UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores : **Bach. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO**

Bach. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ

Asesor : **Dr. MANUEL EMILIO MILLA PINO**

JAÉN – PERÚ, SETIEMBRE, 2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día jueves 17 de noviembre del año 2022, siendo las 11:30 horas, se reunieron de manera **presencial**, los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña
Secretaria: Mg. José Luis Piedra Tineo
Vocal: Mg. Marco Antonio Aguirre Camacho
Para evaluar la Sustentación del:

( ) Informe de Plan de Trabajo de Investigación
(x) informe Final de Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO", presentado por los Bachilleres Jhon Darwin Huamán Pinedo y Didí Camacho Dominguez, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar ( ) Desaprobar (X) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	( )
c)	Bueno	14, 15	(15)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ó menos	( )

Siendo las 12:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente de Jurado Evaluador

Secretario de Jurado Evaluador

Vocal de Jurado Evaluador

ÍNDICE

ÍNDICE ii
ÍNDICE DE TABLAS iv
ÍNDICE DE FIGURAS viii
RESUMEN xiii
ABSTRACT xiv
I. INTRODUCCIÓN 15
1.1. Planteamiento del problema 15
1.2. Justificación de la investigación 16
1.3. Formulación de la hipótesis 16
1.4. Antecedentes de la investigación 16
1.4.1. A Nivel Internacional 16
1.4.2. A Nivel Nacional 18
1.5. Bases teóricas 19
1.5.1. Estabilización de suelos 19
1.5.2. Aceite residual 21
1.5.3. Otros materiales que se usan para la estabilización de suelos 23
1.5.4. Pavimento 25
II. OBJETIVOS 28
2.1. General 28
2.2. Específicos 28
III. MATERIALES Y MÉTODOS 29
3.1. Materiales 29
3.1.1. Suelos arcillosos (cohesivos y expansivos) 29
3.1.2. Aceite residual de motor diésel 29
3.1.3. Agua potable 30
3.1.4. Población y Muestra 30
3.2. Fuentes de información 30
3.3. Métodos y técnicas 31
3.4. Diseño de la investigación 32
3.5. Instrumentos de recolección de datos 32
3.5.1. Suelo sin adición de aceite 32
3.5.2. Suelos con adición de aceite residual motor diésel 33

3.5.3. Desarrollo de la investigación 33
3.5.4. Ubicación y localización de la muestra 34
3.5.5. Muestreo de suelos 35
3.5.6. Ensayos de laboratorio 38
IV. RESULTADOS 54
4.1. Ensayos realizados a la muestra de suelo natural (muestra patrón) 54
4.1.1. Determinación del contenido de humedad 54
4.1.2. Análisis granulométrico 54
4.1.3. Límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. 58
4.1.4. Clasificación SUCS y AASHTO 58
4.1.5. Proctor modificado 64
4.1.6. CBR de suelos (laboratorio) 69
4.2. Ensayos realizados a la muestra de suelo con adicción de aceite residual de motor diésel. 76
4.2.1. Límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. 76
4.2.2. Proctor modificado 94
4.2.3. CBR de suelos (laboratorio) 112
4.3. Análisis de datos 138
4.3.1. Resumen de todos los resultados 138
4.3.2. Análisis estadístico 143
V. DISCUSIÓN 151
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 154
6.1. Conclusiones 154
6.2. Recomendaciones 155
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 156
AGRADECIMIENTO 157
DEDICATORIA 158
ANEXOS 159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de los resultados del contenido de humedad 54
Tabla 2 Resultados del análisis granulométrico 55
Tabla 3 Distribución del tamaño de partículas. 55
Tabla 4 Resultados del análisis granulométrico 57
Tabla 5 Distribución del tamaño de partículas 57
Tabla 6 Resumen del análisis granulométrico 58
Tabla 7 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 59
Tabla 8 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 60
Tabla 9 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 61
Tabla 10 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 62
Tabla 11 Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad 63
Tabla 12 Resumen del resultado de la clasificación de suelos SUCS Y ASTHO 63
Tabla 13 Resultados de humedad y densidad seca 65
Tabla 14 Resultados de humedad y densidad seca 66
Tabla 15 Resultados de humedad y densidad seca 67
Tabla 16 Resultados de humedad y densidad seca 68
Tabla 17 Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado 69
Tabla 18 Resumen del ensayo de CBR de suelos en laboratorio 70
Tabla 19 Resumen del resultado del ensayo de CBR 71
Tabla 20 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio 71
Tabla 21 Resumen del resultado del ensayo de CBR 72
Tabla 22 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio 73
Tabla 23 Resumen del resultado del ensayo de CBR 74
Tabla 24 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio 74
Tabla 25 Resumen del resultado del ensayo de CBR 75
Tabla 26 Resumen de los resultados de las repeticiones CBR 75
Tabla 27 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 76
Tabla 28 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 77
Tabla 29 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 78
Tabla 30 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 79

Tabla 31 Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad 80
Tabla 32 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 81
Tabla 33 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 82
Tabla 34 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 83
Tabla 35 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 84
Tabla 36 Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad 85
Tabla 37 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 85
Tabla 38 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 86
Tabla 39 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 87
Tabla 40 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 88
Tabla 41 Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad 89
Tabla 42 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 90
Tabla 43 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 91
Tabla 44 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 92
Tabla 45 Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico 93
Tabla 46 Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad 94
Tabla 47 Resultados de humedad y densidad seca 94
Tabla 48 Resultados de humedad y densidad seca 95
Tabla 49 Resultados de humedad y densidad seca 96
Tabla 50 Resultados de humedad y densidad seca 97
Tabla 51 Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado 98
Tabla 52 Resultados de humedad y densidad seca 99
Tabla 53 Resultados de humedad y densidad seca 100
Tabla 54 Resultados de humedad y densidad seca 101
Tabla 55 Resultados de humedad y densidad seca 102
Tabla 56 Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado 103
Tabla 57 Resultados de humedad y densidad seca 103
Tabla 58 Resultados de humedad y densidad seca 104
Tabla 59 Resultados de humedad y densidad seca 105

Tabla 60 Resultados de humedad y densidad seca 106
Tabla 61 Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado 107
Tabla 62 Resultados de humedad y densidad seca 108
Tabla 63 Resultados de humedad y densidad seca 109
Tabla 64 Resultados de humedad y densidad seca 110
Tabla 65 Resultados de humedad y densidad seca 111
Tabla 66 Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado 112
Tabla 67 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....112
Tabla 68 Resumen del resultado del ensayo de CBR 113
Tabla 69 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....114
Tabla 70 Resumen del resultado del ensayo de CBR 115
Tabla 71 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....115
Tabla 72 Resumen del resultado del ensayo de CBR 116
Tabla 73 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....117
Tabla 74 Resumen del resultado del ensayo de CBR 118
Tabla 75 Resumen de los resultados de las repeticiones CBR 118
Tabla 76 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....119
Tabla 77 Resumen del resultado del ensayo de CBR 120
Tabla 78 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....120
Tabla 79 Resumen del resultado del ensayo de CBR 121
Tabla 80 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....122
Tabla 81 Resumen del resultado del ensayo de CBR 123
Tabla 82 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....123
Tabla 83 Resumen del resultado del ensayo de CBR 124
Tabla 84 Resumen de los resultados de las repeticiones CBR 124
Tabla 85 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....125
Tabla 86 Resumen del resultado del ensayo de CBR 126
Tabla 87 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....127
Tabla 88 Resumen del resultado del ensayo de CBR 127
Tabla 89 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....128
Tabla 90 Resumen del resultado del ensayo de CBR 129
Tabla 91 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....129
Tabla 92 Resumen del resultado del ensayo de CBR 130

Tabla 93 Resumen de los resultados de las repeticiones CBR 130
Tabla 94 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....131
Tabla 95 Resumen del resultado del ensayo de CBR 132
Tabla 96 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....133
Tabla 97 Resumen del resultado del ensayo de CBR 134
Tabla 98 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....134
Tabla 99 Resumen del resultado del ensayo de CBR 135
Tabla 100 Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio.....136
Tabla 101 Resumen del resultado del ensayo de CBR 137
Tabla 102 Resumen de los resultados de las repeticiones CBR 137
Tabla 103 Resumen de todos los resultados de la investigación 138
Tabla 104 Promedios de las repeticiones de cada tratamiento 139
Tabla 105 Promedios de las repeticiones de cada tratamiento 140
Tabla 106 Promedios de las repeticiones de cada tratamiento 141
Tabla 107 Tipos de Subrasante.....142
Tabla 108 Matriz de datos 143
Tabla 109 Tabla de análisis de varianza límite liquido.....144
Tabla 110 Interpretación de Anova.....144
Tabla 111 Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey 145
Tabla 112 Tabla de análisis de varianza índice de plasticidad 146
Tabla 113 Interpretación de Anova.....146
Tabla 114 Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey 147
Tabla 115 Tabla de análisis de varianza proctor.....148
Tabla 116 Interpretación de Anova.....148
Tabla 117 Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey 148
Tabla 118 Tabla de análisis de varianza CBR.....149
Tabla 119 Interpretación de Anova.....149
Tabla 120 Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey 150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adquisición del aceite residual de motor diésel 29
Figura 2 Esquema de la investigación 34
Figura 3 Ubicación de la extracción de muestras 34
Figura 4 Ubicación de la extracción de muestras en la carta geológica 11-f San Ignacio..35
Figura 5 Ubicación del lugar cercano a la calicata 36
Figura 6 Ubicación de la calicata a explorar 36
Figura 7 Excavación manual de calicata.....37
Figura 8 Identificación de calicata.....37
Figura 9 Extracción de muestras representativas 38
Figura 10 Transporte de muestras.....38
Figura 11 Peso inicial húmedo 39
Figura 12 Secado de la muestra.....39
Figura 13 Cuarteo del material 40
Figura 14 Muestra representativa 41
Figura 15 Lavado del material.....41
Figura 16 Tamizado Manual 41
Figura 17 Mezclado de material con agua 43
Figura 18 Porción de la pasta en la copa Casagrande.....43
Figura 19 Extracción de la muestra de la ranura cerrada.....44
Figura 20 Peso de la muestra húmeda.....44
Figura 21 Enrollado de la muestra.....45
Figura 22 Secado de las muestras.....46
Figura 23 Apunte de peso de las muestras secas 46
Figura 24 Secado del material 48
Figura 25 Desmenuzado de material.....48
Figura 26 Mezclado de material adicionando agua 49
Figura 27 Compactación del material 49
Figura 28 Mezclado de material adicionando agua y aceite 49
Figura 29 Apunte de peso del material compactado. 50
Figura 30 Materiales y equipos utilizados en la compactación.....50
Figura 31 Adición del porcentaje de aceite y humedad optima 52

Figura 32 Inmersión y control de hinchamiento de las muestras. 52
Figura 33 Ensayo de penetración y toma de lectura. 53
Figura 34 Curva granulométrica.....56
Figura 35 Curva granulométrica.....58
Figura 36 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....59
Figura 37 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....60
Figura 38 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....61
Figura 39 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....62
Figura 40 Carta de plasticidad de Casagrande 64
Figura 41 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....65
Figura 42 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....66
Figura 43 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....67
Figura 44 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....68
Figura 45 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca. 70
Figura 46 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca. 72
Figura 47 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca. 73
Figura 48 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca. 75
Figura 49 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....77
Figura 50 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....78

Figura 51 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....79
Figura 52 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....80
Figura 53 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....81
Figura 54 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....82
Figura 55 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....83
Figura 56 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....84
Figura 57 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....86
Figura 58 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....87
Figura 59 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....88
Figura 60 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....89
Figura 61 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....90
Figura 62 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....91
Figura 63 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....92
Figura 64 Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad.....93
Figura 65 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....95
Figura 66 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....96

Figura 67 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....97
Figura 68 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....98
Figura 69 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....99
Figura 70 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....100
Figura 71 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....101
Figura 72 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....102
Figura 73 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....104
Figura 74 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....105
Figura 75 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....106
Figura 76 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....107
Figura 77 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....108
Figura 78 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....109
Figura 79 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....110
Figura 80 Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....111
Figura 81 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1”, obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 113
Figura 82 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1”, obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 114

Figura 83 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 116
Figura 84 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 117
Figura 85 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 119
Figura 86 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 121
Figura 87 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 122
Figura 88 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 124
Figura 89 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 126
Figura 90 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 127
Figura 91 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 128
Figura 92 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 130
Figura 93 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 132
Figura 94 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 133
Figura 95 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 135
Figura 96 Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca 136
Figura 97 Relación entre el contenido de aceite residual y el contenido de humedad óptimo 139
Figura 98 Relación entre el contenido de aceite residual y la máxima densidad seca 140
Figura 99 Relación entre el contenido de aceite residual con los límites de Atterberg....141
Figura 100 Relación entre el contenido de aceite residual con el porcentaje CBR.....142

RESUMEN

Esta investigación abordó el tema de la estabilización de suelos no aptos para la subrasante de un pavimento, debido a que sus propiedades no cumplen con los parámetros establecidos en el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, sección suelos y pavimentos. Esta investigación tuvo como objetivo principal adicionar aceite residual de motor diésel en proporciones de 2%, 4%, 8% y 12% a la muestra de suelo tomada en el Tramo Tablón – Perico (km 2+000), distrito de Chirinos, Provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca con el fin de mejorar las propiedades mecánicas del suelo. El desarrollo de esta investigación, desde la perspectiva experimental se basó en la realización de ensayos de laboratorio para la demostración de cada una de las variables estudiadas. Se concluye que la incorporación de aceite residual de motor diésel mejora las propiedades mecánicas del suelo; por tal motivo, la adición del 12% tiene un efecto considerablemente en las variables estudiadas, mientras que la del 8% tiene un efecto similar, con valores que no marcan mucha diferencia, considerándose la más óptima, debido a que es más trabajable, económico y beneficioso para ser usada a nivel de subrasante.

Palabras clave: Estabilización, Subrasante, Aceite Residual de Motor Diésel.

ABSTRACT

This research addressed the topic of the stabilization of unsuitable soils for the subgrade of a pavement, because its properties don't satisfy with the parameters established in the Ministry of Transportation and Communications Road Manual, soils and pavement section. The main objective of this research was to add residual diesel engine oil in proportions of 2%, 4%, 8% and 12% of the soil sample taken in the Tablón – Perico section (km 2+000), district of Chirinos, province of San Ignacio, department of Cajamarca in order to improve the mechanical properties of the soil. The development of this research, from the experimental perspective, was based on the performance of laboratory test for the demonstration of each of the variables studied. It is concluded that the incorporation of residual diesel engine oil improves the mechanical properties of the soil; therefore, the addition of 12% has a significant effect on the variables studied, while the addition of 8% has a similar effect, with values that don't make much difference, being considered most optimal, because it is more workable, economical and beneficial to be used at the subgrade level.

Keywords: Stabilization, Subgrade, Residual Diesel Engine Oil.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación está enfocado en la estabilización de suelos de mala calidad que componen la subrasante de un pavimento, y mediante el uso del aceite residual de motor diésel mejorar sus propiedades mecánicas.

1.1. Planteamiento del problema

La construcción de pavimentos en nuestra sociedad genera un medio para el desarrollo de las actividades en diversas áreas de la industria, trayendo consigo un progreso social y cultural, pero no es el caso para gran parte de la sociedad, debido a que no todas las construcciones presentan un periodo de vida útil confortable sin que se genere asentamientos y deformaciones; esta deficiencia en gran parte se debe a la mala calidad de los suelos que conforman la subrasante de un pavimento.

El manual de carreteras, "suelos, geología, geotecnia y pavimentos" establece que la subrasante no apta para la construcción de un pavimento, es aquella que la capacidad de resistencia o capacidad de soporte del suelo presenta un valor de CBR inferior al 3%, asimismo se considera también otras propiedades como el índice de plasticidad elevado, expansibilidad elevada, densidad natural baja y otras propiedades más, que también tienen influencia en la resistencia del suelo, por lo que se tendrá que realizar una estabilización.

La estabilización tiene el propósito de mejorar las propiedades mecánicas de un suelo, a través de productos químicos o sintéticos, que en la actualidad ya se encuentran establecidos en manual de suelos geología geotecnia y pavimentos, pero no obstante se siguen investigando nuevas alternativas de estabilización para que los costos de los proyectos viales no sean elevados y sean viables. Por ello se propone evaluar el efecto del aceite residual de motor diésel como otra alternativa.

Los aceites minerales son derivados de la refinación del petróleo, que en la actualidad el residuo que se percibe una vez utilizado el lubricante genera gran contaminación debido al incorrecto manejo de conservación o tratamiento.

¿Cuál es el efecto del uso del aceite residual de motor diésel en el mejoramiento del suelo de la subrasante de un pavimento?

1.2. Justificación de la investigación

En esta investigación surge la necesidad de hacer uso del aceite residual de motor diesel, para mejorar las propiedades mecánicas de la subrasantes de mala calidad, y contribuir en una nueva alternativa de estabilización.

Por tal razón la importancia de utilizar este material en el mejoramiento de la subrasante de un pavimento, con el objetivo de reducir el Limite Líquido, Limite Plástico y aumentar el índice de resistencia a la penetración (CBR) y así lograr una mejora como capa estructural.

Con esta investigación se busca mitigar el desecho del aceite residual de motor hacia lugares de la naturaleza que son más afectados como es el caso de las fuentes hídricas. Otro de los beneficios es que se lograría disminuir los costos en el mejoramiento de suelos en los pavimentos.

Por otra parte, la presente investigación tiende a mejorar la economía en los proyectos de obras viales debido a su bajo costo en la obtención de este material.

