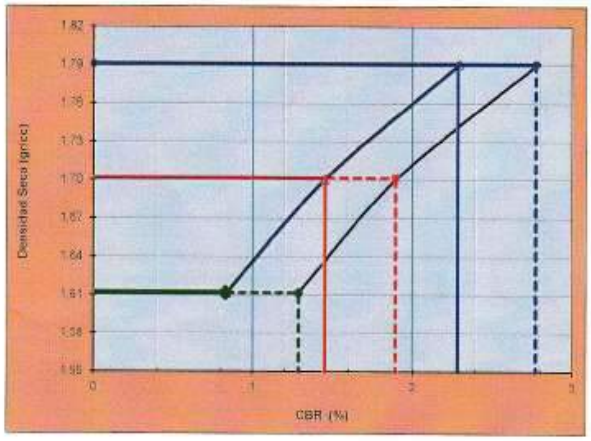
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 -TERRENO NATURAL O SUBRASANTE - UNICA		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

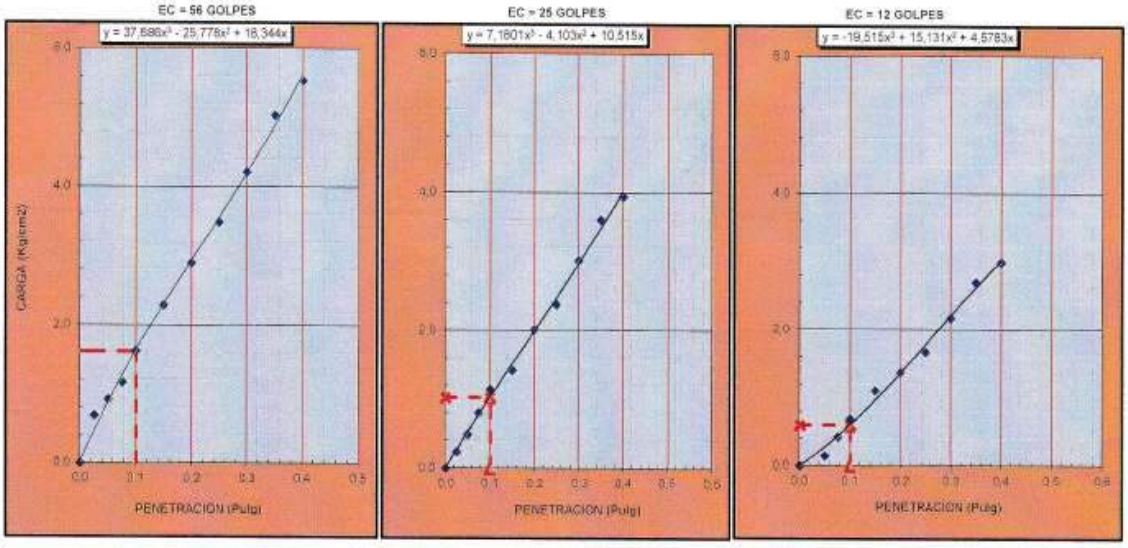


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	2,3	0.2":	2,8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	1,4	0.2":	1,9
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	0,8	0.2":	1,3

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,790	gr/cc
Optimo Humedad	17,99	%

OBSERVACIONES:

Material limo arcilloso de baja plasticidad de color rojizo



3.5 Procedimiento de Recolección de Datos

3.5.1 Obtención de la Ceniza

La ceniza de palma aceitera fue proporcionada por la empresa Oleaginosas Amazónicas Sociedad Anónima o más conocida en nuestra región por sus siglas “OLAMSA”, que es una planta de procesamiento de palma aceitera ubicada en el Km 36+800 de la carretera Federico Basadre en el distrito de Campo Verde.

3.5.2 Extracción de Muestra de Suelo.

CALICATA N°01

Se realizó la excavación de la calicata N°01 con una profundidad de 1.50 metros, ubicada en la Urbanización los portales Jr. Galilea al margen de derecho de la vía en las coordenadas UTM E 543426.00 – N9071703.00. Para la excavación se utilizó a un personal obrero que conto con las herramientas manuales como lampa, pico, barreta que facilitó la extracción de las muestras, se encontraron tres tipos de estrato de suelo, las cuales para la muestra alterada fue recolectados en costales y para la muestra inalterada se colocó en un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 30 cm de altura para luego ser forrado con fil. Se recolecto 100 kg de muestra aproximadamente de la subrasante para realizar los ensayos tanto para el suelo patrón como para el suelo el cual se le añadirá la ceniza de palma aceitera.

Ensayo de suelo Patrón (Muestra de suelo sin Ceniza)

- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Clasificación de suelos
- Límites de Consistencia
- Proctor Modificado
- CBR

Ensayo de suelo con Ceniza de Palma Aceitera (Mezcla suelo ceniza 25/75;50/50;75/25)

- Granulometría
- Límites de Consistencia
- Proctor modificado
- CBR



Figura 8 Excavación de la calicata Nº 01

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 *Perfil Estratigráfico de la calicata Nº 01*

PROF. (m)	ESTRATO	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN VISUAL SUCS	CLASIFICACIÓN VISUAL SIMBOLOGÍA	ESPESOR (m)	H (%)	LIMITES DE CONSISTENCIA L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
0.00										
-0.14		M-1	Material de empiedrado con presencia de rocas mayores a 4 " color de marrón	GP		0.14	8.1	23.03	19.16	3.87
-0.79		M-2	Limo color grisaceo arcilloso con ligera plasticidad.	ML		0.65	11.1	18.16	16.71	1.45
-1.50		M-3	Arcilla con arena, de color Marrón rojizo con manchas blancas y grises, en estado de Humedad Media, de Media plasticidad y grado de Compacidad Suelta media, conformado por particulas Redondeadas de forma Gruesa. Sin presencia de material orgánico, y no presenta grava ni bolonería	CL		0.71	23.8	37.17	22.11	15.06

Página 1

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N°02

La excavación de la calicata N°02 se realizó a una profundidad de 1.50 metros, ubicada en la Urbanización los portales Jr. Galilea al margen derecho de la vía en las coordenadas UTM E543361.00 – N 9071927.00. Para la excavación se utilizó herramientas manuales, lampa, pico, barreta que facilitó la extracción de las muestras, se encontraron tres tipos de estrato de suelo, las cuales para la muestra alterada fue recolectado en costales y para la muestra inalterada se colocó en un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 30 cm de altura para luego ser forrado con fill. Se recolecto 100 kg de muestra aproximadamente de la subrasante para realizar los ensayos tanto para el suelo patrón como para el suelo el cual se le añadirá la ceniza de palma aceitera.

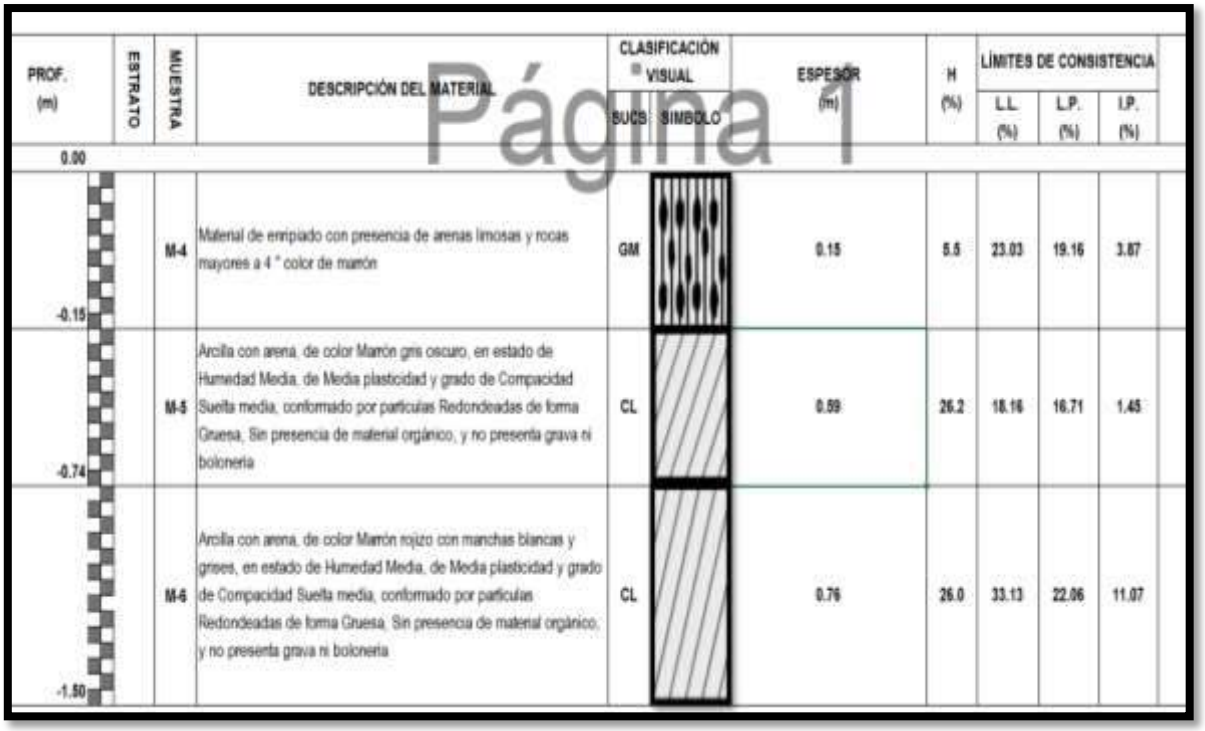
Ensayo de suelo Patrón (Muestra de suelo sin Ceniza)

- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Clasificación de suelos
- Límites de Consistencia

Figura 10 *Excavación de la calicata Nº 02*



Fuente: Elaboración propia.



PROF. (m)	ESTRATO	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN VISUAL SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	H (%)	LÍMITES DE CONSISTENCIA L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
0.00										
-0.15		M-4	Material de enripiado con presencia de arenas limosas y rocas mayores a 4 " color de marrón	GM		0.15	5.5	23.03	19.16	3.87
-0.74		M-5	Arcilla con arena, de color Marrón gris oscuro, en estado de Humedad Media, de Media plasticidad y grado de Compacidad Suelta media, conformado por particulas Redondeadas de forma Gruesa, Sin presencia de material orgánico, y no presenta grava ni boloneria	CL		0.59	26.2	18.16	16.71	1.45
-1.50		M-6	Arcilla con arena, de color Marrón rojizo con manchas blancas y grises, en estado de Humedad Media, de Media plasticidad y grado de Compacidad Suelta media, conformado por particulas Redondeadas de forma Gruesa, Sin presencia de material orgánico, y no presenta grava ni boloneria	CL		0.76	26.0	33.13	22.06	11.07

Página 1

Figura 11 *Perfil Estratigráfico de la calicata Nº 02*

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3 Ensayos de Laboratorio Suelo Patrón

Son aquellos ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas de las dos calicatas, sin la incorporación de la ceniza de palma aceitera; ya que a través de estos ensayos conoceremos las propiedades físicas, mecánicas y capacidad de soporte (CBR) del suelo patrón. Además, se verificará si el suelo extraído de la sub rasante necesita ser mejorado o ya es un material que cumple con lo establecido en el Manual de Carreteras de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2014) donde indican que si el CBR es mayor o igual (≥) a 6% es un suelo adecuado y estable para subrasante, y que en caso el CBR sea menor (<) a 6% esta necesita ser mejorada ya que es una sub rasante pobre o inadecuada.

A. Determinación del Contenido de Humedad (ASTM D 4944, MTC E 108)

Este ensayo nos permitirá determinar la cantidad de agua que existe en la muestra de suelo patrón en referencia a su peso seco. Ya que la variación de humedad influye en la deformidad del suelo. Así como lo expresa el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2016), "La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas" (p. 49).

Equipos

- Estufa marca ECCELL, modelo EC-111, con control de temperatura máxima 250/300°C
- Balanza de capacidad máxima 6000g y precisión 0.1g, marca KESSEL, Modelo ANDER – 6100i.
- Balanza de capacidad máxima 3200g y precisión 0.01g, marca KESSEL, Modelo FX-3000i.
- Recipientes de vidrio para secar las muestras de suelo en el horno.

Procedimiento:

1. Se extrae con cuidado la muestra inalterada del tubo de PVC, retirando la envoltura del fill para luego vaciarlo en una Nota.

Figura 12 *Extracción de Muestra Inalterada, para el Ensayo de Contenido de Humedad*



Fuente: Elaboración propia.

2. Se pesa los contenedores vacíos (taras), luego se incorpora la muestra de suelo dentro de los mismos y se vuelve a pesar, esto con la finalidad de obtener el peso del contendedor y el peso húmedo de la muestra de suelo.

Figura 13 *Peso del contenedor y de suelo húmedo*



Fuente: Elaboración propia.

3. La muestra es llevada al horno a una temperatura de 110 ºC para eliminar la humedad que contiene, este proceso tomo entre 12 a 16 horas aproximadamente, después se procedió a retirar la muestra del horno dejándolo enfriar entre 10 a 15 minutos hasta una temperatura ambiente.



Figura 14 *Extracción de las muestras después de 16 horas en el horno*

Fuente: Elaboración propia.

4. Se procedió anotar el peso del contenedor más la muestra seca sin humedad.



Figura 15 *Peso de la muestra extraida del horno*

Fuente: Elaboración propia.

5. Finalmente, con los datos de los pesos tanto del contenedor, como del suelo seco y húmedo, nos permitieron determinar el contenido de humedad de acuerdo a la formula del Manual de Ensayos de Laboratorio del MTC (2016).

$$W = \frac{Peso\ de\ agua}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

$$W = \frac{Mcws - Mcs}{Mcs - Mc} * 100 = \frac{Mw}{Ms} * 100$$

Donde:

W = es el contenido de humedad (%)

Mcws = es el peso del contenedor más el suelo húmedo (gr)

Mcs = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno (gr)

Mc = es el peso del contenedor (gr)

Mw = es el peso del agua (gr)

Ms = es el peso de las partículas sólidas (gr)

B. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM-D422, MTC E 107)

El ensayo de análisis granulométrico nos permitió cuantificar las partículas de suelo extraídos en el área de estudio para poder establecer granulométricamente las dimensiones de dichas partículas, determinando los porcentajes que pasan por los distintos tamices.

Equipos

- Estufa marca ECCELL, modelo EC-111, con control de temperatura máxima 250/300°C
- Balanza de capacidad máxima 3200g y precisión 0.01g, marca KESSEL, Modelo FX-3000i
- Balanza de capacidad máxima 12000g y precisión 1g, marca KESSEL, Modelo AEK-12KI
- Envases para el manejo y secado de las muestras y brocha para limpiar los tamices
- Agitador Mecánico marca ELE INTERNATIONAL, modelo 80-0420/01

Preparación de la muestra

De acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2016), “Según sean las características de los materiales finos de la muestra,

el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado" (p. 45).

Para este ensayo se utilizó 10 kg de muestra aproximadamente entre las dos calicatas, las cuales fueron secadas en el horno durante 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo necesario se procedió a extraer la muestra del horno y esperar a que se enfrié a temperatura ambiente. Luego se procedió a triturar la muestra con un martillo de goma para luego pasarlo por el tamiz N°04. El material que paso de acuerdo a la norma técnica se utilizó para realizar nuestro ensayo.

Procedimiento

1. Se selecciono la muestra mediante la técnica de cuarteo para luego proceder a secarlo en el horno a una temperatura de 110 ± 5ºC durante 24 horas y luego de haber triturado y pasado por el tamiz de 4.76 mm (N°04) se tomó una muestra representativa de 500 gramos

Figura 16 *Selección de la muestra representativa, para el análisis de granulometría.*



Fuente: Elaboración propia.

2. Se realizó el lavado de la muestra sobre el tamiz de 0.074mm (N°200), con abundante agua, procurando no frotar con demasiada fuerza debido a la fragilidad de la malla y evitando la

perdida de partículas por el llenado excesivo de agua, el lavado se da por terminado cuando el agua que sale del tamiz es transparente, esto puede tardar varios minutos.



Figura 17 *Lavado de la muestra sobre el tamiz Nº 200*

Fuente: Elaboración propia.

3. Una vez terminado con el procedimiento de lavado la muestra que queda deberá ser colocado en un recipiente que soporte altas temperaturas para luego proceder con el secado en horno a una de temperatura de 110 ± 5ºC durante 16 a 24 horas.

Figura 18 *Secado de la muestra en el horno a 110 ± 5ºC*



Fuente: Elaboración propia.

4. Secado la muestra después de haber realizado el lavado, el material obtenido es colocado en el juego de tamices apilados desde el tamiz N°04 hasta el tamiz N°200 agitándolo de manera mecánica por 10 min.

Figura 19 *Tamizado de la muestra con agitador mecánico*



Fuente: Elaboración propia.

5. Una vez terminado de agitar los tamices, se procede a registrar los pesos de las partículas retenidas en cada tamiz utilizando los formatos de Excel presentados en el ítem 3.3.3.

Figura 20 *Pesado de muestra retenida en los diferentes tamices.*



Fuente: Elaboración propia.

C. LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límites de consistencia o también conocidos como límites de Atterberg debido al científico Albert Mauritz Atterberg quien desarrollo este método, es el comportamiento de los suelos finos al verse sometidos a la influencia del agua; es decir si a un suelo le incrementas pequeñas proporciones de agua el contenido de humedad será bajo y por lo tanto el suelo tiende a quebrarse, y si le incrementas grandes proporciones de agua, el contenido de humedad será alto y como consecuencia el suelo y el agua fluirán como un líquido.

Dependiendo del contenido de humedad, el suelo puede ser dividido en cuatro estados básicos: solido, semi sólido, plástico y líquido, donde la transición del estado semisólido al estado plástico es el *límite plástico*, y del estado plástico al estado líquido es el *límite líquido*. (Braja Das, 2015, p. 65)

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO DEL SUELO (NTP 339.129; MTC E 110)

Equipos

- Vasija de porcelana de 115 mm (4 ½”) de diámetro
- Aparato del límite líquido (o de Casa Grande de operación manual)
- Acanalador
- Espátula de hoja flexible
- Calibrador
- Balanza de capacidad máxima 3200g y precisión 0.01g, marca KESSEL, Modelo FX-3000i
- Estufa marca ECCELL, modelo EC-111, con control de temperatura máxima 250/300°C

Procedimiento

1. Después de haber aplicado el cuarteo y secar la muestra en el horno, se obtuvo 200 gr de muestra seca que pasa por el tamiz 0.425mm (N°40), la cual fue puesta en la vasija de porcelana para adicionarle agua de manera controlada.



Figura 21 *Equipos que se utilizó y pesado de la muestra*

Fuente: Elaboración propia.

2. La mezcla homogénea que se obtuvo fue colocada uniformemente con una espátula en el aparato de casa grande que con anterioridad fue calibrado a una altura de 10 mm entre la copa de latón y la base de hule.



Figura 22 *Colocación de la muestra en la copa de Casagrande*

Fuente: Elaboración propia.

3. Utilizando el acanalador se dividió la muestra contenida en la copa formando una ranura a través del suelo que une el punto más alto con el punto más bajo sobre el borde de la copa, luego se giró la manivela del aparato de casa grande a razón de dos golpes por segundo en promedio hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura y la abertura este a una longitud de 13mm aproximadamente.

Figura 23 División de la muestra con el acanalador



Fuente: Elaboración propia.

4. Con la espátula se tomaron porciones de la muestra ensayada en la parte donde el suelo se deslizo en conjunto, la muestra extraída fue del tamaño del ancho de la espátula y luego se procedió a colocar la muestra en un envase de vidrio para ser pesada y llevada al horno y así poder determinar su contenido de humedad.



Figura 24 *Extracción de la muestra y colocada en un recipiente para ser llevada al horno*

Fuente: Elaboración propia.

5. Para los cálculos finales se procedió a utilizar un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada a escala aritmética, y el número de golpes como abscisa a escala logarítmica. Se graficaron los puntos para poder determinar la línea recta que pase por ellos (línea de tendencia) y se trazó una línea recta vertical a los 25 golpes que intercepte en un punto con la línea de tendencia, dicha intercepción corresponderá al límite líquido.

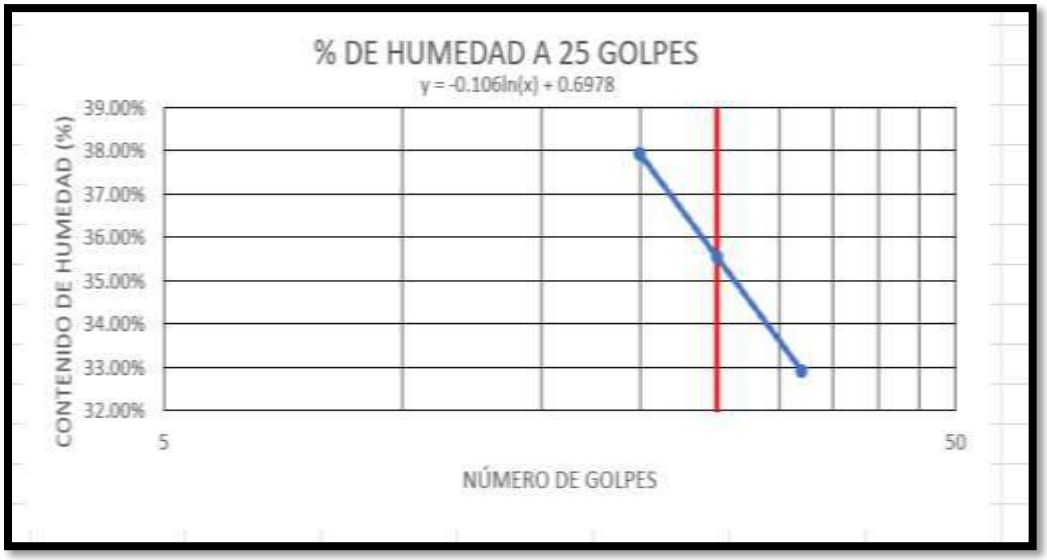


Figura 25 *Curva semilogarítmica para determinar Limite Liquido.*

Fuente: Elaboración propia.

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DEL SUELO E INDICE DE PLASTICIDAD (NTP 339.129; MTC E 111)

Equipos

- Vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro
- Tamiz de 0.426 mm (N°40)
- Vidrio grueso esmerilado (Superficie de rodadura)
- Espátula de hoja flexible
- Balanza de capacidad máxima 3200g y precisión 0.01g, marca KESSEL, Modelo FX-3000i
- Estufa marca ECCELL, modelo EC-111, con control de temperatura máxima 250/300°C

Procedimiento

1. Se procedió a tomar entre 20 a 50g de muestra que pasa por el tamiz de 0.426mm (N°40) para luego hidratarla con agua destilada hasta formar una pasta manejable, luego se tomó una muestra 3 gramos aproximadamente para formar un elipsoide.

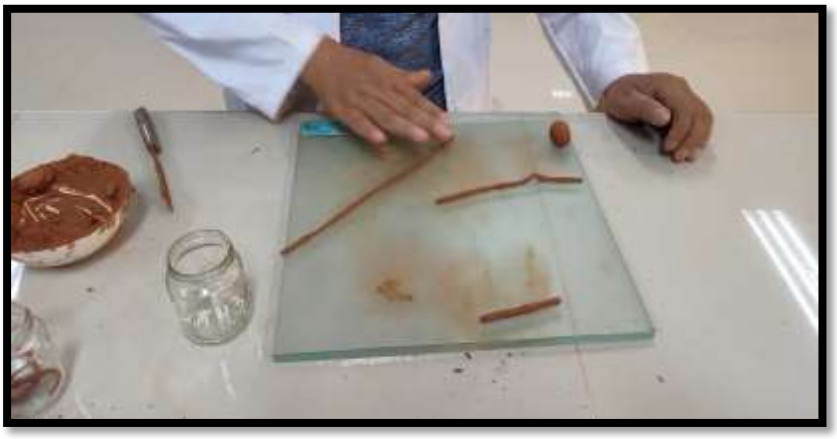


Figura 26 *Formación de cilindros hasta un diámetro uniforme.*

Fuente: Elaboración propia.

2. Con el elipsoide formado se procedió a rodar la muestra con los dedos de la mano sobre el vidrio grueso esmerilado hasta que presente fisuras en un diámetro aproximado de 3.2 mm.

Figura 27 *Frotar hasta quitarle la humedad requerida para encontrar algunas fisuras.*



Fuente: Elaboración propia.

3. Se tomo las muestras para registrar su peso y posteriormente ingresarlas al horno con una temperatura de 110°C durante 24 horas aproximadamente.



Figura 28 *Peso de la muestra para luego llevarlo al horno*

Fuente: Elaboración propia.

4. Cumplido el tiempo se dejó enfriar la muestra a temperatura ambiente durante 10 a 15 minutos y luego se procedió a realizar los pesajes para poder hacer los cálculos.

$$Límite\ Plástico = \frac{Peso\ de\ agua}{Peso\ de\ suelo\ secado\ al\ horno} \times 100$$

5. Se realizó dos ensayos y se determinó dos contenidos de humedad las cuales ambas estaban dentro de los rangos aceptables, el promedio de ambos fue el límite plástico y la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico es el Índice de Plasticidad

$$IP = L.L - L.P$$

D. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141; ASTM D 1557)

Este ensayo sirve para determinar la relación entre el Contenido de Agua y el peso unitario seco ya que proporciona las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua necesaria para obtener las propiedades ingenieriles requeridas.

Para el desarrollo de este ensayo se utilizó el método “A” que se aplica siempre y cuando más del 20% del peso del material sea retenido en el tamiz 4.75 mm (N°04); la aplicación de este método tiene ciertas características que se necesita:

- Molde: 101.6 mm de diámetro (4pulg)
- Pisón o martillo: 44.5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una energía de compactación de 2700 KN- m/m3 (56000 pie-lbf/pie3)
- Número de capas: 5
- N ° de golpes por capa: 56

Equipos

- Molde de 4 pulg. (101.6 mm)
- Pisón operado manualmente
- Balanza de capacidad máxima 12000g y precisión 1g, marca KESSEL, Modelo AEK-12KI
- Balanza de capacidad máxima 3200g y precisión 0.01g, marca KESSEL, Modelo FX-3000i
- Estufa marca ECCELL, modelo EC-111, con control de temperatura máxima 250/300°C
- Probetas graduadas de volumen aproximado 500 cm3
- Martillo de goma
- Juego de Tamices
- Regla metálica
- Recipiente metálico para colocar las muestras

Procedimiento

1. Secamos un aproximado de 30 Kg de muestra de campo, que nos sirvió para determinar el método a utilizar, para así poder seleccionar el molde de compactación apropiado, como más del 20 % del material es retenido en la malla N°04 (4.75mm) el método a utilizar es el "A"



Figura 29 *Preparación de la muestra patrón*

Fuente: Elaboración propia.

2. Para iniciar el ensayo por el método “A” se necesitó un aproximado de 25 kg. De muestra seca que fue molida hasta ser tamizada. La cual fue dividida en 6 kg de suelo tamizado para cada uno de los cuatro especímenes a ser compactado.



Figura 30 *Homogenización de la muestra* patrón

Fuente: Elaboración propia.

3. Se aplico distintos porcentajes de agua para obtener un contenido de humedad cercano al optimo variando entre ellos un 2% y no excediendo un 4% hasta formar la curva de compactación.

Figura 31 *Adición de agua en la muestra en un rango de 2% y 4%*



Fuente: Elaboración propia.

4. Se procedió a pesar el molde cilíndrico de 4” para luego armarlo con todos sus componentes y realizar el ensayo; posteriormente se procedió a llenar los moldes metálicos para la compactación con el pistón, realizando 56 golpes por cada capa de un total de 5 llenándolo de tal forma que exceda un poco el límite entre el molde y el collarín.



Figura 32 *Compactación de la muestra en 5 capas y 56 goles por capa.*

Fuente: Elaboración propia.

5. Terminada la compactación de las 5 capas se procedió a retirar el collarín y la base quedando solo el molde metálico con la muestra compactada, luego con una regla metálica se procedió a rastrillar la muestra excedente hasta quedar nivelada con la parte superior del molde posteriormente se procedió a registra el peso del molde más el suelo húmedo compactado.

Figura 33 *Enrasamiento de la muestra y se procede a pesar*



Fuente: Elaboración propia.

6. Finalmente se retiró el material del molde y se tomaron muestras de la parte central para hallar el contenido de humedad optimo del espécimen.



Figura 34 Se extrajo muestra para el contenido de humedad.

Fuente: Elaboración propia.

E. ENSAYO DE CBR DE SUELOS LABORATORIO (MTC E 132; ASTM D 1883)

Este ensayo nos ayuda a medir la relación de soporte de un suelo (CBR) para así poder evaluar la calidad del terreno para la subrasante ya que según el Manual de Carreteras de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2014) indica que si el CBR es mayor o igual (≥) a 6% es un suelo adecuado y estable para subrasante, y que en caso el CBR sea menor (<) a 6% esta necesita ser mejorada ya que es una sub rasante pobre o inadecuada.

Equipos

- Prensa de ensayo CBR marca TAMIEQUIPOS
- Molde de metal cilíndrico de 6 pulg. (152.4 mm) de diámetro y de 177.8 mm de altura
- Collar de metal de 2 pulg. (50.8 mm) de altura y una placa de base perforada de 3/8 pulg. (9.53 mm) de espesor

- Disco espaciador de metal de forma circular de 5 15/16 pulg (150.8mm) de diámetro exterior y 2.416 pulg. (61.37 mm) de espesor
- Pisón de compactación el mismo utilizado en el ensayo de Proctor Modificado
- Aparato medidor de expansión compuesto por un trípode metálico y un deformímetro por cada molde.
- Pesas anulares de 4.54 kg y pesas ranuradas de 2.27 kg de metal ambas con un diámetro de 5 15/16 pulg. (149.23 mm). Pesa anular con agujero de 2 1/8 pulg. (53.98 mm) de diámetro. Estas pesas simularan la carga de la carpeta de rodadura.
- Contenedor de agua con el tamaño suficiente para sumergir los moldes metálicos.
- Horno eléctrico marca A&A INSTRUMENTS modelo STHX-1A, de temperatura de trabajo 110° C +- 5°C.
- Balanza electrónica de 600 g marca A&A INSTRUMENTS modelo WT6002NE con sensibilidad de 0.01 g.
- Tamices N°4, 3/4", N°60 y N°200
- Cuarteador, mezclador, probetas, espátulas y disco de papel filtro de diámetro del molde.

Procedimiento

1. Para iniciar el ensayo de CBR se debe conocer el contenido óptimo de humedad, esto se logró a través del ensayo de Proctor Modificado, este dato nos permitió iniciar el ensayo con el porcentaje de agua optimo necesario para ser trabajado con los 6 Kg de muestra para cada molde.



Figura 35 *Muestra seca para ensayo de CBR*

Fuente: Elaboración propia.

2. Se ubico el disco espaciador dentro del molde cilíndrico de 6” y encima del disco se colocó el papel filtro para prevenir que el suelo se pegue después de compactarlo. Se armaron tres moldes y cada una de ellas con 5 capas de muestra, cada molde fue compactada con diferentes números de golpes 56, 25 y 12 respectivamente.



Figura 36 *Llenado del molde con muestra y compactado con 56 golpes*

Fuente: Elaboración propia.

3. Una vez terminada la compactación se removió el collarín y se enrazo la superficie del molde para luego desmontarlo de la base metálica y proceder a tomar lectura del peso, no sin antes haber desmontado el disco espaciador y haber colocado el molde en forma invertida.



Figura 37 *Enrasado del molde después de ser compactado*

Fuente: Elaboración propia.

4. Después de haber tomado lectura del peso del molde se procede a colocar la placa perforada con el vástago y encima los anillos metálicos, posterior a eso se coloca el trípode con el deformímetro para medir la expansión del suelo, y luego las muestras son colocadas en el contenedor de agua durante un determinado periodo de tiempo.

Figura 38 *La muestra se sumerge por 4 dias.*



Fuente: Elaboración propia.

5. Una vez cumplido los tiempos de medición del molde sumergido, se sacó el molde del contenedor y se procedió a retirar las pesas y la placa perforada con vástago, para luego iniciar la penetración para el ensayo de CBR.