Para la construcción de nuevas vías, en sus estudios de suelos se encuentra que en tramos de la vía tiene suelo de baja calidad y con alto limite plástico que, al no ser estabilizado o mejorado estas pueden generar fallas a nivel estructural y consigo llevando al colapso total de esta, por tal motivo se pretende mejorar esa capa estructural para que la vía funcione en todo su tiempo de vida.

1.3. Formulación de la hipótesis

El uso de aceite residual de motor diésel empleado en la subrasante de un pavimento mejora las propiedades mecánicas en un porcentaje que oscila entre el 1% y el 10%.

1.4. Antecedentes de la investigación

1.4.1. Internacionales

Orobio y Del Castillo (2020) con su investigación titulada “Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante” en esta investigación plantea como objetivo de buscar de forma preliminar evaluar el

comportamiento geotécnico de una subrasante mezclada con Aceite de Motor Usado (AMU), siendo este último un residuo producido en grandes volúmenes y termina en ríos y depósitos naturales, causando daños nocivos para el medio ambiente y la salud humana. Se obtuvo como resultados de los ensayos de laboratorio del suelo natural según SUCS es limo de alta plasticidad (MH), la Densidad Seca Máxima (DSM) resultante es 1.570gr/cm3, la Humedad Optima (HO) toma el valor del 25% y el CBR de 4.4%, en referencia a estos valores se tomaron los siguientes porcentajes de adición de AMU: 4%, 8%, 12% y 16% comparándose con aquellos valores, teniendo como resultado que en con 4% de aceite la HO se reduce en 8% y la DSM se mantiene constante; con 8% de aceite la HO se reduce en 31.2% y la DSM aumenta en 4.5%; con 12% de aceite la HO se reduce en 44.4% y la DSM aumenta en 5.7% y con 16% de aceite la HO se reduce en 60.0% y la DSM aumenta en 7.0%. Concluyendo que la adición de aceite presentó un ligero aumento de la densidad seca máxima (hasta un 7%) en dosificaciones de mayores al 4% de AMU y se obtuvo una reducción significativa de humedad optima al incrementar el contenido de aceite donde se redujo hasta un 60% para el 16% de AMU.

Moncayo (2018) en su tesis “Estudio del efecto del aceite de motor usado, en la resistencia a corte y CBR de los suelos finos MH en la ciudad de Cali”, en lo cual tuvo como objetivo de analizar el comportamiento del suelo (MH), expuesto a la adición del Aceite de Motor Usado (AMU). La muestra comprendió en la extracción del suelo al sur de la ciudad de Santiago de Cali en el barrio Valle de Lili. Se obtuvo como resultado que la incorporación del 0% de AMU tiene un valor de DSM de 1.51 gr/cm3, HO de 25.00% y CBR de 4.70%; del 4% de AMU tiene un valor de DSM de 1.53 gr/cm3, HO de 22.50% y CBR de 3.00%; del 8% de AMU tiene un valor de DSM de 1.62 gr/cm3, HO de 20.90% y CBR de 3.45%; del 12% de AMU tiene un valor de DSM de 1.64 gr/cm3, HO de 17.40% y CBR de 3.95%; y del 16% de AMU tiene un valor de DSM de 1.72 gr/cm3, HO de 13.40% y CBR de 7.10%. Se concluyó que, la adición para el 16% de aceite es excelente porque aporta una enorme mejora en aumento de DSM y reducción de HO a comparación del suelo en su estado natural, pero no es recomendable utilizar en la construcción porque el suelo no absorbe en su totalidad al aceite y produce saturación.

1.4.2. Nacionales

Jalanoca (2021) en su tesis “Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la carretera Platería Perka, Puno 2021”, tuvo como objetivo es de determinar la influencia del aceite residual frente a las propiedades de la subrasante, en porcentajes de 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5%. Teniendo como resultado que la clasificación del suelo natural es grava pobremente graduada con arcilla y arena (GP-GC); la Máxima Densidad Seca del suelo natural es de 2.056 gr/cm3, adicionando 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5% de aceite residual obtuvo como resultado a 2.060 gr/cm3, 2.077 gr/cm3, 2.086 gr/cm3 y 2.006 gr/cm3; la Humedad Optima del suelo natural es de 8.64%, adicionando 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5% de aceite residual obtuvo como resultado a 8.58%, 8.50%, 8.13%; y 7.79%; para el CBR natural al 95% de la máxima densidad seca tiene un valor de 27.60%, incorporando 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5% de aceite residual se obtuvo como resultado de 34.00%, 54.40%, 63.50% y 49.90%. Se concluyó que, al adicionar aceite residual en las dosificaciones mencionadas, se presentaron mejoras en comparación a la muestra patrón de sus propiedades del suelo del 1.5% y 3.5% de adición, existiendo una reducción en la mayoría de sus propiedades al 4.5% de adición.

Tuscano (2017) en su tesis: “Estabilización de subrasante mediante el uso de aceite reciclado en carretera, circuito Cruz de Paz Palian - El Tambo – Huancayo 2017”, como objetivo tiene determinar la acción del aceite lubricante reciclado para la estabilización de la subrasante. Lográndose determinar que la clasificación del suelo es arcilla limosa (CL), se le adiciono diferentes porcentajes de aceite reciclado que son de 2%, 4% y 6%. Se obtuvo como resultado que el suelo en estado natural tiene una humedad optima de 11.85%, densidad seca máxima de 1.817gr/cm3 y CBR de 3.05%; se obtuvo una humedad optima en la adición de 2%, 4% y 6% de aceite reciclado valores de 11.90%, 15.45% y 14.77%; tanto para densidad máxima seca se obtuvo valores 1.684gr/cm3, 1.728gr/cm3 y 1.740gr/cm3 en adiciones de 2%, 4% y 6% de aceite reciclado; y se obtuvo valores de CBR de 5.31%, 8.51% y 1.79% en adiciones de 2%, 4% y 6% de aceite reciclado. Concluyendo que, se encontró que la adición optima de aceite es de 4% para poder estabilizar la subrasante; mientras que las características de la compactación de suelos la densidad seca aumenta y la humedad optima también aumenta con el incremento de aceite reciclado con mayores al 4%.

1.5. Bases teóricas

1.5.1. Estabilización de suelos

"La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos naturales o sintéticos" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2014).

"Las técnicas empleadas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización es seguido de un proceso de compactación" (MTC, 2014).

"Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas" (MTC, 2014).

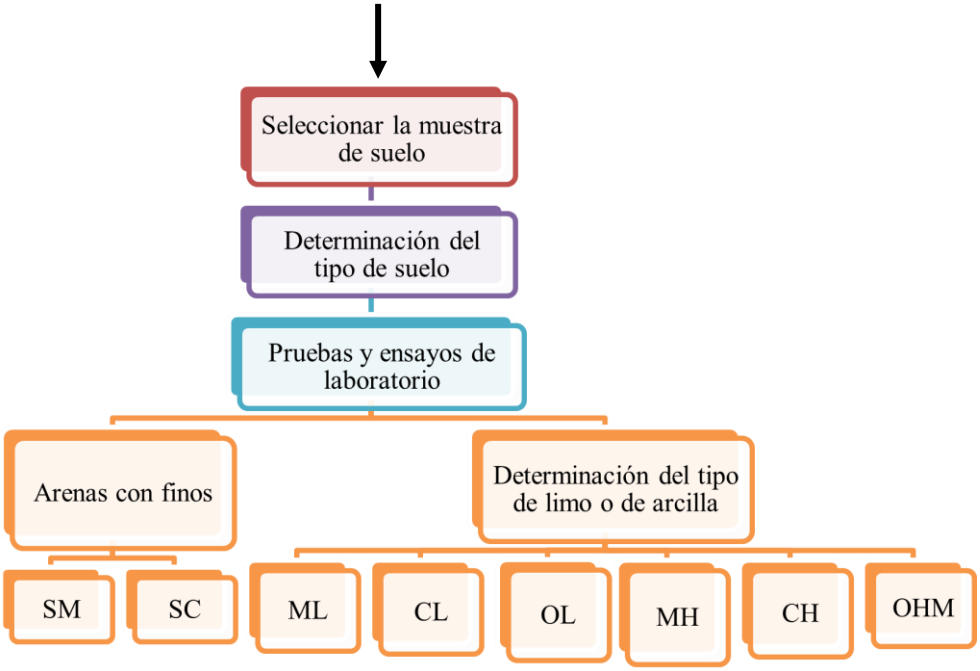
Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014) define que:

Los factores que se consideran al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:

a. Tipo de suelo a estabilizar.
b. Uso propuesto del suelo estabilizado.
c. Tipo de aditivo estabilizador de suelos.
d. Experiencia de tipo de estabilización que se aplicará.
e. Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador.
f. Disponibilidad del equipo adecuado.
g. Costos comparativos.

FIGURA 9.1

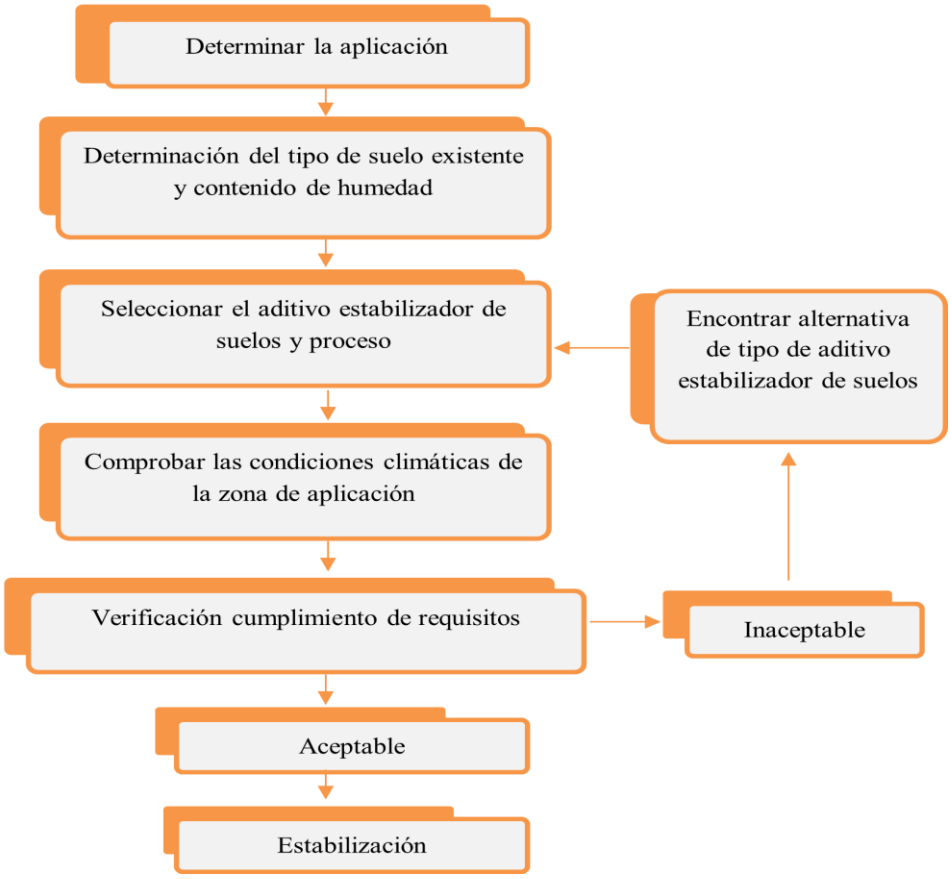
PROCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE SUELO



FUENTE: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

FIGURA 9.2

PROCESO DE SELECCIÓN DEL TIPO DE ESTABILIZACIÓN



FUENTE: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

1.5.2. Aceite residual

"Los aceites usados son una mezcla de hidrocarburos procedentes del petróleo con restos de los aditivos que se les añadieron para realizar la función de lubricación, así como agua, disolventes y otros contaminantes adquiridos durante su utilización" (Arner et al., 2006).

Durante el periodo de uso, los aceites empleados en los motores, se adquiere propiedades producidas por el desgaste que son esenciales para la estabilización de suelos.

En el aceite usado se encuentra partículas de metales que son generadas mediante el desgaste. ASTM International (2017) afirma la determinación de estas partículas mediante:

Alcance Este método de prueba abarca la determinación del contenido de metales de desgaste y contaminantes en aceites lubricantes usados y fluidos hidráulicos usados mediante espectrometría de emisión atómica con electrodo de disco giratorio (RDE-AES). El método de prueba es capaz de detectar y cuantificar elementos provenientes del desgaste y la contaminación que varían desde materiales disueltos hasta partículas de aproximadamente 10 μm de tamaño. Las unidades de preferidas son mg/kg (ppm en masa).

Durante el proceso de uso, Barrios et al. (2015) afirma:

Durante la operación del motor, el aceite se transforma mediante mecanismos de oxidación, nitración, cracking de polímeros, descomposición de sustancias organometálicas, etc., este cambio se atribuye a las altas temperaturas y esfuerzos mecánicos a los que se somete el aceite durante el funcionamiento. El contenido de nitrógeno y azufre en el aceite usado oscila entre 0.05 – 0.18% y 0.55%, respectivamente; puede contener entre 80 y 32.000 ug/g de fosforo y alrededor de 3.500 ug/g de cloro.

A diferencia del aceite nuevo de motor (ver tabla 2), el aceite usado contiene altas concentraciones de Na, Cu, Al, Cr, Mn, K, Ni, Sn, Si, B y Mo, factor que los hace potencialmente peligrosos para la vida de los organismos.

***TABLA 2**. CONCENTRACIÓN (**MG. G-1**) DE METALES PESADOS EN ACEITE DE MOTOR USADO [9]*

Metal	**Motor de gasolina**	**Motor Diesel**	**Estaciones de gasolina locales**			**Promedio**	**Máx.**
			A	**B**	**C**		
Pb	7500	75	1075	3091,5	3950	7097,0	13885
Zn	1500	1300	265	1128,5	740	1061,0	2500

Cu	17	18	27.5	6,0	40	28,0	56
Cr	21	3	LD	1,0	ND	10,5	24
Ni	LD	LD	8,5	0,6	ND	1,2	5
Cd	ND	ND	0,1	0,5	ND	ND	ND

ND = No determinada

LD = Debajo del límite de detención

1.5.3. Otros materiales que se usan para la estabilización de suelos

MTC (2014) afirma la relación de los siguientes estabilizantes:

Cuadro 9.2

Guía Complementarias Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo[1]	Dosificación	Curado (Apertura Al Transito)[5]	Observaciones
Cemento	**EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85**	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO [2] < 1.0% Sulfatos (SO_4^{2}) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO_4 Ca [4] - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO_4 Mg - AF ≤ 15%	2 – 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)

		- AG ≤ 18%			
Emulsión	**ASTM D2397 o AASTHO M208**	A-1, A-2 y A-3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO [(2)] < 1.0% Sulfatos (SO_4^{2}) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO_4 Ca [(4)] - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO_4 Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 – 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	**EG-CBT-2008 Sección 3078 AASTHO M216 ASTM C977**	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO [(2)] < 3.0% Sulfatos (SO_4^{2}) < 0.2% Abrasión < 50%	2 – 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas. Diseño de mezcla de acuerdo a la norma ASTM D 6276.

(1) Espesor de tratamiento por capas de 6 a 8”

Tamaño máximo: 2”, debe carecer de restos vegetales.

Los suelos naturales, materiales de bancos de préstamo o mezcla de ambos que sean objeto de estabilización, deben estar definidos en el Expediente Técnico del Proyecto.

(2) CMO: Contenido de materia orgánica

(3) Los diseños o dosificaciones deben indicar: fórmula de trabajo, tipo de suelo, cantidad de estabilizador, volumen de agua, valor de CBR o resistencia a compresión simple o resultados de ensayos Marshall modificado o Ilinois, según corresponda al tipo de estabilizador aplicado.

(4) Para altitudes mayores a 3000 msnm.

(5) Después de finalizado el proceso de compactación.

Fuente: MTC

1.5.4. Pavimento

El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub rasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura. (MTC, 2014)

Las capas estructurales de un pavimento, conformadas, por subrasante, sub base, base, capa de rodadura, conjuntamente con las propiedades característica de cada capa, se determinará los siguientes tipos de pavimentos.

- Pavimento Rígido
- Pavimento flexible
- Pavimento semirrígido
- Pavimento articulado

1.5.4.1. Capas Estructurales de un Pavimento

- **Capa de Rodadura: “**Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito” (MTC, 2014).
- **Base:** Según MTC (2014) nos dice que:

Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR ≥ 80%) o será tratada con asfalto, cal o cemento.

- **Subbase:** Según MTC (2014) argumentó que:

  Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR ≥ 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento.

- **Subrasante:** "La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre el cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado" (MTC, 2014).

1.5.4.2. Criterios geotécnicos para la estabilización de suelos a nivel de subrasante

La presente investigación se enfoca en la demostración de la mejora del comportamiento de un suelo de tipo arcilloso categorizado inicialmente de mala calidad, adicionando diversos porcentajes de aceite residual de motor en función de su peso, considerando que el suelo funcionará dentro de la estructura del pavimento como capa de subrasante.

Por lo que MTC (2014) afirma que:

> Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR>6%. En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o remplazo, donde el Ingeniero Responsable analizara diversas alternativas de estabilización o de solución, como: Estabilización mecánica, Reemplazo del suelo de cimentación, Estabilización con productos o aditivos que mejoran las propiedades del suelo, Estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas, u otros), Pedraplenes, Capas de arena, elevar la rasante o cambiar el trazo vial si las alternativas analizadas resultan ser demasiado costosas y complejas.

Lo cual en el presente manual específica que los suelos para subrasante se encuentran clasificados de acuerdo al valor de CBR. MTC (2014) afirma:

Cuadro 4.11

Categorías de Sub rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S_0: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S_1: Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S_2: Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR<10%
S_3: Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR<20%
S_4: Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR<30%
S_5: Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar el efecto del aceite residual de motor diésel en las propiedades mecánicas de la subrasante de un pavimento.

2.2. Específicos

a) Caracterizar las propiedades mecánicas del suelo sin la incorporación de aceite residual de motor diésel en la subrasante.

b) Determinar las propiedades mecánicas del suelo, una vez aplicado aceite residual de motor diésel.

c) Comparar las propiedades mecánicas antes y después de la aplicación del aceite residual de motor diésel en la subrasante.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Suelos arcillosos (cohesivos y expansivos)

El material arcilloso utilizado fue obtenido del tramo de la carretera centro poblado tablón – centro poblado Perico (km 2+000), lugares pertenecientes al distrito de Chirinos provincia de San Ignacio). Esto se inició con el programa de investigación preliminar para los estudios geotécnicos: recolectando información existente en cartas geológicas, observación de los perfiles del subsuelo en trincheras y excavaciones adyacentes en el área de estudio; donde se planteó los tipos de suelos a encontrar, ubicación del punto de investigación, elección del método de exploración y muestreo. Luego se procedió con la etapa de campo a través de la exploración, la cual se hizo una calicata a una profundidad de 1.50 m, logrando la extracción de muestras representativas para su respectivo análisis en el laboratorio.

3.1.2. Aceite residual de motor diésel

El aceite empleado para esta investigación se obtuvo de Oleo repuestos Leslie ubicada en la avenida Pakamuros de la ciudad de Jaén - distrito de Jaén – provincia de Jaén.

Figura 1

Adquisición del aceite residual de motor diésel

3.1.3. Agua potable

Se utilizó el agua potable instalada en el laboratorio LABSUC.

3.1.4. Población y Muestra

Población

Se estudiará la subrasante de los pavimentos de la provincia de San Ignacio, con IMDA 400 – 201 veh/día, Red vial vecinal o rural.

Muestra

Según el criterio del investigador (Muestra no probabilística por conveniencia), la muestra de investigación, fue el suelo de la subrasante del tramo Tablón – Perico (km – 2+000) que conecta a la vía asfaltada de Chirinos. Se ubicó un punto de investigación y se tomó muestras representativas de suelo a una profundidad tal que se pueda evaluar las propiedades mecánicas, para de esta manera evaluar a los porcentajes de aceite quemado de motor diésel (2%, 4%, 8% y 12% del peso seco de la muestra) mediante los ensayos en el laboratorio.

3.2. Variables de estudio

Variable independiente

Aceite residual de motor diésel

Variable dependiente

Propiedades mecánicas de la subrasante:

- Limite Líquido.
- Limite Plástico e Índice de Plasticidad.
- Proctor Modificado (Densidad Máxima y Humedad Optima).
- CBR.

3.3. Fuentes de información

- **Información primaria:** Se consideró la información obtenida a través de la observación directa del suelo en estudio y los registros de los ensayos realizados en laboratorio que midieron las propiedades mecánicas de la subrasante.

- **Información secundaria:** Son los artículos, revistas científicas, monografías, libros, tesis, que se revisó para tener en cuenta como referencia bibliográfica de estabilización o reforzamiento de suelos arcillosos con el uso de PET y así mismo los manuales del Ministerio de Transporte y Educación que nos proporcionaron información necesaria para la realización de los ensayos en Laboratorio.

3.4. Métodos y técnicas

Métodos

En la presente investigación experimental se empleará el método inductivo para alcanzar conclusiones, que nos permitirán demostrar la afirmación de las hipótesis, en función de los objetivos y problemas planteados.

Educación M - Definista (2014) afirma que:

> El método inductivo es aquel método científico que alcanza conclusiones generales partiendo de hipótesis o antecedentes en particular. Fuentes expresan que este método originalmente puede ser asociado a estudios de Francis Bacon a inicios del siglo XVII. El método inductivo suele basarse en la observación y la experimentación de hechos y acciones concretas para así poder llegar a una resolución o conclusión general sobre estos; es decir en este proceso se comienza por los datos y finaliza llegan a una teoría, por lo tanto, se puede decir que asciende de lo particular a lo general. En el método inductivo se exponen leyes generales acerca del comportamiento o la conducta del objeto partiendo específicamente de la observación de casos particulares que se producen durante el experimento.

Técnicas

Observación

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento

fundamental en todo proceso investigativo, en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

PASOS QUE DEBE TENER LA OBSERVACION

1. Determinar el objeto, situación caso que se va observar.
2. Determinar los objetivos de la observación (para qué se va observar).
3. Determinar la forma con que se van a registrar los datos.
4. Observar cuidadosamente y críticamente.
5. Registrar los datos observados.
6. Analizar e interpretar los datos.
7. Elaborar conclusiones.

RECURSOS AXILIARES DE LA INVESTIGACION

- Fichas
- Grabaciones
- Lista de chequeo de datos

LA OBSERVACION CIENTIFICA PUEDE SER:

- Directo o indirecto
- De campo o de laboratorio

3.5. Diseño de la investigación

Es una investigación cuantitativa, experimental, comparativa y aplicada.

De tipo experimental: La variable independiente que se manipuló fueron los porcentajes de las de aceite residual de motor diésel (2%, 4%, 8%, 12%), en adición con el suelo arcilloso, logrando así analizar las variables dependientes que son la densidad, valor de soporte del suelo (CBR) y límites de Atterberg para cada porcentaje.

3.6. Instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Suelo sin adición de aceite

- Muestreo de suelos **(NTP 400.010 – MTC E 201).**

- Determinación del contenido de humedad de un suelo (**MTC E 108 – NTP-A.S.T.M. D 2216)**
- Análisis Granulométrico de suelos por tamizado **(MTC E 107 – NTP 339.128 – AASTHO).**
- Determinación del Limite líquido de los suelos **(MTC E 110 – NTP 339.129 – A.S.T.M. D 4318)**
- Determinación del Limite plástico de los suelos (LP) e índice de plasticidad (IP) **(MTC E 111 – NTP 339.129 –A.S.T.M. D 4318)**
- Compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificada **(MTC E 115 – NTP 339.141 – A.A.S.T.H.O T 180).**
- Relación de soporte de California CBR **(MTC E 132 – NTP 339.145 – A.S.T.M. D 1883).**

3.6.2. Suelos con adición de aceite residual motor diésel

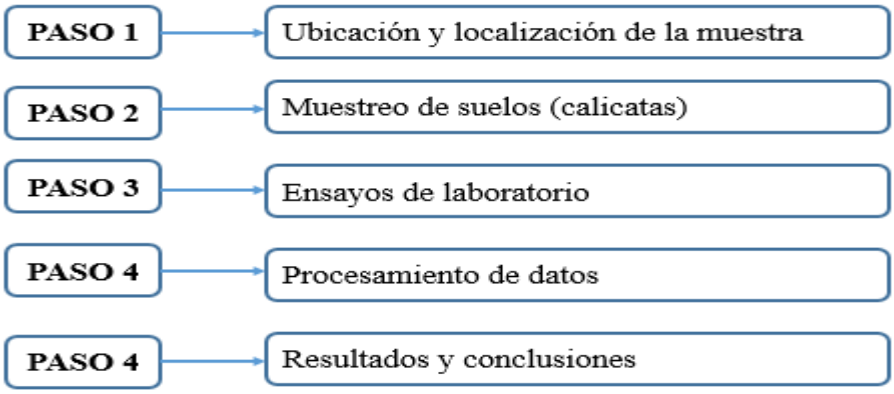
- Determinación del Limite líquido de los suelos **(MTC E 110 – NTP 339.129 – A.S.T.M. D 4318)**
- Determinación del Limite plástico de los suelos (LP) e índice de plasticidad (IP) **(MTC E 111 – NTP 339.129 –A.S.T.M. D 4318)**
- Compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificada **(MTC E 115 – NTP 339.141 – A.A.S.T.H.O T 180).**
- Relación de soporte de California CBR **(MTC E 132 – NTP 339.145 – A.S.T.M. D 1883).**

3.6.3. Desarrollo de la investigación

El desarrollo de la investigación comprendió las siguientes etapas:

Figura 2

Esquema de la investigación



Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Ubicación y localización de la muestra

Las muestras de suelo que se utilizó para el desarrollo de la investigación, se obtuvieron a través de un punto de exploración de campo (calicata) ubicado en el tramo de la carretera Tablón – Perico (km – 2+000), del distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio -departamento de Cajamarca.

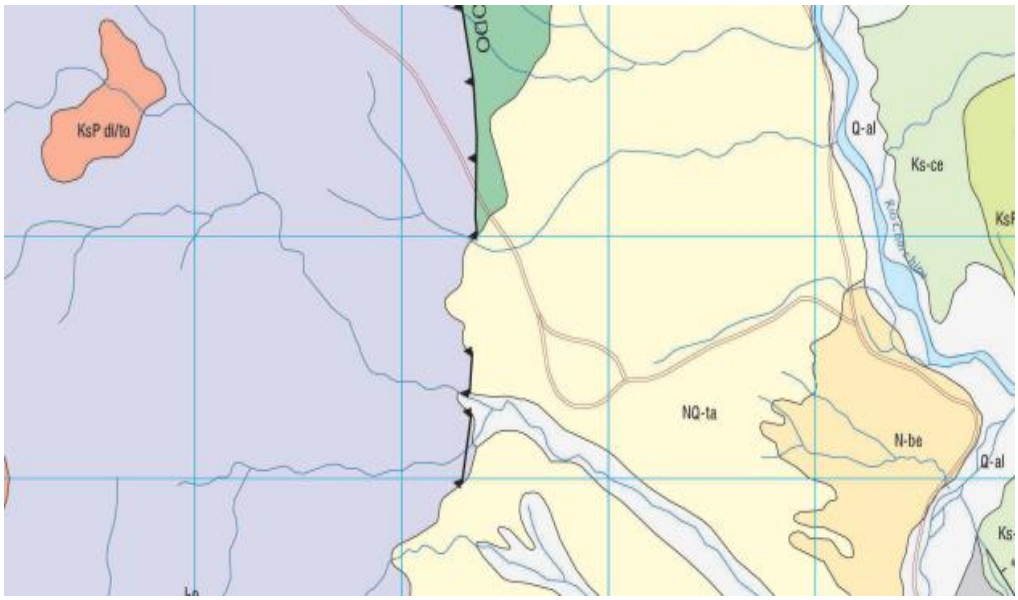
Figura 3

Ubicación de la extracción de muestras

Fuente: Google Earth

Figura 4

Ubicación de la extracción de muestras en la carta geológica 11-f San Ignacio



Fuente: INGEMMET

3.6.5. Muestreo de suelos

Una vez seleccionado el lugar, se realizó la excavación de una calicata, luego se procedió a la toma de muestras, conservación y transporte de la misma de acuerdo a lo que especifica las normas del manual del ensayo del material MTC E 101, MTC E 102, MTC E 103 y MTC E 104, normas que recoge alcances de las normas AASTHO y ASTM.

La identificación visual de la estratigrafía en la calicata realizada es la siguiente:

Se presenciaron 2 estratos, en el primer estrato de 0 - 0.15 m de profundidad, se identificó un suelo orgánico con pastos y raíces; en el segundo estrato de 0.15 – 1.50 m de profundidad, se identificó un suelo fino de color anaranjado oscuro, sin presencia de matriz gravosa y compacto conforme se profundizaba.

Reconocimiento del terreno

Figura 5

Ubicación del lugar cercano a la calicata

Figura 6

Ubicación de la calicata a explorar

Ejecución de la calicata

Figura 7

Excavación manual de calicata

Figura 8

Identificación de calicata

Figura 9

Extracción de muestras representativas

Figura 10

Transporte de muestras

3.6.6. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron según las normas del manual de ensayos de materiales (MTC 2016), y también se tomó en cuenta, las especificaciones técnicas generales para la construcción - EG – 2013 y el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

3.6.6.1. Determinación del contenido de humedad

Para realizar el ensayo de contenido de humedad de la muestra patrón se siguió de acuerdo al procedimiento establecido en el MTC E 108.

La determinación del contenido de humedad se realizó tan pronto después del muestreo. Para el ensayo se utilizó muestra aproximadamente 200 gr.

Figura 11

Peso inicial húmedo

Figura 12

Secado de la muestra

3.6.6.2. Ensayo de análisis granulométrico

Se realizó el análisis granulométrico manual del suelo solamente para la muestra patrón de acuerdo al MTC E 107, ensayo que era necesario para la clasificación del suelo y asimismo para determinar y conocer cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas del suelo.

Procedimiento

- Se puede realizar un secado natural de la muestra o secado de la muestra a peso constante en el horno a una temperatura de 110 °C ± 5 °C.
- Cuarteo de la muestra a ensayar. A continuación, se remoja para su posterior lavado de la muestra representativa obtenida del cuarteo, esta muestra es lavada sobre el tamiz N° 200 con abundante agua.
- Secar la muestra lavada en el horno a una temperatura de 110 °C ± 5 °C hasta que tenga un peso constante, para luego dejarlo enfriar a una temperatura ambiente, tal que la muestra de suelo tenga una temperatura de inferior a 50 °C y pueda ser manipulable y pesarlo.
- Seleccionar tamices adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar, colocar los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura.
- Efectuar la operación de tamizado de la parte gruesa (de la malla de 3/4" hasta la malla N°4) manual durante un tiempo adecuado. Pesar las muestras retenidas en cada tamiz con una precisión de 0.1gr.
- Colocar el juego de tamices para el tamizado de la parte de finos del suelo (pasante del tamiz N°4), es decir desde el tamiz Nº 10 hasta el tamiz Nº 200 en orden descendente, colocar la tapa y fondo y realizar el tamizado mecánico. Retirar los tamices y proceder a pesar las partículas retenidas.
- Pesado de las partículas retenidas en cada tamiz con una precisión de 0,1 gr. Registrar y procesar datos con una precisión de 0,1%.

Figura 13

Cuarteo del material

Figura 14

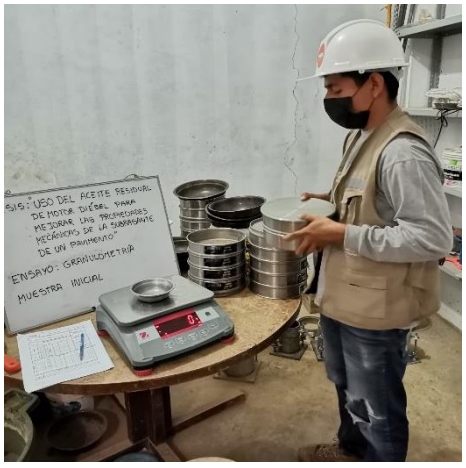
Muestra representativa

Figura 15

Lavado del material

Figura 16

Tamizado Manual



3.6.6.3. Límites de Atterberg: Limite líquido, límite platico e índice de plasticidad.

3.6.6.3.1. Determinación del Límite líquido

El ensayo de límite liquido se realizó de acuerdo a la norma MTC E 110 del manual ensayo de materiales.

Objetivo

Con la muestra inicial sin adición determinar la humedad del suelo que se encuentra al cerrar la ranura en 25 golpes.

Para la muestra con adición de aceite agregar los porcentajes de aceite residual de motor diésel, mezclar y determinar la humedad del suelo que se encuentra al cerrar la ranura en 25 golpes siguiendo el mismo procedimiento.

Procedimiento

- De la muestra secada para el análisis granulométrico se tomó una parte, se desmenuzo con el martillo de goma y paso por el tamiz número 40, tomando una cantidad que este en el rango de 150 gr a 200 gr.
- Para el análisis de cada adición de aceite residual y realización de las 4 repeticiones, se pesó 800 gr de suelo pasante el tamiz N° 40. Se calculó la cantidad de aceite, multiplicando el porcentaje de adición y los 800 gr de suelo, obteniendo en peso la cantidad de aceite a adicionar. Luego en un recipiente impermeable se colocó el suelo y de manera manual con ayuda de una botella plástica acondiciona con 2 huecos en la tapa y una espátula, se colocó el aceite de manera uniforme y con ayuda de la espátula se realizó la mezcla respectiva.
- En un recipiente con una espátula se mezcló el suelo con el agua desmineralizada y se preparó hasta obtener una pasta homogénea y uniforme.
- Luego se colocó el material preparado en la copa de Casagrande, esparciéndola y generando una pequeña presión para que el material quedara de forma horizontal y sin burbujas de aire.
- Con el acanalador se realizó a lo largo de la pasta colocada en la copa, una ranura que separo en dos partes iguales el material.
- Con la manivela del equipo girando se dejó caer la copa, la cantidad de veces necesarias para cerrar la ranura.

- Agregando agua al material se encontraba el número de golpes necesarios con la que debía cerrar la ranura dentro de los rangos establecidos en la norma.
- Se tomaba una pequeña porción de material de la parte donde cerraba la ranura, para luego determinar el contenido de humedad.

Figura 17

Mezclado de material con agua

Figura 18

Porción de la pasta en la copa Casagrande

Figura 19

Extracción de la muestra de la ranura cerrada

Figura 20

Peso de la muestra húmeda

3.6.6.3.2. Determinación del límite plástico (LP) de los suelos e índice de plasticidad (IP)

El ensayo de límite plástico e índice de plasticidad se realizó de acuerdo a la norma MTC E 111 del manual ensayo de materiales.

Objetivo

Determinar la humedad del suelo, que se encuentra formando barritas cilíndricas en una superficie lisa, se agrietan al llegar a un diámetro de 3.2 mm.

Calcular el índice de plasticidad, realizando la diferencia del límite líquido y límite de plasticidad.