Figura 39 *Se procede a la penetración de la muestra para determinar el CBR*

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4 Ensayos de Laboratorio Incorporando Ceniza de Palma Aceitera en la Subrasante

Estos ensayos corresponden a la mezcla de las proporciones propuestas suelo/ceniza a ser ensayadas en el laboratorio. Para establecer las proporciones adecuadas se trabajó de acuerdo al peso, donde el peso total por cada ensayo fue 6000 gramos y de acuerdo al porcentaje de adición de ceniza que se mezclaron; en la relación de suelo/ceniza 75/25% sería 4500 gr de suelo y 1500 gr ceniza, en la relación de suelo/ceniza 50/50% seria 3000 gr y 3000 gr y por último en la relación de suelo/ceniza 25/75% donde se mezcla 1500 gr y 4500 gr. Con la mezcla de ceniza se espera obtener un Incremento de Resistencia de CBR de suelo para subrasante mayor o igual a 6% que nos indica que es un suelo adecuado y estable para subrasante. Los ensayos de Laboratorio son los mismos aplicados en la muestra patrón:

- Análisis granulométrico
- Límites de Consistencia
- Proctor Modificado
- Ensayo de CBR en el Laboratorio

Figura 40 *Cálculo del porcentaje de ceniza a utilizar*

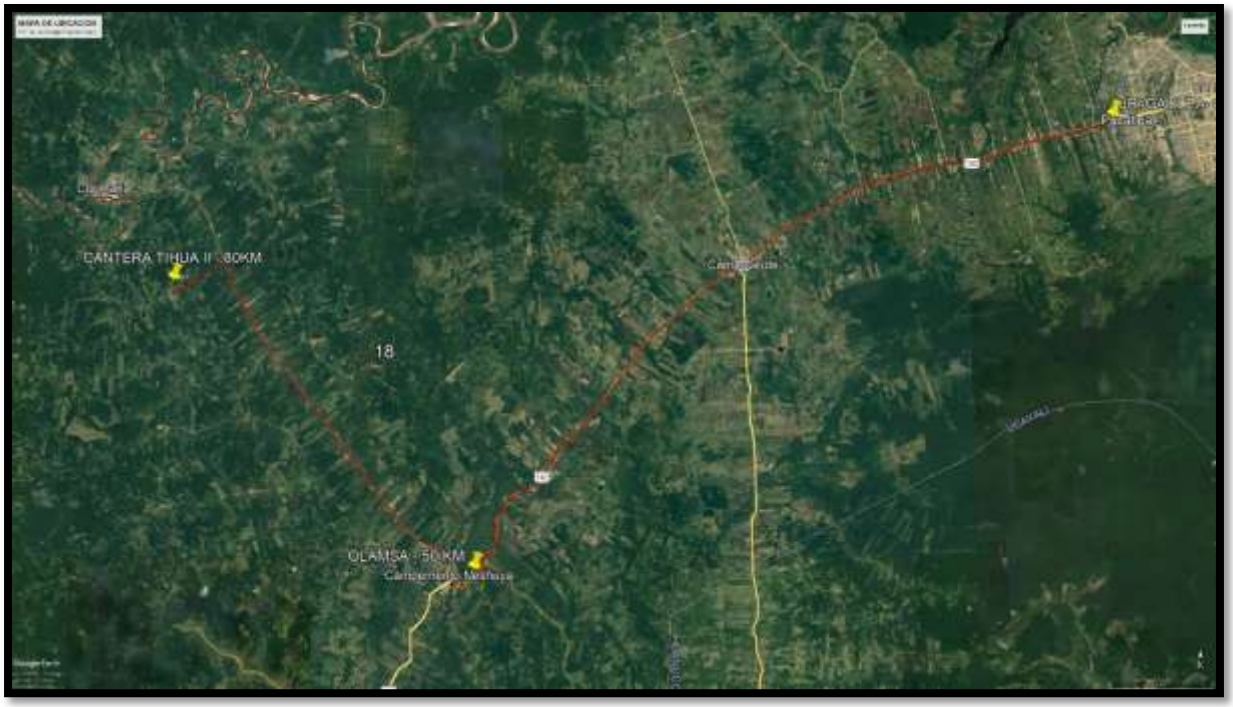


Fuente: Elaboración propia.

3.6 Comparación de Costos de Mejoramiento de sub rasante Suelo/Material de Préstamo y Suelo/Ceniza de Palma Aceitera.

Para la comparación de costos se realiza un diseño de afirmado para los mejoramientos propuestos, de acuerdo al Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en este diseño se utiliza el método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Numero de repeticiones de los Ejes Equivalentes (EE). Dicho diseño se da a causa de los diferentes CBR, esta comparación de costos económicos para el mejoramiento de la Subrasante de suelo/ material de préstamo que se traerá de la cantera Tihua II hacia el Jr. Galilea que está a una distancia de 80 Km y la otra propuesta suelo/ceniza de palma aceitera se traerá de la empresa OLAMSA hacia el Jr. Galilea que está a una distancia de 50km.

Figura 41 *Mapa de ubicación de la cantera Tihua II, de la empresa OLAMSA y el Jr. Galilea.*



Fuente: Elaboración propia.

3.6.1 Costo de Mejoramiento de Sub Rasante C/Material De Préstamo.

3.6.1.1 Diseño de Afirmado con Material de Préstamo.

Para el cálculo del diseño ver anexo 08 por lo que se consideró la cantera Tihua II, su origen es de cerro con extracción de materiales consolidados, el método de explotación es con cargador frontal y volquete.

Tabla 8 *Análisis de CBR de la cantera Tihua II*

Cantera	CBR al 95% de M.D.S	CBR al 100% de M.D.S
TIHUA II	40.50%	53.43%

Fuente: de "Análisis Y Evaluación De Agregados De Las Canteras Del Distrito De Curimaná Para La Elaboración De La Estructura De Base Granular De Pavimentos Rígidos" Por S. Pérez y E. Vásquez, 2021, pág. 81.

Tabla 9 *Diseño de Estructura de Afirmado*

DISEÑO DE AFIRMADO	
TRAMO: Jr. Galilea km. 0+000 - km. 0 + 425 MATERIAL DE PRESTAMO CANTERA TIHUA II METODO NAASRA	
ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE (m) =	0.30
CAPA DE AFIRMADO (m) =	0.15
ESAL =	4.91E+04
TIPO DE TRAFICO =	T1
CBR =	40.50%

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1.2 Análisis de Precios Unitarios

Para el análisis de precios unitarios se considera las partidas con mayor incidencia en la ejecución de un afirmado.

a. Excavación en Explanaciones en Material Suelto e=30 cm

Consiste en la excavación de materiales suaves con el uso de un equipo pesado. Se considera como materiales sueltos, las arenas, gravas, arcillas, cenizas volcánicas, tierras de cultivo y material calcáreo disgregado.

Tabla 10 Análisis de Costos de Excavación en Explanaciones en Material Suelto

EXCAVACION EN EXPLANACIONES EN MATERIAL SUELTO e= 30 cm					
Rendimiento: 400.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**6.40**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0200	19.12	0.38
PEON	HH	2.0000	0.0400	17.28	0.40
				Mano de obra:	**0.78**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.78	0.02
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	1.0000	0.0200	289.79	5.60
				Equipo:	**5.62**

Fuente: Elaboración propia.

b. Carguío de Material de Préstamo

Tabla 11 *Análisis de costos unitarios de Carguío de Material de Prestamos c/Equipo.*

CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMOS					
Rendimiento: 675.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**6.37**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0119	19.12	0.23
				Mano de obra:	**0.23**
MATERIAL DE PRESTAMO	M3		1.2000	3.33	4.00
				Materiales:	**4.00**
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	HM	1.0000	0.0119	180.00	2.14
				Equipo:	**2.14**

Fuente: Elaboración propia.

c. Transporte de Material de Préstamo D= 80 km

El material de préstamo será extraído de la cantera “Tihua II”, ya que este material se usa en el mejoramiento de la subrasante en la ciudad de Pucallpa. La ubicación de la cantera es 25 km de la carretera de Neshuya a Curimana y 8 km al margen izquierdo. En consiguiente para que el material sea llevado al área de trabajo al Jr. Galilea cuadra 1 la distancia es de 80km.

Tabla 12 *Análisis de Costos de Transporte de Material a una Distancia de 80 km.*

TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMOS D= 80 KM					
Rendimiento: 45.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**39.01**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.17778	19.12	3.40
				Mano de obra:	**3.40**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.70	0.05
VOLQUETE DE 15M3	HM	1.0000	0.1778	200.00	35.56
				Equipo:	**35.61**

Fuente: Elaboración propia.

d. Conformación de Subrasante con Material de Préstamo e=30 cm

Consiste en el extendido o esparcido del material de préstamo con motoniveladora, humedecimiento o aireación con camión cisterna, compactación con rodillo vibratorio y perfilado final.

Tabla 13 *Análisis de Costos de Mejoramiento de Subrasante con Material de Préstamo*

CONFORMACION DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO e= 30 cm					
Rendimiento: 920.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**4.70**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0087	19.12	0.17
PEON	HH	4.0000	0.0348	17.28	0.60
				Mano de obra:	**0.77**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.77	0.02
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 TN	HM	1.0000	0.0087	160.00	1.39
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.0000	0.0087	170.00	1.48
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL	HM	1.0000	0.0087	120.00	1.04
				Equipo:	**3.93**

Fuente: Elaboración propia.

e. Conformación de Capa de Rodadura e=15 cm. (80% Hor, + 20% T.r.).

Consiste en el extendido o esparcido del material de préstamo con motoniveladora, humedecimiento o aireación con camión cisterna, compactación con rodillo vibratorio y perfilado final.

Tabla 14 *Análisis de costos de conformación de capa de rodadura e=15 cm (80% Hor + 20% T.r)*

CONFORMACIÓN DE CAPA DE RODADURA e=15 cm (80% Hor + 20%T.r)					
Rendimiento: 357.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**105.67**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0224	19.12	0.43
PEON	HH	4.0000	0.0896	17.28	1.55
				Mano de obra:	**1.98**
HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	M3		0.9600	80.00	76.80
TIERRA ROJA (PUESTO EN OBRA)	M3		0.2400	73.33	17.60
AGUA	M3		0.1000	5.00	0.50
				Material	**94.90**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.98	0.06
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.0000	0.0224	160.00	3.58
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	HM	1.0000	0.0224	170.00	3.81
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1500 GAL	HM	0.5000	0.0112	120.00	1.34
				Equipo:	**8.80**

Fuente: Elaboración propia.

f. Eliminación de Material excedente d<=1km

Tabla 15 *Análisis de costos de eliminación de material excedente d<=1 Km*

ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<= 1 KM					
Rendimiento: 335.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**6.66**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0239	19.12	0.46
				Mano de obra:	**0.46**
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.0000	0.0239	150.00	3.59
CARGADOR FRONTAL CAT -930	HM	0.5000	0.0119	220.00	2.62
				Equipo:	**6.20**

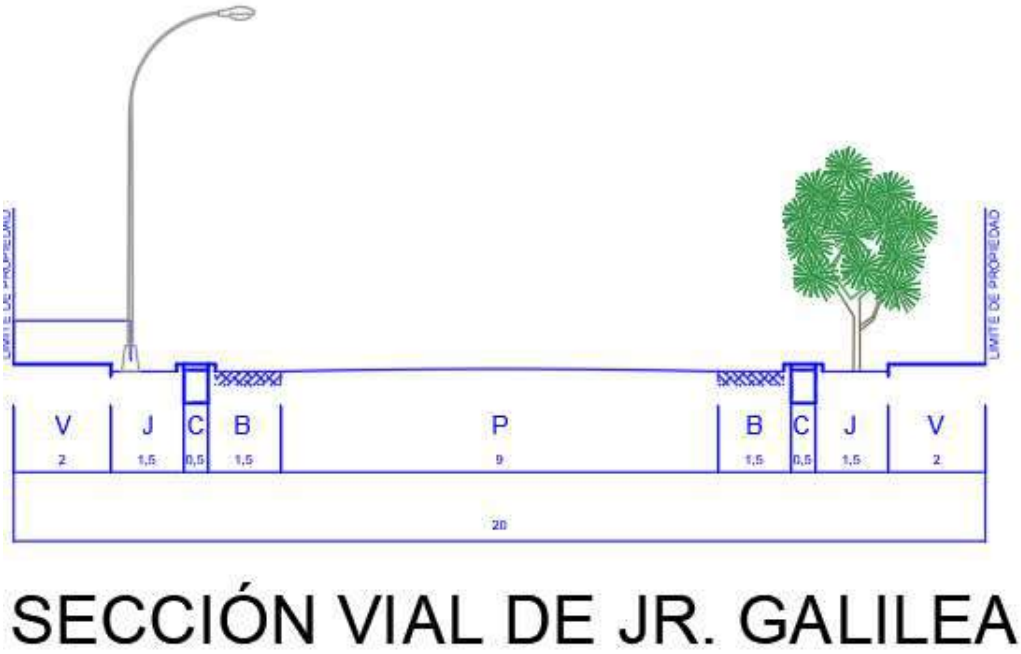
Fuente: Elaboración propia.

3.6.1.3 Presupuesto

De acuerdo al diseño de estructura de afirmado y a la longitud de las 3 cuadras del Jr. Galilea de la Urbanización de los Portales, se realiza un metrado de las partidas más incidentes que intervienen en la comparativa de costos. Para el ancho de vía se tuvo en cuenta la sección vial del Jr. Galilea.

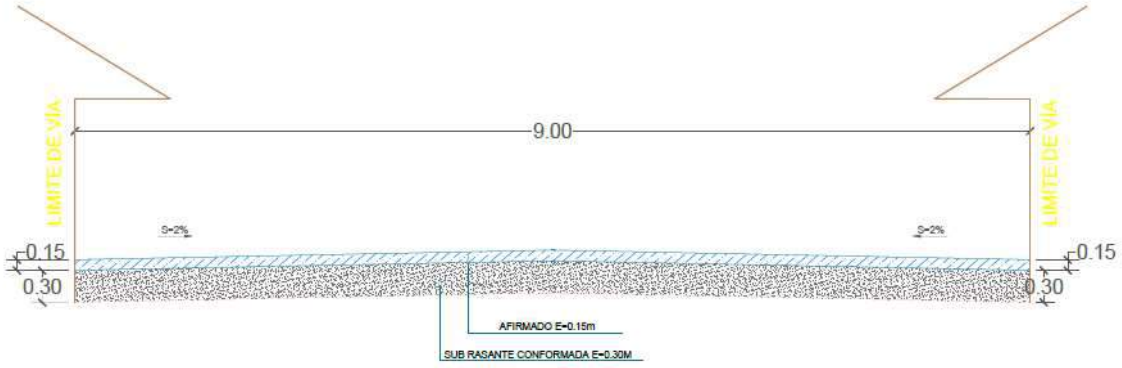
Figura, Sección vial del Jr. Galilea con un ancho de 20 m.

Figura 42 *Sección Vial del Jr. Galilea*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 43 *Estructura de afirmado*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 44 *Longitud de la cuadra 1 – 3 Jr. Galilea*



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 *Presupuesto Total Con Material de Préstamo*

Item	Ancho (m)	Longitud (m)	Metrado (m3)	P.U S/.	P.U *
Excavación en Explanaciones en Material Suelto e=30 cm	9	425	1147.5	6.40	S/ 7,344.00
Carguío de Material de Préstamo	9	425	1147.5	6.37	S/ 7,309.58
Transporte de Material de Préstamo	9	425	1147.5	39.01	S/ 44,763.98
Conformación de Subrasante con Material de préstamo e= 30 cm	9	425	1147.5	4.70	S/ 5,393.25
Conformación de Capa de Rodadura e=15cm (80% Hor, + 20% T.r)	9	425	573.75	105.67	S/ 60,628.16
Eliminación de Material Excedente d<= 1km	9	425	1147.5	6.66	S/ 7,642.35
				TOTAL	S/ 133,081.31

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Costo de Mejoramiento de Sub Rasante C/Ceniza de Palma Aceitera al 50%

3.6.2.1 Diseño de Afirmado con Mejoramiento de Ceniza de Palma Aceitera al 50%.

Para el cálculo del diseño ver anexo 09 por lo que se consideró el mejoramiento de subrasante con sustitución de suelo ceniza de 50%/50%.

Tabla 17 *Análisis de CBR de la Sustitución suelo ceniza de 50%/50%.*

MEJORAMIENTO CON CENIZA	CBR al 95% de M.D.S	CBR al 100% de M.D.S
CENIZA AL 50%	6.1%	7.6%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 *Diseño de Estructura de Afirmado*

DISEÑO DE AFIRMADO	
TRAMO: Jr. Galilea km. 0+000 - km. 0 + 425 MEJORAMIENTO CON ADICION DE CENIZA AL 50% METODO NAASRA	
ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE (m) =	0.20
CAPA DE AFIRMADO (m) =	0.25
ESAL =	4.91E+04
TIPO DE TRAFICO =	T1
CBR =	6.1%

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2.2 Análisis de Precios Unitarios

Para el análisis de precios unitarios se considera las partidas con mayor incidencia en la ejecución de un afirmado.

a. Excavación en Explanaciones en Material Suelto e=20 cm

Consiste en la excavación de materiales suaves con el uso de un equipo pesado. Se considera como materiales sueltos, las arenas, gravas, arcillas, cenizas volcánicas, tierras de cultivo y material calcáreo disgregado.

Tabla 19 *Excavación en explanaciones en material suelto e= 20 cm.*

EXCAVACION EN EXPLANACIONES EN MATERIAL SUELTO e= 20 cm					
Rendimiento: 400.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**6.40**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0200	19.12	0.38
PEON	HH	2.0000	0.0400	17.28	0.40
				Mano de obra:	**0.78**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.78	0.02
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	1.0000	0.0200	289.79	5.60
				Equipo:	**5.62**

Fuente: Elaboración propia.

b. Carguío de Ceniza de Palma Aceitera

Tabla 20 *Análisis de costos unitarios de Carguío de Material de Prestamos c/Equipo.*

CARGUIO DE CENIZA DE PALMA ACEITERA					
Rendimiento: 675.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**22.37**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0059	19.12	0.23
				Mano de obra:	**0.23**
CENIZA DE PALMA ACEITERA	M3		1.0000	20.00	20.00
				Materiales:	**20.00**
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	HM	1.0000	0.0119	180.00	2.14
				Equipo:	**2.14**

Fuente: Elaboración propia.

c. Transporte de Ceniza de Palma Aceitera D= 50 km

La ceniza de palma aceitera será extraída de la empresa OLAMSA, que se encuentra ubicado en el km 60 de la Carretera Federico Basadre, la cual será llevado al área de trabajo al Jr. Galilea cuadra 1 la distancia es de 50 km.

Tabla 21 *Análisis de Costos de Transporte de Material a una Distancia de 50 km.*

TRANSPORTE DE CENIZA DE PALMA ACEITERA D= 50 KM					
Rendimiento: 75.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**23.44**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.106	19.12	2.04
				Mano de obra:	**2.04**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.04	0.06
VOLQUETE DE 15M3	HM	1.0000	0.1067	200.00	21.34
				Equipo:	**21.40**

Fuente: Elaboración propia.

d. Conformación de Subrasante con Material de Préstamo e=20 cm

Consiste en el extendido o esparcido del material de préstamo con motoniveladora, humedecimiento o aireación con camión cisterna, compactación con rodillo vibratorio y perfilado final.

Tabla 22 *Análisis de Costos de Mejoramiento de Subrasante con Material de Préstamo*

CONFORMACION DE MEJORAMIENTO CON CENIZA DE PALMA ACEITERA e= 20 cm					
Rendimiento: 920.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**4.70**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0087	19.12	0.17
PEON	HH	4.0000	0.0348	17.28	0.60
				Mano de obra:	**0.77**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.77	0.02
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 TN	HM	1.0000	0.0087	160.00	1.39
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.0000	0.0087	170.00	1.48
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL	HM	1.0000	0.0087	120.00	1.04
				Equipo:	**3.93**

Fuente: Elaboración propia.

e. Conformación de Capa de Rodadura e=25 cm. (80% Hor, + 20% T.r.).

Consiste en el extendido o esparcido del material de préstamo con motoniveladora, humedecimiento o aireación con camión cisterna, compactación con rodillo vibratorio y perfilado final.

Tabla 23 *Análisis de costos de conformación de capa de rodadura e=25 cm (80% Hor + 20% T.r)*

CONFORMACIÓN DE CAPA DE RODADURA e=25 cm (80% Hor + 20%T.r)					
Rendimiento: 357.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**105.67**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0224	19.12	0.43
PEON	HH	4.0000	0.0896	17.28	1.55
				Mano de obra:	**1.98**
HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	M3		0.9600	80.00	76.80
TIERRA ROJA (PUESTO EN OBRA)	M3		0.2400	73.33	17.60
AGUA	M3		0.1000	5.00	0.50
				Material	**94.90**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.98	0.06
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.0000	0.0224	160.00	3.58
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	HM	1.0000	0.0224	170.00	3.81
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1500 GAL	HM	0.5000	0.0112	120.00	1.34
				Equipo:	**8.80**

Fuente: Elaboración propia.

f. Eliminación de Material excedente d<=1km

Tabla 24 *Análisis de costos de eliminación de material excedente d<= 1KM*

ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<= 1 KM					
Rendimiento: 335.0000 M3/DIA		**Unidad: M3**		**Costo Unitario:**	**6.66**
Insumo	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**PU**	**Parcial**
OFICIAL	HH	1.0000	0.0239	19.12	0.46
				Mano de obra:	**0.46**
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.0000	0.0239	150.00	3.59
CARGADOR FRONTAL CAT -930	HM	0.5000	0.0119	220.00	2.62
				Equipo:	**6.20**

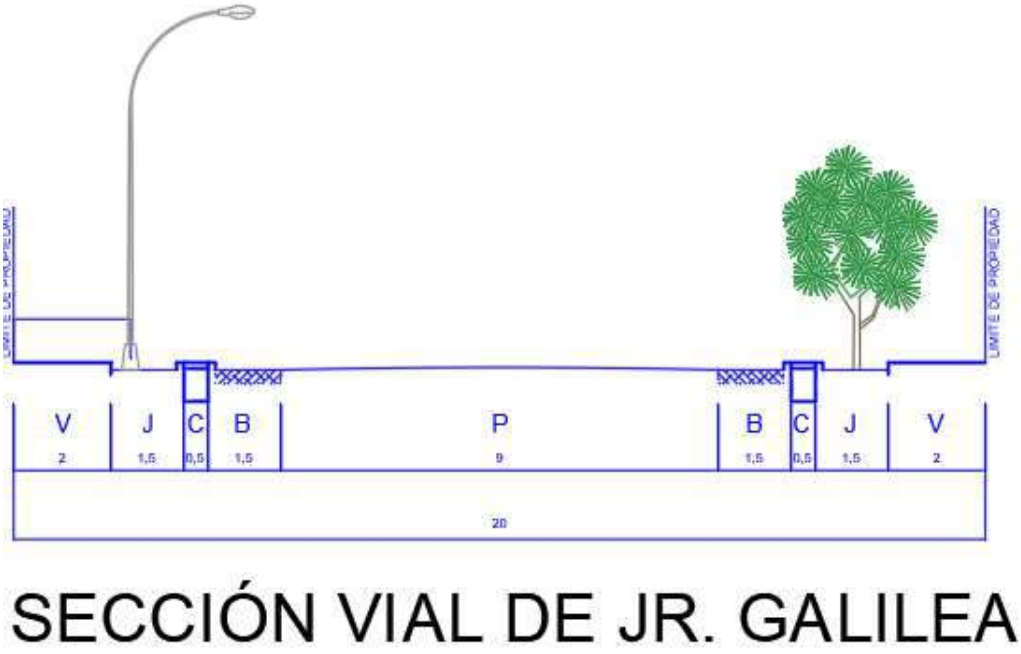
Fuente: Elaboración propia.

3.6.2.3 Presupuesto

De acuerdo al diseño de estructura de afirmado y a la longitud de las 3 cuadras del Jr. Galilea de la Urbanización de los Portales, se realiza un metrado de las partidas más incidentes que intervienen en la comparativa de costos. Para el ancho de vía se tuvo en cuenta la sección vial del Jr. Galilea.

Figura 45, Sección vial del Jr. Galilea con un ancho de 20 m, además el factor de esponjamiento de la ceniza es del 20% que será incrementado en el metrado de carguío.

Figura 45 *Sección Vial de Jr. Galilea*

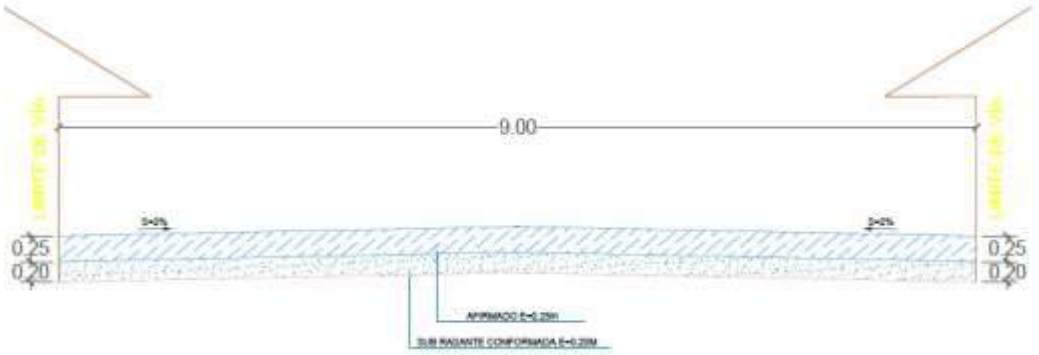


Fuente: Elaboración propia.

Figura 46 *Estructura de afirmado*

Fuente: Elaboración propia.

Figura 47 *Longitud de la cuadra 1 – 3 Jr. Galilea*





Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25 *Presupuesto Total de Mejoramiento Con Ceniza de Palma Aceitera*

Item	Ancho	Longitud	Metrado (m3)	P.U S/.	P.U *
Excavación en Explanaciones en Material Suelto e=20 cm	9	425	765	6.4	S/ 4,896.00
Carguío de Ceniza de palma aceitera	9	425	459.0	22.37	S/ 10,267.83
Transporte de ceniza de palma aceitera	9	425	459.0	23.44	S/ 10,758.96
Conformación de Subrasante mejoramiento de ceniza de palma aceitera e= 20 cm	9	425	765	4.7	S/ 3,595.50
Conformación de Capa de Rodadura e=25 cm (80% Hor, + 20% T.r)	9	425	956.25	105.67	S/ 101,046.94
Eliminación de Material Excedente d<= 1km	9	425	382.5	6.66	S/ 2,547.45
Total					S/ 133,112.68

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV. RESULTADOS

En el presente capitulo se sustenta los resultados de muestras extraídas de las 2 calicatas y de las diferentes relaciones suelo/ceniza: 25/75%, 50/50% y 75%/25%; para el incremento a la resistencia

de CBR de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma (Elaeis Guineensis) en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, los mismos que fueron analizados en el Laboratorio de Mecánica Suelos de la Escuela Profesional Ingeniería Civil - UNU y Laboratorio Particular GEOSERV – GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

4.1 Ensayos para Muestra Patrón.

4.1.1 Ensayo Determinación de Contenido de Humedad.

En la Tabla 26 se observa los resultados de contenido de humedad de los diferentes estratos, las muestras M – 03 y M – 06, son muestras del suelo de Subrasante con humedad de 23.80 % y 26.00 % respectivamente. Ver Anexo 03

Tabla 26 *Resultado del Ensayo de Contenido de Humedad*.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA	**MUESTRA**	**PROF. (m)**	**% DE HUMEDAD**
C - 1	M - 01	0.00 - 0.14	8.10
	M - 02	0.14 - 0.79	11.10
	M - 03	0.79 - 1.50	23.80
C - 2	M - 04	0.00 - 0.15	5.50
	M - 05	0.15 - 0.74	26.20
	M - 06	0.74 - 1.50	26.00

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Ensayo Granulométrico.

En la Tabla 27 se presenta los resultados obtenidos en el ensayo granulométrico por tamizado, para las distintas muestras, los suelos de la Subrasante (C1-M-03 y C2-M-06) se observa que el porcentaje que pasa por el tamiz Nº 200 son 85.41% y 84.77% respectivamente, por lo cual serán suelos de grano fino. Ver Anexo 04.

Tabla 27 *Resultados del Ensayo Análisis Granulométrico*

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ	% QUE PASA					
	C1 - M -01	C1 - M -02	C1 - M -03	C2 - M -04	C2 - M -05	C2 - M -06
3"	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2"	100.00%	100.00%	100.00%	92.91%	100.00%	100.00%
1,5"	91.66%	100.00%	100.00%	83.58%	100.00%	100.00%
1"	76.75%	100.00%	100.00%	72.61%	100.00%	100.00%
3/4"	67.34%	100.00%	100.00%	68.72%	100.00%	100.00%
3/8"	54.56%	100.00%	100.00%	59.29%	100.00%	100.00%
Nº4	46.18%	100.00%	100.00%	54.31%	100.00%	100.00%
Nº10	40.24%	100.00%	100.00%	50.54%	100.00%	100.00%
Nº20	36.10%	100.00%	100.00%	47.78%	100.00%	100.00%
Nº40	27.85%	99.87%	99.35%	42.27%	99.87%	99.35%
Nº60	15.72%	99.06%	97.94%	33.69%	99.06%	97.34%
Nº140	5.42%	91.52%	92.54%	23.81%	85.77%	90.87%
Nº200	2.36%	76.15%	85.41%	20.15%	72.74%	84.77%

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Clasificación SUCS Y AASHTO

En las Tablas 28 y 29 se presenta los resultados de la clasificación SUCS y AASHTO de todos los estratos que se observaron durante la excavación de las 2 calicatas, en los suelos de Subrasante M-03 y M-06, como resultado su Clasificación SUCS fue CL (Arcilla Magra Arenosa) y AASHTO A-6(1).

Tabla 28 *Resultado de la Clasificación de Suelos de la Calicata Nº 01*

CALICATA Nº 01		CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
PROF. (m)	MUESTRA	SUCS	AASHTO	
0.00 - 0.14	M - 01	GP	A-1-B (1)	Grava mal graduada
0.14 - 0.79	M - 02	ML	A-4 (1)	Limo Arenoso
0.79 - 1.50	M - 03	CL	A-6 (1)	Arcilla Magra Arenosa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 *Resultado de la Clasificación de Suelos de la Calicata Nº 02*

CALICATA Nº 02		CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
PROF. (m)	MUESTRA	SUCS	AASHTO	
0.00 - 0.15	M - 04	GM	A-1-B (1)	Grava Limosa con Arena
0.15 - 0.74	M - 05	CL	A-7-6 (1)	Arcilla Magra Arenosa
0.74 - 1.50	M - 06	CL	A-6 (1)	Arcilla Magra Arenosa

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Ensayo de Limite Liquido (LL), Limite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP)

La Tabla 30 se presenta los resultados de los ensayos de Limite Liquido (LL), Limite Plástico (LP), la diferencia entre ellos, es el índice de plasticidad (IP) que da el rango de humedad dentro del cual un suelo determinado se comporta como un material plástico. Para suelos de Sub rasante (M-03 y M-06) el Limite Liquido (LL) fue de 37.20% y 33.10%, el Limite Plástico (LP) 22.10% y 22.10% y el Índice de Plasticidad (IP) 15.10 % y 11.00 %. Ver anexo 06.

Tabla 30 *Resultado de los límites de consistencia*

LIMITES DE CONSISTENCIA				
CALICATA	**MUESTRA**	**Limite Liquido (LL)**	**Limite Plástico (LP)**	**Índice de Plasticidad (IP)**
C - 1	M - 01	23.00%	19.20%	3.80%
	M - 02	18.20%	16.70%	1.50%
	M - 03	37.20%	22.10%	15.10%
C - 2	M - 04	16.60%	15.40%	1.20%
	M - 05	48.20%	25.50%	22.70%
	M - 06	33.10%	22.10%	11.00%

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Ensayo de Proctor Modificado

En la Tabla 31 se presenta resultados del ensayo de Proctor Modificado de una sola muestra, como resultado similar del análisis granulométrico, Limites de Consistencia y clasificación de suelos que se

realizó en las M-03 y M-06. Del Ensayo se obtiene la densidad seca máxima de 1.79 g/cm^3 y un contenido de humedad óptimo de 18%. Ver anexo 07.

Tabla 31 *Resultado del ensayo de Proctor modificado*

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm^3)	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)
C-1	M - 03	0.79 - 1.50	1.79	18%

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6 Ensayo de CBR

En la Tabla 32 se presenta resultados al ensayo de CBR en laboratorio de la muestra M-03, con CBR al 100% Máxima Densidad Seca (MDS) de 2.3 y 2.8 con una penetración de 0.1" y 0.2" respectivamente y con CBR al 95% Máxima Densidad Seca (MDS) de 1.4 y 1.9 con una penetración de 0.1" y 0.2" respectivamente. Ver anexo 07.

Tabla 32 *Resultado del ensayo de CBR*

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CBR AL 100% M.D.S (0.1")	CBR AL 100% M.D.S (0.2")	CBR AL 95% M.D.S (0.1")	CBR AL 95% M.D.S (0.2")
C-1	M - 03	0.79 - 1.50	2.3	2.8	1.4	1.9

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Ensayos Realizados a las Muestras con Adición de Ceniza de Palma Aceitera

4.2.1 Ensayo de Limite Liquido (LL), Limite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP)

En la Tabla 33 se presenta resultados de límites de consistencia, observando que el suelo patrón cuenta con índice de plasticidad de 15.1%, como se va incrementado la ceniza baja el índice de plasticidad a un 4.24 %, llegando a la dosificación de 75% de ceniza que ya no es plástico. Ver anexo 06.

Tabla 33 *Resultados de límites de consistencia*

Muestra	Terreno Natural	Ceniza	Limite Liquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
Suelo Patrón	100%	0%	37.2 %	22.10 %	15.1 %
S/C -75/25	75%	25%	37.39 %	33.15 %	4.24 %
S/C -50/50	50%	50%	39.55 %	35.31 %	4.24 %
S/C -25/75	25%	75%		NO PLASTICO	

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Ensayo Granulométrico

En la Tabla 34 se observa los resultados del ensayo granulométrico de las diferentes combinaciones de suelo/ceniza, también podemos decir que la ceniza se considera grano grueso ya que su porcentaje que pasa el tamiz Nº 200 es menor al 50%. Por otro lado, el suelo patrón, ceniza al 25%, Ceniza al 50% y Ceniza al 75%, tienen un porcentaje que pasa el tamiz Nº 200 mayor al 50% de modo que se considera grano fino. Ver anexo 04.

Tabla 34 *Resultado del ensayo Granulométrico*

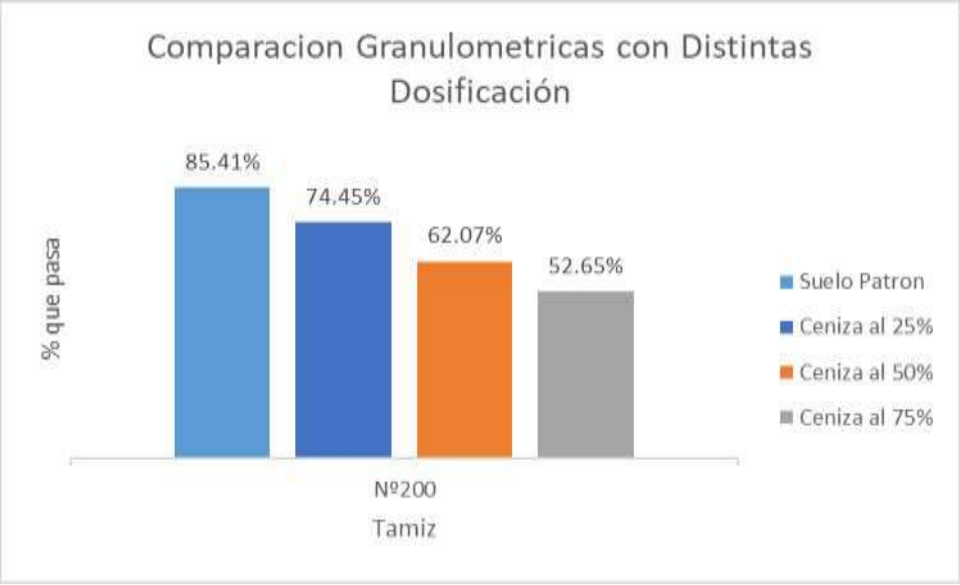
ANALISIS GRANULOMÉTRICO				
TAMIZ	% QUE PASA			
	Suelo Patrón	Ceniza al 25%	Ceniza al 50%	Ceniza al 75%
3"	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2"	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1,5"	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1"	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4"	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8"	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Nº4	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Nº10	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Nº20	100.00%	99.89%	100.00%	100.00%
Nº40	99.35%	99.17%	99.85%	99.71%
Nº60	97.94%	96.16%	95.24%	93.80%
Nº140	92.54%	84.83%	77.44%	70.38%
Nº200	85.41%	74.45%	62.07%	52.65%

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 48 se observa los porcentajes que pasa el tamiz Nº 200, el suelo patrón tiene un 85.41%, el suelo con adición al 25% de ceniza tiene 74.45%, suelo con adición al 50% de ceniza tiene 62.07%, suelo con adición al 75% de ceniza tiene 52.65. En consecuencia, se observa que la adición de ceniza disminuye la cantidad de granos finos.

Figura 48 *Comparación de la muestra patrón con dosificaciones diferentes*



Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Ensayo de Proctor Modificado

En tabla 35 se presenta los resultados del ensayo de Proctor Modificado con dos repeticiones cada dosificación planteada, se observa también que la diferencias entre las repeticiones no son significativas. Ver anexo 07.

Tabla 35 *Resultado del ensayo Proctor Modificado en las tres repeticiones*

Muestra	Terreno Natural	Ceniza	DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm3)	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)
M – 03	100%	0%	1.790	18.00%
1-a	75%	25%	1.703	17.90%
1-b	75%	25%	1.711	18.32%
1-c	75%	25%	1.728	18.80%
1-a	50%	50%	1.537	20.77%
1-b	50%	50%	1.533	21.08%
1-c	50%	50%	1.513	22.30%
1-a	25%	75%	1.302	24.78%
1-b	25%	75%	1.315	24.59%
1-c	25%	75%	1.318	24.87%

Fuente: Elaboración propia.

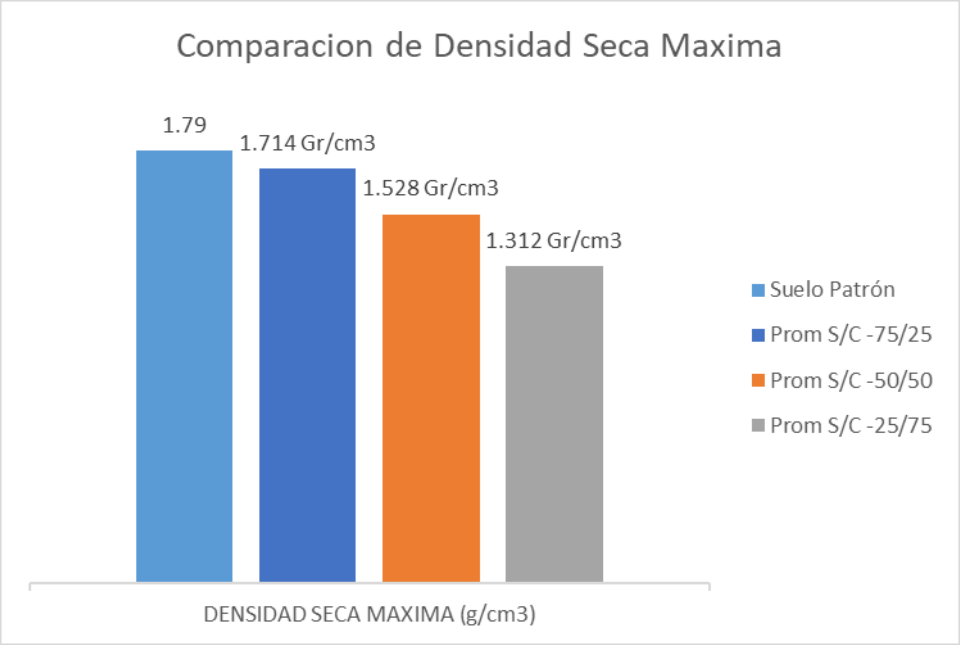
En la tabla 36 se presenta los resultados promedios de las repeticiones, así mismo también se observa que el aumento de ceniza hace que disminuya la densidad seca máxima ver figura 49 y también el aumento del Porcentaje del Contenido de Humedad Optima ver figura 50.

Tabla 36 *Resultados promedio del ensayo Proctor Modificado*

Muestra	Terreno Natural	Ceniza	DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm3)	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)
Suelo Patrón	100%	0%	1.79	18.00%
Prom S/C -75/25	75%	25%	1.714	18.34%
Prom S/C -50/50	50%	50%	1.528	21.38%
Prom S/C -25/75	25%	75%	1.312	24.75%

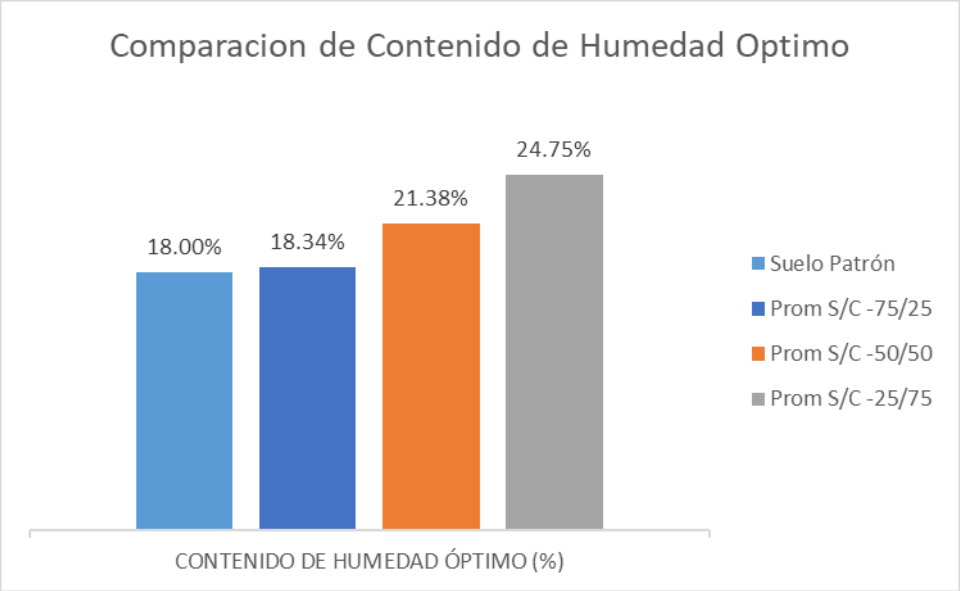
Fuente: Elaboración propia.

Figura 49 *Comparación de D.S.M en sus diferentes dosificaciones*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 50 *Comparación de contenido de humedad optima en sus diferentes dosificaciones*



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Ensayo de CBR

En tabla 37 se presenta los resultados del ensayo de CBR con dos repeticiones cada dosificación planteada, se observa también que la diferencias entre las repeticiones no son significativas. Ver Anexo 07.

Tabla 37 *Resultado del ensayo CBR en Laboratorio en sus tres repeticiones*

Muestra	Terreno Natural	Ceniza	CBR AL 100% M.D.S (0.1")	CBR AL 100% M.D.S (0.2")	CBR AL 95% M.D.S (0.1")	CBR AL 95% M.D.S (0.2")
M – 03	100%	0%	2.3	2.8	1.4	1.9
1-a	75%	25%	5.1	5.8	3.9	4.4
1-b	75%	25%	5.5	6.1	4.2	4.7
1-c	75%	25%	5.6	6.2	4.3	4.8
1-a	50%	50%	7.3	8.3	5.7	6.6
1-b	50%	50%	7.7	8.5	6.2	6.9
1-c	50%	50%	7.8	8.6	6.3	7.0
1-a	25%	75%	7.0	7.7	5.7	6.3
1-b	25%	75%	7.4	8.0	5.9	6.6
1-c	25%	75%	7.5	8.1	6	6.7

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 38 se presenta los resultados promedios de las repeticiones, así mismo también se observa que el aumento de ceniza hace que aumente la resistencia de CBR ver figura 51.

Tabla 38 *Resultados de promedios del ensayo CBR en Laboratorio*

Muestra	Terreno Natural	Ceniza	CBR AL 100% M.D.S (0.1")	CBR AL 100% M.D.S (0.2")	CBR AL 95% M.D.S (0.1")	CBR AL 95% M.D.S (0.2")
Suelo Patrón	100%	0%	2.3	2.8	1.4	1.9
Prom S/C -75/25	75%	25%	5.4	6.0	4.1	4.6
Prom S/C -50/50	50%	50%	7.6	8.5	6.1	6.8
Prom S/C -25/75	25%	75%	7.3	7.9	5.9	6.5

Fuente: Elaboración propia.

Figura 51 *En la figura comparación de CBR al 95% MDS a la penetración de 0.1”*

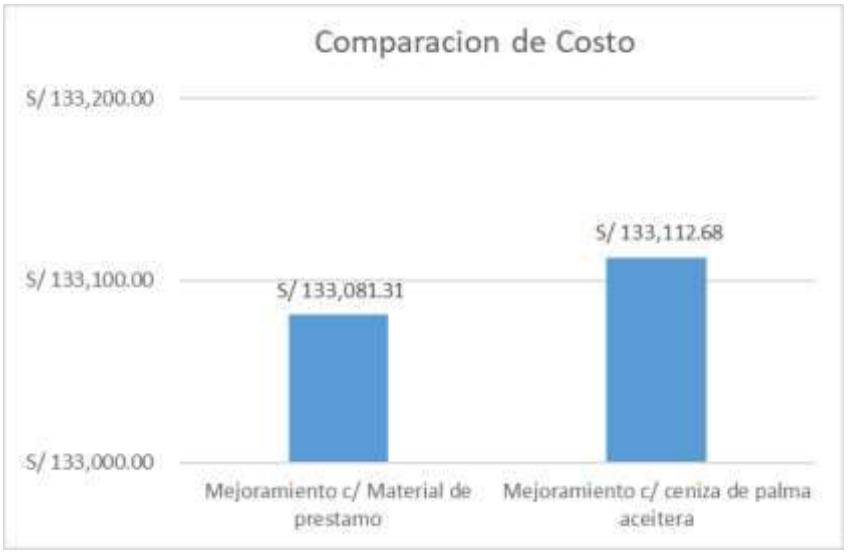


Fuente: Elaboración propia.

4.3 Presupuestos de Mejoramiento de subrasante de c/Material de Préstamo y Suelo/Ceniza de Palma Aceitera.

En la Figura 52 se muestra los resultados de los costos desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 del Jr. Galilea, así mismo se puede apreciar que la diferencia entre mejoramiento con ceniza de palma aceitera y el mejoramiento con material de préstamo es de S/. 31.37 Soles en todo el proyecto.

Figura 52 *Comparación de Costos*



Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V. Discusión De Resultados

5.1 Discusión de Hipótesis

5.1.1 Hipótesis General

Hipótesis Nula (H_0)

La incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera no influye favorablemente en el mejoramiento de CBR en la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

Hipótesis Alternativa (H_a)

La incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera influye favorablemente en el mejoramiento de CBR en la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

Se realiza análisis de Medias (ANOVA), la cual permitirá contrastar las hipótesis Nula (H_0) de que "No existen diferencias Significativas entre los Grupos".

Tabla 39 *Prueba de ANOVA para el valor de CBR del suelo.*

ANOVA					
Capacidad de Soporte del Suelo (CBR)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	32,385	3	10,795	222,253	,000
Dentro de grupos	,340	7	,049		
Total	32,725	10			

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenido en la Tabla 30, visto que la significancia es 0.000 que es menor a 0.05, por lo cual existe diferencia significativa en los valores promedios del valor de CBR del suelo, por consiguiente, se rechaza la Hipótesis Nula (H_0) y se acepta la Hipótesis alternativa.

5.1.2 Hipótesis Especificas

- **Hipótesis Especifica 1.** La incorporación de ceniza de palma aceitera incrementara las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

  Esta hipótesis especifica se demuestra con los ensayos realizados, contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, densidad seca máxima y la capacidad de soporte (CBR), por lo que se verifico como estos varían de acuerdo a la adición porcentual de Ceniza de Palma Aceitera, su contenido de humedad aumenta ligeramente, en la granulometría disminuye el porcentaje que pasa el tamiz N° 200, el índice de plasticidad disminuye considerablemente, la densidad seca máxima disminuye y la capacidad de soporte (CBR) aumenta hasta un punto y luego baja ligeramente, en conclusión la hipótesis especifica 1 es válida.

- **Hipótesis Especifica 2.** La relación experimental (suelo/ceniza), más adecuada que mejore la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

  Esta hipótesis especifica se demuestra con la figura 51, la capacidad de soporte (CBR) del suelo patrón, relación suelo/ceniza de 75/25%, 50/50% y 25/75% son de 1.4%, 4.1%, 6.1% y 5.9% respectivamente, de estos, la relación 50/50% es la más adecuada para mejorar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

- **Hipótesis Especifica 3.** El costo con incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera es menor que el de material de préstamo para mejoramiento de la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.

  Esta hipótesis especifica se demuestra con la Figura 52, en la que se evidencia que el costo del mejoramiento de subrasante con ceniza de palma aceitera es mayor que el mejoramiento con material de préstamo, por lo que se rechaza esta hipótesis especifica.

5.2 Discusión de Resultados

En esta investigación se explica cómo influye la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera favorablemente en el mejoramiento de CBR en la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali, se encontró que el valor de CBR de la Subrasante es de 1.4% al 95% a 0.1" y un índice de plasticidad de 15.1%, asimismo la incorporación del 50% de ceniza de palma aceitera aumento el valor de CBR en 6.1% al 95% a 0.1" y su índice de plasticidad disminuye a 4.24 %, asimismo aumenta el CBR de la subrasante, pasando de una subrasante inadecuada a una subrasante regular, MTC 2014, además que la adición de la ceniza de palma aceitera es más costoso que el mejoramiento de subrasante con material de préstamo en S/. 31.37 soles. Estos resultados al igual que **Terrones (2018)** quien en su investigación para estabilización de suelos arcillosos de subrasante incorporo ceniza de bagazo de caña en porcentajes de 5%, 10% y 15%**,** sus resultados demuestran que la adición de ceniza de bagazo en 15% es la más optima, llegando a un porcentaje de CBR de 23.67%. Así también **Landa y Torres (2019)** en su investigación mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante incorporó cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal, teniendo en su diseño una modificación en proporciones globales de 5%, 15% y 25% aplicado en estado seco, con cuatro combinaciones según el nivel de experimento que propusieron ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA); 75% CBCA + 25% de cal; 50% CBCA + 50% cal y 100% cal, determinaron que la mejor

combinación es 75%cal + 25% CBCA un aumento de CBR en 110.81% con relación al suelo patrón. En tal sentido y al analizar los resultados mencionados con anterioridad confirmamos que la incorporación de la ceniza de palma aceitera aumenta la relación de soporte de un suelo (CBR) y es más costoso que el mejoramiento con material de préstamo.

Conclusiones

1. En esta investigación se analizó los resultados de las propiedades físicas y mecánicas con cada relación de suelo/ceniza, por lo que se concluye lo siguiente:

- En el ensayo de límites de atterberg al adicionar ceniza de palma aceitera el índice de plasticidad disminuye, para el suelo patrón obtuvo un IP de 15.00%, para la relación de 25/75% de suelo/ceniza un IP de 4.24 %, para la relación de 50/50% de suelo/ceniza un IP de 4.24 % y para la relación de 75/25% de suelo/ceniza un IP de no plástico, es decir que, a menor Índice de Plasticidad de un suelo, ayuda a mejorar las características mecánicas de dicho suelo.
- En el ensayo de granulometría por tamizado al adicionar ceniza de palma aceitera el %de suelo fino disminuye, para el suelo patrón se obtuvo 85.41 % de suelo fino, para la adición de 25% de ceniza se obtuvo 74.45 % de suelo fino, para la adición de 50% de ceniza se obtuvo 62.07% de suelo fino y para la adición de 75% de ceniza se obtuvo 52.64 % de suelo fino, es decir que, a menor % de suelo fino de un suelo, ayuda a mejorar su comportamiento mecánico de dicho suelo.
- En el ensayo de Proctor modificado al adicionar ceniza de palma aceitera la máxima densidad seca disminuye y optimo contenido de humedad aumenta, para el suelo patrón se obtuvo un M.D.S de 1.79 gr/cm^3 y O.C.H de 18.00%, para la adición de 25% de ceniza se obtuvo un M.D.S de 1.714 gr/cm^3 y O.C.H de 18.34%, para la adición de 50% de ceniza se obtuvo un M.D.S de 1.528 gr/cm^3 y O.C.H de 21.38% y para la adición de 75% de ceniza se obtuvo un M.D.S de 1.312 gr/cm^3 y O.C.H de 24.75%.
- En el ensayo CBR en laboratorio al adicionar ceniza de palma aceitera, para el suelo patrón se obtuvo 1.4% de CBR, para la adición de 25% de ceniza se obtuvo 4.1 % de CBR, para la adición de 50% de ceniza se obtuvo 6.1 % de CBR y para la adición de 75% de ceniza se obtuvo 5.9 % de CBR, es decir que a mayor valor de CBR mejora su propiedad mecánica del suelo.

2. En esta investigación se analizó de los resultados obtenidos en laboratorio se pudo concluir que de las relaciones experimentales de 75%/25%, 50%/50%, 25%/75% (suelo/ceniza) que mejor influye en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante es la relación de 50% suelo y 50% ceniza de palma aceitera, que logra incrementar de 1.4% de CBR encontrado in-situ a 6.1% de CBR con dicha sustitución.

3. En esta tesis se logró determinar la comparación de precios para mejoramiento de subrasante entre la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera y material de préstamo, en tal sentido, el mejoramiento con ceniza de palma aceitera es más costoso en S/. 31.37 Soles en todo el proyecto.

Recomendaciones o Sugerencias

1. Durante el ensayo de clasificación granulométrica por tamizado, en el procedimiento de lavado de suelo se debe realizar cuidadosamente para no perder muestra de suelo y también es recomendable utilizar para ello agua destilada.
2. Se recomienda hacer tres o más repeticiones de los ensayos en laboratorio para poder disminuir el error humano al momento de los procedimientos de los mismos.
3. Se recomienda realizar estudios de la ceniza de palma aceitera como aditivo, con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental que esta produce.
4. Se sugiere realizar estudios del mejoramiento de suelos adicionando ceniza de palma aceitera y otro insumo como cemento, cal u otras cenizas volantes.

Referencias Bibliográficas

Alarcón, J., Jiménez, M., y Benítez, R. (2020). Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. Revista ingeniería de construcción, 35(1), 5-20. https://doi.org/10.4067/S0718-50732020000100005

Andina (2021). Región Ucayali posee mayor plantación en hectáreas de palma aceitera. https://andina.pe/agencia/noticia-region-ucayali-posee-mayor-plantacion-hectareas-palma-aceitera-708897.aspx

Behak, L., y Pérez Núñez, W. (2008). Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso, ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación. Revista ingeniería de construcción, 23(1). https://doi.org/10.4067/S0718-50732008000100004

Cañar Tiviano, E. S. (2017). Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinados con cenizas de carbón. [Pregrado]. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Chávez, C. A. y Guerra, Y. L. (2015) Producción, propiedades y usos de los residuos de la combustión del carbón de Termotasajero. [Pregrado]. Universidad Santo Tomás, Bogotá. http://hdl.handle.net/11634/9685

Das, B. M., y Cervantes González, S. R. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica (4a. Ed.). CENGAGE Learning. http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3430138

DG Fredlund, H. Rahardjo. (1993). Mecánica de suelos para suelos no saturados. Nueva York: Wiley.

Díaz Chacón, G. M. (2018). *Mejoramiento del cbr de un suelo arcilloso con cloruro de sodio* [Pregrado]. Universidad Privada del Norte.

Gonzáles Guerra, A. J. F. (2014). *Estabilización mecánica de suelos cohesivos través de la utilización de cal-cenizas volantes*. [Pregrado]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Hernández, R., y Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mc GrawHill Education. http://www.ebooks7-24.com/?il=6443

Landa; Torres. (2019). *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal*. Lima [Tesina]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

López-Laraa, J.B. Hernández-Zaragozaa, J. Horta-Rangela, E. Rojas-González. (2017). *Expansion reduction of clayey soils through Surcharge application. Case Studies in constructions materials*, 102-109.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de transito*

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos; sección suelos y pavimentos* R.D. N° 10 – 2014 - MTC/14.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*.

Morales Zuluaga, D. (2015). *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de Suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas*. [Pregrado]. Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.

Norma Técnica Peruana. (2019). Método de ensayo CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio (NTP 339.145:1999).

Norma Técnica Peruana. (2019). Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (NTP 339.127:1998).

Norma Técnica Peruana. (2019). Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos (NTP 339.129:1999).

Norma Técnica Peruana. (2019). Método de ensayo para el análisis granulométrico (NTP 339.128:1999).

Norma Técnica Peruana. (2019). Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 KN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3)) (NTP 339.141:1999).

Norma Técnica Peruana. (2019). Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (NTP 339.134:1999).

Pérez López, R. F. (2021). Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de fondo para su uso como subrasante mejorada de pavimento, producto de ladrillera cerámicas Júpiter S.A.C. [Pregrado]. Universidad Nacional de Ucayali.

Ramírez Contreras, N. E., Silva Ramírez, Á. S., Garzón González, E. M., & Yáñez Angarita, E. E. (2011). Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de palma de aceite.

Ramírez, C. E. (2020). Incorporación de la ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San pedro de Chaulán, Huánuco – 2020. Universidad César Vallejo.

TechnoServe. (2009). Manual técnico de palma africana. 99.

Terrones Cruz, A. T. (2018). Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo [Pregrado]. Universidad Privada del Norte.

Torres Pérez, C. I., y Quintero Lopez, L. A. (2019). Análisis de residuos sólidos de palma africana, como alternativa de aprovechamiento de energías renovables en el departamento del Cesar. Ingenierías USBMed, 10(1), 8-18. https://doi.org/10.21500/20275846.3662

Torres, M. S. F., y Landa, A. J. Y. (2020). Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María—Monzón en la provincia de Leoncio Prado [Pregrado], Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. https://doi.org/10.19083/tesis/653977

Zepeda, J., & Perez , M. (1990). *Suelos expansivos en la República Mexicana y el caso de la ciudad de Querétaro*. San Luis Potosí – México.

Matriz de Consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión e Indicadores
Formulación del problema principal ¿De qué manera influirá la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera en el mejoramiento de la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali i?	**Objetivo general** Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera en el mejoramiento de la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.	**Hipótesis General** La incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera influye favorablemente en el mejoramiento de CBR en la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.	**Variable independiente.** Ceniza de fibra de palma aceitera	Diseño proporcional de incorporación de ceniza al suelo en sub rasante **Indicador** Incorporación de ceniza de palma aceitera al 25%, 50% y al 75%.
Problema Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Especificas**		**Dimensión**
¿Cuál será la influencia de la ceniza de palma aceitera en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali? ¿Cuál relación experimental de 75/25%, 50/50%, 25/75% (suelo/ceniza) influye mejor en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en	Determinar la influencia de la ceniza de palma aceitera en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali. Determinar la relación experimental de 75%/25%, 50%/50%, 25%/75% (suelo/ceniza) que mejor influye en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización	La incorporación de ceniza de palma aceitera incrementara las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali. La relación experimental (suelo/ceniza), más adecuada que mejore la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón	**Variable dependiente** Incremento de resistencia del suelo	Porcentaje Ensayos de laboratorio **Indicador** • Clasificación de Suelos. • Límites de Atterberg. • Granulometría • Contenido de

el Departamento de Ucayali? ¿Cuál será la diferencia de costos por m3 entre la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera y material de préstamo en la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali?	los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali. Determinar la diferencia de costos por m3 entre la incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera y material de préstamo en la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.	Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali. El costo con incorporación de ceniza de fibra de palma aceitera es menor que el de material de préstamo para mejoramiento de la Subrasante del Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización los Portales de Yarinacocha en el Departamento de Ucayali.		Humedad • Proctor modificado • CBR **Dimensión** Propiedades físicas y mecánicas de suelo. Capacidad portante del Suelo CBR
Tipo y Nivel de Investigación	**Población y Muestra**	**Técnicas de Recojo de Datos**		**Procesamiento y Presentación de Datos**
Tipo de investigación La investigación está desarrollada bajo un enfoque cuantitativo ya que busca en todo el proceso del desarrollo de la investigación la mayor objetividad posible. Utilizando herramientas matemáticas e informáticas que permitan el desarrollo y procesamiento de datos. **Nivel de investigación**	**Población** La investigación se realizó en el Jr. Galilea desde la Cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización “Los Portales” del distrito de Yarinacocha, Departamento de Ucayali, tomando para ello muestras de subrasante e incorporando ceniza de fibra de palma para el uso en el experimento; los análisis de laboratorio y ensayos	En este trabajo de investigación se utilizó la técnica del análisis documental, el cual nos permitió registrar información relacionada con la ceniza de palma aceitera y el Incremento de Resistencia de CBR de suelo para subrasante. Notas bibliográficas y utilizarlos como sustento; así también como la observación directa e indirecta, el cual nos permitió anotar los datos de la recolección de las muestras extraídas de las dos calicatas del material del afirmado y de la subrasante para poder obtener los resultados en el laboratorio.		Los datos están representados en tablas, cuadros, figuras estadísticas como histogramas, frecuencia, curva de tendencia incluyendo porcentajes, Etc. Siendo estas interpretadas mediante un análisis estadístico de las mismas. Para el

El nivel del estudio es aplicada - experimental donde se analizó el comportamiento de la variable dependiente después de haber efectuado las modificaciones propias del experimento de la variable independiente.	se realizó, en el laboratorio de SUELOS Y CIMENTACIONES de la "Universidad Nacional de Ucayali" y en el laboratorio privado GEOSERV – GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L ubicada en la ciudad de Pucallpa. **Muestra** Se utilizó un muestreo no probabilístico a conveniencia ya que se buscó en todo el desarrollo del experimento un proceso controlado, por lo tanto, la muestra a tratarse estuvo conformada por cuatrocientos veinticinco metros de longitud por el ancho de vía, de las cuales se desarrolló el experimento en sus tres niveles de relación suelo/ceniza de 75/25%; 50/50%; 25/75% y tres repeticiones de las mismas. Así mismo se realizó la exploración de 2 calicatas a cielo abierto en jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha.		procesamiento de resultados con fines de comprobación de hipótesis se realizará un análisis de varianza ANOVA, para establecer si existen diferencias significativas entre las medias de los valores resultantes y los planteados, con un intervalo de confianza de 95% y un nivel de significancia de 0.05.

ANEXOS

ANEXO 1: Panel Fotográfico

ANEXO 2: Certificados de Calibración de Equipos de Laboratorio

ANEXO 3: Ensayos de Contenido de Humedad

ANEXO 4: Ensayos de Análisis Granulométricos

ANEXO 5: Perfil Estratigráfico

ANEXO 6: Ensayo de Limites de Consistencia

ANEXO 7: Ensayos de Proctor Modificado y CBR

ANEXO 8: Diseño de Mejoramiento c/ Material de prestamo

ANEXO 9: Diseño de mejoramiento c/ Ceniza de palma Aceitera

ANEXO 10: Plano de Ubicación, Localización y Estructura de Afirmado

ANEXO 11: Cotización de Ceniza y Producción de la empresa OLAMSA

ANEXO 12: Factor Esponjamiento de la ceniza

ANEXO 1: Panel Fotográfico



Figura. Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Ucayali



Figura. Excavación de Calicata Nº 01 y Nº 02



Figura. Extracción de Muestra Inalterada

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



Figura. Taras Para la Determinación del Contenido de Humedad



Figura. Taras con muestra representativa para la Determinación del Contenido de Humedad



Figura. Peso de la muestra en Balanza de 0.01 de precisión



Figura. Horno para secado de muestras

Ensayo De Granulometría



Figura. Peso de suelo húmedo



Figura. Muestra seca



Figura. Lavado de la muestra



Figura. Juego de Tamices



Figura. Agitador Mecánico

Ensayo de Limite Liquido



Figura. 200g para Límites de Consistencia



Figura. Copa de Casagrande



Figura. Hidratación de la Muestra



Figura. Recojo de Muestra Representativa

Ensayo de Limite Plástico



Figura. Equipos para Limite Plástico



Figura. Peso de la muestra



Figura. Se quita la Humedad



Figura. Llevado al horno



Figura. Formación de cilindros de 3mm

Ensayo de Proctor Modificado



Figura. Peso de muestra seca



Figura. Trituración de la Arcilla



Figura. de Suelo/Ceniza



Figura. Peso de muestra Compactada Suelo/Ceniza



Figura. Humedecimiento de la muestra

Ensayo de CBR



Figura. Mezclado de la ceniza con la Arcilla



Figura. Enrasando la muestra



Figura. Homogenización de la muestra



Figura. Expansión de la muestra



Figura. Llenado de molde con 5 capas



Figura. Penetración CBR

ANEXO 2: Certificados de Calibración de Equipos de Laboratorio

Calibración de Balanza de 30 Kg

FME-001

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC-017

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N° LC - 017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº M-1452-2021

Fecha de Emisión: 2021-11-19

Orden de Trabajo: 0521-00
Expediente: 0506

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Dirección : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria, Coronel Portillo, Ucayali

2. INSTRUMENTO : BALANZA

Clasificación	:	NO AUTOMÁTICA
Tipo	:	ELECTRÓNICA
Marca	:	FERRAWYY
Modelo	:	NO INDICA
Serie	:	20110068
Identificación	:	M1452(*)
Procedencia	:	NO INDICA
Cap. Máx.	:	30 kg
Div. de Escala (d)	:	0,005 kg
Div. de Verif. (e)	:	0,005 kg
Clase de Exactitud	:	III

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-11-09 ubicado en Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria, Coronel Portillo, Ucayali.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-001 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII", Primera edición, Mayo 2019, INACAL-DM.

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los patrones del INACAL-DM:

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Pesas de Clase M2	M-1243-2021
Pesas de Clase M2 (01-25)	M-1244-2021
Juego de Pesas clase M2	M-1273-2021

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de un nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

José Luis Panta Abad
Lic. Ciencias Físicas
CFP: 0395

DSI PERU AUTOMATION

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC-017

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N° LC - 017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº M-1452-2021

6. RESULTADOS

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	33,0	33,0
Humedad Relativa (%)	41,9	41,9

Medición N°	Carga L1:	15,000 kg		Carga L2:	30,000 kg	
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15,000	0,0020	0,0005	30,000	0,0015	0,0010
2	15,000	0,0025	0,0000	30,000	0,0020	0,0005
3	15,000	0,0020	0,0005	30,000	0,0030	-0,0005
4	15,000	0,0025	0,0000	30,000	0,0035	-0,0010
5	15,000	0,0020	0,0005	30,000	0,0025	0,0000
6	15,000	0,0025	0,0000	30,000	0,0025	0,0000
7	15,000	0,0020	0,0005	30,000	0,0020	0,0005
8	15,005	0,0020	0,0055	30,005	0,0010	0,0065
9	15,000	0,0020	0,0005	30,000	0,0025	0,0000
10	15,000	0,0015	0,0010	30,005	0,0010	0,0065

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	± e.m.p. (kg)
15,000	0,0055	0,015
30,000	0,0075	0,015

Posición de las Cargas



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	33,0	33,1
Humedad Relativa (%)	41,9	41,9

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E_o				Determinación del Error Corregido E_c				
	Carga Mínima	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga (L)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)
1	0,050 kg	0,050	0,0020	0,0005	10,000 kg	10,000	0,0025	0,0000	-0,0005
2		0,050	0,0015	0,0010		10,000	0,0015	0,0010	0,0000
3		0,050	0,0020	0,0005		10,000	0,0020	0,0005	0,0000
4		0,050	0,0015	0,0010		10,000	0,0025	0,0000	-0,0010
5		0,050	0,0025	0,0000		10,000	0,0020	0,0005	0,0005
		± e.m.p. (kg)		0,005			± e.m.p. (kg)		0,01

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
DSI PERU AUTOMATION

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC-017

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N° LC - 017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº M-1452-2021

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	33,1	33,2
Humedad Relativa (%)	41,9	41,9

	Carga	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p.
	L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	(kg)
E_0	0,050	0,050	0,0020	0,0005	0,0000					0,005
	0,100	0,100	0,0015	0,0010	0,0005	0,100	0,0015	0,0010	0,0005	0,005
	1,000	1,000	0,0020	0,0005	0,0000	1,000	0,0025	0,0000	-0,0005	0,005
	2,500	2,500	0,0020	0,0005	0,0000	2,500	0,0020	0,0005	0,0000	0,005
	6,000	6,005	0,0020	0,0055	0,0050	6,000	0,0020	0,0005	0,0000	0,01
	8,000	8,000	0,0020	0,0005	0,0000	8,000	0,0020	0,0005	0,0000	0,01
	10,001	10,005	0,0025	0,0041	0,0036	10,000	0,0020	-0,0004	-0,0009	0,01
	15,001	15,000	0,0015	0,0001	-0,0004	15,000	0,0015	0,0001	-0,0004	0,015
	20,001	20,005	0,0015	0,0054	0,0049	20,000	0,0015	0,0004	-0,0001	0,015
	25,001	25,000	0,0010	0,0009	0,0004	25,005	0,0020	0,0049	0,0044	0,015
	30,002	30,005	0,0020	0,0040	0,0035	30,005	0,0020	0,0040	0,0035	0,015

Lectura Corregida : $R_{corregida} = R - 1,27 \times 10^{-4} R$

Incertidumbre de Medición : $U = 2 \times (8,96 \times 10^{-6}\ kg^2 + 7,56 \times 10^{-7} R^2)^{1/2}$

Para cargas menores a 30 kg

L : Carga aplicada a la balanza.
I : Indicación de la balanza.
ΔL : Carga adicional.
E : Error encontrado.
E_0 : Error en cero.
E_c : Error corregido.
U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida.
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (kg)

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k = 2 para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

7. OBSERVACIONES

(*) Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.
Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la balanza.
Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para esta balanza es 0,1 kg
De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C y 35 °C
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29,955 kg para una carga de 30,000 kg
El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de DSI Perú Automation.
Se ha considerado el valor 1,00E-05 C^{-1} para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.