Procedimiento

- Se preparó los equipos y herramientas y equipos a utilizar
- Del material preparado para realizar el ensayo limite líquido, se utilizó 18 gr del material que cerro la ranura en el rango de 30 a 35 golpes.
- Con el material tomado haciéndolo girar en la mano se formó una esfera, y de ella se tomaba pequeñas porciones de 1.5 a 2 gr como muestra.
- Luego se procedió al rolado con los dedos sobre el vidrio esmerilado haciendo barritas cilíndricas a una velocidad de 80 a 90 ciclos por minuto, este rolado se realizará hasta que el diámetro del suelo rolado tenga 1/8" de pulgada (3,2 mm.) de grosor y este se rompa en pedazos en un tiempo no mayor a 2 minutos por cada bolita ensayada.
- Luego que el suelo llega al diámetro de 3.2 mm y se ha roto en pequeñas partes, tomar en 2 taras 6 gr con mínimo cada una, secar en horno a una temperatura de 110 °C +_ 5 °C.

Figura 21

Enrollado de la muestra

Figura 22

Secado de las muestras

Figura 23

Apunte de peso de las muestras secas

3.6.6.4. Proctor modificado

Para ejecutar esta prueba se procede según la norma MTC E- 115, esta describe uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través de él es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada y así obtener el porcentaje óptimo de humedad para lograr la compactación adecuada de la subrasante.

Objetivo

Para la muestra inicial sin adición se determina la humedad optima con la que un suelo alcanza su máxima densidad seca.

Para la muestra con adición de aceite agregar los porcentajes de aceite residual de motor diésel, mezclar y determinar la humedad optima con la que el suelo alcanza su máxima densidad seca siguiendo el mimo procedimiento.

Procedimiento

- Selección del método (A, B ó C), se tomó una porción representativa de muestra y mediante el análisis por tamizado de las mallas de interés se establecieron los porcentajes pasantes y retenidos, quedando como selección el método A, que consiste en pasar el material para el ensayo por el tamiz N°4.
- Se secó la muestra extraída de campo, utilizando un aparato de secado de tal modo que la temperatura no exceda en 60 °C.
- Del material seco, se realizó el desmoronamiento de los terrones, de tal forma que el material quedo totalmente suelto para posteriormente pasarlo por el tamiz N° 4.
- Para el análisis de cada adición de aceite residual y realización de las 4 repeticiones, se pesó 40 kg de suelo pasante el tamiz N° 4. Se calculó la cantidad de aceite, multiplicando el porcentaje de adición y los 40 kg de suelo, obteniendo en peso la cantidad de aceite a adicionar. Luego en un recipiente impermeable se colocó el suelo y de manera manual con ayuda de una botella plástica acondiciona con 2 huecos en la tapa y una espátula, se colocó el aceite de manera uniforme y con ayuda de la espátula se realizó la mezcla respectiva.
- Se pesó 2400 gr de material y se agregó un porcentaje de humedad.
- Se mezcló el material uniformemente con la cantidad de humedad agregada.
- Se preparó los equipos y herramientas a utilizar
- Se realizó el peso del molde.
- Se compactó el suelo en 5 capas, utilizando un molde de 101.6 mm de diámetro y una energía de compactación de 44.5 N que cae una altura de 18 pulgadas.
- Se compacto cada capa con 25 golpes.
- Luego de compactado las 5 capas, se quitó el collarín y se enraso con un cuchillo todo el suelo adyacente a la parte superior del molde.

- Se pesó el suelo compactado más molde.
- Del material compactado en el molde se toma una porción y se determina la humedad.
- Todo este este procedimiento se realizó en un mínimo de 4 repeticiones agregando deferentes contenidos de humedad.

Figura 24

Secado del material

Figura 25

Desmenuzado de material

Figura 26

Mezclado de material adicionando agua

Figura 27

Compactación del material

Figura 28

Mezclado de material adicionando agua y aceite

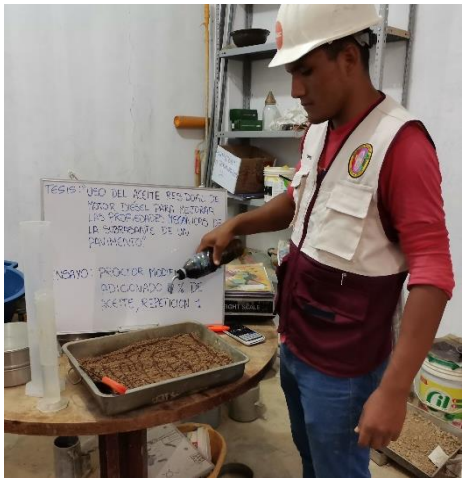


Figura 29

Apunte de peso del material compactado.

Figura 30

Materiales y equipos utilizados en la compactación

3.6.6.5. CBR de suelos (laboratorio)

Se realizó basándose en la norma de MTC E 132 para determinar la resistencia de los suelos en condiciones determinadas de humedad y densidad.

Objetivo

En la muestra inicial sin adición, mediante la humedad y densidad determinadas en el ensayo de proctor modificado, se realiza el ensayo de CBR y se determina el índice de resistencia del suelo denominado valor de soporte.

Se mezcla la muestra de suelo con los diferentes porcentajes de aceite residual de motor diésel y mediante la humedad y densidad determinadas en el ensayo de proctor modificado, se determina el índice de resistencia del suelo denominado valor de soporte.

Procedimiento

- Se preparó los equipos y herramientas a utilizar
- Se pesó los moldes utilizados para el ensayo
- Se pesó todo el suelo requerido para una adición, se determinó la cantidad de aceite en peso multiplicando el porcentaje de la adición de aceite residual y todo el suelo requerido. Luego en un recipiente impermeable se colocó el suelo y de manera manual con ayuda de una botella plástica acondiciona con 2 huecos en la tapa y una espátula, se colocó el aceite de manera uniforme y con ayuda de la espátula se realizó la mezcla respectiva.
- Se pesa 5000 gr de suelo seco y se agrega el contenido de humedad encontrado el ensayo de proctor modificado, para luego realizar el mezclado.
- Ensamblar los moldes cilíndricos con sus placas de base, collares de extensión, discos espaciadores y papel filtro.
- Compactar el espécimen en 5 capas de los 3 moldes de CBR, el primero con 12
- golpes, el segundo con 26 golpes y el tercero con 55 golpes por capa.
- Cada molde compactado con diferentes cantidades de golpes, se enraso y determino su peso.
- Luego de pesar los moldes con el material compactado se colocó las sobrecargas, el trípode con su respectivo deformímetro.
- Se sumergió en el agua los moldes, y se regulo el deformímetro para que mida correctamente el hinchamiento.
- Se tomó la lectura del hinchamiento cada 24 horas
- Luego de las 96 horas de haber estado inmerso se retiró del agua, se quitó las sobrecargas, el trípode y el deformímetro para luego dejar escurrir 15 minutos.

- Pesar la muestra sumergida incluyendo el molde.
- Colocar los anillos de sobrecarga en cada molde para llevar a la prensa hidráulica de comprensión y aplicar el ensayo de penetración a una velocidad de 0.05 pulg/min, registrando las lecturas de penetración.
- Al final la toma de lectura tomar muestras para el contenido de humedad de las muestras saturadas.

Figura 31

Adición del porcentaje de aceite y humedad optima

Figura 32

Inmersión y control de hinchamiento de las muestras.

Figura 33

Ensayo de penetración y toma de lectura.

IV. RESULTADOS

Los ensayos se han realizado en el laboratorio de suelos y pavimentos (LABSUC).

4.1. Ensayos realizados a la muestra de suelo sin adición de aceite residual

4.1.1. Determinación del contenido de humedad

En la presente tabla se presentan los resultados del ensayo correspondiente al contenido de humedad de la muestra patrón.

Tabla 1

Resumen de los resultados del contenido de humedad

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	W% PROMEDIO
C1	0.15 - 1.50	26.80

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Análisis granulométrico

Después de haber realizado los ensayos según el manual de ensayos de materiales se obtuvo la tabla N° 14, donde se da a conocer cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas del suelo de la muestra patrón.

Para tener una mayor aceptabilidad de los resultados se realizó dos repeticiones.

Repetición N° 1

Tabla 2

Resultados del análisis granulométrico

Abertura pulg.	Malla mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3”	-	-	-	-	-
2”	-	-	-	-	-
1 ½”	-	-	-	-	-
1”	-	-	-	-	-
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	**12.70**	0.00	0.00	0.00	99.90
3/8"	**9.53**	3.00	0.30	0.30	99.60
1/4"	**6.35**	6.00	0.60	0.90	99.00
N° 04	**4.76**	2.00	0.20	1.10	98.80
N° 08	**2.38**	8.00	0.80	1.90	98.00
N° 10	**2.00**	7.00	0.70	2.60	97.30
N° 16	**1.19**	9.00	0.90	3.50	96.40
N° 20	**0.84**	10.00	1.00	4.50	95.40
N° 30	**0.59**	21.00	2.10	6.60	93.30
N° 40	**0.42**	4.00	0.40	7.00	92.90
N° 50	**0.30**	0.00	0.00	0.00	99.90
N° 80	**0.18**	3.00	0.30	0.30	99.60
N° 100	**0.15**	6.00	0.60	0.90	99.00
N° 200	**0.07**	2.00	0.20	1.10	98.80
BANDEJA		929	92.90	99.90	0.00
TOTAL				999	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

Distribución del tamaño de partículas.

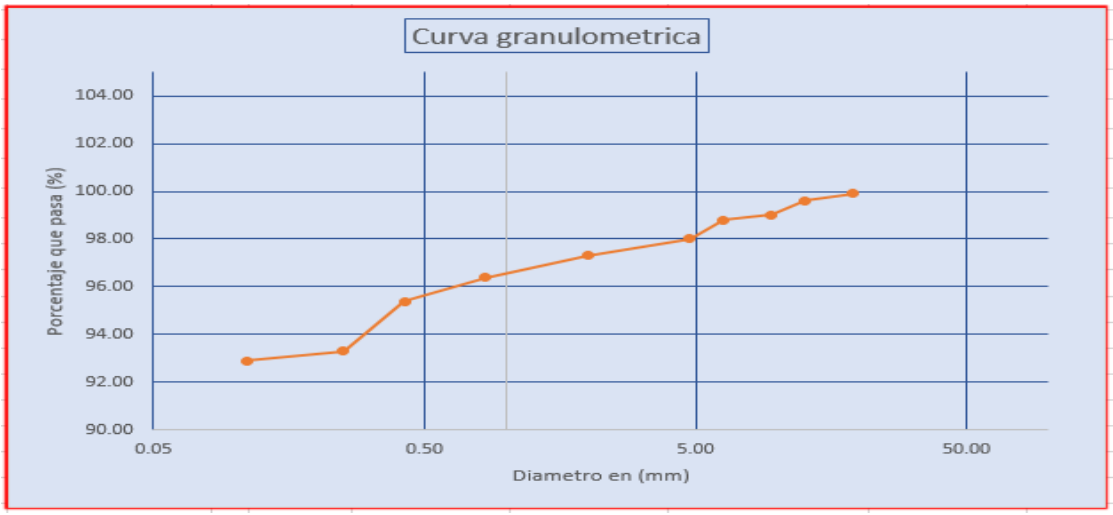
Material	% Retenido
Grava	1.2
Arena	5.90
Material fino	92.90

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de la Tabla 2 se grafica la curva granulométrica de fracción se muestra en la siguiente Figura 34.

Figura 34

Curva granulométrica



Repetición N° 2

Tabla 4

Resultados del análisis granulométrico

Abertura	Malla	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que
pulg.	mm.	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	Pasa
3”	-	-	-	-	-
2”	-	-	-	-	-
1 ½”	-	-	-	-	-
1”	-	-	-	-	-
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	-	-	-	-	-
3/8"	**9.53**	0.00	0.00	0.00	99.92
1/4"	**6.35**	1.40	0.14	0.14	99.78
N° 04	**4.76**	2.70	0.27	0.41	99.51
N° 08	**2.38**	8.30	0.83	1.24	98.68
N° 10	**2.00**	7.80	0.78	2.02	97.90
N° 16	**1.19**	8.00	0.80	2.82	97.10
N° 20	**0.84**	9.30	0.93	3.75	96.17
N° 30	**0.59**	21.30	2.13	5.88	94.04
N° 40	**0.42**	4.40	0.44	6.32	93.60
N° 50	**0.30**	0.00	0.00	0.00	99.92
N° 80	**0.18**	1.40	0.14	0.14	99.78
N° 100	**0.15**	2.70	0.27	0.41	99.51
N° 200	**0.07**	8.30	0.83	1.24	98.68
	BANDEJA	936	93.60	99.92	0.00
	TOTAL		999.20		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Distribución del tamaño de partículas

Material	% Retenido
Grava	0.49
Arena	5.91
Material fino	93.60

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de la Tabla 4 se grafica la curva granulométrica de fracción se muestra en la siguiente Figura 35.

Figura 35

Curva granulométrica

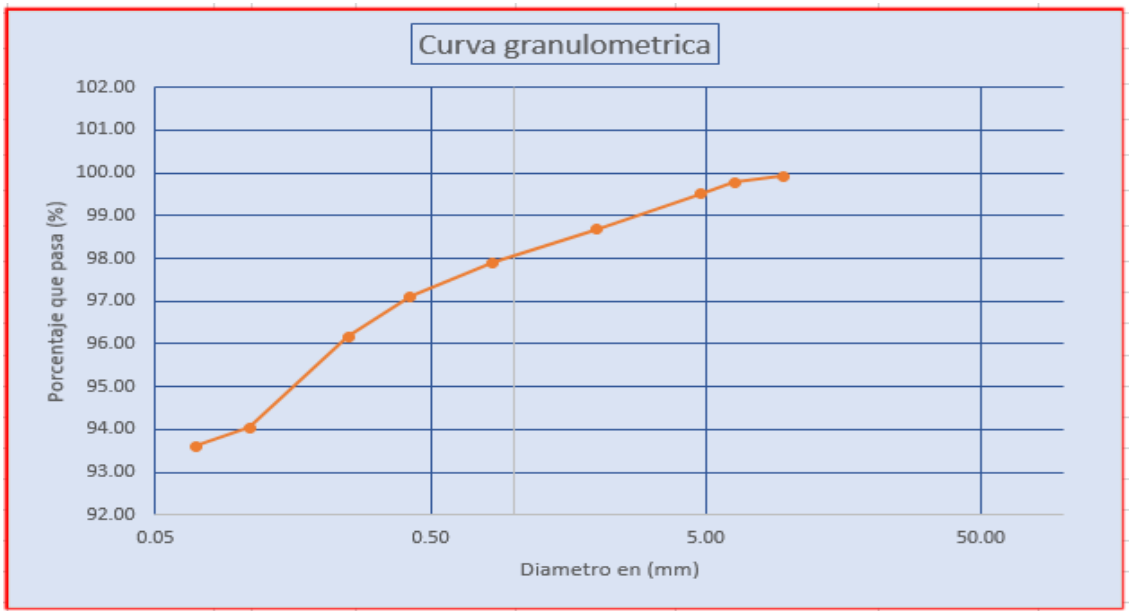


Tabla 6

Resumen del análisis granulométrico

Material	% Retenido		% Retenido Promedio
	Repetición 1	Repetición 2	
Grava	1.20	0.49	0.845
Arena	5.90	5.91	5.905
Material fino	92.90	93.60	93.25

Fuente: elaboración propia

4.1.3. Límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las 4 repeticiones, correspondiente al ensayo de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la muestra inicial sin adición de aceite residual de motor diésel donde se puede apreciar que el límite líquido es mayor a 50 por lo tanto está dentro de la clasificación de limos y arcillas y de acuerdo a su índice de plasticidad el suelo presenta plasticidad alta – suelo muy arcilloso, debido a que posee un IP mayor a 20.

Los resultados de la muestra patrón servirán de valor de control como variable de estudio.