Fin del Documento

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
DSI PERU AUTOMATION

Calibración de Balanza de 600 Gr

FME-001

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC-017

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N° LC - 017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº M-1445-2021

Orden de Trabajo: 0521-00
Expediente: 0506

Fecha de Emisión: 2021-11-19

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Dirección : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria, Coronel Portillo, Ucayali

2. INSTRUMENTO : BALANZA

Clasificación	:	NO AUTOMÁTICA
Tipo	:	ELECTRÓNICA
Marca	:	A&A INSTRUMENTS
Modelo	:	WT6002NE
Serie	:	111202079
Identificación	:	M1445(*)
Procedencia	:	NO INDICA
Cap. Máx.	:	600 g
Div. de Escala (d)	:	0,01 g
Div. de Verif. (e)	:	0,01 g
Clase de Exactitud	:	II

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-11-08 ubicado en Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria, Coronel Portillo, Ucayali.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-011 Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II, cuarta edición 2010.

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los patrones del INACAL-DM.

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Juego de Pesas E2	PE20-C-1542

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

José Luis Panta Abad
Lic. Ciencias Físicas
CFP: 0395

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA DSI PERU AUTOMATION

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Fecha: Ene/18

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC-017

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC - 017

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº M-1445-2021

6. RESULTADOS

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	32,8	32,8
Humedad Relativa (%)	41,9	41,9

Medición N°	Carga L1:	300,00 g		Carga L2:	600,00 g	
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,008	-0,003
2	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,007	-0,002
3	300,00	0,007	-0,002	600,01	0,005	0,010
4	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,007	-0,002
5	300,00	0,007	-0,002	600,01	0,007	0,008
6	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,007	-0,002
7	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,006	-0,001
8	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,005	0,000
9	300,00	0,006	-0,001	600,00	0,007	-0,002
10	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,006	-0,001

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	± e.m.p. (g)
300,00	0,002	0,03
600,00	0,013	0,03

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas



	Inicial	Final
Temperatura (°C)	32,8	33,0
Humedad Relativa (%)	41,9	41,9

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E_o				Determinación del Error Corregido E_c				
	Carga en cero	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,10 g	0,10	0,007	-0,002	200,00 g	200,00	0,006	-0,001	0,001
2		0,10	0,005	0,000		200,01	0,005	0,010	0,010
3		0,10	0,005	0,000		200,01	0,006	0,009	0,009
4		0,10	0,005	0,000		200,00	0,004	0,001	0,001
5		0,10	0,006	-0,001		200,01	0,007	0,008	0,009
		± e.m.p. (g)		0,01				± e.m.p. (g)	0,02

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
DSI PERU AUTOMATION

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Fecha: Ene/18

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC-017

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 017

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº M-1445-2021

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	33,0	33,2
Humedad Relativa (%)	41,9	43,0

	Carga L (g)	CRECIENTES I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	DECRECIENTES I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	± e.m.p. (g)
E_0	0,10	0,10	0,005	0,000	0,000					0,01
	0,20	0,20	0,007	-0,002	-0,002	0,20	0,007	-0,002	-0,002	0,01
	10,00	10,00	0,005	0,000	0,000	10,00	0,006	-0,001	-0,001	0,01
	50,00	50,00	0,006	-0,001	-0,001	50,00	0,007	-0,002	-0,002	0,01
	120,00	120,00	0,005	0,000	0,000	120,00	0,006	-0,001	-0,001	0,02
	150,00	150,00	0,007	-0,002	-0,002	150,00	0,006	-0,001	-0,001	0,02
	200,00	200,00	0,007	-0,002	-0,002	200,00	0,007	-0,002	-0,002	0,02
	300,00	300,00	0,006	-0,001	-0,001	300,00	0,007	-0,002	-0,002	0,03
	400,00	400,01	0,007	0,008	0,008	400,00	0,005	0,000	0,000	0,03
	500,00	500,00	0,006	-0,001	-0,001	500,01	0,007	0,008	0,008	0,03
	600,00	600,01	0,007	0,008	0,008	600,01	0,007	0,008	0,008	0,03

Lectura Corregida : $R_{corregida} = R + 39,60 \times 10^{-7} R$

Incertidumbre de Medición : $U = 2 \times (4,44 \times 10^{-5} g^2 + 3,96 \times 10^{-6} R^2)^{1/2}$

L : Carga aplicada a la balanza.
I : Indicación de la balanza.
ΔL : Carga adicional.
E : Error encontrado.
E_0 : Error en cero.
E_c : Error corregido.
U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida.
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g)

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k = 2 para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

7. OBSERVACIONES

(*) Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.
Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la balanza.
Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para esta balanza es 0,2 g
De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C y 35 °C
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 600,20 g para una carga de 600,00 g
El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de DSI Perú Automation.
Se ha considerado el valor 1,00E-05 $°C^{-1}$ para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.

Fin del Documento

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
DSI PERU AUTOMATION

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Fecha: Ene/18

Calibración de Horno

FME-001

DSI PERU AUTOMATION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MT-542-2021

Fecha de Emisión: 2021-11-28

Orden de trabajo: 0521-00
Expediente: 0506

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Dirección : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria, Coronel Portillo, Ucayali

2. EQUIPO : **HORNO**

Marca	: A&A INSTRUMENTS
Modelo	: STHX-1A
Número de Serie	: 190929
Identificación	: MT0542
Procedencia	: NO INDICA
Ventilación	: FORZADA
Temperatura de Trabajo	: 110 °C ± 5 °C
Instrumento de Medición del Equipo	:

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De 0 °C a 300 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De 0 °C a 300 °C	0,1 °C

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-11-09 en el área Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728 Pucallpa

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	TER20-282

6. RESULTADOS

Condiciones de Calibración

Posición del Controlador	: 110°C
Posición de la Ventilación	: NO APLICA
Presión de Vacio	: NO APLICA
Carga	: MATERIAL DIVERSO, EL CUAL REPRESENTA EL 30 % DEL VOLUMEN EFECTIVO.

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Adriano Galvez Villaseca
Jefe de Laboratorio
DSI PERU AUTOMATION

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
DSI PERU AUTOMATION

DSI
PERU AUTOMATION

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº MT-542-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales

Temperatura : De 20,2 °C a 20,3 °C
Humedad : De 68,2 %hr a 70,3 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	T (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	110,1	111,4	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:01:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,7	111,8	113,3	112,5	111,3	112,0	2,6
0:02:00	110,2	111,5	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:03:00	110,1	111,4	112,4	112,4	112,4	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:04:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,2	112,4	110,6	111,7	113,3	112,3	111,2	111,9	2,7
0:05:00	110,2	111,3	112,3	112,2	112,3	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:06:00	110,2	111,4	112,3	112,3	112,5	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:07:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:08:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:09:00	110,0	111,4	112,4	112,2	112,5	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:10:00	110,2	111,4	112,4	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,5	111,2	112,0	2,7
0:11:00	110,1	111,4	112,3	112,2	112,4	112,5	110,7	111,8	113,4	112,3	111,2	112,0	2,7
0:12:00	110,0	111,3	112,2	112,1	112,3	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:13:00	110,2	111,3	112,3	112,2	112,3	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:14:00	110,1	111,4	112,3	112,3	112,5	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:15:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:16:00	110,2	111,2	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:17:00	110,2	111,2	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:18:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:19:00	110,2	111,4	112,3	112,3	112,4	112,4	110,6	111,8	113,4	112,4	111,3	112,0	2,8
0:20:00	110,2	111,4	112,4	112,2	112,4	112,5	110,7	111,8	113,4	112,4	111,2	112,0	2,7
0:21:00	110,1	111,2	112,2	112,1	112,2	112,4	110,5	111,7	113,3	112,3	111,1	111,9	2,8
0:22:00	110,0	111,3	112,2	112,1	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:23:00	110,1	111,4	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:24:00	110,0	111,2	112,3	112,3	112,4	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,2	112,0	2,7
0:25:00	110,2	111,4	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,4	112,4	111,2	112,0	2,8
0:26:00	110,2	111,1	112,2	112,1	112,3	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,1	111,9	2,7
0:27:00	110,0	111,4	112,4	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,5	111,2	112,0	2,7
0:28:00	110,2	111,4	112,3	112,2	112,5	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:29:00	110,1	111,1	112,3	112,2	112,2	112,4	110,6	111,7	113,3	112,3	111,2	111,9	2,7
0:30:00	110,0	111,1	112,2	112,1	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,2	111,2	111,9	2,7
0:31:00	110,2	111,5	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,7	111,1	112,1	2,7
0:32:00	110,1	111,4	112,4	112,3	112,6	112,6	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:33:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,3	112,6	110,6	111,8	113,4	112,5	111,2	112,0	2,8
0:34:00	110,0	111,1	112,2	112,1	112,2	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,1	111,9	2,7
0:35:00	110,2	111,2	112,3	112,1	112,5	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:36:00	110,1	111,3	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:37:00	110,1	111,4	112,4	112,3	112,5	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:38:00	110,0	111,5	112,4	112,3	112,5	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:39:00	110,2	111,4	112,3	112,2	112,4	112,5	110,7	111,8	113,4	112,3	111,2	112,0	2,7
0:40:00	110,1	111,3	112,2	112,1	112,3	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:41:00	110,0	111,3	112,3	112,2	112,3	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:42:00	110,2	111,4	112,3	112,3	112,5	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:43:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:44:00	110,2	111,2	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:45:00	110,2	111,4	112,4	112,2	112,5	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:46:00	110,1	111,4	112,4	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,5	111,2	112,0	2,7
0:47:00	110,0	111,4	112,3	112,2	112,5	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:48:00	110,1	111,1	112,3	112,2	112,2	112,4	110,6	111,7	113,3	112,3	111,2	111,9	2,7
0:49:00	110,0	111,1	112,2	112,1	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,2	111,2	111,9	2,7
0:50:00	110,1	111,5	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,7	111,1	112,1	2,7
0:51:00	110,2	111,4	112,4	112,3	112,6	112,6	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7

Continua en la siguiente página

DSI PERU AUTOMATION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MT-542-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	t (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,3	112,6	110,6	111,8	113,4	112,5	111,2	112,0	2,8
0:53:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:54:00	110,2	111,5	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:55:00	110,1	111,4	112,4	112,4	112,4	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:56:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,2	112,4	110,6	111,7	113,3	112,3	111,2	111,9	2,7
0:57:00	110,2	111,0	112,2	112,1	112,3	112,4	110,5	111,7	113,2	112,3	111,0	111,9	2,7
0:58:00	110,1	111,4	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:59:00	110,1	111,5	112,4	112,3	112,6	112,6	110,7	111,9	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
T.PROM	110,1	111,3	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,5	111,2	112,0	
T.MAX	110,2	111,5	112,4	112,4	112,6	112,6	110,7	111,9	113,4	112,7	111,3		
T.MIN	110,0	111,0	112,2	112,1	112,2	112,4	110,5	111,7	113,2	112,2	111,0		
DTT	0,2	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	113,4	0,66
Temperatura Mínima Medida	110,5	0,85
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,7	1,1
Estabilidad Medida (±)	0,2	0,04
Uniformidad Medida	2,8	1,1

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

t : Instante de tiempo en minutos.

I : Indicación del termómetro del equipo.

T.MÁX : Temperatura máxima.

T.MÍN : Temperatura mínima.

DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.

Tprom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

Para cada posición de medición su **"desviación de temperatura en el tiempo"** DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su **"desviación de temperatura en el espacio"** está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

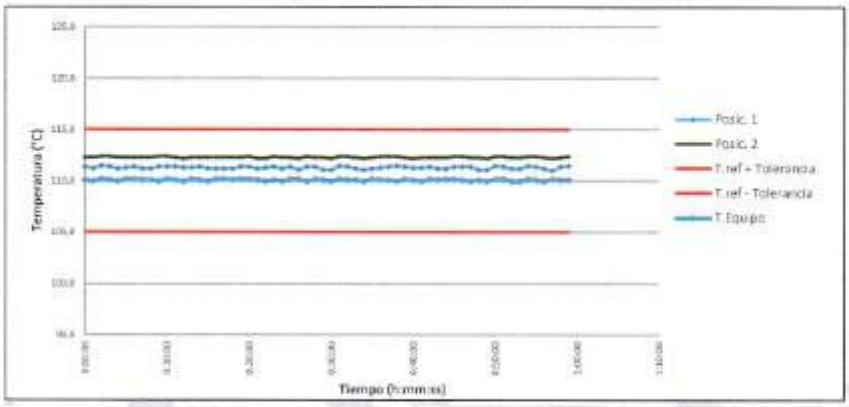
DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA DSI PERU AUTOMATION

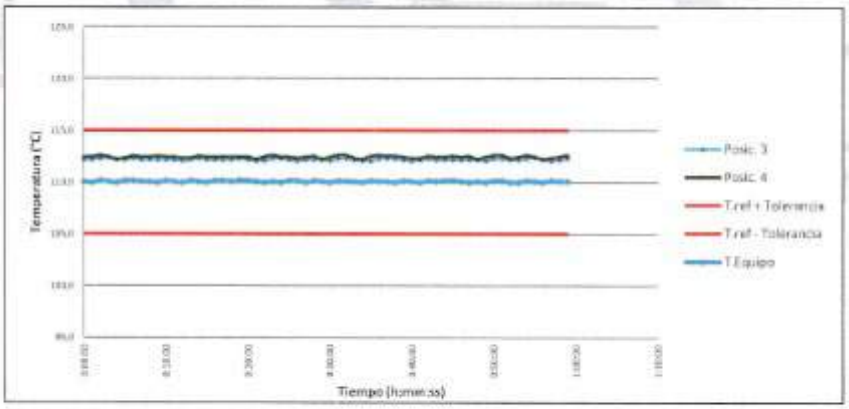
Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martin de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

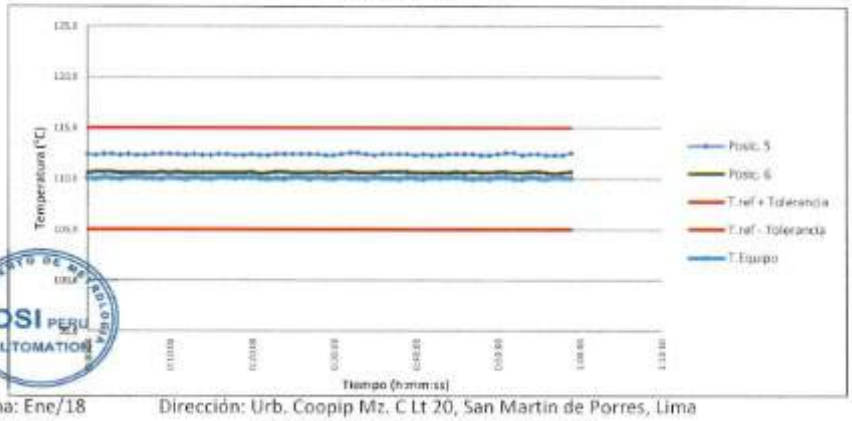
DSI
PERU AUTOMATION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MT-542-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



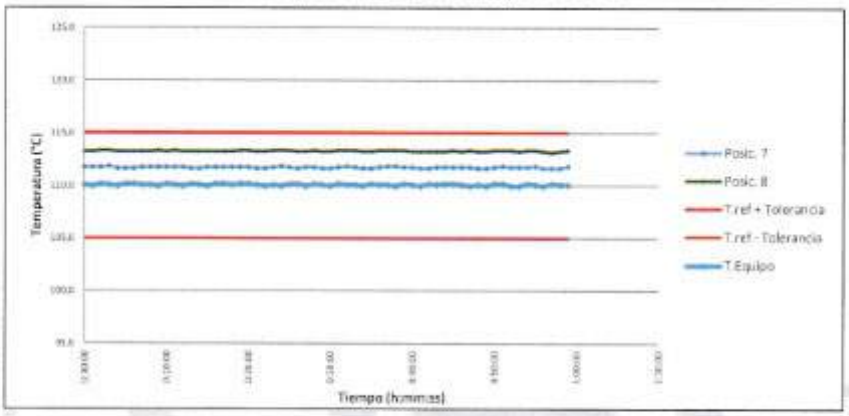


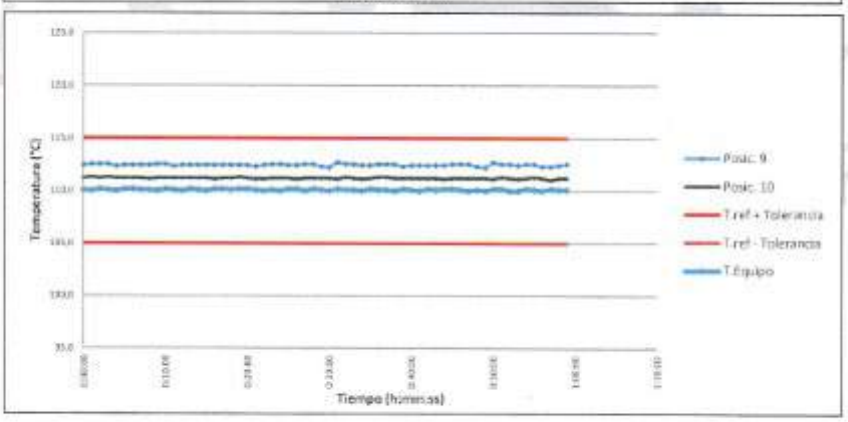


DSI PERU AUTOMATION

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº MT-542-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C





DEPARTAMENTO DE METROLOGIA
DSI PERU AUTOMATION

Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martin de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Calibración de Prensa de CBR

FME-001

DSI PERU AUTOMATION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MFP-0231-2021

Orden de Trabajo: 0521-00
Expediente: 0506

Fecha de Emisión: 2021/11/28

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Dirección Fisca : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria - Coronel Portillo - Ucayali

2. INSTRUMENTO : PRENSA CBR

Marca	:	TAMIEQUIPOS
Modelo	:	NO INDICA
Serie	:	NO INDICA
Identificación	:	MFP0231(*)
Procedencia	:	NO INDICA
Cap. Máx.	:	5000 kgf

3. DATOS DEL INDICADOR : PRENSA CBR

Marca	:	NO INDICA
Modelo	:	315A16B
Serie	:	NO INDICA
Identificación	:	MFP0231(*)
Procedencia	:	NO INDICA
Cap. Máx.	:	0 kgf a 5000 kgf
Div. Escala	:	1 kgf

4. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el dia 2021-11-09 en en el área Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728 Pucallpa.

5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación directa se utilizó como referencia la Norma ASTM E4 y ME- 023 del CEM para la calibración de maquinas generadoras de fuerza Primera edición.

6. TRAZABILIDAD

Calibrado por una celda de Carga trazable a patrones internacionales.

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Celda de Carga	INF-LE 119-19

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de un nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Adriano Gálvez Villaseca
Jefe de Laboratorio
DSI PERU AUTOMATION EIRL

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
DSI PERU AUTOMATION

DSI PERU AUTOMATION

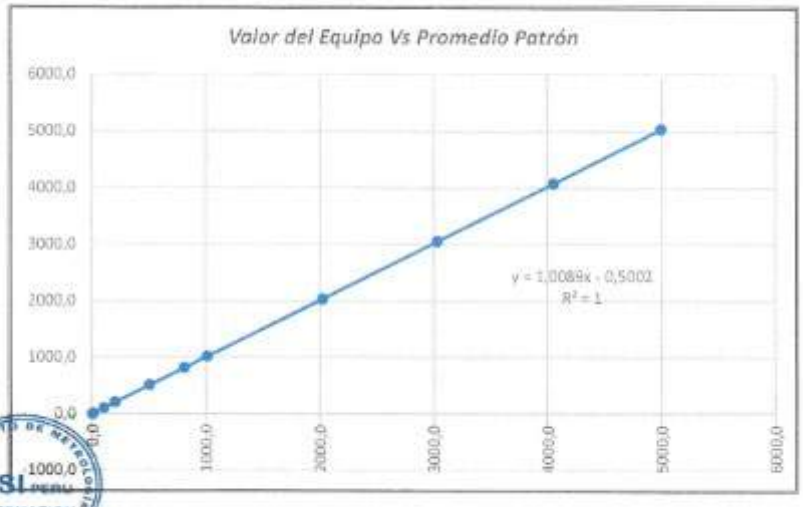
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MFP-0231-2021

7. RESULTADOS

Temperatura : Inicial: 32,6 °C Finall: 32,6 °C
Humedad Relativa : Inicial: 43 %hr Final: 43 %hr

Nº	Indicación del Equipo	Indicación del Patrón			Promedio Patrón	Valores curva de ajuste	Error		Incertidumbre Expandida (k=2)
		Serie 1	Serie 2	Serie 3			E(a)	E(b)	
	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	(%)	(%)	(%)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0
1	97,8	97,7	96,7	96,7	97,3	93,8	0,4	0,7	0,5
2	1017,1	1016,2	1007,3	1017,2	1015,6	1021,3	0,4	0,6	0,1
3	1975,6	1986,6	1988,6	1989,6	1992,3	1988,3	0,6	0,2	0,1
4	4948,7	5006,3	4986,4	4986,4	5003,2	4987,9	0,5	0,4	0,0
5	7931,6	7988,2	7998,2	8008,1	8014,5	7997,3	0,7	0,2	0,0
6	9907,1	9992,7	9982,7	10002,7	10013,2	9990,5	0,7	0,2	0,0
7	19804,5	19975,5	19965,5	19955,5	20006,3	19976,0	0,6	0,1	0,0
8	29662,7	29938,3	29938,3	29958,2	30006,2	29922,0	0,7	0,1	0,0
9	39618,8	39911,0	39901,1	39921,0	39992,7	39966,7	0,7	0,0	0,0
10	48880,4	49315,4	49415,1	49305,4	49446,2	49310,8	0,7	0,2	0,0

Curva de ajuste = 1,009 x Indicación del Equipo + -0,500
E(a) = |Indicación del Equipo - Promedio Patrón|/Promedio Patrón x 100
E(b) = |Max. Valor- Min. Valor|/Promedio Patrón x 100



DEPARTAMENTO DE METROLOGIA DSI PERU AUTOMATION

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martin de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Fecha: Ene/18

DSI PERU AUTOMATION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MFP-0231-2021

8. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k = 2 para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

La ecuacion de ajuste (kg): y = a x + b, donde a = 1,009, b = -0,500, x = Indicación del equipo; y : Lectura de referencia (kgf).

Fin del Documento

DSI PERU AUTOMATION

DEPARTAMENTO DE METROLOGIA
DSI PERU AUTOMATION

ANEXO 3: Ensayos de Contenido de Humedad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD
(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vias afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Terreno existente	**RESP. LAB.**	:
		TEC. LAB.	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00 - 0.14

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		N° 1	N° 2	N° 3	
N° DE TARA	:	1	2	3	
PESO DE LA TARA	:	78	75.2	73.9	
TARA + SUELO HÚMEDO	:	167.1	178.1	180.3	
TARA + SUELO SECO	:	160.5	170.4	172.3	
PESO DEL AGUA	:	6.6	7.7	8	
PESO DEL SUELO SECO	:	82.5	95.2	98.4	
% DE HUMEDAD	:	8.0%	8.1%	8.1%	
PROMEDIO CONT. HUMEDAD	:	**8.1%**			

Observaciones:

Dr. David A. González Monrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Terreno existente	**RESP. LAB.**	:
		TEC. LAB.	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.14 - 0.79

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		N° 4	N° 5	N° 6	
N° DE TARA	:	4	5	6	
PESO DE LA TARA	:	76.4	75.6	76	
TARA + SUELO HÚMEDO	:	160.2	165.9	164.3	
TARA + SUELO SECO	:	151.7	156.8	155.6	
PESO DEL AGUA	:	8.5	9.1	8.7	
PESO DEL SUELO SECO	:	75.3	81.2	79.6	
% DE HUMEDAD	:	11.3%	11.2%	10.9%	
PROMEDIO CONT. HUMEDAD	:	**11.1%**			

Observaciones:

Dr. David A. González Mavrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Terreno existente	**RESP. LAB.**	:
		TEC. LAB.	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-03
PROF. (m)	: 0.79 - 1.50

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		N° 7	N° 8	N° 9	
N° DE TARA	:	7	8	9	
PESO DE LA TARA	:	78.3	74.6	76	
TARA + SUELO HÚMEDO	:	161.1	160.8	159.1	
TARA + SUELO SECO	:	145.2	144.2	143.2	
PESO DEL AGUA	:	15.9	16.6	15.9	
PESO DEL SUELO SECO	:	66.9	69.6	67.2	
% DE HUMEDAD	:	23.8%	23.9%	23.7%	
PROMEDIO CONT. HUMEDAD	:	**23.8%**			

Observaciones:

Dr. David A. González Macedo de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Terreno existente	**RESP. LAB.**	:
		TEC. LAB.	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-04
PROF. (m)	: 0.00 - 0.15

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		N° 10	N° 11	N° 12	
N° DE TARA	:	10	11	12	
PESO DE LA TARA	:	75.7	71.4	74.1	
TARA + SUELO HÚMEDO	:	183.5	186.8	189.4	
TARA + SUELO SECO	:	178	181	183.2	
PESO DEL AGUA	:	5.5	5.8	6.2	
PESO DEL SUELO SECO	:	102.3	109.6	109.1	
% DE HUMEDAD	:	5.4%	5.3%	5.7%	
PROMEDIO CONT. HUMEDAD	:	**5.5%**			

Observaciones:

Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Ana María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vias afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Terreno existente	**RESP. LAB.**	:
		TEC. LAB.	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-05
PROF. (m)	: 0.15 - 0.74

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		N° 13	N° 14	N° 15	
N° DE TARA	:	13	14	15	
PESO DE LA TARA	:	76.2	76.8	76.3	
TARA + SUELO HÚMEDO	:	180.4	184.3	164.8	
TARA + SUELO SECO	:	157.5	162.2	147.4	
PESO DEL AGUA	:	22.9	22.1	17.4	
PESO DEL SUELO SECO	:	81.3	85.4	71.1	
% DE HUMEDAD	:	28.2%	25.9%	24.5%	
PROMEDIO CONT. HUMEDAD	:	**26.2%**			

Observaciones:

Dr. David R. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Terreno existente	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-06
PROF. (m)	: 0.74 - 1.50

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		N° 16	N° 17	N° 18	
N° DE TARA	:	16	17	18	
PESO DE LA TARA	:	76.3	74.6	76.1	
TARA + SUELO HÚMEDO	:	172.7	172	168.5	
TARA + SUELO SECO	:	154.3	152.7	147.4	
PESO DEL AGUA	:	18.4	19.3	21.1	
PESO DEL SUELO SECO	:	78	78.1	71.3	
% DE HUMEDAD	:	23.6%	24.7%	29.6%	
PROMEDIO CONT. HUMEDAD	:	**26.0%**			

Observaciones:

Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

ANEXO 4: Ensayos de Análisis Granulométricos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	RESP. LAB	: F.G
MATERIAL	: Terreno Existente	FECHA	:

DATOS DE LA MUESTRA

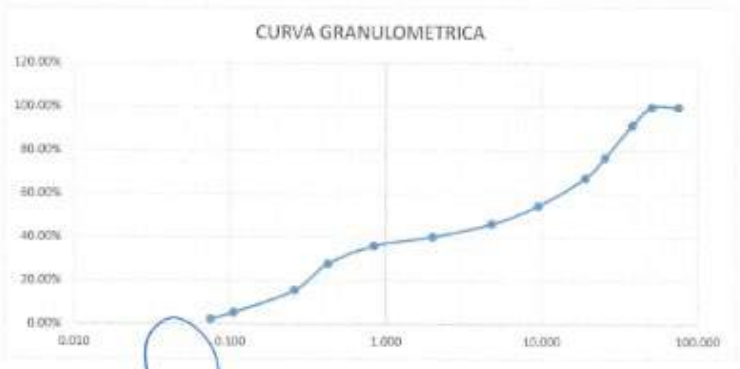
CALICATA	: 01
MUESTRA	: M - 01
PROF. (m)	: 0.00 - 0.14

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	PESTO TOTAL	=	4000 Kg
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	LIMITE LIQUIDO	=	23.03%
1.5"	38.100	333.52	8.34%	8.34%	91.66%	LIMITE PLASTICO	=	19.16%
1"	25.400	596.66	14.92%	23.25%	76.75%	INDICE PLASTICO	=	3.87%
3/4"	19.000	376.27	9.41%	32.66%	67.34%	CLASF. AASHTO	=	A-1-b (1)
3/8"	9.500	511.29	12.78%	45.44%	54.56%	CLASF. SUCS	=	GP
N°4	4.760	335.22	8.38%	53.82%	46.18%			Grava mal Graduada
N°10	2.000	237.38	5.93%	59.76%	40.24%	CC	=	77.62
N°20	0.840	165.58	4.14%	63.90%	36.10%	CU	=	0.12
N°40	0.425	329.96	8.25%	72.15%	27.85%	CONT. DE HUMEDA	=	8.10%
N°60	0.260	485.45	12.14%	84.28%	15.72%	D10	=	0.17
N°140	0.106	411.90	10.30%	94.58%	5.42%	D30	=	0.53
N°200	0.075	122.38	3.06%	97.64%	2.36%	D60	=	13.55
Fondo		94.39	2.36%	100.00%	0.00%			

Descripción suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. Manuel A. González Maurique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: Terreno Existente	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M - 02
PROF. (m)	0.14-0.79

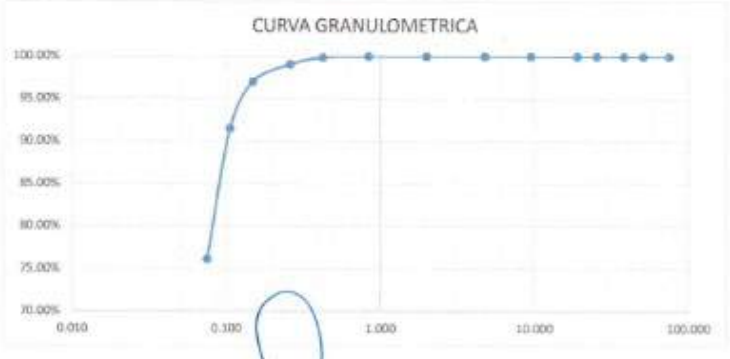
DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°20	0.840	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°40	0.425	0.65	0.13%	0.13%	99.87%
N°60	0.260	4.05	0.81%	0.94%	99.06%
N°100	0.149	10.15	2.03%	2.97%	97.03%
N°140	0.106	27.56	5.51%	8.48%	91.52%
N°200	0.075	76.82	15.36%	23.85%	76.15%
Fondo		380.77	76.15%	100.00%	0.00%

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
PESTO TOTAL	=	500
LIMITE LIQUIDO	=	18.16%
LIMITE PLASTICO	=	16.71%
INDICE PLASTICO	=	1.45%
CLASF. AASHTO	=	A-4 (1)
CLASF. SUCS	=	ML
Limo Arenosa		
CONT. DE HUMEDA =		11.1%

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Luz María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: Terreno Existente	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: M - 03
PROF. (m)	0.79-1.50

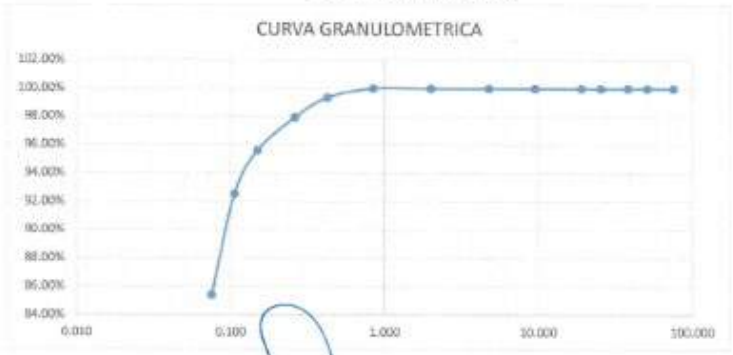
DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº20	0.840	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº40	0.425	3.26	0.65%	0.65%	99.35%
Nº60	0.260	7.03	1.41%	2.06%	97.94%
Nº100	0.149	11.70	2.34%	4.40%	95.60%
Nº140	0.106	15.29	3.06%	7.46%	92.54%
Nº200	0.075	35.69	7.14%	14.59%	85.41%
Fondo		427.03	85.41%	100.00%	0.00%

PESTO TOTAL	=	500
LIMITE LIQUIDO	=	37.17%
LIMITE PLASTICO	=	22.11%
INDICE PLASTICO	=	15.06%
CLASF. AASHTO	=	A-6 (1)
CLASF. SUCS	=	CL
Arcilla Magra Arenosa		
CONT. DE HUMEDA =		23.8%

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Nur María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: Terreno Existente	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M - 04
PROF. (m)	: 0.00 - 0.15

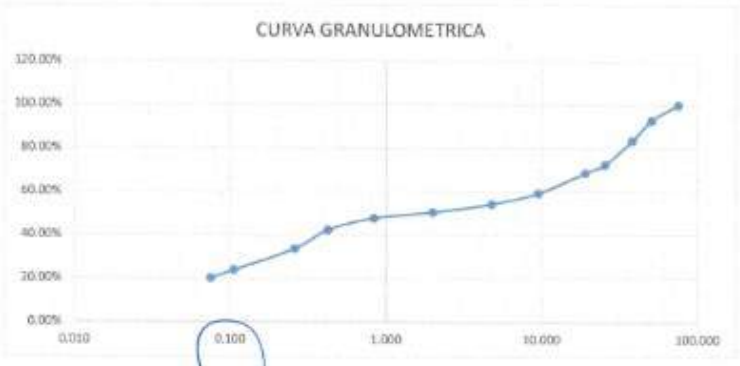
DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	283.50	7.09%	7.09%	92.91%
1.5"	38.100	373.50	9.34%	16.43%	83.58%
1"	25.400	438.60	10.97%	27.39%	72.61%
3/4"	19.000	155.80	3.90%	31.29%	68.72%
3/8"	9.500	377.10	9.43%	40.71%	59.29%
N°4	4.760	199.10	4.98%	45.69%	54.31%
N°10	2.000	151.00	3.78%	49.47%	50.54%
N°20	0.840	110.16	2.75%	52.22%	47.78%
N°40	0.425	220.40	5.51%	57.73%	42.27%
N°60	0.260	343.12	8.58%	66.31%	33.69%
N°140	0.106	395.28	9.88%	76.19%	23.81%
N°200	0.075	146.30	3.66%	79.85%	20.15%
Fondo		806.14	20.15%	100.00%	0.00%

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
PESTO TOTAL	=	4000
LIMITE LIQUIDO	=	16.59%
LIMITE PLASTICO	=	15.44%
INDICE PLASTICO	=	1.15%
CLASF. AASHTO	=	A-1-b (1)
CLASF. SUCS	=	GM
Grava Limosa con Arena		
CC	=	274.57
CU	=	0.11
CONT. DE HUMEDA	=	5.50%
D10	=	0.04
D30	=	0.20
D60	=	10.22

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. Gonzales Mauricio de lara
RESPONSABLE

Ing. Maria Guerrero Facundo
TECNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: Terreno Existente	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

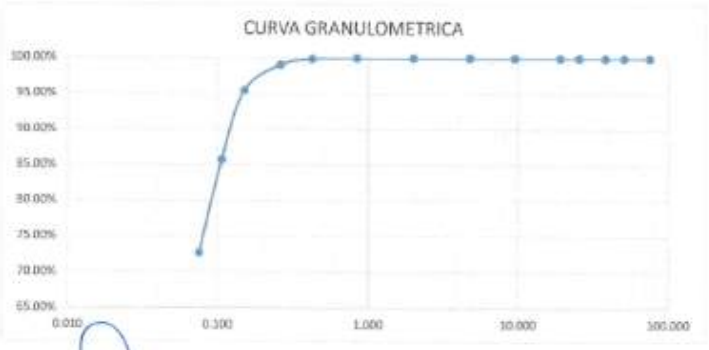
CALICATA	: 02
MUESTRA	: M - 05
PROF. (m)	0.15-0.74

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	PESTO TOTAL	=	500
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	LIMITE LIQUIDO	=	48.19%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	LIMITE PLASTICO	=	25.51%
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	INDICE PLASTICO	=	22.68%
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	CLASF. AASHTO	=	A-7-6 (1)
Nº4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	CLASF. SUCS	=	CL
Nº10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	Arcilla magra arenosa		
Nº20	0.840	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
Nº40	0.425	0.65	0.13%	0.13%	99.87%	CONT. DE HUMEDA =		26.2%
Nº60	0.260	4.05	0.81%	0.94%	99.06%			
Nº100	0.149	18.12	3.62%	4.56%	95.44%			
Nº140	0.106	48.32	9.66%	14.23%	85.77%			
Nº200	0.075	65.16	13.03%	27.26%	72.74%			
Fondo		363.70	72.74%	100.00%	0.00%			

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: Terreno Existente	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 02
MUESTRA	: M - 06
PROF. (m)	0.74-1.50

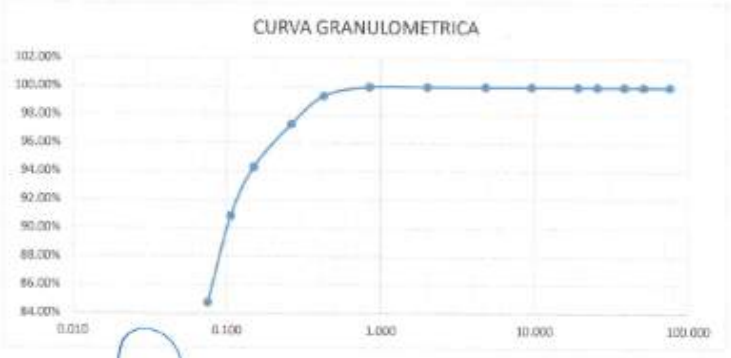
DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°20	0.840	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°40	0.425	3.26	0.65%	0.65%	99.35%
N°80	0.260	10.02	2.00%	2.66%	97.34%
N°100	0.149	15.18	3.04%	5.69%	94.31%
N°140	0.106	17.20	3.44%	9.13%	90.87%
N°200	0.075	30.50	6.10%	15.23%	84.77%
Fondo		423.84	84.77%	100.00%	0.00%

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
PESTO TOTAL	=	500
LIMITE LIQUIDO	=	33.13%
LIMITE PLASTICO	=	22.06%
INDICE PLASTICO	=	11.07%
CLASF. AASHTO	=	A-6 (1)
CLASF. SUCS	=	CL
Arcilla Magra Arenosa		
CONT. DE HUMEDA =		26.0%

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

Granulometría de la Ceniza y las Diferentes Combinaciones

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: Ceniza al 100 %	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: 100% Ceniza
PROF. (m)	

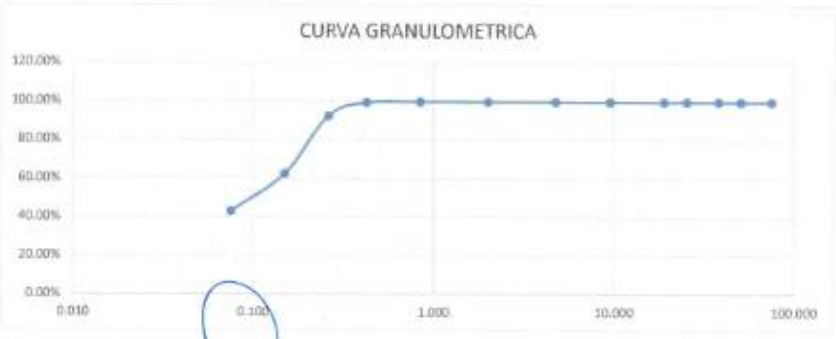
DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°20	0.840	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°40	0.425	1.27	0.42%	0.42%	99.58%
N°60	0.260	21.16	7.05%	7.48%	92.52%
N°100	0.149	89.92	29.97%	37.45%	62.55%
N°200	0.075	58.36	19.45%	56.90%	43.10%
Fondo		129.29	43.10%	100.00%	0.00%

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
PESTO TOTAL	=	300 gr	
LIMITE LIQUIDO	=		
LIMITE PLASTICO	=	NO PLASTIC	
INDICE PLASTICO	=		
CLASF. AASHTO	=		
CLASF. SUCS	=		

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. Gonzales Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: 75% de Suelo + 25% Ceniza	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

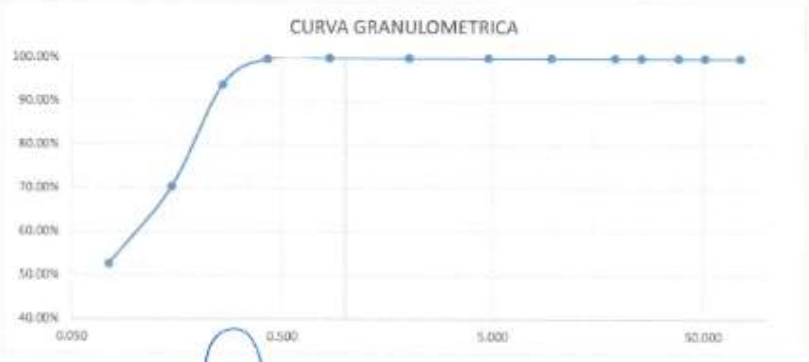
CALICATA	: 01
MUESTRA	: 75% de Suelo + 25% Ceniza
PROF. (m)	0.79 -150

DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	PESTO TOTAL	=	300
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	LIMITE LIQUIDO	=	
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	LIMITE PLASTICO	=	NO PLASTIC
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	INDICE PLASTICO	=	
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		=	
Nº4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		=	
Nº10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
Nº20	0.840	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
Nº40	0.425	0.86	0.29%	0.29%	99.71%			
Nº60	0.260	17.75	5.92%	6.20%	93.80%			
Nº100	0.149	70.24	23.41%	29.62%	70.38%			
Nº200	0.075	53.19	17.73%	47.35%	52.65%			
Fondo		157.96	52.65%	100.00%	0.00%			

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: 50% de Suelo + 50% Ceniza	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: 50% de Suelo + 50% Ceniza
PROF. (m)	0.79 -150

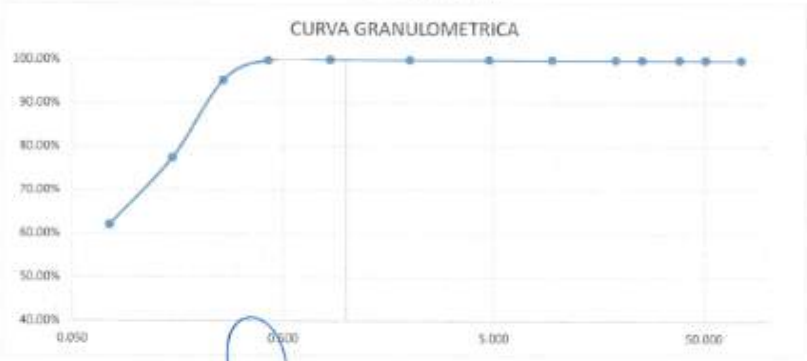
DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº20	0.840	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº40	0.425	0.46	0.15%	0.15%	99.85%
Nº60	0.260	13.82	4.61%	4.76%	95.24%
Nº100	0.149	53.40	17.80%	22.56%	77.44%
Nº200	0.075	46.10	15.37%	37.93%	62.07%
Fondo		186.22	62.07%	100.00%	0.00%

PESTO TOTAL	=	300	
LIMITE LIQUIDO	=	37.87%	
LIMITE PLASTICO	=	33.63%	
INDICE PLASTICO	=	4.24%	
	=		
	=		

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128, NTP 339.134, NTP 339.135, MTC E 107)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en el Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3	**RESP. LAB**	: F.G
MATERIAL	: 25% de Suelo + 75% Ceniza	**FECHA**	:

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01
MUESTRA	: 25% de Suelo + 75% Ceniza
PROF. (m)	0.79 -1.50

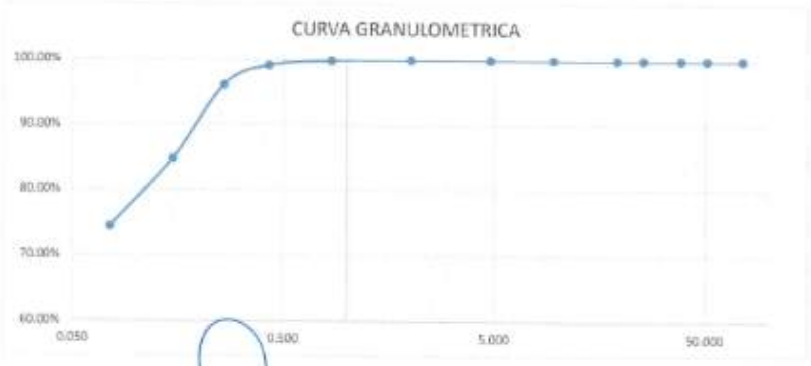
DATOS DE ENSAYO

TAMIZ	ABERT. Mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC	% Q PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1.5"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N°20	0.840	0.32	0.11%	0.11%	99.89%
N°40	0.425	2.17	0.72%	0.83%	99.17%
N°60	0.260	9.02	3.01%	3.84%	96.16%
N°100	0.149	34.01	11.34%	15.17%	84.83%
N°200	0.075	31.14	10.38%	25.55%	74.45%
Fondo		223.34	74.45%	100.00%	0.00%

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
PESTO TOTAL	=	300
LIMITE LIQUIDO	=	37.39%
LIMITE PLASTICO	=	33.15%
INDICE PLASTICO	=	4.24%

Descripcion suelo:

CURVA GRANULOMETRICA



Dr. David A. González Marrique de Lira
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

ANEXO 5: Perfil Estratigráfico

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vias afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"	CALICATA:	C-1
LOCALIZACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali	PROFUNDIDAD:	1.50 m
SOLICITADO POR	: : Borbor Pezo, Raul-Ladera Espejo Irvin	COTA TERRENO NATURAL:	156.07 msnm
REGISTRADO POR	: F.G	COTA DE NIVEL FREÁTICO:	-
REVISADO POR	:	COORDENADAS	N: 9071703.00 msnm
FECHA	: 06-01-2022	UTM WGS 84 ZONA 18S:	E: 543426.00 msnm

PROF. (m)	ESTRATO	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN VISUAL SUCS	SIMBOLO	ESPESOR (m)	H (%)	LÍMITES DE CONSISTENCIA L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	OBSERVACIÓN
0.00											
-0.14		M-1	Material de enripiado con presencia de rocas mayores a 4 " color de marrón	GP		0.14	8.1	23.03	19.16	3.87	
-0.79		M-2	Limo color grisaceo arcilloso con ligera plasticidad.	ML		0.65	11.1	18.16	16.71	1.45	
-1.50		M-3	Arcilla con arena, de color Marrón rojizo con manchas blancas y grises, en estado de Humedad Media, de Media plasticidad y grado de Compacidad Suelta media, conformado por particulas Redondeadas de forma Gruesa, Sin presencia de material orgánico, y no presenta grava ni bolonería	CL		0.71	23.8	37.17	22.11	15.06	

Dr. David A. González Monrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULDAD DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
		CALICATA:	C-2
LOCALIZACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali	PROFUNDIDAD:	1.50 m
SOLICITADO POR	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	COTA TERRENO NATURAL:	155.47 msnm
REGISTRADO POR	: F.G	COTA DE NIVEL FREÁTICO:	-
REVISADO POR	: ING.	COORDENADAS	N: 9071927.00 msnm
FECHA	: 06-01-2022	UTM WGS 84 ZONA 18S:	E: 543361.00 msnm

PROF. (m)	ESTRATO	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN VISUAL		ESPESOR (m)	H (%)	LÍMITES DE CONSISTENCIA			OBSERVACIÓN
				SUCS	SIMBOLO			L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	
0.00											
-0.15		M-4	Material de enripiado con presencia de arenas limosas y rocas mayores a 4 " color de marrón	GM		0.15	5.5	23.03	19.16	3.87	
-0.74		M-5	Arcilla con arena, de color Marrón gris oscuro, en estado de Humedad Media, de Media plasticidad y grado de Compacidad Suelta media, conformado por partículas Redondeadas de forma Gruesa, Sin presencia de material orgánico, y no presenta grava ni bolonería	CL		0.59	26.2	18.16	16.71	1.45	
-1.50		M-6	Arcilla con arena, de color Marrón rojizo con manchas blancas y grises, en estado de Humedad Media, de Media plasticidad y grado de Compacidad Suelta media, conformado por partículas Redondeadas de forma Gruesa, Sin presencia de material orgánico, y no presenta grava ni bolonería	CL		0.76	26.0	33.13	22.06	11.07	

Dr. David A. González Monrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

ANEXO 6: Ensayo de Limites de Consistencia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vias afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Afirmado	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-01
PROF. (m)	: 0.00 - 0.14

DATOS DEL ENSAYO						
Límite Líquido						
N° de Tarro		:	42	40	41	
Peso del Tarro		:	81.81	76.62	79.16	
Tarro + Suelo Húmedo		:	88.75	90.61	93.59	
Tarro + Suelo Seco		:	87.47	88.01	90.83	
Peso del Agua		:	1.28	2.6	2.76	
Peso del Suelo Seco		:	5.66	11.39	11.67	
% de Humedad		:	22.61%	22.83%	23.65%	
N°de Golpes		:	33	24	19	
Límite Plástico						
N° de Tarro		:	22	23		
Peso del Tarro		:	6.19	6.41		
Tarro + Suelo Húmedo		:	11.3	10.41		
Tarro + Suelo Seco		:	10.5	9.75		
Peso del Agua		:	0.8	0.66		
Peso del Suelo Seco		:	4.31	3.34		
% de Humedad		:	18.56%	19.76%		
LL:	**23.03%**	**LP:**	**19.16%**	**IP:**	**3.87%**	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG

(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Relleno	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-02
PROF. (m)	: 0.14 - 0.79

DATOS DEL ENSAYO						
Límite Líquido						
N° de Tarro		:	49	50	51	
Peso del Tarro		:	87.93	76.62	75.41	
Tarro + Suelo Húmedo		:	104.15	91.29	88.85	
Tarro + Suelo Seco		:	101.69	88.99	86.76	
Peso del Agua		:	2.46	2.3	2.09	
Peso del Suelo Seco		:	13.76	12.37	11.35	
% de Humedad		:	17.88%	18.59%	18.41%	
N°de Golpes		:	27	15	22	
Límite Plástico						
N° de Tarro		:	52	53		
Peso del Tarro		:	79.16	81.81		
Tarro + Suelo Húmedo		:	85.55	87.31		
Tarro + Suelo Seco		:	84.65	86.51		
Peso del Agua		:	0.9	0.8		
Peso del Suelo Seco		:	5.49	4.7		
% de Humedad		:	16.39%	17.02%		
LL:	**18.16%**	**LP:**	**16.71%**	**IP:**	**1.45%**	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Arcilla	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-03
PROF. (m)	: 0.79 - 1.50

DATOS DEL ENSAYO						
Limite Líquido						
N° de Tarro		:	46	47	48	
Peso del Tarro		:	79.16	81.81	76.62	
Tarro + Suelo Húmedo		:	92.62	93.68	86.47	
Tarro + Suelo Seco		:	89.1	90.48	83.75	
Peso del Agua		:	3.52	3.2	2.72	
Peso del Suelo Seco		:	9.94	8.67	7.13	
% de Humedad		:	35.41%	36.91%	38.15%	
N°de Golpes		:	35	29	19	
Limite Plástico						
N° de Tarro		:	43	44		
Peso del Tarro		:	87.93	75.41		
Tarro + Suelo Húmedo		:	93.07	84.34		
Tarro + Suelo Seco		:	92.17	82.67		
Peso del Agua		:	0.9	1.67		
Peso del Suelo Seco		:	4.24	7.26		
% de Humedad		:	21.23%	23.00%		
LL:	**37.17%**	**LP:**	**22.11%**	**IP:**	**15.06%**	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Afirmado	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-04
PROF. (m)	: 0.00 - 0.15

DATOS DEL ENSAYO						
Límite Líquido						
N° de Tarro		:	54	55	56	
Peso del Tarro		:	78.21	76.18	71.6	
Tarro + Suelo Húmedo		:	90.20	87.69	84.34	
Tarro + Suelo Seco		:	88.57	86.04	82.5	
Peso del Agua		:	1.63	1.65	1.84	
Peso del Suelo Seco		:	10.36	9.86	10.9	
% de Humedad		:	15.73%	16.73%	16.88%	
N°de Golpes		:	35	28	19	
Límite Plástico						
N° de Tarro		:	57	58		
Peso del Tarro		:	76.17	75.37		
Tarro + Suelo Húmedo		:	82.6	82.72		
Tarro + Suelo Seco		:	81.72	81.76		
Peso del Agua		:	0.88	0.96		
Peso del Suelo Seco		:	5.55	6.39		
% de Humedad		:	15.86%	15.02%		
LL:	**16.59%**	**LP:**	**15.44%**	**IP:**	**1.15%**	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Relleno	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raul-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-05
PROF. (m)	: 0.15 - 0.74

DATOS DEL ENSAYO						
Límite Líquido						
N° de Tarro		:	60	61	62	
Peso del Tarro		:	75.37	76.18	76.19	
Tarro + Suelo Húmedo		:	81.64	85.09	84.01	
Tarro + Suelo Seco		:	79.7	82	81.4	
Peso del Agua		:	1.94	3.09	2.61	
Peso del Suelo Seco		:	4.33	5.82	5.21	
% de Humedad		:	44.80%	53.09%	50.10%	
N°de Golpes		:	30	18	24	
Límite Plástico						
N° de Tarro		:	63	64		
Peso del Tarro		:	78.22	81.82		
Tarro + Suelo Húmedo		:	84.09	88.2		
Tarro + Suelo Seco		:	82.9	86.9		
Peso del Agua		:	1.19	1.3		
Peso del Suelo Seco		:	4.68	5.08		
% de Humedad		:	25.43%	25.59%		
LL:	**48.19%**	**LP:**	**25.51%**	**IP:**	**22.68%**	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.127, MTC E 108)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Arcilla	RESP. LAB.	:
COORDENADAS	:	TEC. LAB.	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Laderá Espejo Irvin	FECHA	: 21/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-06
PROF. (m)	: 0.74 - 1.50

DATOS DEL ENSAYO						
Límite Líquido						
N° de Tarro		:	69	70	71	
Peso del Tarro		:	76.78	75.98	74.22	
Tarro + Suelo Húmedo		:	84.05	83.91	81.8	
Tarro + Suelo Seco		:	82.28	82	79.86	
Peso del Agua		:	1.77	1.91	1.94	
Peso del Suelo Seco		:	5.5	6.02	5.64	
% de Humedad		:	32.18%	31.73%	34.40%	
N°de Golpes		:	28	33	20	
Límite Plástico						
N° de Tarro		:	7	68		
Peso del Tarro		:	78.55	75.22		
Tarro + Suelo Húmedo		:	85.96	80.8		
Tarro + Suelo Seco		:	84.61	79.8		
Peso del Agua		:	1.35	1		
Peso del Suelo Seco		:	6.06	4.58		
% de Humedad		:	22.28%	21.83%		
LL:	33.13%	LP:	22.06%	IP:	11.07%	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.129, MTC E 110)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: 75% de suelos + 25% Ceniza	RESP. LAB.	:
COORDENADAS	:	TEC. LAB.	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irving	FECHA	: 21/03/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	
PROF. (m)	: 1.5

DATOS DEL ENSAYO						
Límite Líquido						
N° de Tarro		:	200	201	202	
Peso del Tarro		:	77.08	76.61	75.15	
Tarro + Suelo Húmedo		:	85.22	83.59	82.16	
Tarro + Suelo Seco		:	82.97	81.7	80.27	
Peso del Agua		:	2.25	1.89	1.89	
Peso del Suelo Seco		:	5.89	5.09	5.12	
% de Humedad		:	38.20%	37.13%	36.91%	
N°de Golpes		:	20	25	35	
Límite Plástico						
N° de Tarro		:	203	204		
Peso del Tarro		:	76.46	77.21		
Tarro + Suelo Húmedo		:	82.51	83.29		
Tarro + Suelo Seco		:	81	81.78		
Peso del Agua		:	1.51	1.51		
Peso del Suelo Seco		:	4.54	4.57		
% de Humedad		:	33.26%	33.04%		
LL:	37.39%	LP:	33.15%	IP:	4.24%	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

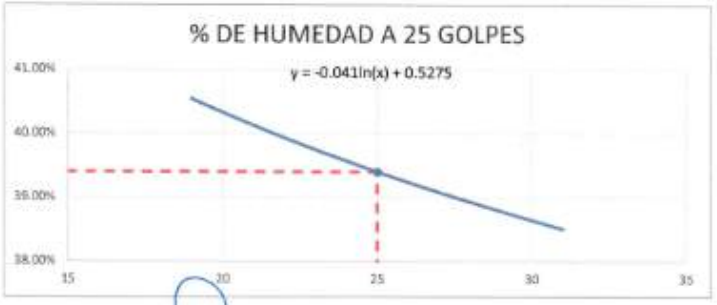
UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.129, MTC E 110)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vias afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: 50% de Suelo + 50% Ceniza	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/03/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: 50% de Suelo + 50% Ceniza
PROF. (m)	: 1.5

DATOS DEL ENSAYO						
Límite Líquido						
N° de Tarro		:	300	30	302	
Peso del Tarro		:	75.71	76.34	81.8	
Tarro + Suelo Húmedo		:	83.22	84.23	89.05	
Tarro + Suelo Seco		:	81.06	81.98	87.04	
Peso del Agua		:	2.16	2.25	2.01	
Peso del Suelo Seco		:	5.35	5.64	5.24	
% de Humedad		:	40.37%	39.89%	38.36%	
N°de Golpes		:	19	24	31	
Límite Plástico						
N° de Tarro		:	303	304		
Peso del Tarro		:	74.43	72.49		
Tarro + Suelo Húmedo		:	80.18	80.15		
Tarro + Suelo Seco		:	78.68	78.15		
Peso del Agua		:	1.5	2		
Peso del Suelo Seco		:	4.25	5.66		
% de Humedad		:	35.29%	35.34%		
LL:	**39.55%**	**LP:**	**35.31%**	**IP:**	**4.24%**	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

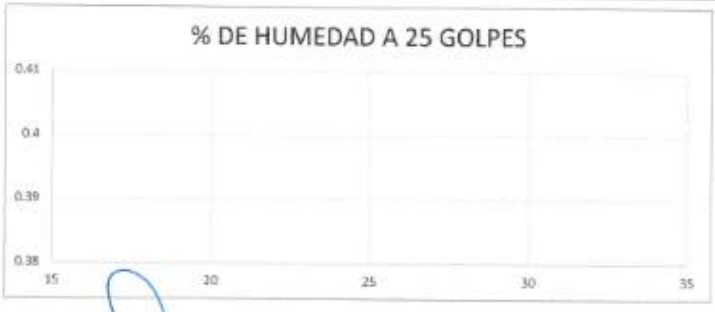
UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.129, MTC E 110)

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: 25% de Suelo + 75% Ceniza	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irvin	**FECHA**	: 21/03/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: 25% de Suelo + 75% Ceniza
PROF. (m)	: 1.5

DATOS DEL ENSAYO					
Limite Líquido					
N° de Tarro	:	NO PLASTICO			
Peso del Tarro	:				
Tarro + Suelo Húmedo	:				
Tarro + Suelo Seco	:				
Peso del Agua	:				
Peso del Suelo Seco	:				
% de Humedad	:				
N°de Golpes	:				
Límite Plástico					
N° de Tarro	:				
Peso del Tarro	:				
Tarro + Suelo Húmedo	:				
Tarro + Suelo Seco	:				
Peso del Agua	:				
Peso del Suelo Seco	:				
% de Humedad	:				
LL:		**LP:**		**IP:**	



Dr. David A. González Manrique de Lara
RESPONSABLE

Flor María Guerrero Facundo
TÉCNICO LABORATORISTA

ANEXO 7: Ensayos de Proctor Modificado y CBR

Proctor y CBR a Suelo Patrón

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 99-2880 - Cel. 954951661 – 961705792 – RPM # 954951661 - RUC N° 20559270668
Correo Electronico hansjalad2@hotmail.com – geoservguc@hotmail.com

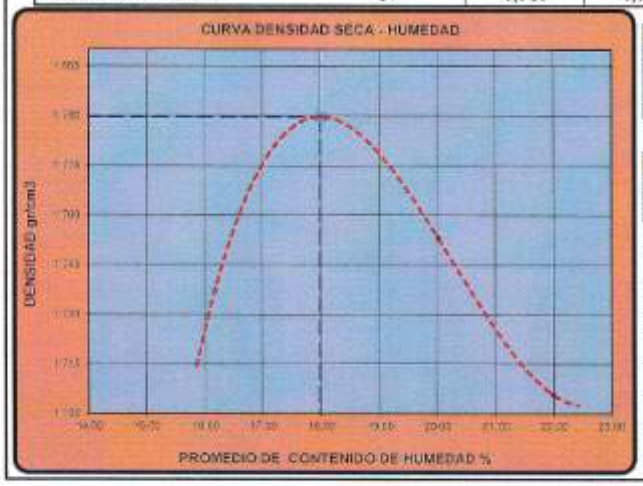
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaque
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA :	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 -TERRENO NATURAL O SUBRASANTE - UNICA		

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	7600	7805	7785	7735
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	4360	4565	4545	4495
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	2,019	2,113	2,104	2,081
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	17	19	4
7. Peso del suelo húmedo + capsula	gr	125,4	123,8	123,0	126,6
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	110,8	108,6	106,0	109,0
9. Peso del agua	gr	14,6	15,2	17,0	17,6
10. Peso de la capsula	gr	20,6	24,6	21,1	29,0
11. Peso del suelo seco	gr	90,2	84,0	84,9	80,0
12. Contenido de humedad	%	16,19	18,10	20,02	22,00
13. Promedio de cont. de humedad	%	16,19	18,10	20,02	22,00
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	1,737	1,790	1,753	1,706



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4,< 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	17,99%
Densidad Maxima	1,790

Observaciones:

Material limo arcilloso de baja plasticidad de color rojizo

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

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2886 - Cel. 954953881 – 961703752 – RPM # 954953881 - RUC N° 20393270648
Correo Electronico hernaplata2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva L
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 -TERRENO NATURAL O SUBRASANTE - UNICA		

DATOS DEL PROCTOR

MÁXIMA DENSIDAD SECA	:	1,790
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	17.99 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8450		12856		12325	
Peso de molde	(gr)	3985		8605		8265	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4465		4251		4060	
Volumen del molde	(cm3)	2113		2119		2136	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2,113		2.006		1.901	
Humedad	(%)	17.95		17.97		17.96	
Densidad seca	(gr/cm3)	1,791		1,709		1.612	
Tarro N°		18		20		22	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	201.35		209.50		216.45	
Tarro + Suelo seco	(gr)	176.00		182.41		188.96	
Peso del Agua	(gr)	25.35		26.10		27.49	
Peso del tarro	(gr)	34.80		36.90		35.90	
Peso del suelo seco	(gr)	141.20		145.51		153.06	
Humedad	(%)	17.95		17.97		17.96	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	1.20	0.030	0.028	1.32	0.034	0.029	1.41	0.035	0.031
23/03/2022	13:00:00	48	1.31	0.033	0.029	1.41	0.036	0.031	1.51	0.041	0.035
24/03/2022	13:00:00	72	1.42	0.036	0.031	1.59	0.040	0.035	1.78	0.045	0.039
25/03/2022	13:00:00	96	1.47	0.037	0.032	1.66	0.042	0.036	1.81	0.046	0.040

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND	MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		8.0	1			6.0	0			4.0	0		
0.050		9.0	1			7.5	0			6.5	0		
0.075		10.1	1			8.5	1			6.8	0		
0.100	70.3	13.1	2	1.0	2.3	10.0	1	1.02	1.4	8.0	1	0.59	0.8
0.150		16.0	2			11.2	1			8.8	1		
0.200	105.5	17.2	3	2.9	2.8	13.0	2	2.00	1.9	11.0	1	1.38	1.3
0.250		20.3	3			15.4	3			12.3	2		
0.300		23.5	4			18.2	3			14.9	2		
0.375		27.1	5			23.5	4			19.5	3		
0.400		29.3	5			22.3	4			18.3	3		

GEOSERV E.I.R.L

Jorge Alarcon Vasquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705782 – RPM # 954953681 - RUC N° 20395270998
Correo Electrónico: franojas83@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

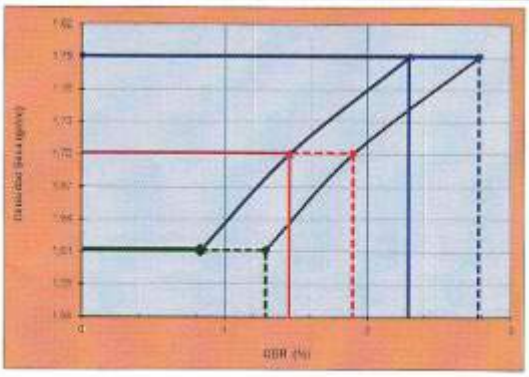
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 -TERRENO NATURAL O SUBRASANTE - UNICA		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

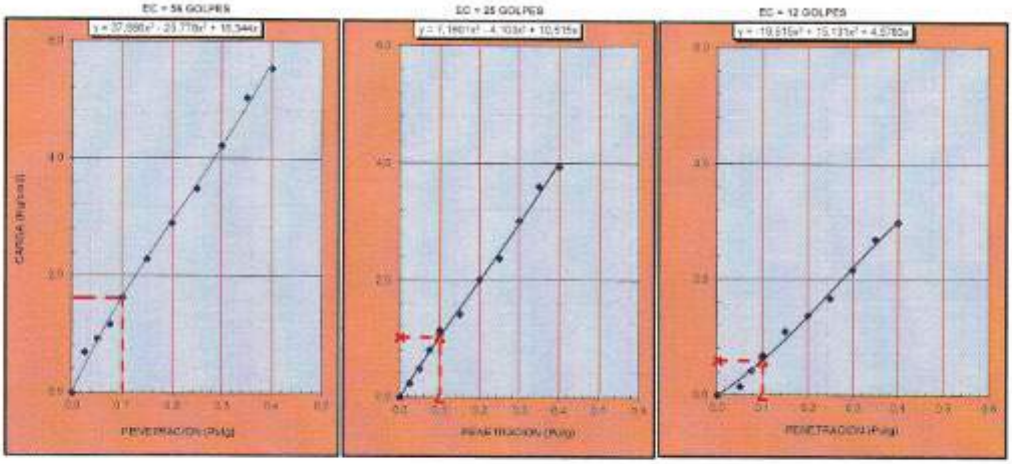


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	2,3	0.2"	2,8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	1,4	0.2"	1,9
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	0,8	0.2"	1,3

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,790	gr/cc
Optimo Humedad	17,99	%

OBSERVACIONES:

Material limo arcilloso de baja plasticidad de color rojizo



GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcón Vásquez

Proctor y CBR de 75% Suelo + 25% Ceniza – Primera Repetición

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2580 - Cel. 954053681 – 961705732 – RPM # 954053681 - RUC N° 20393270060
Correo Electrónico hamojalot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.