Repetición N° 1

Tabla 7

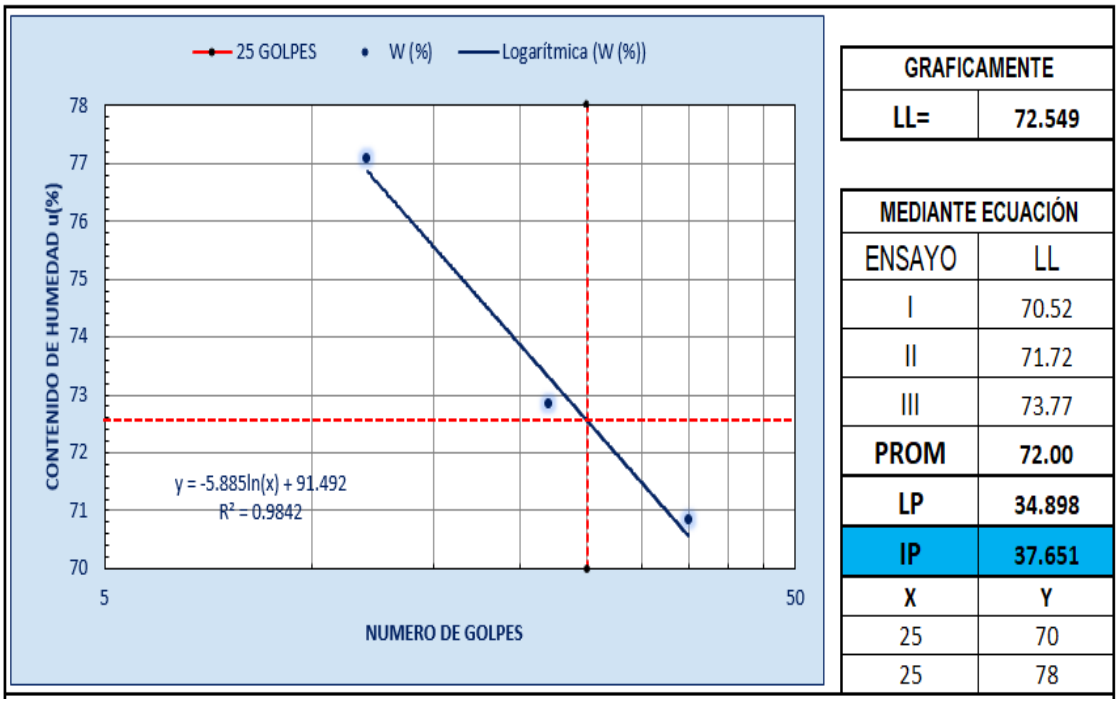
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	25	26	16	20k	13
N° DE GOLPES	12	22	35		
Peso del contenedor (gr)	36.96	38.26	33.53	8.68	14.18
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	56.65	59.26	54.73	15.21	20.41
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	48.08	50.41	45.94	13.54	18.78
Peso del agua (gr)	8.57	8.85	8.79	1.67	1.63
Peso de partículas sólidas (gr)	11.12	12.15	12.41	4.86	4.6
Contenido de Humedad (%)	**77.07**	**72.84**	**70.83**	**34.36**	**35.43**

Fuente: elaboración propia

Figura 36

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	72.549

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	70.52
II	71.72
III	73.77
PROM	72.00
LP	34.898
IP	37.651
X	Y
25	70
25	78

Repetición N° 2

Tabla 8

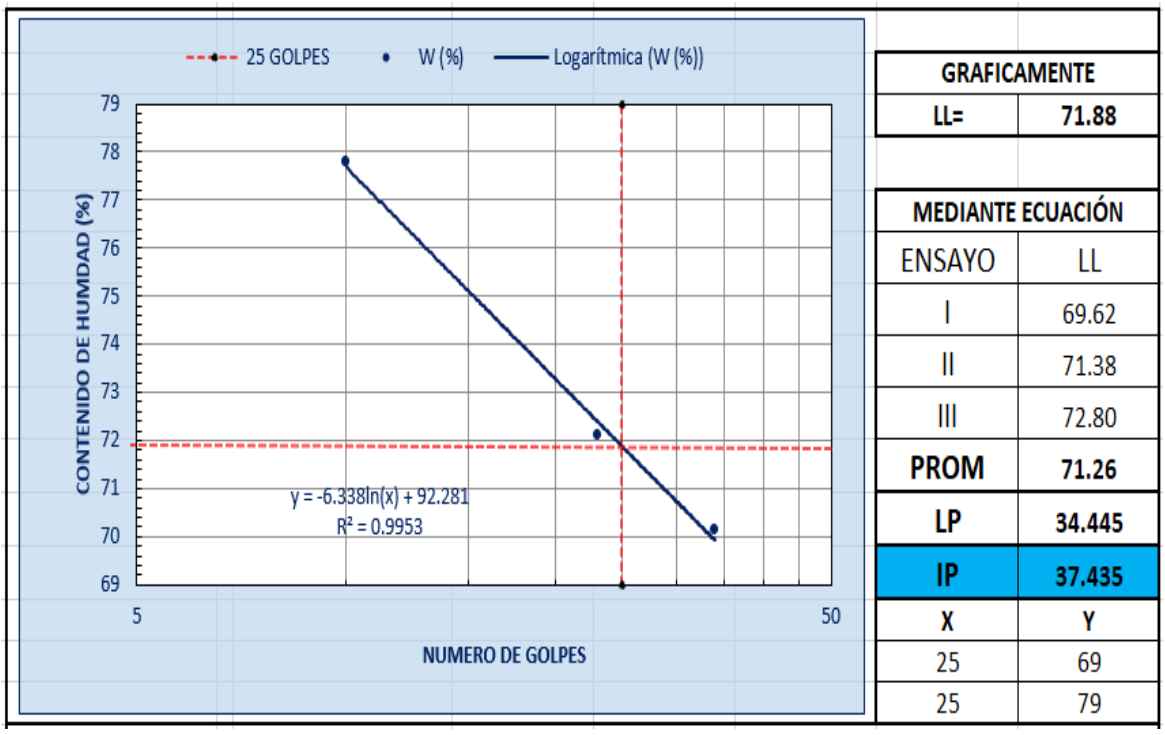
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	16	26	AB	2	19
N° DE GOLPES	10	23	34		
Peso del contenedor (gr)	33.53	38.36	41.04	14.43	14.99
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	63.86	68.77	71.75	20.63	21.71
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	50.59	56.03	59.09	19.04	19.99
Peso del agua (gr)	13.27	12.74	12.66	1.59	1.72
Peso de partículas sólidas (gr)	17.06	17.67	18.05	4.61	5
Contenido de Humedad (%)	**77.78**	**72.10**	**70.14**	**34.49**	**34.40**

Fuente: elaboración propia

Figura 37

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	71.88

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	69.62
II	71.38
III	72.80
PROM	71.26
LP	34.445
IP	37.435
X	Y
25	69
25	79

Repetición N° 3

Tabla 9

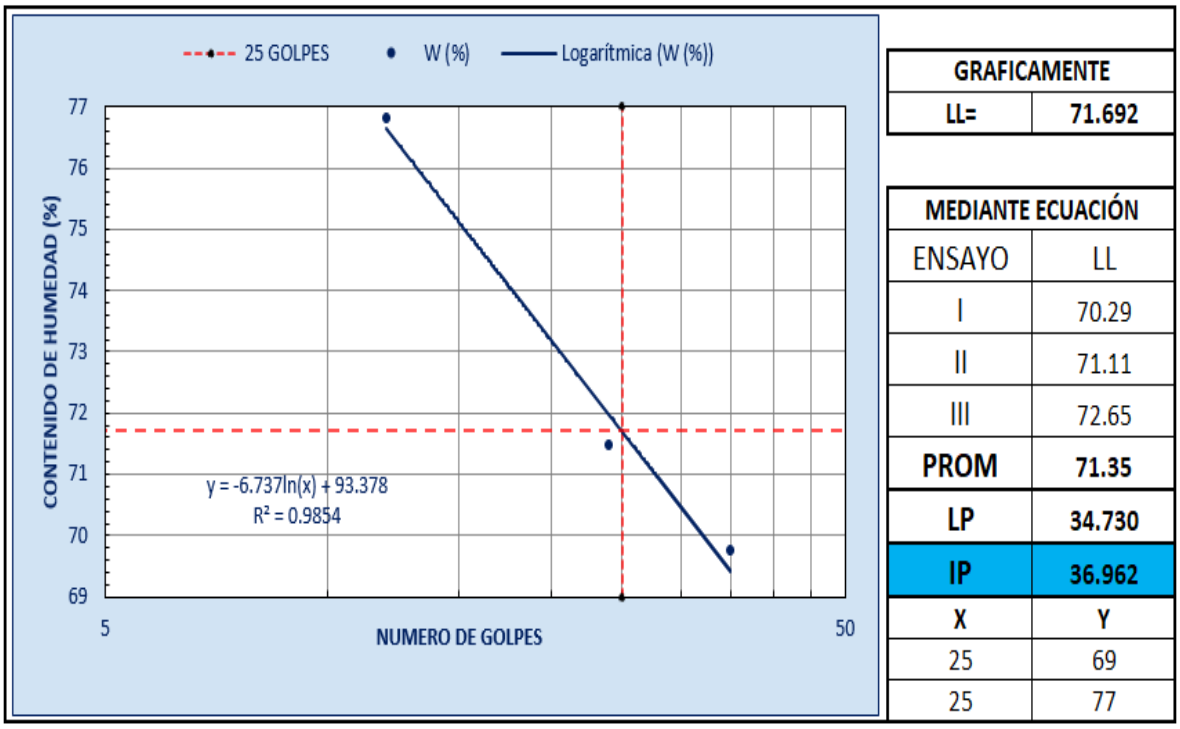
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	352	268	362	2	22
N° DE GOLPES	12	24	35		
Peso del contenedor (gr)	41.01	37.88	38.52	14.43	14.03
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	63.89	68.64	59.23	20.37	20.39
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	53.95	55.82	50.72	18.83	18.76
Peso del agua (gr)	9.94	12.82	8.51	1.54	1.63
Peso de partículas sólidas (gr)	12.94	17.94	12.2	4.4	4.73
Contenido de Humedad (%)	**76.82**	**71.46**	**69.75**	**35.00**	**34.46**

Fuente: elaboración propia

Figura 38

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	71.692

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	70.29
II	71.11
III	72.65
PROM	71.35
LP	34.730
IP	36.962
X	Y
25	69
25	77

Repetición N° 4

Tabla 10

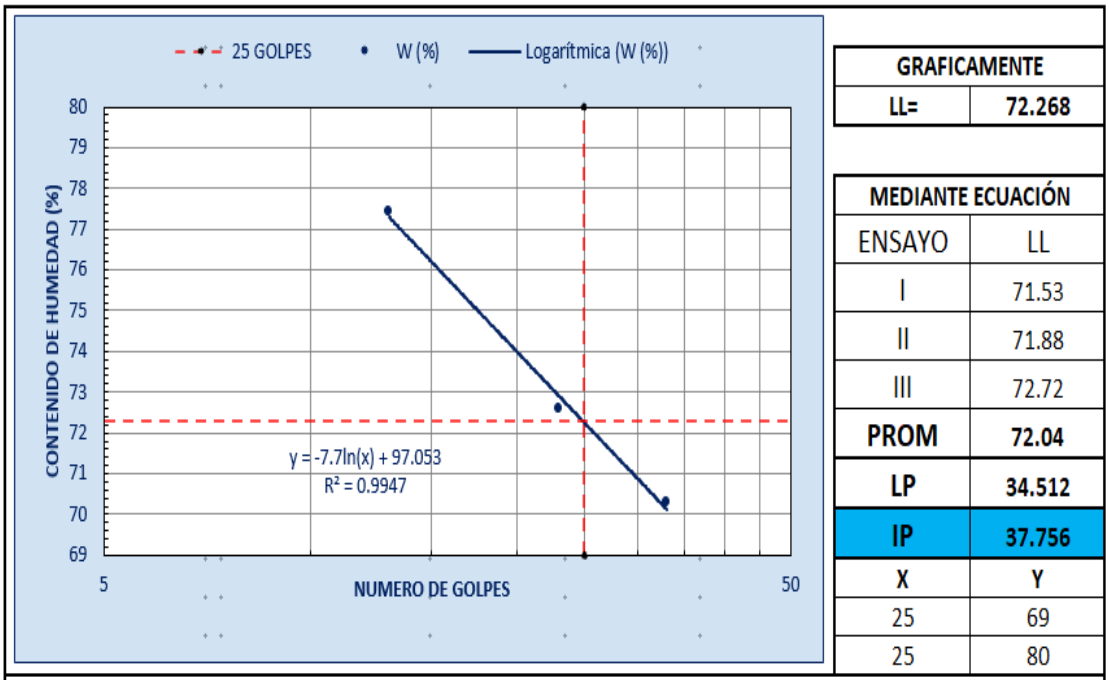
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	AB	10	B1	4	2M
N° DE GOLPES	13	23	33		
Peso del contenedor (gr)	38.77	39.01	38.46	15.01	14.38
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	69.02	69.82	68.81	21.19	20.4
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	55.82	56.86	56.28	19.61	18.85
Peso del agua (gr)	13.2	12.96	12.53	1.58	1.55
Peso de partículas sólidas (gr)	17.05	17.85	17.82	4.6	4.47
Contenido de Humedad (%)	**77.42**	**72.61**	**70.31**	**34.35**	**34.68**

Fuente: elaboración propia

Figura 39

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	72.268

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	71.53
II	71.88
III	72.72
PROM	**72.04**
LP	**34.512**
IP	**37.756**
X	**Y**
25	69
25	80

Tabla 11

Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	C-1	0.15 – 1.50	72.549	34.898	37.651
2	C-1	0.15 – 1.50	71.880	34.445	37.435
3	C-1	0.15 – 1.50	71.692	34.730	36.962
4	C-1	0.15 – 1.50	72.268	34.512	37.756
	Promedio		72.097	34.646	37.451

Fuente: elaboración propia

4.1.4. Clasificación SUCS y AASHTO

Para la clasificación SUCS se tuvo en cuenta los porcentajes de suelo que pasan por el tamiz N° 4 y N° 200, así como también el límite líquido e índice de plasticidad de la tabla N° 16.

Para la clasificación AASTHO se consideró los porcentajes de suelo que pasan por el tamiz N° 10, N° 40 y N°200, así como también los límites de Atterberg e índice de grupo.

En la Tabla 12, se presenta los resultados de la clasificación SUCS Y AASHTO de la muestra patrón.

Tabla 12

Resumen del resultado de la clasificación de suelos SUCS Y ASTHO

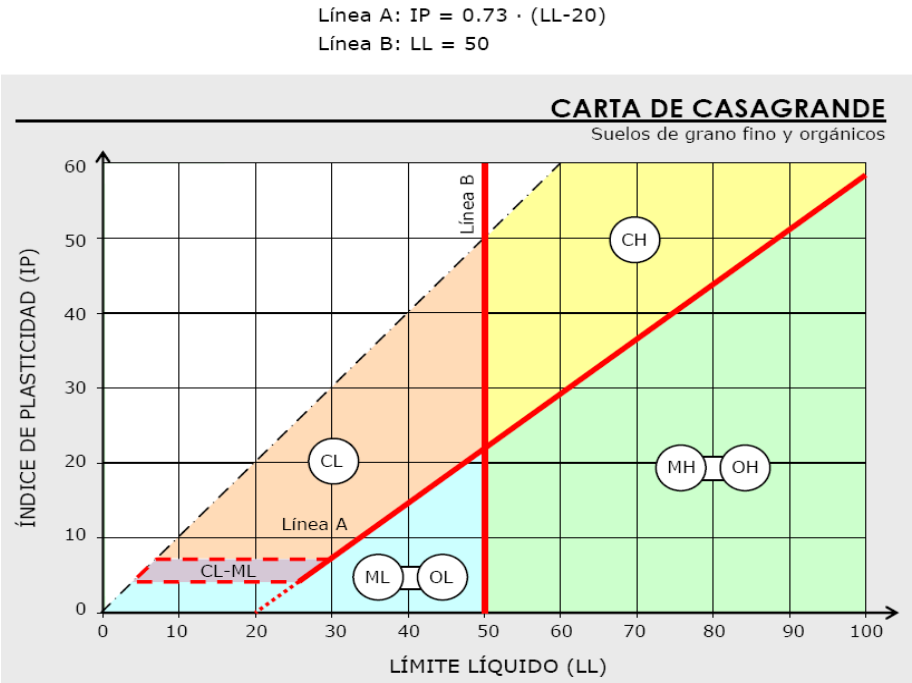
CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	SUCS	AASTHO
C - 1	0.15 – 1.50	CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.	A - 7 - 5 (32)

Fuente: elaboración propia

Carta de plasticidad

Figura 40

Carta de plasticidad de Casagrande



Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134, 1999.

4.1.5. Proctor modificado

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las 4 repeticiones, correspondiente al ensayo de proctor modificado, donde se puede apreciar que el óptimo contenido de humedad supera el 20% y que la máxima densidad seca es muy baja con valores inferiores 1.55 gr/cm3.

Se usó el método de ensayo proctor modificado método A debido a que el material retenido en el tamiz N° 4 es menor que el 20%. Los resultados de la muestra patrón servirán de valor de control como variable de estudio. Los especímenes del suelo para el ensayo se prepararon de acuerdo al método de preparación seca.

Repetición N° 1

En la Tabla 13 y Figura 41 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón.

Tabla 13

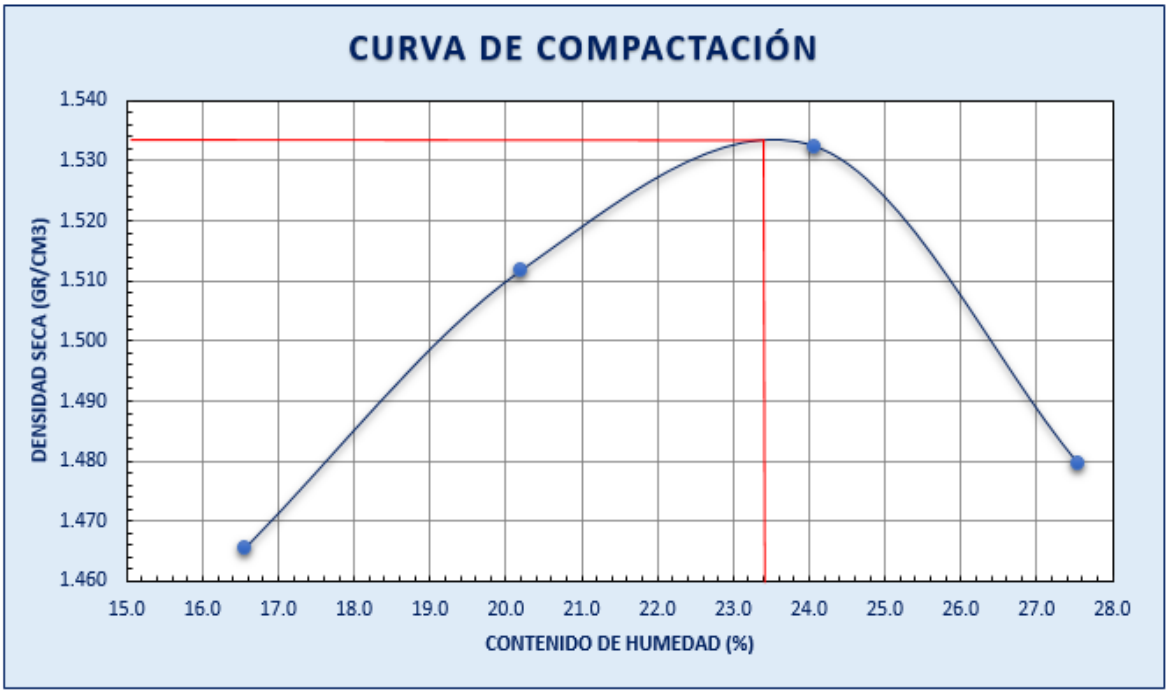
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1602.00	1704.00	1783.00	1770.00
Contenido de Humedad (%)	**16.16**	**19.90**	**24.07**	**27.55**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.71	1.82	1.90	1.89
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.47**	**1.52**	**1.53**	**1.48**

Fuente: elaboración propia

Figura 41

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.



Máxima densidad seca	:	1.534 gr/cm3
Optimo contenido de humedad	:	23.400 %

Repetición N° 2

En la Tabla 14 y Figura 42 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón.

Tabla 14

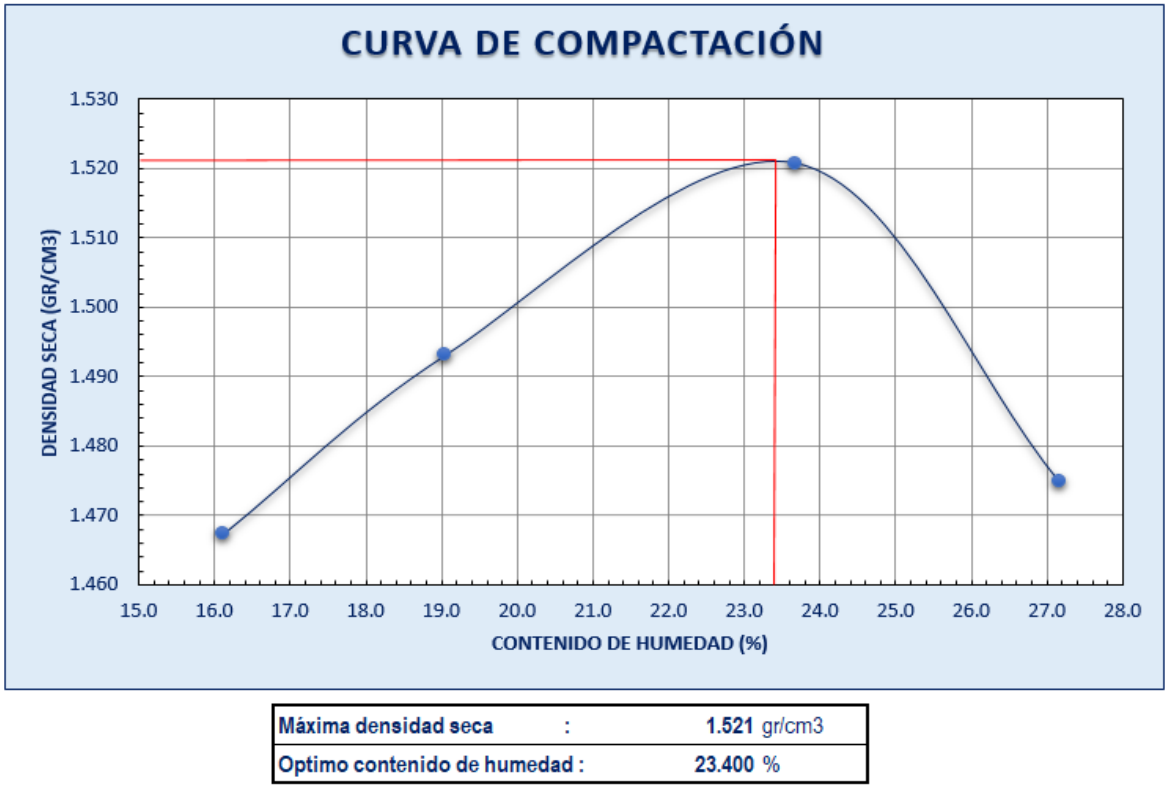
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1598.00	1667.00	1764.00	1759.00
Contenido de Humedad (%)	**16.12**	**19.05**	**23.69**	**27.18**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.70	1.78	1.88	1.88
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.47**	**1.49**	**1.52**	**1.47**

Fuente: elaboración propia

Figura 42

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.



Máxima densidad seca	:	1.521 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		23.400 %

Repetición N° 3

En la Tabla 15 y Figura 43 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón.

Tabla 15

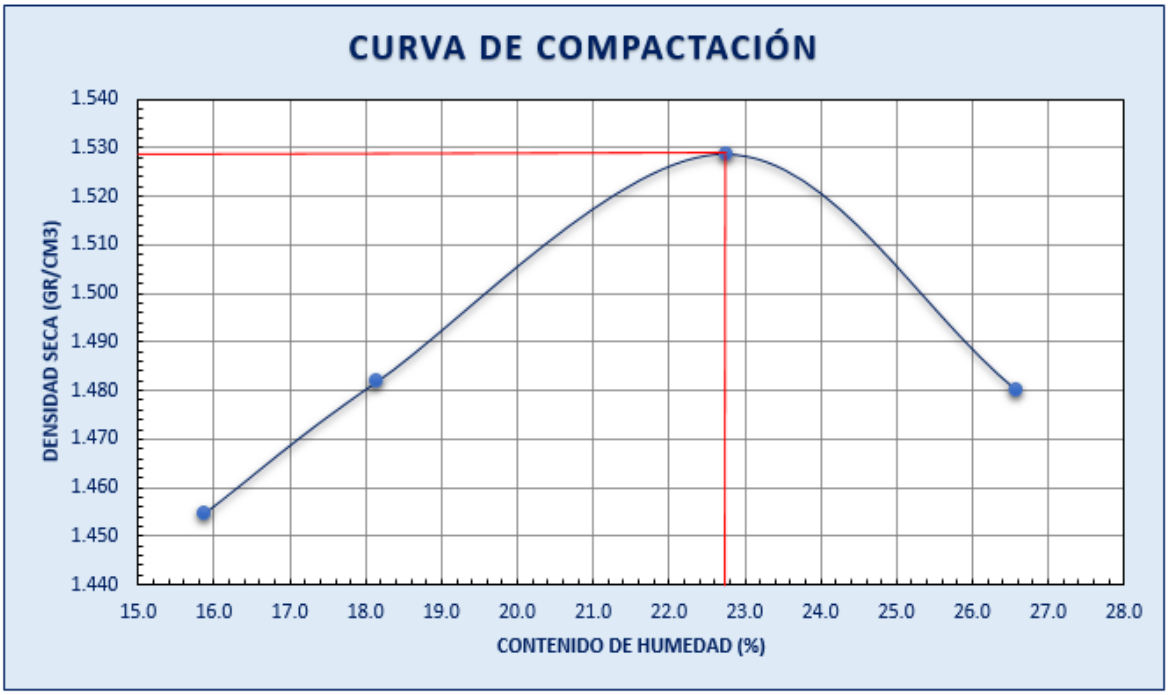
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1581.00	1642.00	1760.00	1757.00
Contenido de Humedad (%)	**15.87**	**18.15**	**22.76**	**26.58**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.69	1.75	1.88	1.87
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.45**	**1.48**	**1.53**	**1.48**

Fuente: elaboración propia

Figura 43

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.



Máxima densidad seca	:	1.529 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		22.780 %

Repetición N° 4

En la Tabla 16 y Figura 44 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón.

Tabla 16

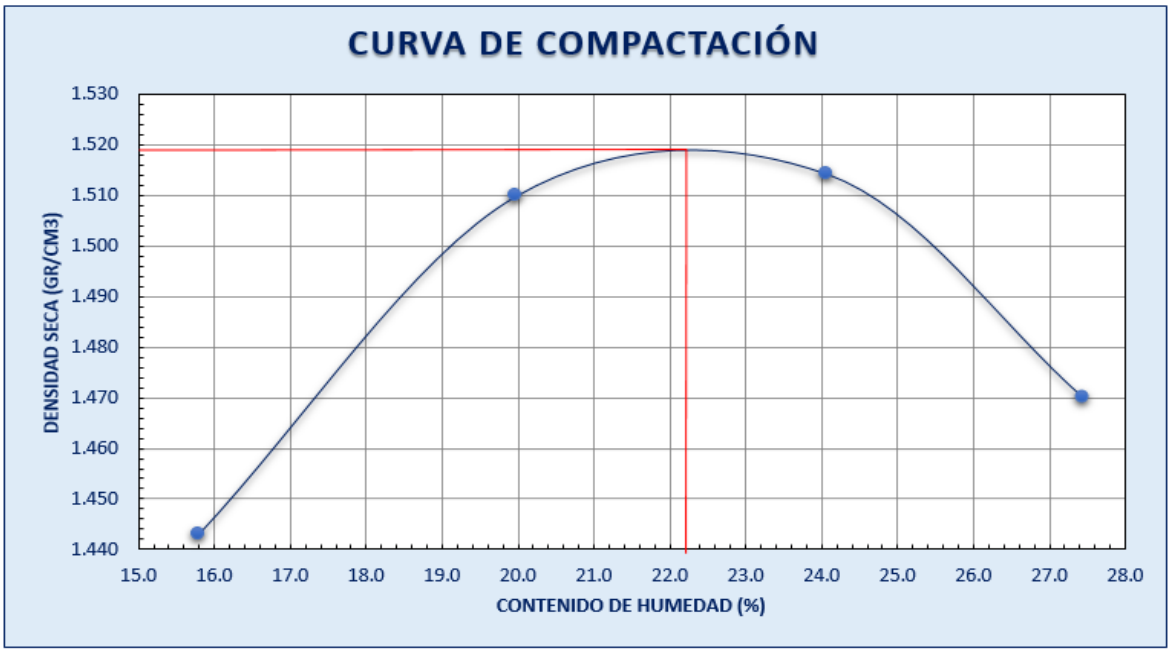
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1567.00	1699.00	1762.00	1757.00
Contenido de Humedad (%)	**15.80**	**19.98**	**24.07**	**27.45**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.67	1.81	1.88	1.87
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.44**	**1.51**	**1.51**	**1.47**

Fuente: elaboración propia

Figura 44

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.



Máxima densidad seca	:	1.519 gr/cm3
Optimo contenido de humedad	:	22.200 %

Tabla 17

Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	% Humedad Optima	Máxima densidad seca (gr/cm3)
1	C-1	0.15 – 1.50	23.40	1.534
2	C-1	0.15 – 1.50	23.40	1.521
3	C-1	0.15 – 1.50	22.78	1.529
4	C-1	0.15 – 1.50	22.20	1.519
	Promedio		**22.945**	**1.526**

Fuente: elaboración propia

4.1.6. CBR de suelos (laboratorio)

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las 4 repeticiones, correspondiente al ensayo de CBR de la muestra inicial sin adición de aceite residual de motor diésel, de acuerdo a ello se puede determinar que la resistencia del suelo al 95% de CBR es 0.82%, 1.26%, 0.99%, 0.89%, lo que significa que es una subrasante inadecuada según las categorías de subrasante del manual de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Los resultados de la muestra patrón servirán de valor de control como variable de estudio.

Repetición N° 1

En la Tabla 18, Tabla 19 y Figura 45 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del CBR de la muestra patrón.

Tabla 18

Resumen del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3567	4043	4284
Contenido de Humedad (%)	23.62	23.48	22.93
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.548	1.754	1.859
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.252	1.421	1.512

Fuente: elaboración propia

Figura 45

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca.

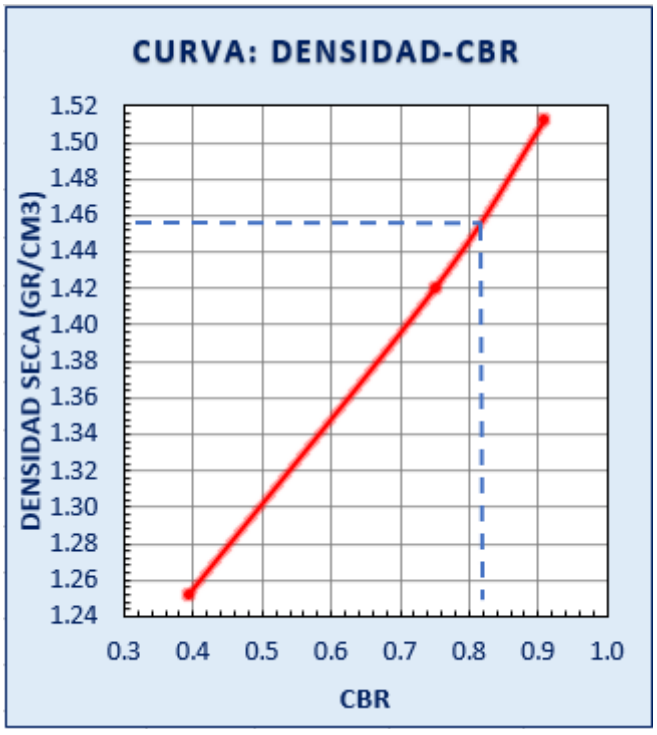


Tabla 19

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.252	1.421	1.512
Expansión	13.96%	9.50%	8.82%
Valor de CBR a 0.1”	0.39%	0.75%	0.91%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**0.82%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 2

En la Tabla 20, Tabla 21 y Figura 46 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del CBR de la muestra patrón.

Tabla 20

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3887	4172	4282
Contenido de Humedad (%)	23.57	23.20	22.91
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.687	1.810	1.858
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.365	1.469	1.512

Fuente: elaboración propia

Figura 46

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca.

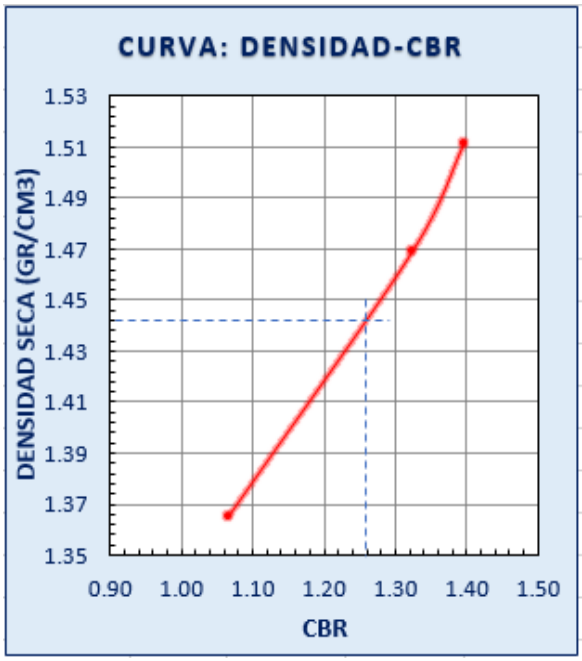


Tabla 21

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.365	1.469	1.512
Expansión	7.58%	4.90%	5.24%
Valor de CBR a 0.1"	1.07%	1.32%	1.39%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**1.26%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 3

En la Tabla 22, Tabla 23 y Figura 47 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del CBR de la muestra patrón.

Tabla 22

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3574	4089	4301
Contenido de Humedad (%)	22.97	22.73	22.47
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.551	1.774	1.866
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.261	1.446	1.524

Fuente: elaboración propia

Figura 47

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca.

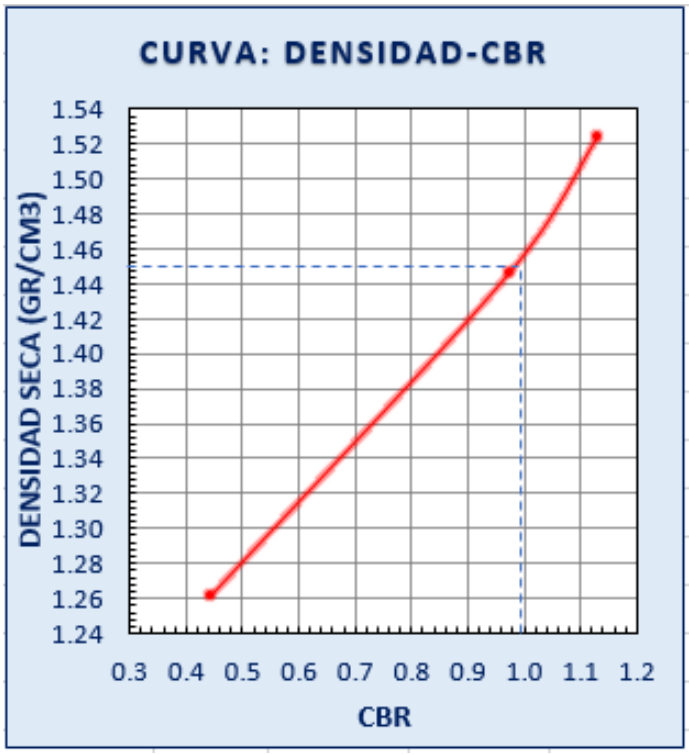


Tabla 23

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.261	1.446	1.524
Expansión	8.86%	6.84%	7.58%
Valor de CBR a 0.1”	0.44%	0.97%	1.13%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**0.99%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 4

En la Tabla 24, Tabla 25 y Figura 48 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del CBR de la muestra patrón.

Tabla 24

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3563	4058	4313
Contenido de Humedad (%)	22.31	22.1	21.43
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.546	1.761	1.872
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.264	1.442	1.541

Fuente: Elaboración propia

Figura 48

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca.