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

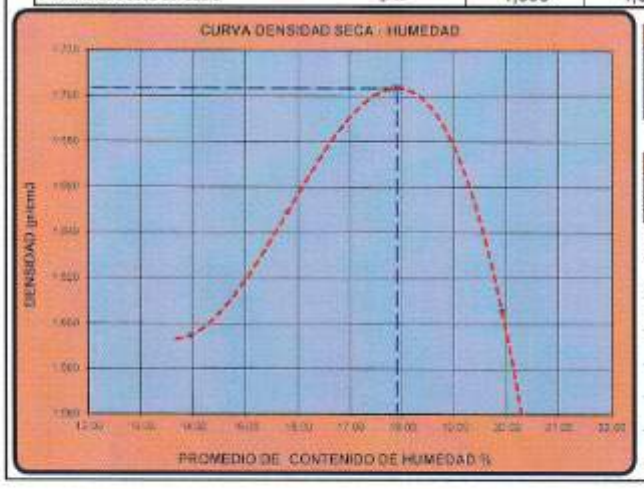
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 25% M-1 A

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	7185	7365	7578	7399
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3925	4125	4338	4159
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,817	1,910	2,008	1,925
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula Nº		17	19	4	8
7. Peso del suelo húmedo + capsula	gr	202,8	208,9	220,0	205,7
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	180,6	182,8	189,5	175,4
9. Peso del agua	gr	22,2	26,1	30,5	30,3
10. Peso de la capsula	gr	21,8	17,7	19,1	24,3
11. Peso del suelo seco	gr	158,8	165,1	170,4	152,1
12. Contenido de humedad	%	13,96	15,81	17,90	19,92
13. Promedio de cont. de humedad	%	13,96	15,81	17,90	19,92
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**1,595**	**1,649**	**1,703**	**1,606**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:

Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4 < 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	17,90%
Densidad Maxima	1,703

Observaciones:

Material limo arcilloso de mediana plasticidad de color grisaceo

GEOSERV E.I.R.L
Boris Silva Ipanaque

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954959681 – 961705732 – RPM # 954959681 - RUC N° 20393270958
Correo Electrónico hernyalex0@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaque
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 25% M-1 A		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.703
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	17,90 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8093		8006		8681	
Peso de molde	(gr)	4815		4908		4820	
Peso del suelo humedo	(gr)	4278		4098		3861	
Volumen del molde	(cm3)	2132		2108		2139	
Densidad humeda	(gr/cm3)	2.007		1.908		1.805	
Humedad	(%)	17,89		17,99		18,06	
Densidad seca	**(gr/cm3)**	**1.702**		**1.617**		**1.531**	
Tarro N°		4		22		20	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	210,76		219,42		226,51	
Tarro + Suelo seco	(gr)	182,06		189,13		178,92	
Peso del Agua	(gr)	28,72		29,30		27,59	
Peso del tarro	(gr)	21,55		26,29		26,15	
Peso del suelo seco	(gr)	160,51		162,83		152,77	
Humedad	**(%)**	**17,89**		**17,99**		**18,06**	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.75	0.035	0.026	0.30	0.008	0.007	0.40	0.010	0.009
23/03/2022	13:00:00	48	0.96	0.014	0.012	0.68	0.017	0.015	0.76	0.019	0.017
24/03/2022	13:00:00	72	0.86	0.022	0.019	1.00	0.025	0.022	1.08	0.027	0.024
25/03/2022	13:00:00	96	0.98	0.025	0.021	1.10	0.028	0.024	1.21	0.031	0.026

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA STAND. (kg/cm2)	MOLDE N° 2 CARGA (Div.Dial)	MOLDE N° 2 CARGA (kg/cm2)	MOLDE N° 2 CORRECCION (kg/cm2)	MOLDE N° 2 CORRECCION (%)	MOLDE N° 3 CARGA (Div.Dial)	MOLDE N° 3 CARGA (kg/cm2)	MOLDE N° 3 CORRECCION (kg/cm2)	MOLDE N° 3 CORRECCION (%)	MOLDE N° 4 CARGA (Div.Dial)	MOLDE N° 4 CARGA (kg/cm2)	MOLDE N° 4 CORRECCION (kg/cm2)	MOLDE N° 4 CORRECCION (%)
0.000		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0.025		11,0	1			9,7	1			7,0	0		
0.050		14,1	2			10,8	1			9,0	1		
0.075		17,1	3			14,0	2			11,8	1		
0.100	70,3	20,2	3	3,1	5,1	17,0	3	2,71	3,8	13,5	2	1,56	2,6
0.150		25,0	5			21,7	4			18,8	3		
0.200	105,5	31,0	6	6,1	5,8	24,5	4	4,99	4,4	22,0	4	3,82	3,6
0.250		36,0	7			29,2	5			25,8	5		
0.300		40,0	8			32,2	6			27,9	5		
0.350		43,2	9			34,2	7			29,8	6		
0.400		46,0	9			37,0	7			32,5	6		

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

Jorge Alarcón Vásquez

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2860 - Cel. 954953881 – 961705732 – RPM # 954953881 - RUC N° 20390270668
Correo Electrónico hernojalott2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

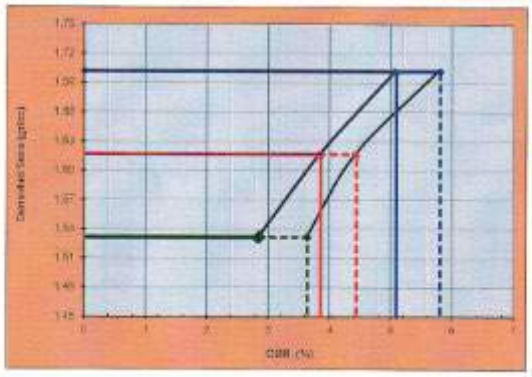
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERU 2022	HECHO POR :	Tec. Lab. Sonia M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA :	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 25% M-1 A		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

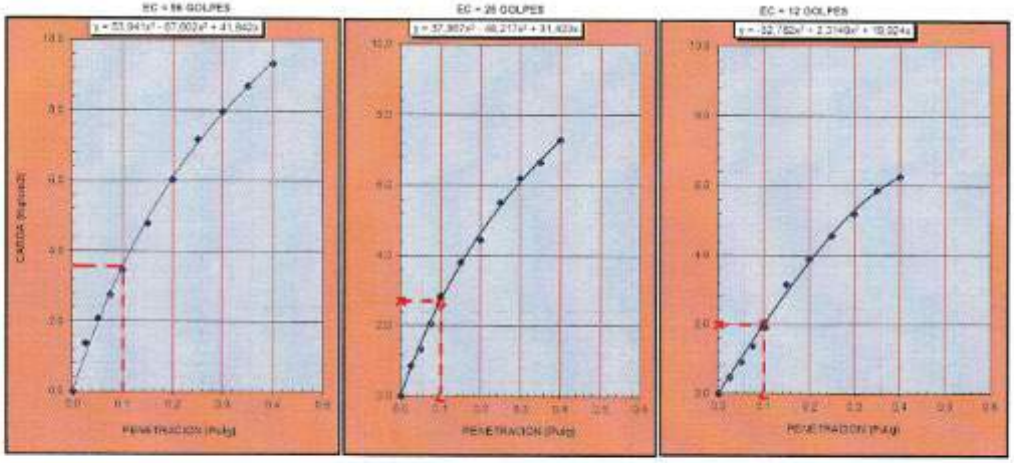


[illegible]	0.1"	5,1	0.2"	5,8
[illegible]	0.1"	3,9	0.2"	4,4
[illegible]	0.1"	2,8	0.2"	3,6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,703	g/cc
Optimo Humedad	17,90	%

OBSERVACIONES:

Material limo arcilloso de baja plasticidad de color grisaceo



GEOSERV E.I.R.L.

Sonia M. Silva Ipanaque

Jorge Alarcón Vasquez

Proctor y CBR de 75% Suelo + 25% Ceniza – Segunda Repetición

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705712 – RPM # 954953681 - RUC N° 20395270668
Correo Electrónico borisjaz82@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022

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

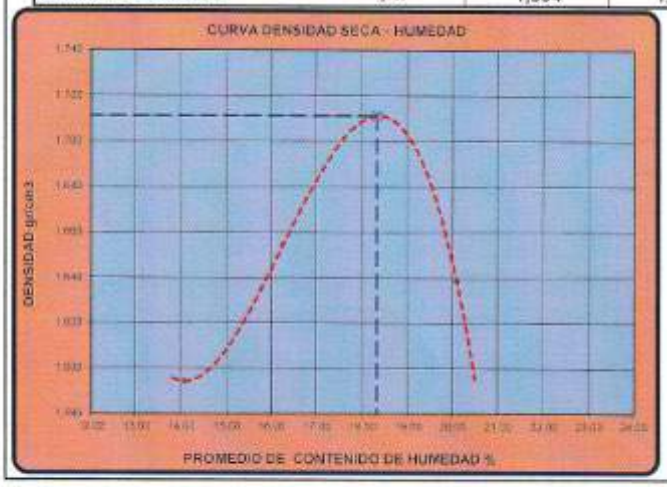
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 25% M- 1 B

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	7168	7395	7610	7490
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3928	4155	4370	4250
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,819	1,924	2,023	1,968
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		17	19	4	8
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	201,0	209,4	207,1	197,1
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	178,9	182,6	178,1	168,2
9. Peso del agua	gr	22,1	26,8	29,0	28,9
10. Peso de la capsula	gr	21,8	17,7	19,1	24,3
11. Peso del suelo seco	gr	157,1	164,9	159,0	143,9
12. Contenido de humedad	%	14,07	16,25	18,24	20,08
13. Promedio de cont. de humedad	%	14,07	16,25	18,24	20,08
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**1,594**	**1,655**	**1,711**	**1,639**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4 < 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	18,32%
Densidad Maxima	1,711

Observaciones:

Material limo arcilloso de mediana plasticidad de color grisaceo

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

Jorge Alarcón Vasquez

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953881 – 961705732 – RPM # 954953881 - RUC N° 20563170668
Correo Electrónico ironjaime82@hotmail.com – geoservicio@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaque
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 25% M- 1 B		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1,711
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	18,22 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	9124		8941		8711	
Peso de molde	(gr)	4815		4900		4820	
Peso del suelo húmedo	(gr)	4309		4041		3891	
Volumen del molde	(cm3)	2132		2100		2106	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2,021		1,924		1,822	
Humedad	(%)	18,37		18,43		18,48	
Densidad seca	(gr/cm3)	1,707		1,625		1,538	
Tarro N°		4		22		20	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	219,60		223,55		216,46	
Tarro + Suelo seco	(gr)	185,48		192,85		186,77	
Peso del Agua	(gr)	30,12		30,70		29,69	
Peso del tarro	(gr)	21,55		28,29		26,15	
Peso del suelo seco	(gr)	163,93		186,57		160,62	
Humedad	(%)	18,37		18,43		18,48	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
22/03/2022	13:00:00	24	0,28	0,007	0,006	0,39	0,009	0,007	0,43	0,011	0,009
23/03/2022	13:00:00	48	0,59	0,015	0,013	0,69	0,018	0,015	0,80	0,020	0,018
24/03/2022	13:00:00	72	0,89	0,023	0,019	1,08	0,027	0,024	1,11	0,028	0,024
25/03/2022	13:00:00	96	1,01	0,026	0,022	1,13	0,029	0,025	1,17	0,030	0,026

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 2 CARGA		MOLDE N° 2 CORRECCION		MOLDE N° 3 CARGA		MOLDE N° 3 CORRECCION		MOLDE N° 4 CARGA		MOLDE N° 4 CORRECCION	
mm	kg/cm2	Div.cm	kg/cm2	kg/cm2	%	Div.cm	kg/cm2	kg/cm2	%	Div.cm	kg/cm2	kg/cm2	%
0,000		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,005		12,8	2			10,7	1			8,0	1		
0,050		15,1	2			11,9	2			10,1	1		
0,075		16,1	3			14,0	2			12,2	2		
0,100	70,3	21,2	4	3,8	5,4	16,7	3	2,95	4,2	14,1	2	2,27	3,2
0,150		27,9	5			22,7	4			19,3	3		
0,200	105,5	32,5	6	6,4	6,0	25,1	5	4,64	4,7	23,1	4	4,10	3,9
0,250		37,3	7			30,2	6			28,2	5		
0,300		41,1	8			33,3	6			28,9	5		
0,350		44,3	9			35,9	7			31,8	6		
0,400		47,1	10			38,0	8			33,8	7		

GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 726 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954853681 – 961705732 – RPM # 954853681 - RUC N° 20393270668
Correo Electronico: hensjalex2@hotmail.com – geoservpu@hotmail.com

UCAYALI

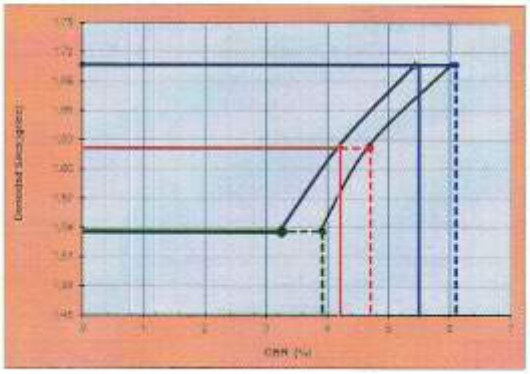
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Bons M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 25% M- 1 B		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

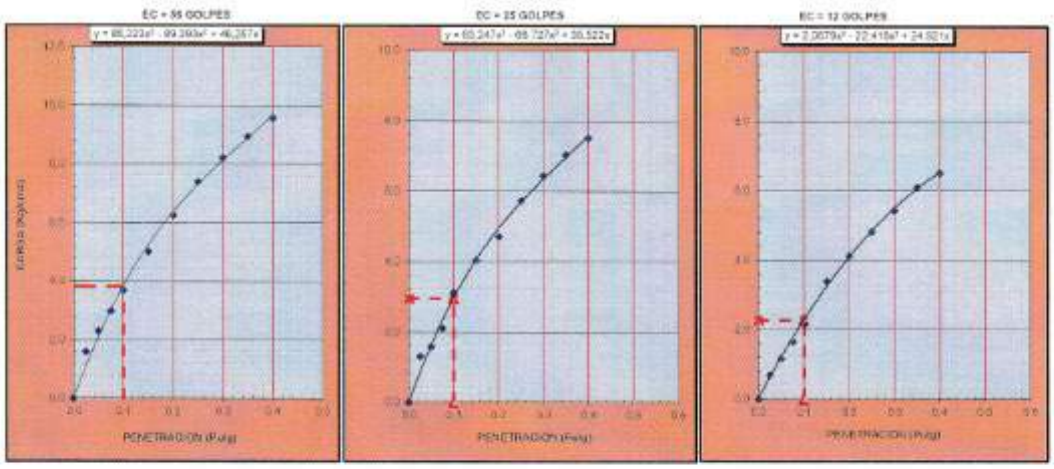


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	5.5	0.2"	6.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	4.2	0.2"	4.7
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	3.3	0.2"	3.9

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.711	gr/cc
Optimo Humedad	18.32	%

OBSERVACIONES:

Material limo arcilloso de baja plasticidad de color grisaceo



GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcon Vasquez
Ingeniero Civil

Proctor y CBR de 75% Suelo + 25% Ceniza – Tercera Repetición

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

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACION DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRON GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA. PERÚ 2022

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

ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAÚL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 25% M- 1 C

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	7175	7350	7650	7485
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3935	4110	4410	4245
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,822	1,903	2,042	1,965
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula Nº		42	52	45	55
7. Peso del suelo humedo + capsula	gr	201,5	209,2	207,6	198,1
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	179,1	182,4	178,6	168,5
9. Peso del agua	gr	22,4	26,80	29,0	29,6
10. Peso de la capsula	gr	22,2	19,30	21,2	24,3
11. Peso del suelo seco	gr	156,9	163,1	157,4	144,2
12. Contenido de humedad	%	14,28	16,43	18,42	20,52
13. Promedio de cont. de humedad	%	14,07	16,25	18,24	20,08
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	1,59	1,63	1,72	1,63



DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:

Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4 < 3/4"	0,03

RESULTADOS

Humedad optima	18,80%
Densidad Maxima	1,728

Observaciones:

Material limo arcilloso de mediana plasticidad de color grisaceo

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

Jorge Alarcon Vasquez

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

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaque ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vásquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA : 23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 25% M. I C	

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.728
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	18.80 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo humedo	(gr)	9130		8990		8720	
Peso de molde	(gr)	4820		4828		4828	
Peso del suelo humedo	(gr)	4310		4042		3892	
Volumen del molde	(cm3)	2132		2100		2136	
Densidad humeda	(gr/cm3)	2,022		1,925		1,822	
Humedad	(%)	18,25		16,71		16,88	
Densidad seca	**(gr/cm3)**	**1,710**		**1,649**		**1,559**	
Tarro N°		6		22		20	
Tarro + Suelo humedo	(gr)	218,1		224,23		217,1	
Tarro + Suelo seco	(gr)	189,1		193,05		187,22	
Peso del Agua	(gr)	30,00		31,20		30,03	
Peso del tarro	(gr)	21,55		26,29		26,15	
Peso del suelo seco	(gr)	164,55		166,76		160,90	
Humedad	**(%)**	**18,23**		**18,71**		**18,68**	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
22/03/2022	13:00:00	24	0,28	0,007	0,006	0,34	0,008	0,007	0,44	0,011	0,009
23/03/2022	13:00:00	48	0,60	0,015	0,013	0,70	0,018	0,015	0,81	0,020	0,018
24/03/2022	13:00:00	72	0,80	0,020	0,018	1,09	0,027	0,024	1,15	0,029	0,024
25/03/2022	13:00:00	96	1,02	0,026	0,022	1,14	0,029	0,025	1,19	0,030	0,026

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 2 CARGA lbs/pulg	MOLDE N° 2 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 2 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 2 CORRECCION %	MOLDE N° 3 CARGA lbs/pulg	MOLDE N° 3 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 3 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 3 CORRECCION %	MOLDE N° 4 CARGA lbs/pulg	MOLDE N° 4 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 4 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 4 CORRECCION %
0,000		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025		10,1	2			10,3	1			9,8	1		
0,050		15,2	2			12,0	2			10,1	1		
0,075		18,2	3			16,3	2			12,2	2		
0,100	70,3	24,5	4	3,5	5,0	18,9	3	2,65	4,3	14,8	2	2,27	3,4
0,150		27,1	5			22,8	4			19,9	3		
0,200	105,5	32,8	6	5,4	5,2	25,9	5	4,94	4,8	23,1	4	4,10	4,0
0,250		37,5	7			30,3	5			28,2	5		
0,300		41,2	8			33,4	6			26,5	5		
0,350		44,3	9			35,9	7			31,8	6		
0,400		47,1	10			38,3	8			33,6	7		

Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 723 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270068
Correo Electrónico: franjalcid2@hotmail.com – geoservpcll@hotmail.com

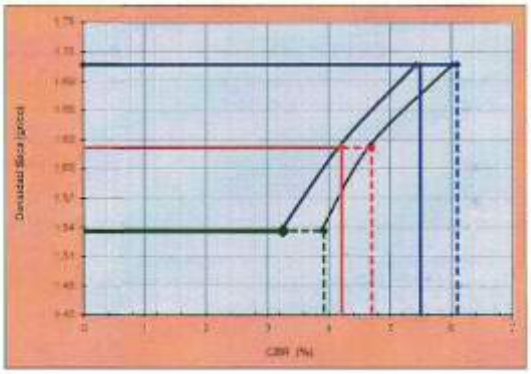
UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA : 23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 25% M- 1 C	

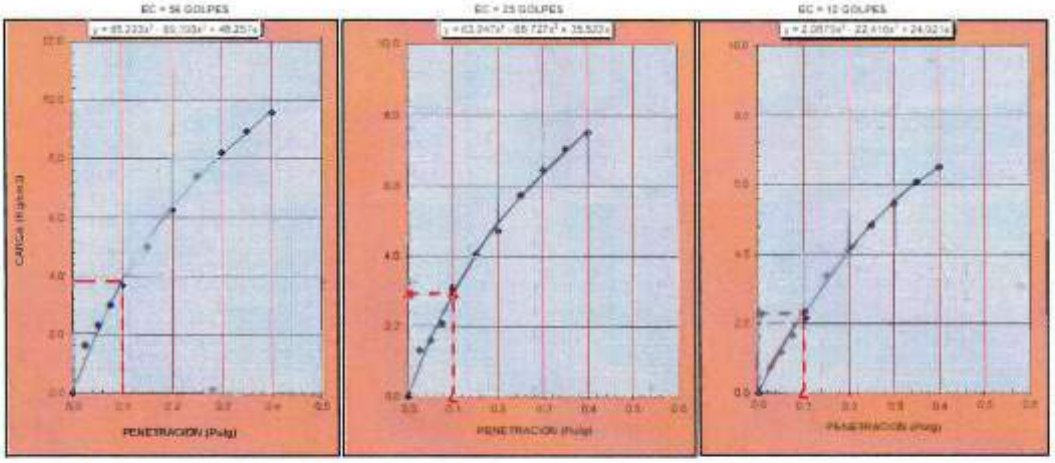
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	5,6	0.2"	6,2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	4,3	0.2"	4,8
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	3,4	0.2"	4,0

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,728	gr/cc
Optimo Humedad	18,80	%

OBSERVACIONES:
Material limo arcilloso de baja plasticidad de color grisaceo



GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcon Vasquez
Ingeniero Civil

Proctor y CBR de 50% Suelo + 50% Ceniza – Primera Repetición

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2693 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270688
Correo Electronico:henrquist2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022

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

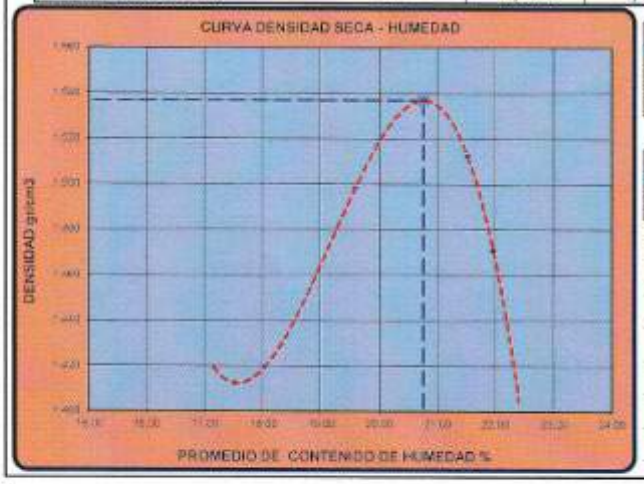
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesista: LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 50% M- 2A

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	6625	7110	7210	7115
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3585	3870	3970	3875
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,660	1,792	1,838	1,794
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		2	21	16	28
7. Peso del suelo humedo + capsula	gr	222,1	218,9	210,3	216,8
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	192,1	185,6	176,3	181,6
9. Peso del agua	gr	30,0	33,3	34,0	35,2
10. Peso de la capsula	gr	20,6	15,6	18,4	21,4
11. Peso del suelo seco	gr	171,5	170,0	157,9	160,2
12. Contenido de humedad	%	17,51	19,59	21,53	21,97
13. Promedio de cont. de humedad	%	17,51	19,59	21,53	21,97
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**1,412**	**1,498**	**1,512**	**1,471**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4,< 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	**20,77%**
Densidad Maxima	**1,637**

Observaciones:

Material areno arcilloso de mediana plasticidad de color grisaceo

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

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953881 – 961705792 – RPM # 954953881 - RUC N° 20395370668
Correo Electrónico horacioalot2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022

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

ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesista: LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 50% M- 2A

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.537
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	20.77 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo humedo	(gr)	8769		8602		8388	
Peso de molde	(gr)	4815		4900		4829	
Peso del suelo humedo	(gr)	3954		3702		3559	
Volumen del molde	(cm3)	2132		2100		2136	
Densidad humeda	(gr/cm3)	1.855		1.763		1.572	
Humedad	(%)	20.70		20.74		20.79	
Densidad seca	(gr/cm3)	1.537		1.460		1.301	
Tarro N°		4		22		20	
Tarro + Suelo humedo	(gr)	220.19		207.46		215.65	
Tarro + Suelo seco	(gr)	186.12		176.94		182.86	
Peso del Agua	(gr)	34.07		31.12		32.79	
Peso del tarro	(gr)	21.55		26.29		25.15	
Peso del suelo seco	(gr)	164.57		150.65		157.71	
Humedad	(%)	20.70		20.74		20.79	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.10	0.003	0.002	0.15	0.004	0.003	0.21	0.005	0.005
23/03/2022	13:00:00	48	0.15	0.004	0.003	0.19	0.005	0.004	0.30	0.008	0.007
24/03/2022	13:00:00	72	0.17	0.004	0.004	0.22	0.006	0.005	0.41	0.010	0.009
25/03/2022	13:00:00	96	0.20	0.005	0.004	0.25	0.006	0.005	0.45	0.011	0.010

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 2 CARGA		CORRECCION		MOLDE N° 3 CARGA		CORRECCION		MOLDE N° 4 CARGA		CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial/div	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial/div	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial/div	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		12.0	2			12.2	2			7.5	1		
0.050		17.1	3			16.3	2			10.6	1		
0.075		22.6	4			18.5	3			12.6	2		
0.100	70.3	27.2	5	5.2	**7.3**	22.6	4	4.04	**5.7**	16.5	3	2.93	**3.7**
0.150		35.5	7			29.3	5			21.8	4		
0.200	105.5	44.0	9	6.7	**6.3**	35.6	7	6.36	**6.0**	27.5	5	4.93	**4.6**
0.250		48.3	10			40.5	8			31.0	6		
0.300		52.1	11			44.2	9			33.8	6		
0.350		54.0	11			47.8	10			36.8	7		
0.400		54.2	11			50.0	10			38.8	8		

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 99-2883 - Cel. 950958681 – 961705742 – RPM # 950958681 - RUC N° 20595270668
Correo Electronico hancpalot0@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

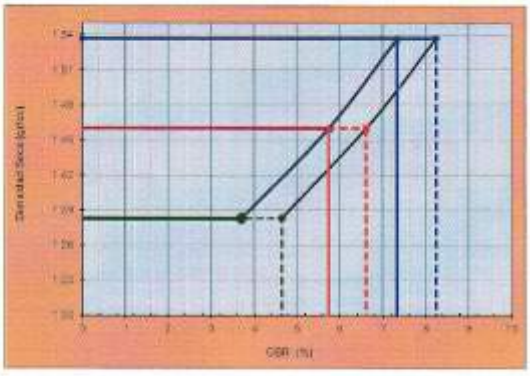
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista:	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA :	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 50% M- 2A		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

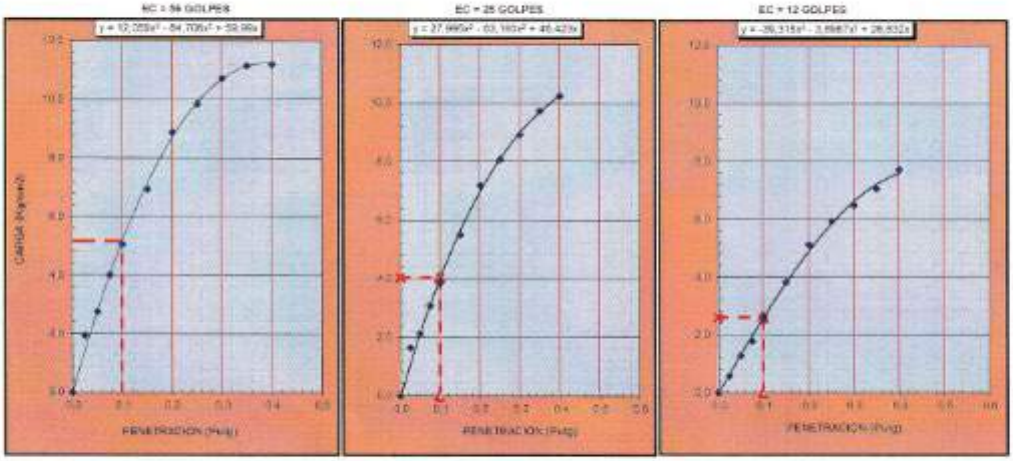


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	7,3	0.2"	8,3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	5,7	0.2"	6,6
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	3,7	0.2"	4,6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,537	g/cc
Optimo Humedad	20,77	%

OBSERVACIONES:

Material limo arcilloso de baja plasticidad de color rojizo



GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil

Proctor y CBR de 50% Suelo + 50% Ceniza – Segunda Repetición

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2680 - Cel. 954953681 – 961705732 – RPM # 954953681 - RUC N° 20393270668
Correo Electrónico transjabt2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.