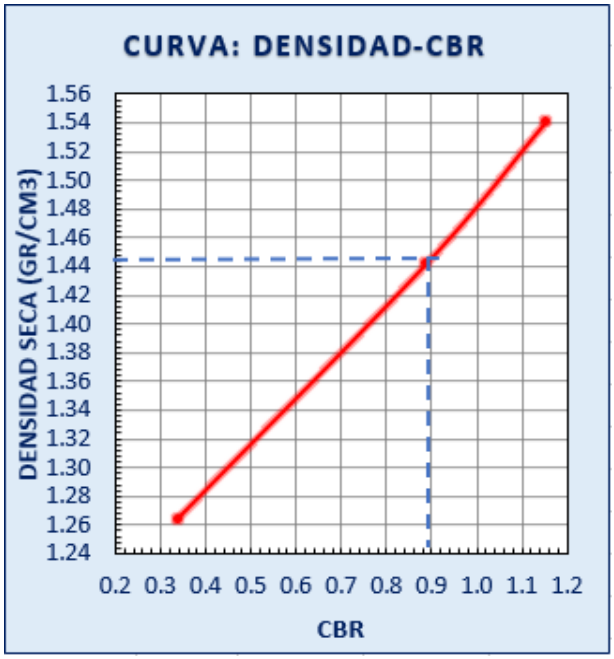


Tabla 25

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.264	1.442	1.541
Expansión	13.44%	8.22%	7.30%
Valor de CBR a 0.1"	0.34%	0.89%	1.15%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**0.89%**	

Fuente: elaboración propia

Tabla 26

Resumen de los resultados de las repeticiones CBR

Repeticiones	**Calicata**	**Profundidad (m)**	**% CBR**
1	C-1	0.15 – 1.50	0.82
2	C-1	0.15 – 1.50	1.26
3	C-1	0.15 – 1.50	0.99
4	C-1	0.15 – 1.50	0.89
	Promedio		**0.99**

Fuente: elaboración propia

4.2. Ensayos realizados a la muestra de suelo con adicción de aceite residual de motor diésel.

4.2.1. Límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

4.2.1.1. Muestra con adición del 2% de aceite residual de motor diésel.

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las 4 repeticiones, correspondiente al ensayo de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel donde se puede apreciar un notorio efecto en la disminución del índice de plasticidad respecto a los valores de la muestra patrón.

Repetición N° 1

Tabla 27

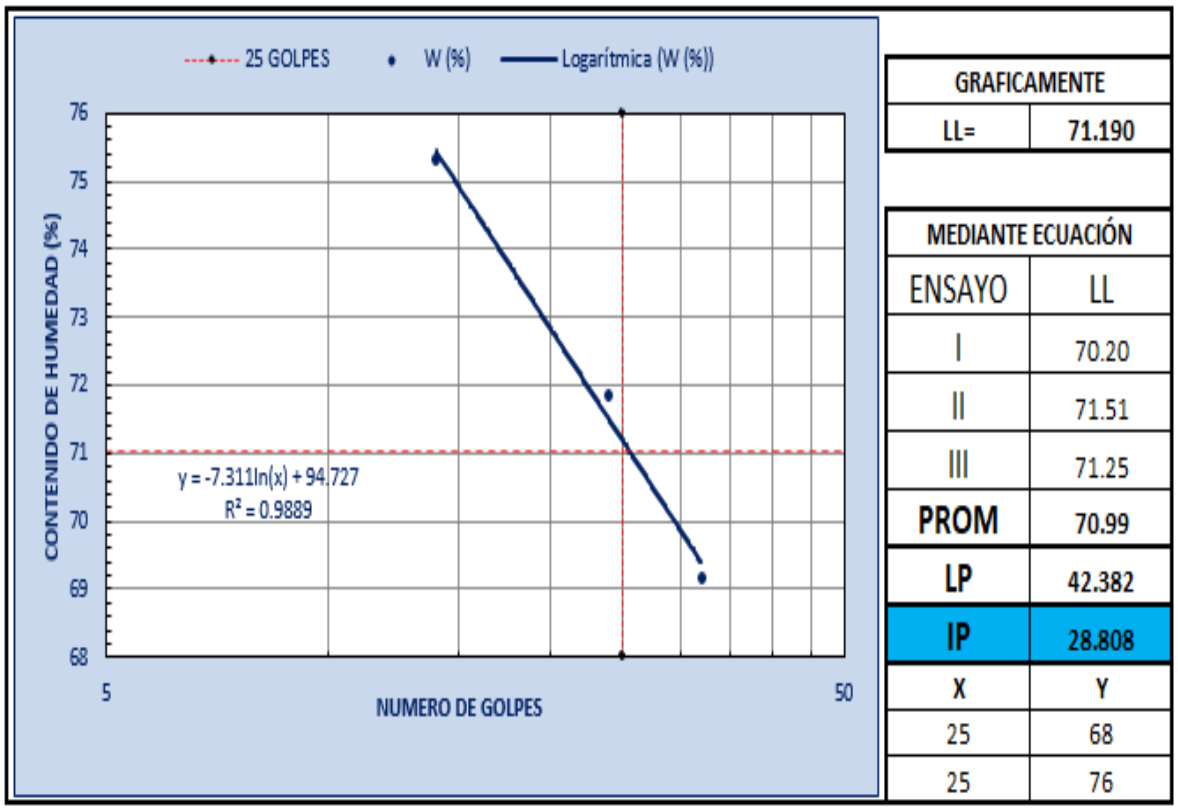
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	13	10	C-1	X	B2
N° DE GOLPES	14	24	32	……..	…….
Peso del contenedor (gr)	36.58	36.22	33.92	8.47	8.6
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	66.75	69.51	64.13	14.53	14.77
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	53.79	55.59	51.78	12.71	12.95
Peso del agua (gr)	12.96	13.92	12.35	1.82	1.82
Peso de partículas sólidas (gr)	17.21	19.37	17.86	4.24	4.35
Contenido de Humedad (%)	**75.31**	**71.86**	**69.15**	**42.92**	**41.84**

Fuente: elaboración propia

Figura 49

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	71.190

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	70.20
II	71.51
III	71.25
PROM	70.99
LP	42.382
IP	28.808
X	Y
25	68
25	76

Repetición N° 2

Tabla 28

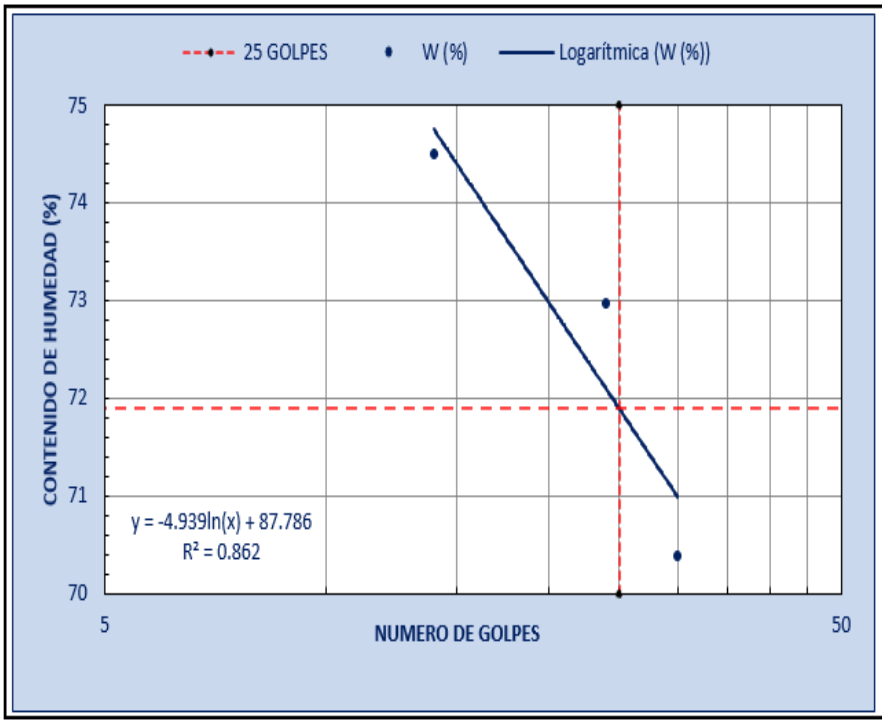
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	P-9	AB	6	92	24
N° DE GOLPES	14	24	30	……	…….
Peso del contenedor (gr)	39.37	41.01	37.05	19.3	14.23
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	59.35	66.02	58.5	25.54	20.14
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	50.82	55.47	49.64	23.72	18.33
Peso del agua (gr)	8.53	10.55	8.86	1.82	1.81
Peso de partículas sólidas (gr)	11.45	14.46	12.59	4.42	4.1
Contenido de Humedad (%)	**74.50**	**72.96**	**70.37**	**41.18**	**44.15**

Fuente: elaboración propia

Figura 50

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	71.888

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	69.45
II	72.60
III	71.94
PROM	**71.33**
LP	**42.661**
IP	**29.227**
X	**Y**
25	70
25	75

Repetición N° 3

Tabla 29

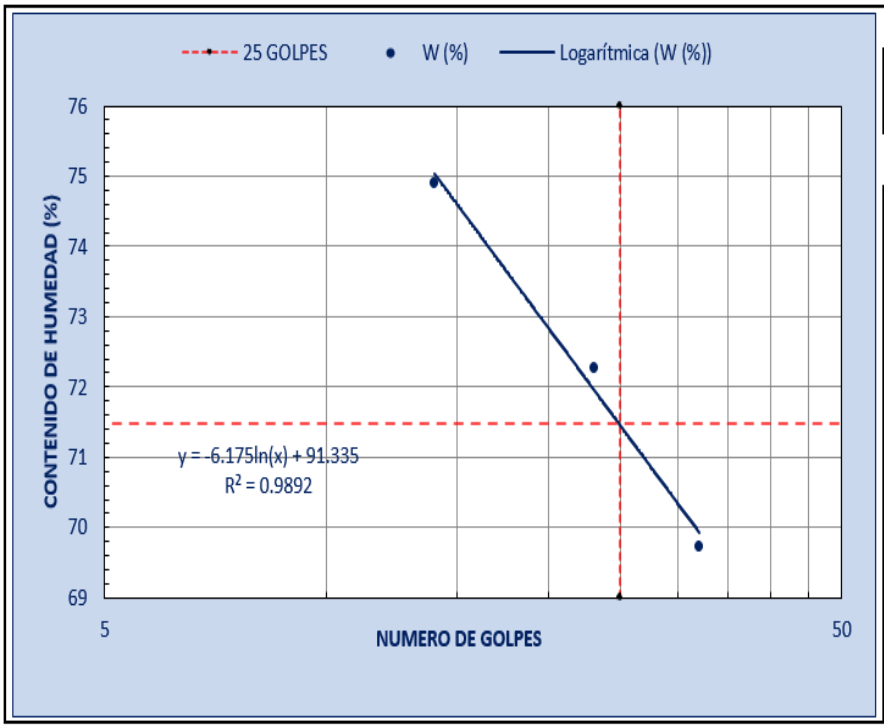
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	**Límite liquido**			**Limite plástico**	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	351	255	353	72	92
N° DE GOLPES	14	23	32	……	……
Peso del contenedor (gr)	13.7	13.48	13.46	19.21	19.3
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	44.52	44.68	43.76	25.37	25.46
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	31.32	31.59	31.31	23.54	23.65
Peso del agua (gr)	13.2	13.09	12.45	1.83	1.81
Peso de partículas sólidas (gr)	17.62	18.11	17.85	4.33	4.35
Contenido de Humedad (%)	**74.91**	**72.28**	**69.75**	**42.26**	**41.61**

Fuente: elaboración propia

Figura 51

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	71.458

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	69.84
II	71.55
III	71.86
PROM	71.09
LP	41.936
IP	29.522
X	Y
25	69
25	76

Repetición N° 4

Tabla 30

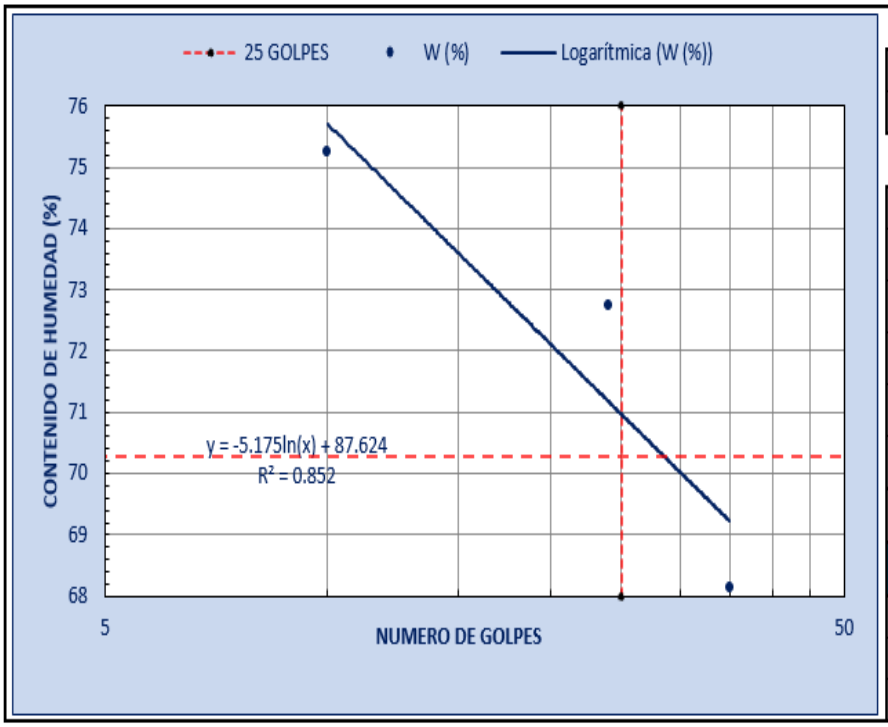
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	100	22	351	10	1
N° DE GOLPES	10	24	35	……	……
Peso del contenedor (gr)	40.67	37.51	13.69	13.58	19.27
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	62.75	67.86	36.22	19.71	25.3
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	53.27	55.08	27.09	17.91	23.53
Peso del agua (gr)	9.48	12.78	9.13	1.8	1.77
Peso de partículas sólidas (gr)	12.6	17.57	13.4	4.33	4.26
Contenido de Humedad (%)	**75.24**	**72.74**	**68.13**	**41.57**	**41.55**

Fuente: elaboración propia

Figura 52

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	70.966

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	67.34
II	72.38
III	70.97
PROM	**70.23**
LP	**41.560**
IP	**29.406**
X	**Y**
25	68
25	76

Tabla 31

Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	C-1	0.15 – 1.50	71.190	42.382	28.808
2	C-1	0.15 – 1.50	71.888	42.661	29.227
3	C-1	0.15 – 1.50	71.458	41.936	29.522
4	C-1	0.15 – 1.50	70.966	41.560	29.406
	Promedio		**71.376**	**42.135**	**29.241**

Fuente: elaboración propia

4.2.1.2. Muestra con adición del 4% de aceite residual de motor diésel.

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las 4 repeticiones, correspondiente al ensayo de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel donde se puede apreciar que el índice de plasticidad disminuye respecto al porcentaje anterior.