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

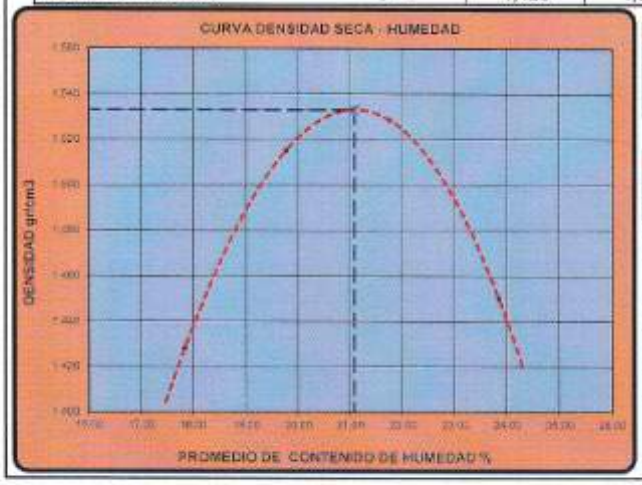
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 50% M- 2B

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	6875	7160	7260	7120
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3635	3920	4020	3880
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,683	1,815	1,861	1,796
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula Nº		2	21	16	28
7. Peso del suelo humedo + capsula	gr	212,1	209,4	200,3	206,8
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	183,1	177,4	167,8	171,1
9. Peso del agua	gr	29,0	32,0	32,5	35,7
10. Peso de la capsula	gr	20,6	15,6	18,4	21,4
11. Peso del suelo seco	gr	162,5	161,8	149,4	149,7
12. Contenido de humedad	%	17,85	19,78	21,75	23,85
13. Promedio de cont. de humedad	%	17,85	19,78	21,75	23,85
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	1,428	1,515	1,529	1,450



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4,< 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	21,08%
Densidad Maxima	1,533

Observaciones:

Material areno arcilloso de baja plasticidad de color grisaceo

GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954855881 – 961705732 – RPM # 954855881 – RUC N° 20395270668
Correo Electronico: roneyalat2@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRON GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022

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

ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 50% M- 2B

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1,833
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	21,00 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo humedo	(gr)	8789		8602		8388	
Peso de molde	(gr)	4835		4800		4820	
Peso del suelo húmedo	(gr)	3954		3702		3568	
Volumen del molde	(cm3)	2132		2100		2136	
Densidad humeda	(gr/cm3)	1.855		1.763		1.670	
Humedad	(%)	21,04		21,11		21,14	
Densidad seca	(gr/cm3)	1,533		1,456		1,379	
Tarro N°		4		22		20	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	210,16		209,52		208,65	
Tarro + Suelo seco	(gr)	177,39		177,58		176,80	
Peso del Agua	(gr)	32,78		31,94		31,85	
Peso de tarro	(gr)	21,56		26,29		26,15	
Peso del suelo seco	(gr)	155,84		151,29		150,65	
Humedad	(%)	21,04		21,11		21,14	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.08	0.002	0.002	0.12	0.003	0.003	0.17	0.004	0.004
23/03/2022	13:00:00	48	0.12	0.003	0.003	0.16	0.004	0.004	0.26	0.007	0.006
24/03/2022	13:00:00	72	0.15	0.004	0.003	0.19	0.005	0.004	0.36	0.009	0.008
25/03/2022	13:00:00	96	0.18	0.005	0.004	0.23	0.006	0.005	0.40	0.010	0.009

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND	MOLDE N° 2 CARGA		MOLDE N° 2 CORRECCION		MOLDE N° 3 CARGA		MOLDE N° 3 CORRECCION		MOLDE N° 4 CARGA		MOLDE N° 4 CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		9,0	0			0,0	0			0,0	0		
0.025		14,5	2			13,3	2			8,8	1		
0.050		18,1	3			15,4	2			11,7	2		
0.075		22,6	4			19,8	3			13,9	2		
0.100	70,3	26,2	5	6,4	7,7	23,2	4	4,32	6,1	17,6	3	3,66	4,1
0.150		36,5	7			30,2	6			22,9	4		
0,200	105,5	46,0	9	8,8	8,3	37,6	7	7,26	6,9	29,4	6	6,16	5,9
0,250		46,4	10			41,5	8			32,1	6		
0.300		53,3	11			45,3	9			34,9	7		
0.350		55,4	11			46,9	10			37,2	7		
0,400		57,2	12			51,3	11			40,9	8		

GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcón Vasquez

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2680 - Cel. 954653681 – 963705732 – RPM # 954653681 - RUC N° 20393370668
Correo Electrónico henaguio0@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

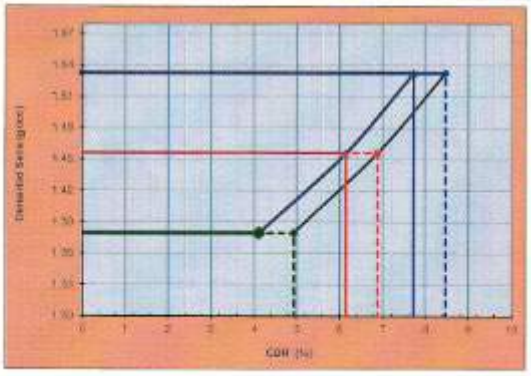
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 50% M- 2B		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

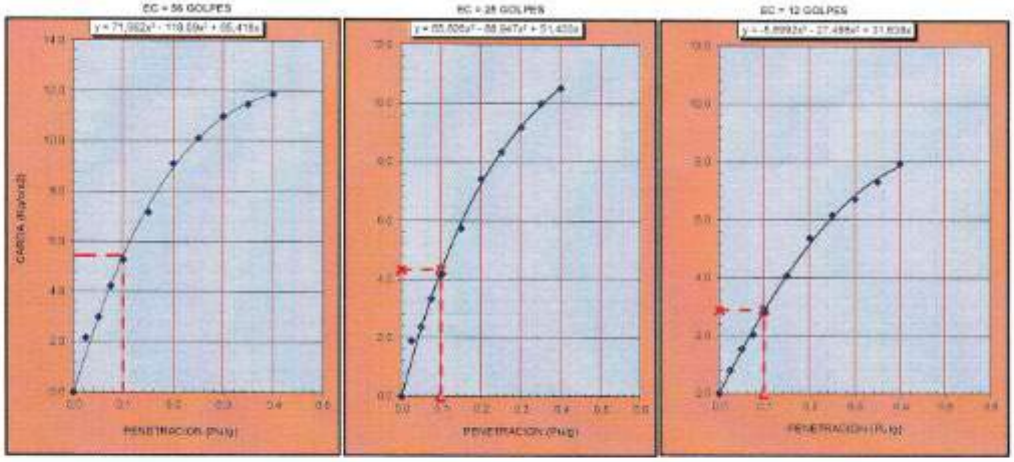


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	7,7	0.2"	8,6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	6,2	0.2"	6,9
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	4,1	0.2"	4,9

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,833	gr/cc
Optimo Humedad	21,08	%

OBSERVACIONES:

Material areno arcilloso de baja plasticidad de color rojizo



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

Jorge Alarcon Vasquez
Ingeniero Civil

Proctor y CBR de 50% Suelo + 50% Ceniza – Tercera Repetición

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

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACION DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRON GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACION LOS PORTALES YARINACOCHA, PERU 2022	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaque
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA :	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 50% M- 2C		

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	6850	7140	7240	7125
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3610	3900	4000	3885
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,671	1,806	1,852	1,799
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		43	51	46	56
7. Peso del suelo humedo + capsula	gr	218,2	215,4	205,3	210,8
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	187,5	181,4	171,5	174,5
9. Peso del agua	gr	30,7	34,0	33,8	36,3
10. Peso de la capsula	gr	22,2	19,3	21,2	24,3
11. Peso del suelo seco	gr	165,3	162,1	150,3	150,2
12. Contenido de humedad	%	18,57	20,97	22,49	24,17
13. Promedio de cont. de humedad	%	18,57	20,97	22,49	24,17
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	1,409	1,493	1,512	1,449



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4 < 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	22,30%
Densidad Maxima	1,513

Observaciones:

Material areno arcilloso de baja plasticidad de color grisaceo

GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcon Vasquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 122 - Pucallpa
Telf: 59-2580 - Cel. 954955881 – 961301732 – RPM # 954955881 - RUC N° 20555270668
Correo Electronico horvijalo92@hotmail.com – jossandjuc@hotmail.com
UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACION DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERU 2022	**HECHO POR :** Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaqué **ING. RESPONSABLE :** Jorge Alarcon Vasquez
Tesista:	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :** 23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 5o% M- 2C	

DATOS DEL PROCTOR

MÁXIMA DENSIDAD SECA	1.513
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	22.30 %

CAPACIDAD	10000	Lbs
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	8798		8605		8392	
Peso de molde	(gr)	4817		4805		4825	
Peso del suelo húmedo	(gr)	3981		3700		3567	
Volumen del molde	(cm3)	2132		2100		2136	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	1.868		1.762		1.670	
Humedad	(%)	20.78		20.81		20.81	
Densidad seca	(gr/cm3)	1.534		1.461		1.382	
Tarro N°		4		22		20	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	220.40		208.32		217.23	
Tarro + Suelo seco	(gr)	186.21		177.21		184.32	
Peso del Agua	(gr)	34.19		31.11		32.91	
Peso del tarro	(gr)	21.55		26.29		26.15	
Peso del suelo seco	(gr)	164.66		150.92		158.17	
Humedad	(%)	20.78		20.61		20.81	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.11	0.003	0.002	0.15	0.004	0.003	0.21	0.005	0.004
23/03/2022	13:00:00	48	0.15	0.004	0.003	0.19	0.005	0.004	0.30	0.008	0.007
24/03/2022	13:00:00	72	0.18	0.004	0.004	0.22	0.006	0.005	0.41	0.010	0.009
25/03/2022	13:00:00	96	0.20	0.005	0.004	0.25	0.006	0.005	0.45	0.011	0.010

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACIÓN	CARGA STAND.	MOLDE N° 2 CARGA		CORRECCIÓN		MOLDE N° 3 CARGA		CORRECCIÓN		MOLDE N° 4 CARGA		CORRECCIÓN	
pulg	kg/cm2	(lbs/pie2)	kg/cm2	kg/cm2	%	(lbs/pie2)	kg/cm2	kg/cm2	%	(lbs/pie2)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		14.5	2			12.2	2			7.5	1		
0.050		17.1	3			14.3	2			10.6	1		
0.075		23.6	4			18.5	3			12.8	2		
0.100	70.3	27.5	5	5.4	7.7	22.0	4	4.14	5.9	16.3	3	2.63	3.8
0.150		38.5	7			29.2	6			21.9	4		
0.200	105.5	44.0	8	0.7	0.7	36.6	7	0.99	0.7	27.5	5	4.32	4.1
0.250		48.3	18			40.5	8			31.8	6		
0.300		52.1	11			44.3	8			33.8	6		
0.350		54.0	11			47.8	10			36.0	7		
0.400		54.3	11			50.0	10			38.0	8		

Jorge Alarcon Vasquez

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 739 - Pucallpa
Telf. 59-2980 - Cel. 952155581 – 961705732 – RPM # 954653581 - RUC N° 20333270868
Correo Electronico:hernijabi10@hotmail.com - geoservpc@hotmail.com

UCAYALI

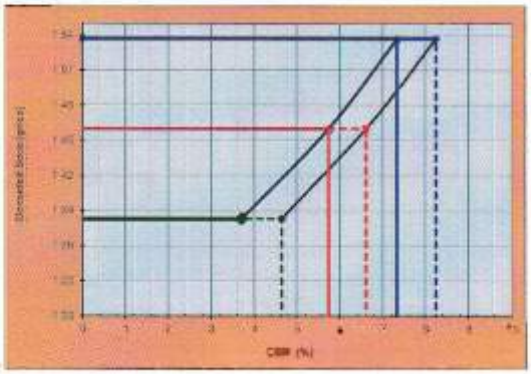
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERU 2022	HECHO POR :	Tec. Lab. Boris M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesista:	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA :	29 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 50% M- 2C		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

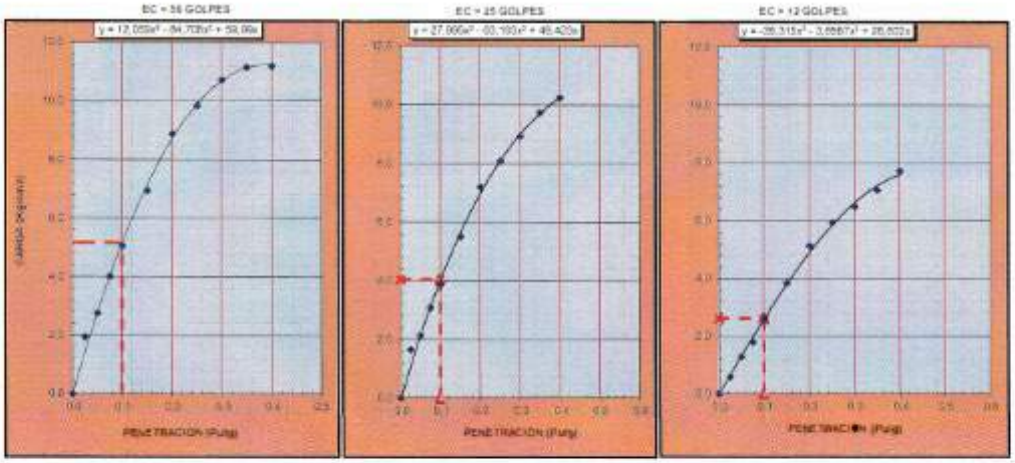


[illegible]	[illegible]	7.4	0.2	6.4
[illegible]	[illegible]	6.8	0.1	6.7
[illegible]	[illegible]	3.8	0.1	4.7

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.513	gr/cc
Optimo Humedad	22.30	%

OBSERVACIONES:

Material limo arcilloso de baja plasticidad de color rojizo



GEOSERV E.I.R.L.

Jorge Alarcón Vasquez

Proctor y CBR de 25% Suelo + 75% Ceniza – Primera Repetición

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 720 - Pucallpa
Telf. 59-2660 - Cel. 954853681 – 961705732 – RPM # 954853681 - RUC N° 20393272668
Correo Electronico: [illegible]

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRON GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERU 2022

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

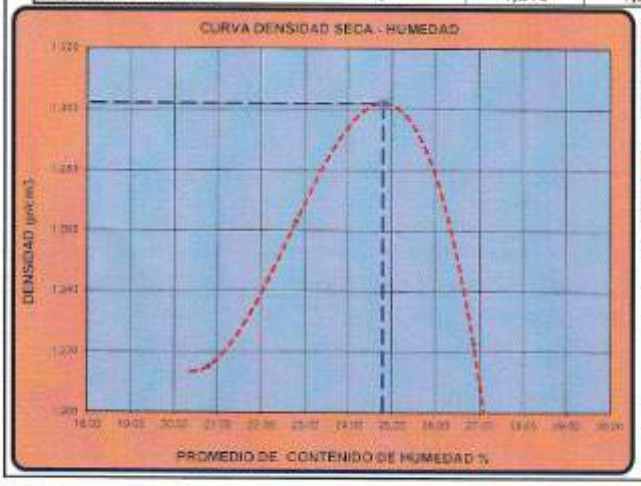
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3A

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	6410	6590	6750	6591
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3170	3350	3510	3351
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,468	1,551	1,625	1,551
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		15	17	11	3
7. Peso del suelo húmedo + capsula	gr	211,4	216,4	210,3	216,9
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	179,9	180,8	172,3	174,7
9. Peso del agua	gr	31,5	35,6	38,0	42,2
10. Peso de la capsula	gr	28,2	24,6	19,1	17,7
11. Peso del suelo seco	gr	151,7	156,2	153,2	157,0
12. Contenido de humedad	%	20,79	22,79	24,80	26,88
13. Promedio de cont. de humedad	%	20,79	22,79	24,80	26,88
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**1,215**	**1,263**	**1,302**	**1,223**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:

Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4 < 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	**24,78%**
Densidad Maxima	**1,302**

Observaciones:

Material arena limoso no plastico
de color grisaceo

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

Jorge Alarcón Vasquez

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

Av. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-7880 - Cel. 954955681 – 961755712 – RPM # 954955681 - RUC N° 20163778668
Correo Electrónico romojas02@hotmail.com - geoservpu@hotmail.com

INACAL L

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaque
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3A		

DATOS DEL PROCTOR

[illegible]	1.383	[illegible]	10000	Lbs
[illegible]	26,78 %	[illegible]	5	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo humedo	(gr)	7410		7264		7042	
Peso de molde	(gr)	3985		4130		4020	
Peso del suelo humedo	(gr)	3434		3264		3122	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2136	
Densidad humeda	(gr/cm3)	1,623		1,543		1,462	
Humedad	(%)	24,73		24,80		24,63	
Densidad seca	(gr/cm3)	1,301		1,236		1,173	
Tarro N°		4		22		20	
Tarro + Suelo humedo	(gr)	220,80		208,47		216,75	
Tarro + Suelo seco	(gr)	193,12		172,66		178,91	
Peso del Agua	(gr)	28,47		35,81		37,84	
Peso del tarro	(gr)	21,68		28,19		26,18	
Peso del suelo seco	(gr)	150,56		144,27		152,56	
Humedad	(%)	24,73		24,80		24,63	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hs	MOLDE N° 1 DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	MOLDE N° 2 DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	MOLDE N° 3 DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	10:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	10:00:00	24	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
23/03/2022	10:00:00	48	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
24/03/2022	10:00:00	72	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
25/03/2022	10:00:00	96	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 1 CARGA		CORRECCION		MOLDE N° 2 CARGA		CORRECCION		MOLDE N° 3 CARGA		CORRECCION	
(mm)	(kg/cm2)	(lbs/pulg2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	%	(lbs/pulg2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	%	(lbs/pulg2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		13.0	2			10.7	1			8.6	1		
0.050		16.1	3			14.8	2			12.9	2		
0.075		22.1	4			18.8	3			16.9	3		
0.100	70.3	27.2	5	4.8	7.0	23.8	4	2.85	4.7	16.5	3	3.00	4.3
0.150		34.0	7			27.7	5			23.8	4		
0.200	105.5	39.0	6	6.1	7.7	34.8	7	6.66	6.3	27.5	5	4.25	3.9
0.250		46.0	8			38.2	8			32.9	6		
0.300		50.0	10			42.2	9			34.8	7		
0.350		53.2	11			44.8	9			37.8	7		
0.400		56.6	12			47.2	10			40.3	8		

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

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 720 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954053681 – 961705732 – RPM # 954053681 - RUC N° 20603270868
Correo Electrónico heroyalex0@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

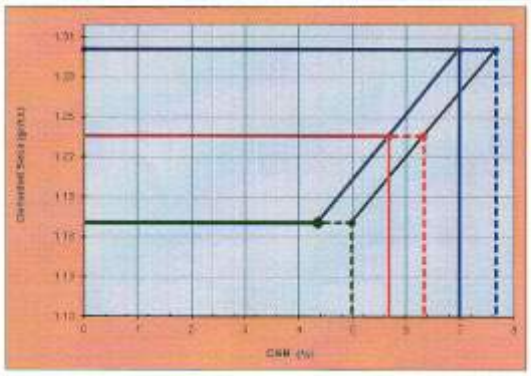
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3A		

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

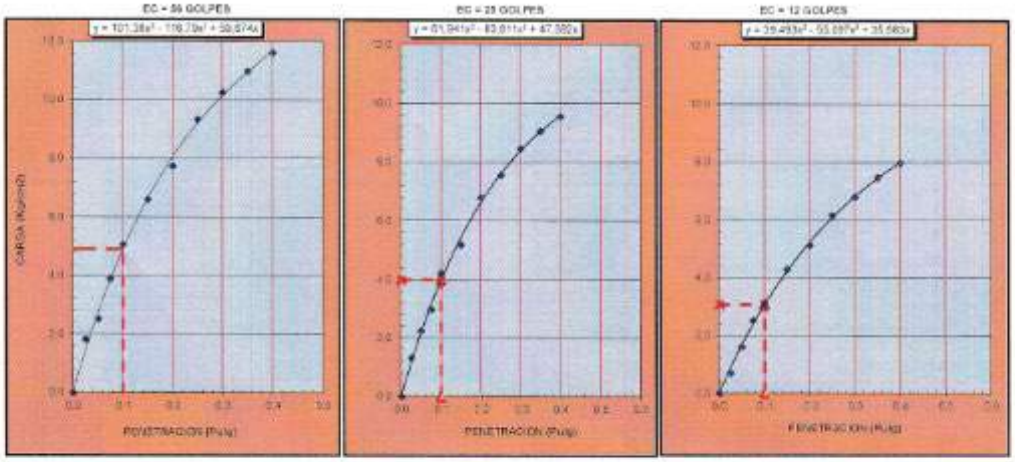


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	7,0	0.2"	7,7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	5,7	0.2"	6,3
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	4,4	0.2"	5,0

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,302	g/cc
Optimo Humedad	24,78	%

OBSERVACIONES:

Material arena limoso no plastico de color grisaceo



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

Jorge Alarcón Vásquez

Proctor y CBR de 25% Suelo + 75% Ceniza – Segunda Repetición

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 99-2880 - Cel. 954853681 – 961705732 – RPM # 954853681 - RUC N° 20393270666
Correo Electronico horojas82@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

0

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS APIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.

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

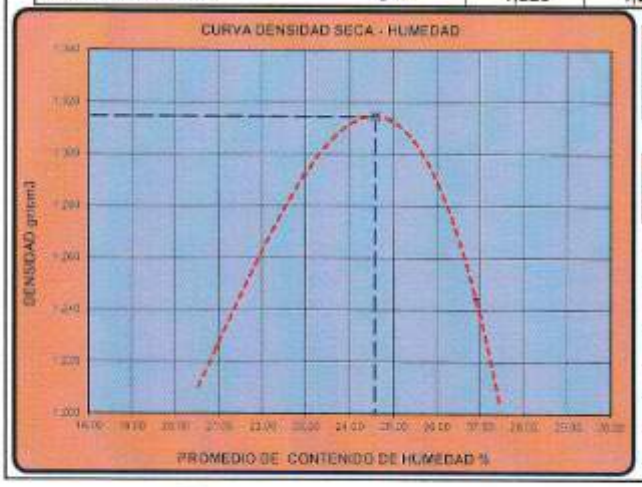
ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3B

Metodo de compactacion					A
Numero de golpes					56
Numero de capas					5
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	6441	6671	6784	6651
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3201	3431	3544	3411
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,482	1,588	1,641	1,579
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		15	17	11	3
7. Peso del suelo húmedo + capsula	gr	201,4	205,6	200,3	204,9
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	171,4	171,8	164,1	165,2
9. Peso del agua	gr	30,0	33,8	36,2	39,7
10. Peso de la capsula	gr	28,2	24,8	19,1	17,7
11. Peso del suelo seco	gr	143,2	147,2	145,0	147,5
12. Contenido de humedad	%	20,95	22,96	24,95	26,92
13. Promedio de cont. de humedad	%	20,95	22,96	24,95	26,92
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**1,225**	**1,292**	**1,313**	**1,244**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA	
Certificado:	
Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4,< 3/4"	0,03

RESULTADOS	
Humedad optima	24,59%
Densidad Maxima	1,315

Observaciones:

Material areno limoso no plastico

de color grisaceo

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

Jorge Alarcon Vasquez

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

Av. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953681 – 961705752 – RPM # 954953681 - RUC N° 20494272668
Correo Electronico: tomojoki82@hotmail.com – geoservpcll@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

0

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaqu
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3B		

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	1,315
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	24,59 %

CAPACIDAD	10000	Lbs.
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	7451		7435		7980	
Peso de molde	(gr)	3985		4130		4820	
Peso del suelo húmedo	(gr)	3466		3295		3160	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2130	
Densidad húmeda	(gr/cm3)	1.638		1.557		1.479	
Humedad	(%)	24,59		24,67		24,89	
Densidad seca	(gr/cm3)	1.315		1.249		1.184	
Tarro N°		4		22		20	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	210,26		214,90		206,56	
Tarro + Suelo seco	(gr)	173,09		177,58		170,60	
Peso del Agua	(gr)	37,27		37,32		35,96	
Peso del tarro	(gr)	21,55		26,29		26,15	
Peso del suelo seco	(gr)	151,54		151,29		144,45	
Humedad	(%)	24,60		24,67		24,89	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %	DIAL	EXPANSION mm	EXPANSION %
21/03/2022	13:00:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
22/03/2022	13:00:00	24	0.00	0,000	0,000	0.00	0,000	0,000	0.00	0,000	0,000
23/03/2022	13:00:00	48	0.00	0,000	0,000	0.00	0,000	0,000	0.00	0,000	0,000
24/03/2022	13:00:00	72	0.00	0,000	0,000	0.00	0,000	0,000	0.00	0,000	0,000
25/03/2022	13:00:00	96	0.00	0,000	0,000	0.00	0,000	0,000	0.00	0,000	0,000

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 2 CARGA Dial/div	MOLDE N° 2 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 2 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 2 CORRECCION %	MOLDE N° 3 CARGA Dial/div	MOLDE N° 3 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 3 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 3 CORRECCION %	MOLDE N° 4 CARGA Dial/div	MOLDE N° 4 CARGA kg/cm2	MOLDE N° 4 CORRECCION kg/cm2	MOLDE N° 4 CORRECCION %
0.000		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0.025		13,1	2			10,8	1			8,5	1		
0.050		17,3	3			14,9	2			12,7	2		
0.075		23,0	4			19,2	3			16,9	3		
0.100	70,3	28,3	5	5,2	7,4	24,7	4	4,16	5,9	19,1	3	3,25	4,6
0.150		35,6	7			29,7	5			24,9	5		
0.200	105,5	41,1	8	5,4	5,0	35,6	7	6,97	6,6	29,7	5	4,80	6,2
0.250		47,2	10			39,3	8			33,3	6		
0.300		51,2	11			43,4	9			36,9	7		
0.350		56,5	11			46,8	9			39,8	8		
0.400		56,4	12			47,2	10			41,8	8		

GEOSERV E.I.R.L.

Ing. Jorge Alarcon Vasquez
Ingeniero Civil

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

Av. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954603681 – 965705732 – RPM # 954603681 - RUC N° 20393370668
Correo Electronico: lunajalo83@hotmail.com – geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

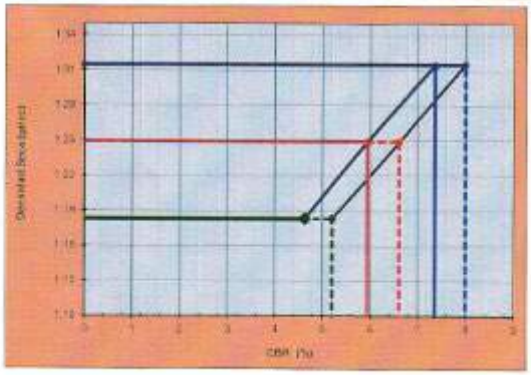
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022.	**HECHO POR :**	Tec. Lab. Boris M. Silva
		ING. RESPONSABLE :	Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	**FECHA :**	23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3B		

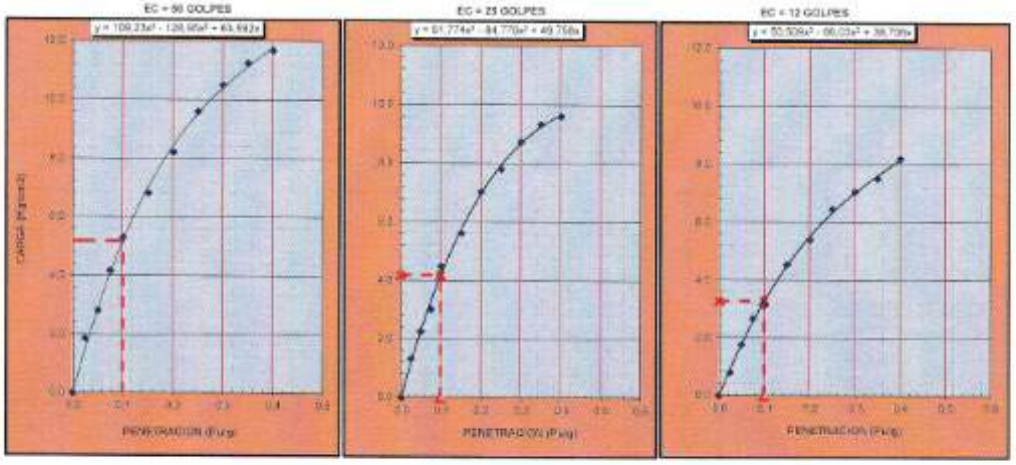
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. al 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	7,4	0.2"	8,0
C.B.R. al 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	6,6	0.2"	6,8
C.B.R. al 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	4,6	0.2"	5,2

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1,315	gr/cc
Optimo Humedad	24,69	%

OBSERVACIONES:
Material areno limoso no plastico de color grisaceo



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

Jorge Alarcón Vásquez

Proctor y CBR de 25% Suelo + 75% Ceniza – Tercera Repetición

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

UCAYALI

Jr. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954933681 – 961705732 – RPM # 954933681 - RUC N° 20393370068
Correo Electrónico: fernyalot2@hotmail.com – geoservucv@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

0

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

Proyecto : PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRON GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERU 2022

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

ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez

Tesistas : LADERA ESPEJO IRVIN ABEL
BORBOR PEZO RAUL ARMANDO

FECHA : 23 de Marzo del 2022

Calicata: C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3C

Metodo de compactacion					**A**
Numero de golpes					**56**
Numero de capas					**5**
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo + molde	gr	6445	6678	6789	6656
2. Peso del molde	gr	3240	3240	3240	3240
3. Volumen del molde	cc	2160	2160	2160	2160
4. Peso suelo humedo	gr	3205	3438	3549	3416
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1,484	1,592	1,643	1,581
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula Nº		15	17	11	3
7. Peso del suelo húmedo + capsula	gr	202,6	203,3	199,5	205,6
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	172,3	169,3	162,8	166,2
9. Peso del agua	gr	30,30	34,0	36,7	39,40
10. Peso de la capsula	gr	28,2	24,6	19,1	17,7
11. Peso del suelo seco	gr	144,1	144,7	143,7	148,5
12. Contenido de humedad	%	21,03	23,50	25,54	26,53
13. Promedio de cont. de humedad	%	21,03	23,50	25,54	26,53
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
14. Densidad seca del suelo	gr/cc	**1,226**	**1,289**	**1,309**	**1,250**



DATOS DE LA GRANULOMETRIA

Certificado:

Finos < No 4	99,97
Gruesos > No 4 < 3/4"	0,03

RESULTADOS

Humedad optima	24,97%
Densidad Maxima	1,318

Observaciones:

Material areno limoso no plastico de color grisaceo

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

Jorge Alarcón Vásquez

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 726 - Pucallpa
Telf. 59-2880 - Cel. 954953581 – 961705732 – RPM # 954953581 - RUC N° 20393270688
Correo Electrónico humayali5@hotmail.com – geoservsac@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

0

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VIAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACION LOS PORTALES YARINACOCHA, PERU 2022	HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva Ipanaqu ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA : 23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3C	

DATOS DEL PROCTOR

MÁXIMA DENSIDAD SECA	:	1,316
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	24,67 %

CAPACIDAD	10000	Lbs.
ANILLO	1	

Molde N°		2		3		4	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	7456		7432		7987	
Peso de molde	(gr)	3991		4135		4826	
Peso del suelo húmedo	(gr)	3465		3297		3161	
Volumen del molde	(cm3)	2116		2116		2136	
Densidad humeda	(gr/cm3)	1.638		1.558		1.480	
Humedad	(%)	24.30		24.25		24.70	
Densidad seca	(gr/cm3)	1.317		1.254		1.187	
Tarro N°		4		22		20	
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	211.45		214.90		207.69	
Tarro + Suelo seco	(gr)	174.32		177.58		171.53	
Peso del Agua	(gr)	37.13		37.32		35.96	
Peso del tarro	(gr)	21.58		26.29		26.15	
Peso del suelo seco	(gr)	152.77		151.29		144.58	
Humedad	(%)	**24.30**		**24.67**		**24.78**	

EXPANSION

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

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 2 CARGA		MOLDE N° 2 CORRECCION		MOLDE N° 3 CARGA		MOLDE N° 3 CORRECCION		MOLDE N° 4 CARGA		MOLDE N° 4 CORRECCION	
pulg	kg/cm2	Dial/pul	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial/pul	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial/pul	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		13.1	2			10.8	1			8.5	1		
0.050		17.3	3			14.9	2			12.7	2		
0.075		23.3	4			18.2	3			16.6	3		
0.100	70.3	28.3	5	5.2	7.5	26.7	4	4.19	6.0	19.1	3	3.28	4.7
0.150		29.8	7			29.7	5			24.9	5		
0.200	103.5	41.1	8	6.4	6.2	35.9	7	5.91	5.7	28.7	5	5.50	5.3
0.250		47.2	10			39.2	8			33.3	6		
0.300		51.2	11			43.4	9			34.0	7		
0.350		54.5	11			46.0	9			38.0	8		
0.400		56.4	12			47.2	10			41.0	8		

Jorge Alarcón Vasquez

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

Jr. Eduardo del Aguila N° 726 - Pucallpa
Telf. 59-2885 - Cel. 954653681 – 961703733 – RPM # 954653681 - RUC N° 20393270858
Correo Electrónico fredyjarol2@hotmail.com – jacsan2uc@hotmail.com

UCAYALI

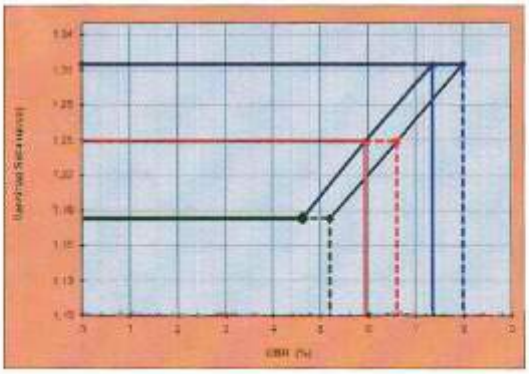
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

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

Proyecto :	PROPUESTA DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA DE SUELOS PARA SUBRASANTE MEDIANTE INCORPORACIÓN DE CENIZA DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN VÍAS AFIRMADAS EN JIRÓN GALILEA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA CUADRA 3 DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES YARINACOCHA, PERÚ 2022	HECHO POR : Tec. Lab. Boris M. Silva ING. RESPONSABLE : Jorge Alarcon Vasquez
Tesistas :	LADERA ESPEJO IRVIN ABEL BORBOR PEZO RAUL ARMANDO	FECHA : 23 de Marzo del 2022
Calicata:	C-1 TERRENO NATURAL + 75% M - 3c	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

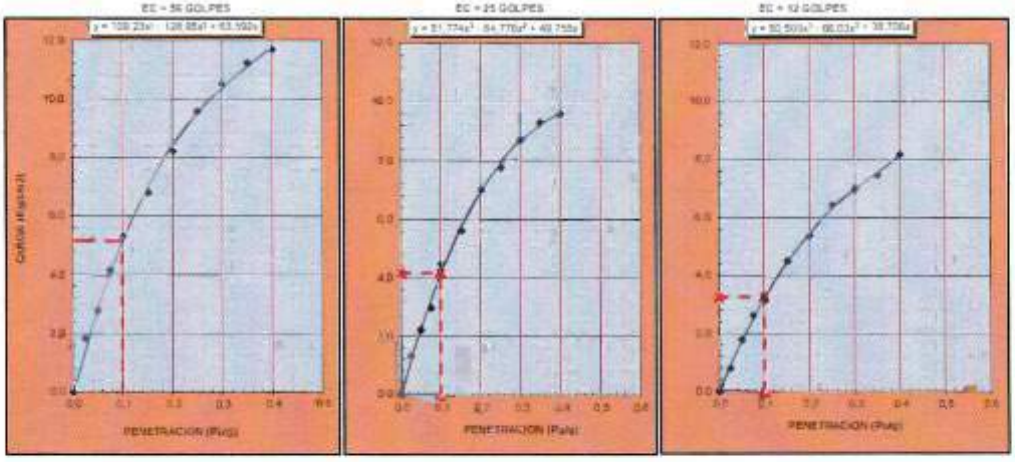


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	8.1"	7.5	8.2"	8.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.1"	6.0	8.2"	6.7
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	8.1"	4.7	8.2"	5.3

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.318	gr/cc
Optimo Humedad	24.87	%

OBSERVACIONES:

Material areno limoso no plastico de color grisaceo



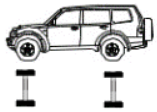
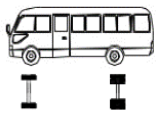
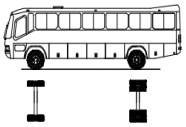
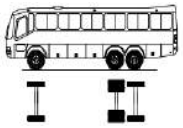
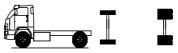
GEOSERV E.I.R.L.
Ing. Boris M. Silva Ipanaque

Ing. Jorge Alarcón Vásquez

ANEXO 8: Diseño de Mejoramiento c/ Material de Préstamo

Referencia: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito. Pág. (139-150)

1. CONTEO VEHICULAR

VEHÍCULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1_		IDA	40					42	40	122	35	49.80%
		VUE.	38					44	41	123		50.20%
VHL2_		IDA	0					0	0	0	0	
		VUE.	0					0	0	0		
B2_		IDA	0					0	0	0	0	
		VUE.	0					0	0	0		
B3_1		IDA	0					0	0	0	0	
		VUE.	0					0	0	0		
_C2		IDA	0					5	4	9	3	52.94%
		VUE.	0					4	4	8		47.06%
_C3		IDA	0					3	3	6	2	50.00%
		VUE.	0					3	3	6		50.00%
_C4		IDA	0					1	1	2	1	50.00%
		VUE.	0					1	1	2		50.00%

2. FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL

2.1 FACTOR DIRECCIONAL Y DE CARRIL

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico normalmente corresponde a la mitad del total del tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunas ocaciones puede ser mayor en una direccion que en otra, el que se definira segun el conteo vehicular del tráfico

NUMERO DE CALZADAS	NÚMERO DE SENTIDOS	NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR DE CARRIL (FC)	FACTOR PONDERADO (FD x FC)
1 Calzada	1 Sentido	1	1	1	1
	1 Sentido	2	1	0.8	0.8
	1 Sentido	3	1	0.6	0.6
	1 Sentido	4	1	0.5	0.5
	2 Sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 Sentidos	2	0.5	0.8	0.4
2 Calzadas	2 Sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 Sentidos	2	0.5	0.8	0.4
	2 Sentidos	3	0.5	0.6	0.3
	2 Sentidos	4	0.5	0.5	0.25

Número de Calzadas : **1 Calzada**
Número de Sentidos : **2 Sentidos**
Numero de Carriles : **1 Carril**

Factor de Dirección (FD) = **0.50**
Factor de Carril (FD) = **1.00**

2.2 TASA DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN

Se puede calcular el crecimiento de transito utilizando una formula de progresión geométrica por separado para el componente de crecimiento de transito de vehiculos de pasajeros y para el componente de transito de vehiculos de carga

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

PERIODO DE DISEÑO (n) = **10 Años**

2.2.1 FACTOR DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (r1) = **1.96%**

$Fca_1 =$ 10.930

2.2.2 FACTOR DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

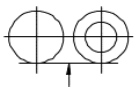
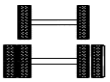
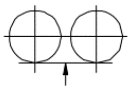
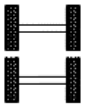
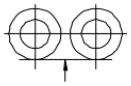
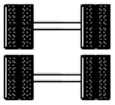
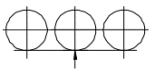
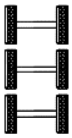
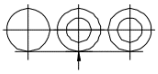
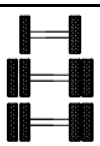
TASA DE CRECIMIETNO ECONÓMICO (r2) = **2.80%**

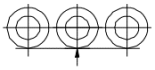
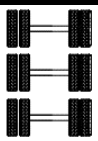
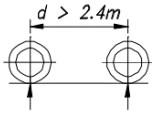
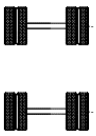
$Fca_2 =$ 11.359

3. CALCULO DE EJES EQUIVALENTES

3.1 NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida por AASHTO, como ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño timado en el análisi. AASHTO definio como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 Ton de peso, con neumáticos a la presión de 80lbs/pulg2. Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGIA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_1VL	SIMPLE		2		**1**
_2VL	SIMPLE		2		**2**
_4VL	SIMPLE		4		**4**
_1RS	SIMPLE		2		**7**
_1RD	SIMPLE		4		**11**
_1RS_1RD	TANDEM		6		**16**
_2RS	TANDEM		4		**12**
_2RD	TANDEM		8		**18**
_3RS	TRIDEM		6		**16**
_1RS_2RD	TRIDEM		10		**23**

NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGIA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_3RD	TRIDEM		12		**25**
_1RD_1RD	SIMPLE		8		**22**

Para el calculo de ejes equivalentes utilizamos las siguientes formulas dadas en el manual AASHTO93

3.2 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.79 \times \log(18+1) - 4.79 \times \log(L_X + L_2) + 4.33 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5}\right) \qquad \beta_x = 0.40 + \frac{0.081 \times (L_x + L_2)^{3.23}}{(SN+1)^{5.19} \times {L_2}^{3.23}}$$

3.3 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.62 \times \log(18+1) - 4.62 \times \log(L_X + L_2) + 3.28 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5}\right) \qquad \beta_x = 1.00 + \frac{3.63 \times (L_x + L_2)^{5.20}}{(D+1)^{8.46} \times {L_2}^{3.52}}$$

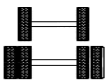
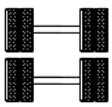
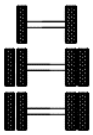
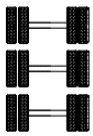
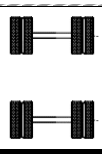
Donde:

$FEE = factor\ de\ ejes\ equivalentes$
$L_x = peso\ del\ eje\ en\ kips\ (kilo\ Libras)$
$L_2 = código\ del\ eje: (simple = 1, tandem = 2, Tridem = 3)$
$\beta_X = Factor\ que\ depende\ del\ tipo\ y\ codigo\ de\ eje\ y\ del\ número\ estructural$
$P_t = Índice\ de\ serviciabilidad\ final$
$S_N = Número\ estructural\ en\ pulgadas \qquad D = Espesor\ de\ la\ losa\ en\ pulgadas$

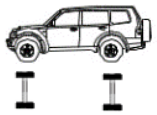
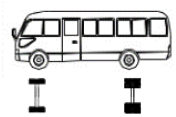
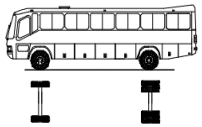
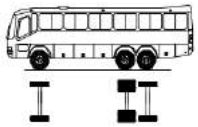
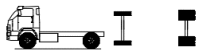
3.4 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA AFIRMADO

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE
Eje Simple de Ruedas Simples	$EE = \left({}^{P}/_{6.6}\right)^4$
Eje Simple de Ruedas Dobles	$EE = \left({}^{P}/_{8.2}\right)^4$
Eje tandem (1 Eje Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = \left({}^{P}/_{14.8}\right)^4$
Eje Tandem (2 Ejes de Ruedas Dobles)	$EE = \left({}^{P}/_{15.1}\right)^4$
Eje Tridem (2 Ejes Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = \left({}^{P}/_{20.7}\right)^{3.9}$
Eje Tridem (3 Ejes Ruedas Dobles)	$EE = \left({}^{P}/_{21.8}\right)^{3.9}$

Para el cálculo de ejes equivalentes en Afirmado

CÁCULO DE FACTOR DE EJES EQUIVALENTES									
NOMENCLATURA	GRÁFICO	Peso (ton)	Lx kips	L2	β_x	β_{18}	G_t	$\log\left(\frac{1}{FEE}\right)$	FEE
_1VL		1	2.2	1					0.000527
_2VL		2	4.4	1					0.0084323
_4VL		4	8.8	1					0.0566219
_1RS		7	15.4	1					1.2653667
_1RD		11	24.2	1					3.238287
_1RS_1RD		16	35.2	2					1.3659445
_2RD		18	39.6	2					2.0192135
_1RS_2RD		23	50.6	3					1.5081836
_3RD		25	55	3					1.7060262
_1RD_1RD		22	48.4	2					6.477

4. CÁLCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE

VAHICULO			FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE					F.E.E. TOTAL	FACTOR DIREC. (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	AÑO	(Fca)	ESAL
TIPO	GRÁFICO	IMDs	DELANT.	EJE N° 01	EJE N° 02	EJE N° 03	EJE N° 04						
VHL1_		35	0.00053	0.00053				0.0011	50.20%	1	365	10.9297	74
VHL2_													
B2_													
B3_1													
_C2		3	1.26537	3.23829				4.5037	52.94%	1	365	11.3588	29656
_C3		2	1.26537	2.01921				3.2846	50.00%	1	365	11.3588	13618
_C4		1	1.26537	1.50818				2.7736	50.00%	1	365	11.3588	5750
												ESAL =	4.91E+04

5. DISEÑO DE AFIRMADO

5.1 TRÁNSITO

De acuerdo al estúdio de trafico el número de repeticiones de E.E. será: **4.91E+04**

Para el caso del tráfico y del diseño de afirmado se definen las siguientes categorias de tráfico:

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO	De 0	A 25000	T0
	De 25001	A 78000	T1
	De 78001	A 150000	T2
	De 150001	A 310000	T3

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: **T1**

5.2 SUBRASANTE

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: **1.80%**

Requiere mejoramiento de la Subrasante

Para el caso del CBR y del diseño de afirmado se definen las siguientes categorias de suelo:

CATEGORIA	RANGO DE CBR (%) AL 100% DE LA M.D.S.		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
CBR DE LA SUBRASANTE	De 0.00 %	A 3.00 %	S0
	De 3.01 %	A 5.00 %	S1
	De 5.01 %	A 10.00 %	S2
	De 10.01 %	A 19.00 %	S3
	De 19.01 %	A MAS	S4

Según la clasiticación del CBR, la subrasante corresponde al tipo de suelo : **S0**

5.3 CÁLCULO DEL ESPESOR DEL AFIRMADO

$$e = [219 - 211 \times \log(CBR) + 58 \times \log(CBR)^2] \times \log\left(\frac{ESAL}{120}\right)$$

$CBR =$ 40.50 %

$ESAL =$ 4.91E+04

$e =$ **78 mm**

5.4 GRANULOMETRIA DEL AFIRMADO

# DE TAMÍZ	% DEL TAMIZ QUE PASA
50 mm (2")	100
37.5 mm (1 1/2")	
25 mm (1")	50 - 80
19 mm (3/4")	
12.5 mm (1/2")	

9.5 mm (3/8'')	
4.75 mm (N° 04)	20 - 50
2.36 mm (N° 08)	
2.00 mm (N° 10)	
4.25 um (N° 40)	
75 um (N° 200)	4 - 12
INDICE DE PLASTICIDAD	4 - 9
DESGASTE LOS ÁNGELES	50% Máx (MTC E 207)
LÍMITE LÍQUIDO	35% Máx (MTC E 110)
CBR	40% Mín al 100% MDS

5.5 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE

El mejoramiento de la subrasante será: **Con Material Granular con CBR > 6%**

El CBR de la subrasante mejorada será: **40.50%**

El espesor recomendado pata un tipo de tráfico T1 y un tipo de suelo S0 es: **300 mm**

5.6 DIMENSIONAMIENTO DE AFIRMADO

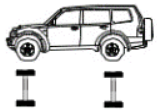
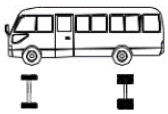
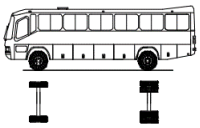
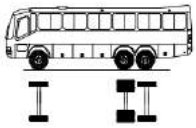
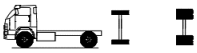
Capa de afirmado = **78 mm** ≈ **150 mm** **Espesor mínimo**

Espesor de mejoramiento de subrasante = **300 mm**

ANEXO 9: Diseño de mejoramiento c/ Ceniza de palma Aceitera

Referencia: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito. Pág. (139-150)

1. CONTEO VEHICULAR

VEHÍCULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1_		IDA	40					42	40	122	35	49.80%
		VUE.	38					44	41	123		50.20%
VHL2_		IDA	0					0	0	0	0	
		VUE.	0					0	0	0		
B2_		IDA	0					0	0	0	0	
		VUE.	0					0	0	0		
B3_1		IDA	0					0	0	0	0	
		VUE.	0					0	0	0		
_C2		IDA	0					5	4	9	3	52.94%
		VUE.	0					4	4	8		47.06%
_C3		IDA	0					3	3	6	2	50.00%
		VUE.	0					3	3	6		50.00%
_C4		IDA	0					1	1	2	1	50.00%
		VUE.	0					1	1	2		50.00%

2. FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL

2.1 FACTOR DIRECCIONAL Y DE CARRIL

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico normalmente corresponde a la mitad del total del tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunas ocaciones puede ser mayor en una direccion que en otra, el que se definira segun el conteo vehicular del tráfico

NUMERO DE CALZADAS	NÚMERO DE SENTIDOS	NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR DE CARRIL (FC)	FACTOR PONDERADO (FD x FC)
1 Calzada	1 Sentido	1	1	1	1
	1 Sentido	2	1	0.8	0.8
	1 Sentido	3	1	0.6	0.6
	1 Sentido	4	1	0.5	0.5
	2 Sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 Sentidos	2	0.5	0.8	0.4
2 Calzadas	2 Sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 Sentidos	2	0.5	0.8	0.4
	2 Sentidos	3	0.5	0.6	0.3
	2 Sentidos	4	0.5	0.5	0.25

Número de Calzadas : **1 Calzada**
Número de Sentidos : **2 Sentidos**
Numero de Carriles : **1 Carril**

Factor de Dirección (FD) = **0.50**
Factor de Carril (FD) = **1.00**

2.2 TASA DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN

Se puede calcular el crecimiento de transito utilizando una formula de progresión geométrica por separado para el componente de crecimiento de transito de vehiculos de pasajeros y para el componente de transito de vehiculos de carga

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

PERIODO DE DISEÑO (n) = **10 Años**

2.2.1 FACTOR DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (r1) = **1.96%**

$Fca_1 =$ 10.930

2.2.2 FACTOR DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

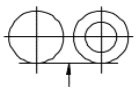
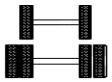
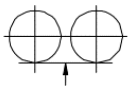
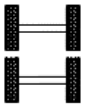
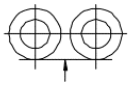
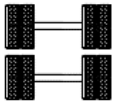
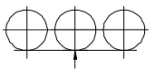
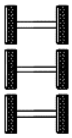
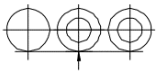
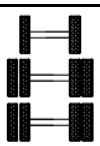
TASA DE CRECIMIETNO ECONÓMICO (r2) = **2.80%**

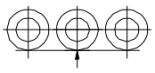
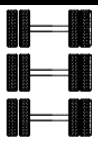
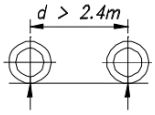
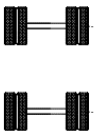
$Fca_2 =$ 11.359

3. CALCULO DE EJES EQUIVALENTES

3.10 NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida por AASHTO, como ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño timado en el análisi. AASHTO definio como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 Ton de peso, con neumáticos a la presión de 80lbs/pulg2. Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGIA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_1VL	SIMPLE		2		**1**
_2VL	SIMPLE		2		**2**
_4VL	SIMPLE		4		**4**
_1RS	SIMPLE		2		**7**
_1RD	SIMPLE		4		**11**
_1RS_1RD	TANDEM		6		**16**
_2RS	TANDEM		4		**12**
_2RD	TANDEM		8		**18**
_3RS	TRIDEM		6		**16**
_1RS_2RD	TRIDEM		10		**23**

NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGIA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_3RD	TRIDEM		12		**25**
_1RD_1RD	SIMPLE		8		**22**

Para el calculo de ejes equivalentes utilizamos las siguientes formulas dadas en el manual AASHTO93

3.20 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.79 \times \log(18+1) - 4.79 \times \log(L_X + L_2) + 4.33 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5}\right) \qquad \beta_x = 0.40 + \frac{0.081 \times (L_x + L_2)^{3.23}}{(SN+1)^{5.19} \times {L_2}^{3.23}}$$

3.30 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.62 \times \log(18+1) - 4.62 \times \log(L_X + L_2) + 3.28 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5}\right) \qquad \beta_x = 1.00 + \frac{3.63 \times (L_x + L_2)^{5.20}}{(D+1)^{8.46} \times {L_2}^{3.52}}$$

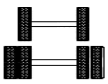
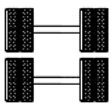
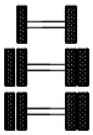
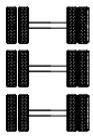
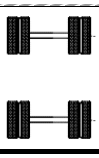
Donde:

$FEE = factor\ de\ ejes\ equivalentes$
$L_x = peso\ del\ eje\ en\ kips\ (kilo\ Libras)$
$L_2 = código\ del\ eje: (simple = 1, tandem = 2, Tridem = 3)$
$\beta_X = Factor\ que\ depende\ del\ tipo\ y\ codigo\ de\ eje\ y\ del\ número\ estructural$
$P_t = Índice\ de\ serviciabilidad\ final$
$S_N = Número\ estructural\ en\ pulgadas \qquad D = Espesor\ de\ la\ losa\ en\ pulgadas$

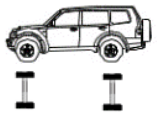
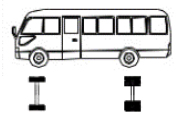
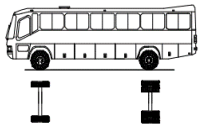
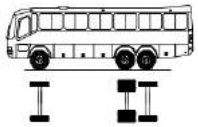
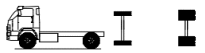
3.40 CÁLCULO DEL FACTOR DE EQUIVALENCIA PARA AFIRMADO

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE
Eje Simple de Ruedas Simples	$EE = \left({}^{P}/_{6.6}\right)^4$
Eje Simple de Ruedas Dobles	$EE = \left({}^{P}/_{8.2}\right)^4$
Eje tandem (1 Eje Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = \left({}^{P}/_{14.8}\right)^4$
Eje Tandem (2 Ejes de Ruedas Dobles)	$EE = \left({}^{P}/_{15.1}\right)^4$
Eje Tridem (2 Ejes Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = \left({}^{P}/_{20.7}\right)^{3.9}$
Eje Tridem (3 Ejes Ruedas Dobles)	$EE = \left({}^{P}/_{21.8}\right)^{3.9}$

Para el cálculo de ejes equivalentes en Afirmado

CÁCULO DE FACTOR DE EJES EQUIVALENTES									
NOMENCLATURA	GRÁFICO	Peso (ton)	Lx kips	L2	β_x	β_{18}	G_t	$\log\left(\frac{1}{FEE}\right)$	FEE
_1VL		1	2.2	1					0.000527
_2VL		2	4.4	1					0.0084323
_4VL		4	8.8	1					0.0566219
_1RS		7	15.4	1					1.2653667
_1RD		11	24.2	1					3.238287
_1RS_1RD		16	35.2	2					1.3659445
_2RD		18	39.6	2					2.0192135
_1RS_2RD		23	50.6	3					1.5081836
_3RD		25	55	3					1.7060262
_1RD_1RD		22	48.4	2					6.477

4. CÁLCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE

VAHICULO			FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE					F.E.E. TOTAL	FACTOR DIREC. (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	AÑO	(Fca)	ESAL
TIPO	GRÁFICO	IMDs	DELANT.	EJE N° 01	EJE N° 02	EJE N° 03	EJE N° 04						
VHL1_		35	0.00053	0.00053				0.0011	50.20%	1	365	10.9297	74
VHL2_													
B2_													
B3_1													
_C2		3	1.26537	3.23829				4.5037	52.94%	1	365	11.3588	29656
_C3		2	1.26537	2.01921				3.2846	50.00%	1	365	11.3588	13618
_C4		1	1.26537	1.50818				2.7736	50.00%	1	365	11.3588	5750
												ESAL =	4.91E+04

5. DISEÑO DE AFIRMADO

5.1 TRÁNSITO

De acuerdo al estúdio de trafico el número de repeticiones de E.E. será: **4.91E+04**

Para el caso del tráfico y del diseño de afirmado se definen las siguientes categorias de tráfico:

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO	De 0	A 25000	T0
	De 25001	A 78000	T1
	De 78001	A 150000	T2
	De 150001	A 310000	T3

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: **T1**

5.2 SUBRASANTE

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: **1.80%**

Requiere mejoramiento de la Subrasante

Para el caso del CBR y del diseño de afirmado se definen las siguientes categorias de suelo:

CATEGORIA	RANGO DE CBR (%) AL 100% DE LA M.D.S.		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
CBR DE LA SUBRASANTE	De 0.00 %	A 3.00 %	S0
	De 3.01 %	A 5.00 %	S1
	De 5.01 %	A 10.00 %	S2
	De 10.01 %	A 19.00 %	S3
	De 19.01 %	A MAS	S4

Según la clasiticación del CBR, la subrasante corresponde al tipo de suelo : **S0**

5.3 CÁLCULO DEL ESPESOR DEL AFIRMADO

$$e = [219 - 211 \times \log(CBR) + 58 \times \log(CBR)^2] \times \log\left(\frac{ESAL}{120}\right)$$

$CBR =$ 6.10 %

$ESAL =$ 4.91E+04

$e =$ **233 mm**

5.4 GRANULOMETRIA DEL AFIRMADO

# DE TAMÍZ	% DEL TAMIZ QUE PASA
50 mm (2")	100
37.5 mm (1 1/2")	
25 mm (1")	50 - 80
19 mm (3/4")	
12.5 mm (1/2")	

9.5 mm (3/8'')	
4.75 mm (N° 04)	20 - 50
2.36 mm (N° 08)	
2.00 mm (N° 10)	
4.25 um (N° 40)	
75 um (N° 200)	4 - 12
INDICE DE PLASTICIDAD	4 - 9
DESGASTE LOS ÁNGELES	50% Máx (MTC E 207)
LÍMITE LÍQUIDO	35% Máx (MTC E 110)
CBR	40% Mín al 100% MDS

5.5 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE

El mejoramiento de la subrasante será: **Con Adición de Cal, Cemento o Químicos**

El CBR de la subrasante mejorada será: **6.10%**

El espesor recomendado pata un tipo de tráfico T1 y un tipo de suelo S0 es: **200 mm**

5.6 DIMENSIONAMIENTO DE AFIRMADO

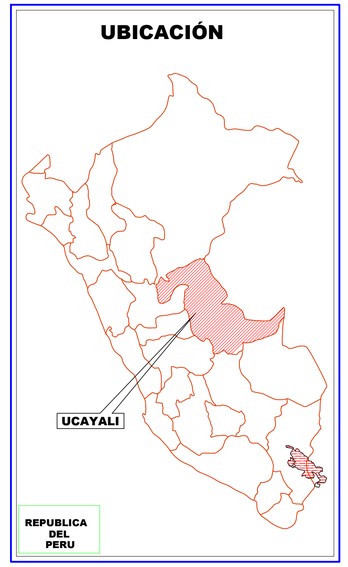
Capa de afirmado = **233 mm** ≈ **250 mm**

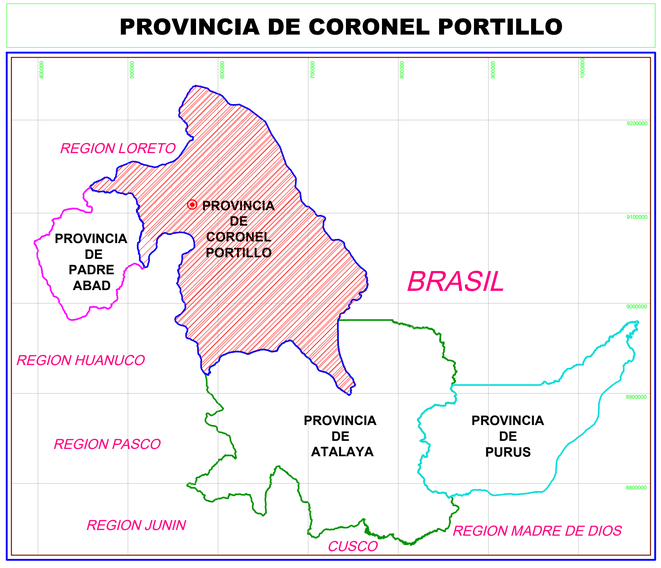
Espesor de mejoramiento de subrasante = **200 mm**

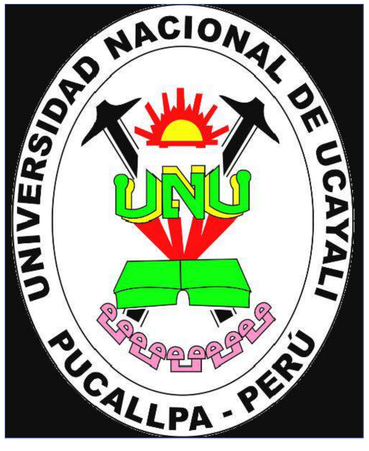


PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA 1/1250



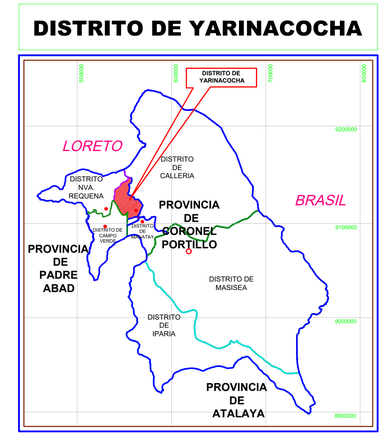




UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

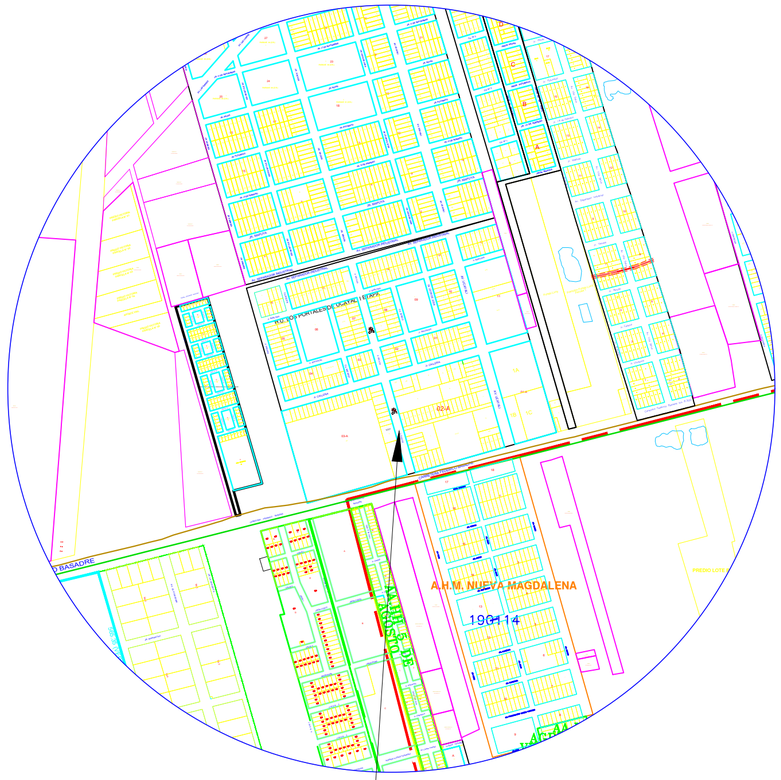
TESIS : **Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera *(Elaeis guineensis)* en vías afirmadas en Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022.**

PLANO : UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN		DISTRITO: YARINACOCHA	UL-01
UBICACIÓN : Jr. Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3		PROVINCIA: CRNL-PORTILLO	
DEPARTAMENTO : UCAYALI	DIBUJO:	FECHA: MARZO 2022	ESCALA: INDICADA





PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA 1/1500



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 1/10000

Puntos de Exploración Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S			
Ítem	Descripción	Norte	Este
01	C-1	9071765.77	543396.87
02	C-2	9072003.07	543334.82

SIMBOLOGÍA

DESCRIPCION	SIMBOLO
CALICATA	C–##

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

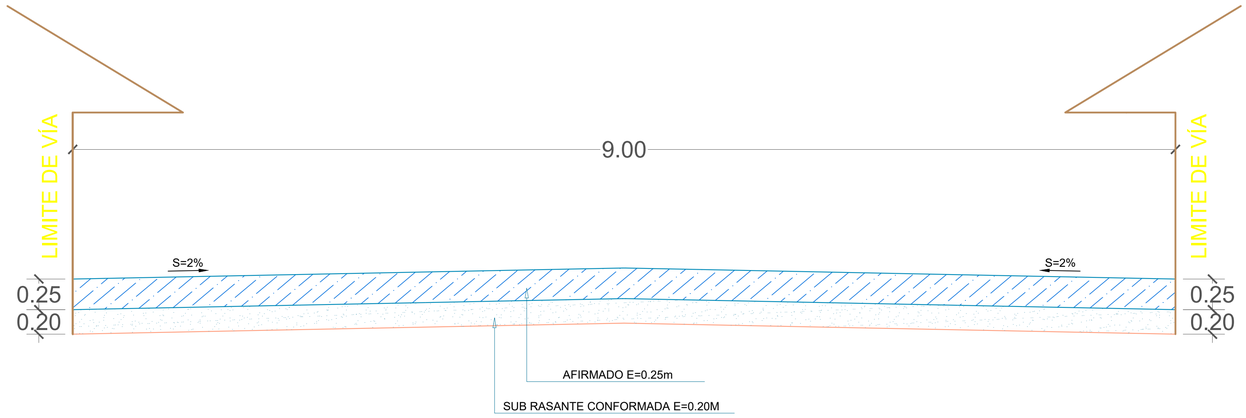
TESIS : **Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera *(Elaeis guineensis)* en vías afirmadas en Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022.**

PLANO :	UBICACIÓN CALICATAS		DISTRITO: YARINACOCHA	U-01
UBICACIÓN :	Jr. Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3		PROVINCIA: CRNL-PORTILLO	
DEPARTAMENTO :	UCAYALI	DIBUJO:	FECHA: MARZO 2022	ESCALA: INDICADA

DETALLE DE SUBRASANTE CON CENIZA DE PALMA ACEITERA

Capa de afirmado = 250mm

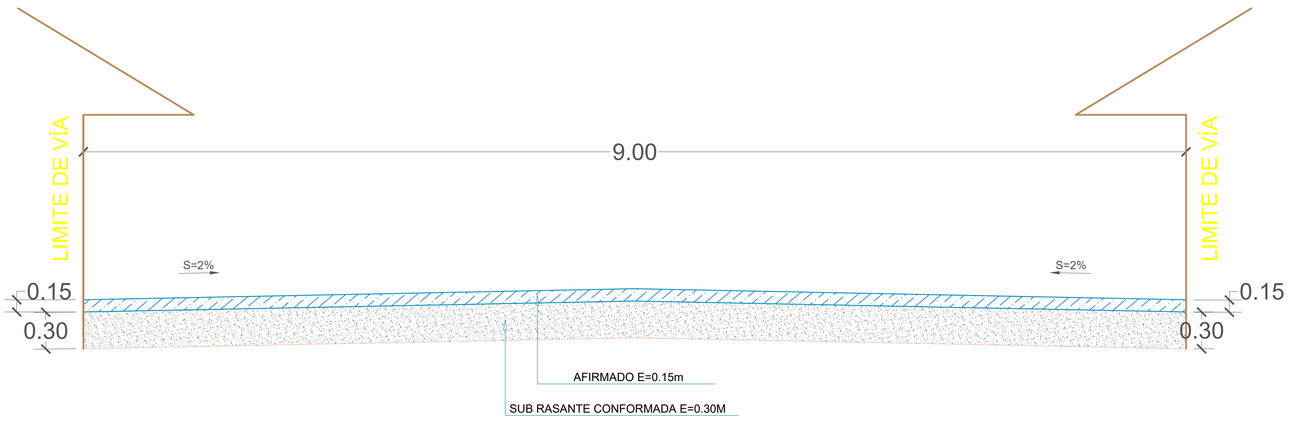
Espesor de mejramiento de subrasante = 200mm



DETALLE DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE PRÉSTAMO

Capa de afirmado = 150mm

Espesor de mejoramiento de subrasante = 300mm



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS : **Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para subrasante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera *(Elaeis guineensis)* en vías afirmadas en Jirón Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022.**

PLANO :	ESTRUCTURA DE AFIRMADO		DISTRITO: YARINACOCHA	D-01
UBICACIÓN :	Jr. Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3		PROVINCIA: CRNL-PORTILLO	
DEPARTAMENTO :	UCAYALI	DIBUJO:	FECHA: MARZO 2022	ESCALA: INDICADA

ANEXO 11

Cotización de Ceniza y Producción de la empresa OLAMSA

Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Pucallpa, 24 octubre de 2022

CARTA N°01/GERENCIA DE OPERACIONES-OLAMSA/2022

Señores:
- *Raúl Armando Borbor Pezo.*
- *Irvin Abel Ladera Espejo.*

Presente. -

Ref. : COTIZACIÓN PRECIO DE CENIZA.

De mi mayor consideración:

Por medio de la presente es grato saludarlo cordialmente y al mismo tiempo hacer de su conocimiento lo siguiente:

Actualmente OLAMSA utiliza la mayor parte de producción de Ceniza para realizar nuestro Abono Orgánico - Compost, por ende, la cantidad que podríamos ofrecerle es el 20% que equivale aproximadamente 600 M3 de nuestra producción mensual, al precio de S/20.00 soles (VEINTE CON 00/100 SOLES) el M3 en planta.

Sin otro en particular me suscribo de ustedes.

Atentamente,

OLEAGINOSAS AMAZONICAS S.A.
Ing. Michael Lozano Arevalo
GERENTE DE OPERACIONES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIRÍA CIVIL LABORATORIO
DE SUELOS

ANEXO 12. Factor de Esponjamiento o Cociente Volumétrico

PROYECTO	: "Propuesta de incremento a la resistencia de suelos para dubrazante mediante incorporación de ceniza de palma aceitera (Elaeis guineensis) en vías afirmadas en Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales Yarinacocha, Perú 2022"		
UBICACIÓN	: Jiron Galilea desde la cuadra 1 hasta la cuadra 3 de la Urbanización Los Portales, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali		
MATERIAL	: Ceniza	**RESP. LAB.**	:
COORDENADAS	:	**TEC. LAB.**	: F.G
TESISTAS	: Borbor Pezo, Raúl-Ladera Espejo Irving	**FECHA**	: 17/11/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
EXTRACCIÓN	: Planta de OLAMSA
MUESTRA	: -
PROF. (m)	: -

DATOS DEL ENSAYO					
MUESTRA		N° 1	N° 2	N° 3	
Volúmen del tubo volumétrico (cc)	:	50	250	250	
Volúmen S (cc)	:	50	150	250	
Volúmen B (cc)	:	42	124	208	
Factor de Esponjamiento	:	1.190	1.210	1.202	
Porcentaje de esponjamiento %	:	19%	21%	20%	
Promedio Fact. Esponjamiento %	:	**20 %**			

Observaciones:

Se realizaron 3 ensayos con diferentes volumenes para reducir el error, gracias a ello pudimos determinar que elporcentaje de espojamiento de la ceniza de palma aceitera varia entre 19 a 21 %, teniendo como promedio 20%. Por lo cual se puede afirmar que el factor de esponjamiento de la ceniza de palma es 1.2