Repetición N° 1

Tabla 32

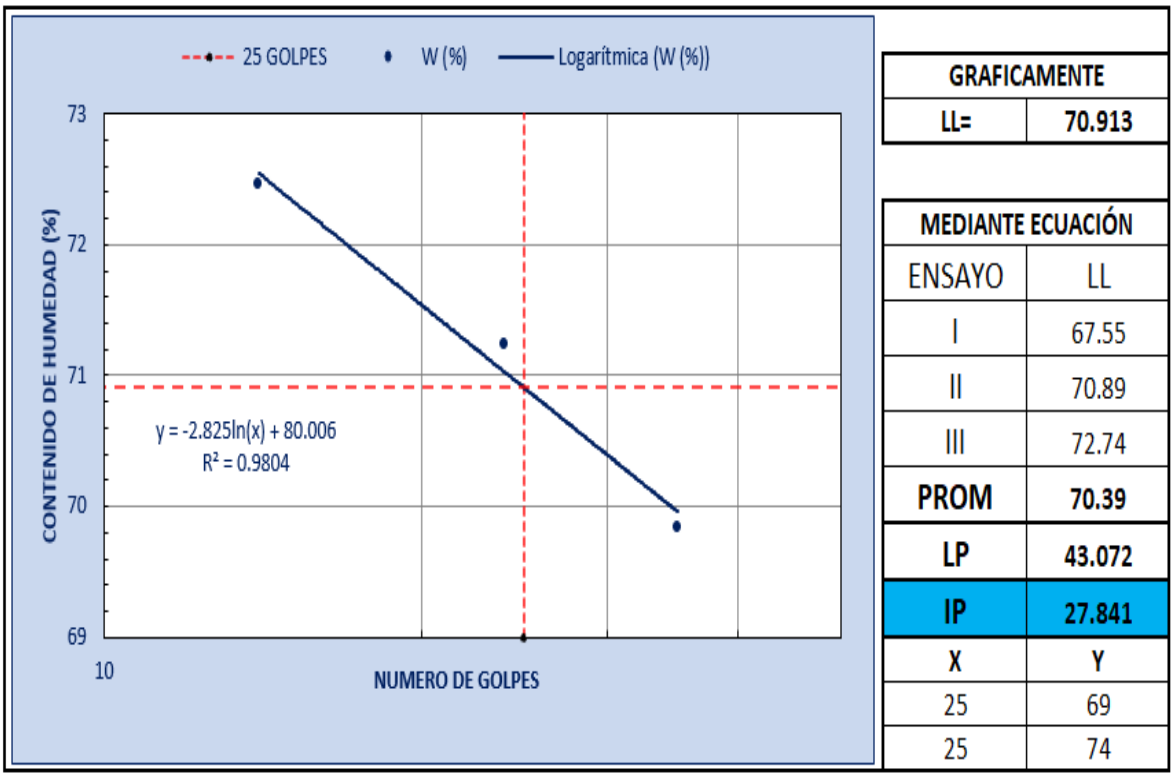
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	T-4	269	268	16	39
N° DE GOLPES	14	24	35	…….	……
Peso del contenedor (gr)	14.05	13.24	13.03	14.18	13.86
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	44.3	44.08	44.28	20.39	20.04
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	31.59	31.25	31.43	18.51	18.19
Peso del agua (gr)	12.71	12.83	12.85	1.88	1.85
Peso de partículas sólidas (gr)	17.54	18.01	18.4	4.33	4.33
Contenido de Humedad (%)	**72.46**	**71.24**	**69.84**	**43.42**	**42.73**

Fuente: elaboración propia

Figura 53

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	70.913

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	67.55
II	70.89
III	72.74
PROM	70.39
LP	43.072
IP	27.841
X	Y
25	69
25	74

Repetición N° 2

Tabla 33

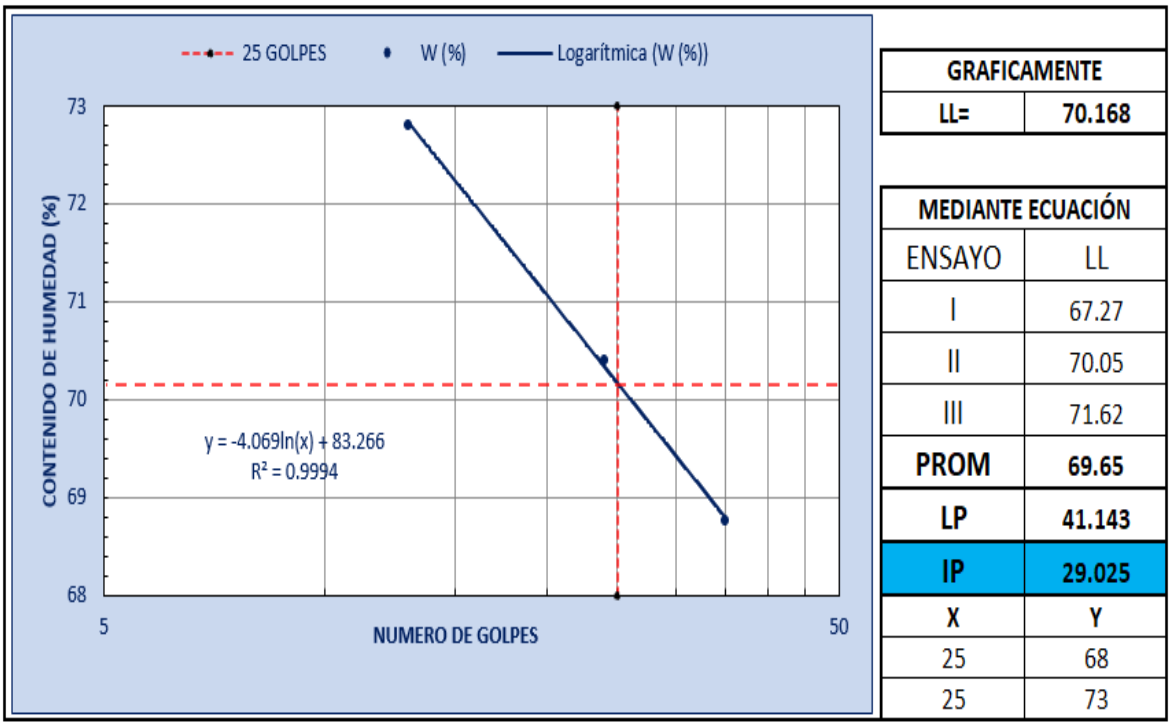
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	zz	4	555	12	56
N° DE GOLPES	13	24	35		
Peso del contenedor (gr)	39.81	39.48	38.13	14.12	19.11
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	61.1	59.91	58.77	20.79	25.2
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	52.13	51.47	50.36	18.84	23.43
Peso del agua (gr)	8.97	8.44	8.41	1.95	1.77
Peso de partículas sólidas (gr)	12.32	11.99	12.23	4.72	4.32
Contenido de Humedad (%)	**72.81**	**70.39**	**68.77**	**41.31**	**40.97**

Fuente: elaboración propia

Figura 54

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	70.168

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	67.27
II	70.05
III	71.62
PROM	69.65
LP	41.143
IP	29.025
X	Y
25	68
25	73

Repetición N° 3

Tabla 34

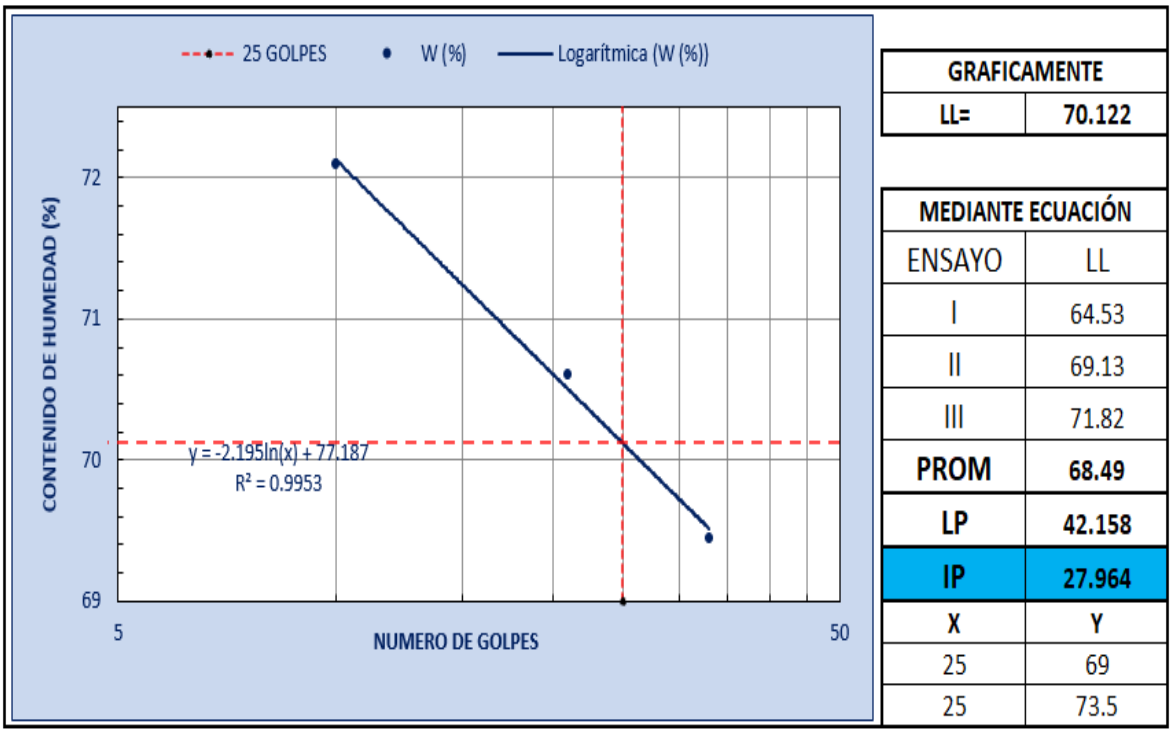
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	8A	5	6D	17	86k
N° DE GOLPES	10	21	33		
Peso del contenedor (gr)	37.85	36.73	38.75	19.94	19.9
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	60.79	57.22	59.88	26.27	26.08
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	51.18	48.74	51.22	24.39	24.25
Peso del agua (gr)	9.61	8.48	8.66	1.88	1.83
Peso de partículas sólidas (gr)	13.33	12.01	12.47	4.45	4.35
Contenido de Humedad (%)	**72.09**	**70.61**	**69.45**	**42.25**	**42.07**

Fuente: elaboración propia

Figura 55

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	70.122

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	64.53
II	69.13
III	71.82
PROM	68.49
LP	42.158
IP	27.964
X	Y
25	69
25	73.5

Repetición N° 4

Tabla 35

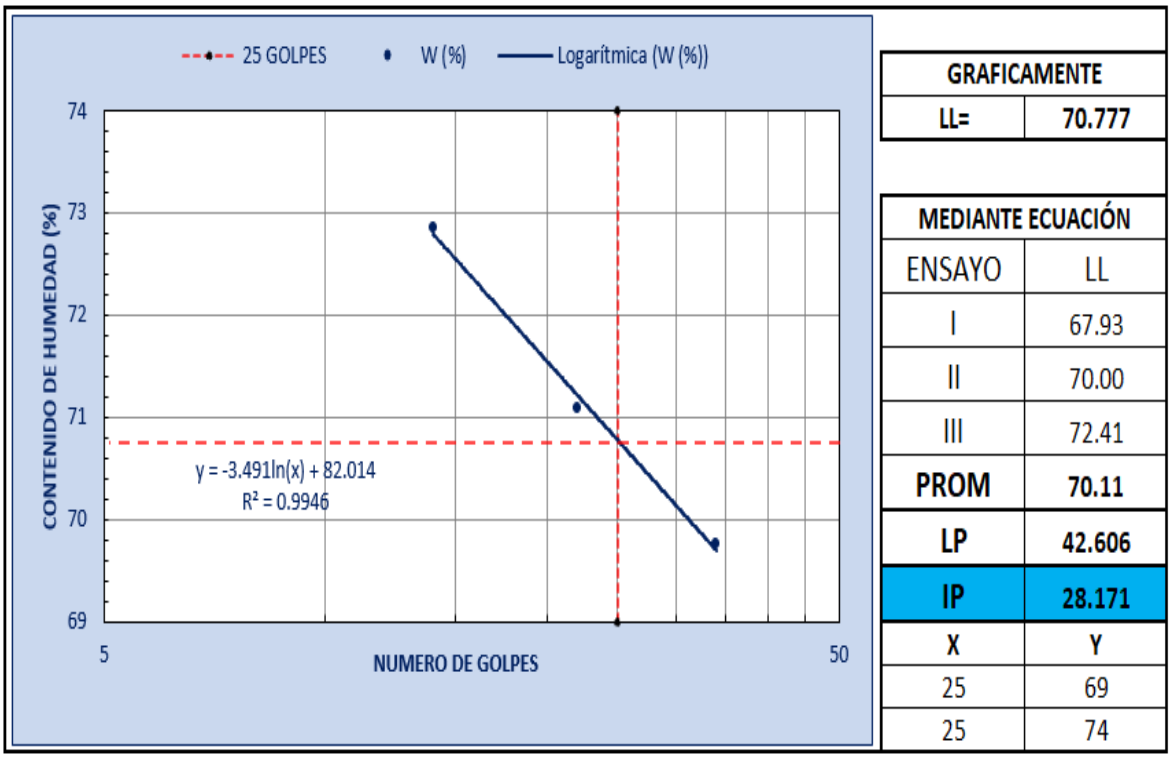
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	22	16	26	9	10
N° DE GOLPES	14	22	34	……	……
Peso del contenedor (gr)	37.51	33.53	38.26	14.38	13.58
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	60.38	55.19	59.6	20.43	19.68
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	50.74	46.19	50.83	18.64	17.84
Peso del agua (gr)	9.64	9	8.77	1.79	1.84
Peso de partículas sólidas (gr)	13.23	12.66	12.57	4.26	4.26
Contenido de Humedad (%)	**72.86**	**71.09**	**69.77**	**42.02**	**43.19**

Fuente: elaboración propia

Figura 56

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	70.777

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	67.93
II	70.00
III	72.41
PROM	70.11
LP	42.606
IP	28.171
X	Y
25	69
25	74

Tabla 36

Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	C-1	0.15 – 1.50	70.913	43.073	27.481
2	C-1	0.15 – 1.50	70.168	41.143	29.025
3	C-1	0.15 – 1.50	70.980	42.158	28.822
4	C-1	0.15 – 1.50	70.777	42.606	28.171
Promedio			**70.710**	**42.245**	**28.375**

Fuente: elaboración propia

4.2.1.3. Muestra con adición del 8% de aceite residual de motor diésel.

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las 4 repeticiones, correspondiente al ensayo de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel donde se puede apreciar que el índice de plasticidad sigue disminuyendo respecto al porcentaje anterior.

Repetición N° 1

Tabla 37

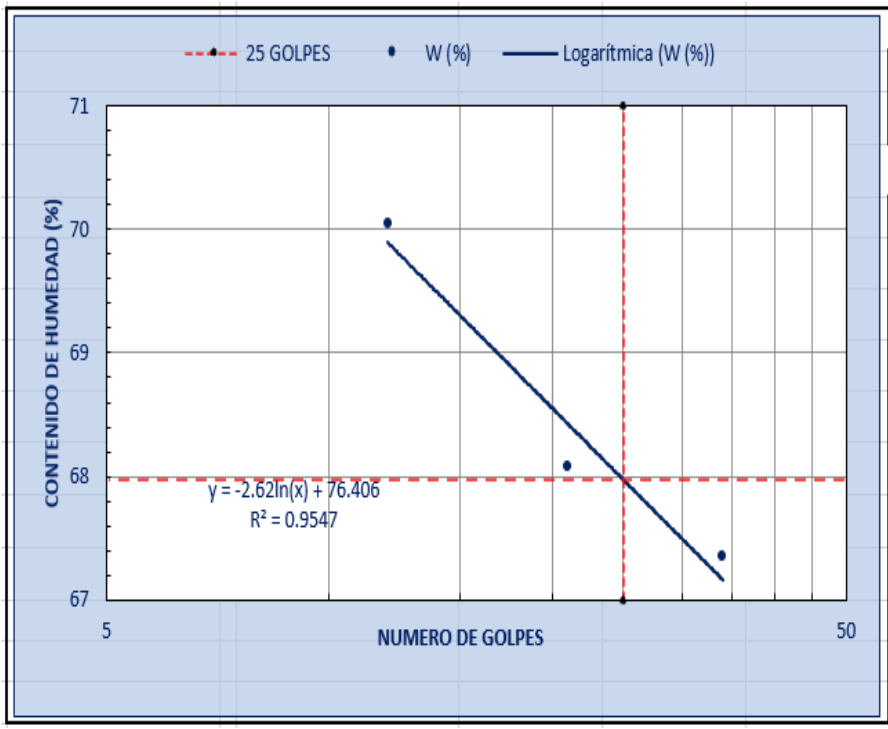
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	P-9	100	351	61	20K
N° DE GOLPES	12	21	34		
Peso del contenedor (gr)	39.35	40.67	13.64	19.67	14.34
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	61.61	62	34.86	26.08	20.35
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	52.44	53.36	26.32	24.25	18.63
Peso del agua (gr)	9.17	8.64	8.54	1.83	1.72
Peso de partículas sólidas (gr)	13.09	12.69	12.68	4.58	4.29
Contenido de Humedad (%)	**70.05**	**68.09**	**67.35**	**39.96**	**40.09**

Fuente: elaboración propia

Figura 57

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	67.973

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	64.10
II	66.66
III	69.90
PROM	**66.89**
LP	**40.025**
IP	**27.948**
X	**Y**
25	67
25	71

Repetición N° 2

Tabla 38

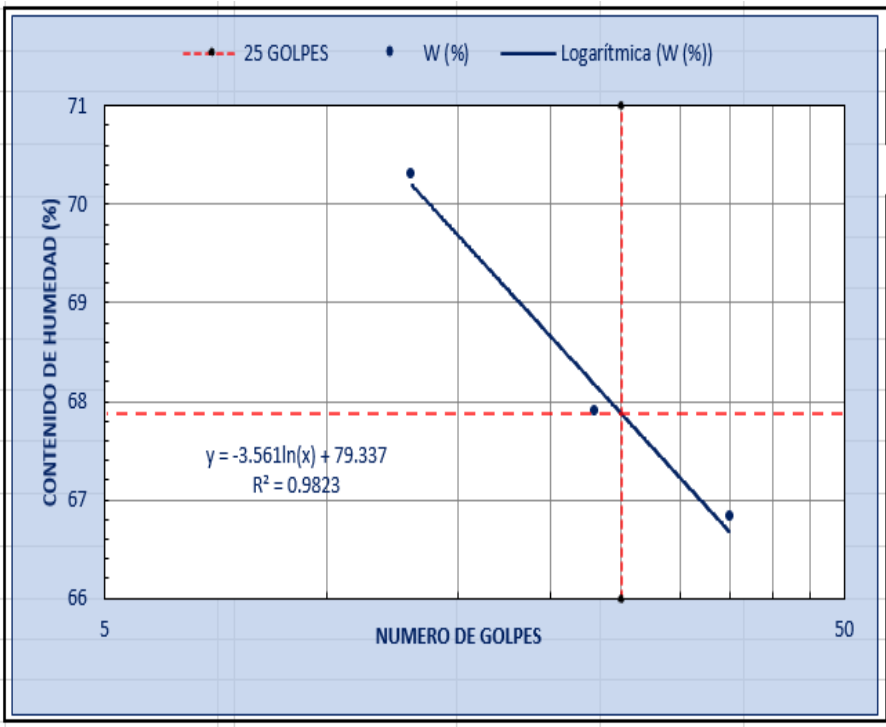
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	6	25	352	22	13
N° DE GOLPES	13	23	35		
Peso del contenedor (gr)	37.02	36.93	13.56	14.02	14.18
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	57.39	58.32	33.73	20.04	20.43
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	48.98	49.67	25.65	18.3	18.65
Peso del agua (gr)	8.41	8.65	8.08	1.74	1.78
Peso de partículas sólidas (gr)	11.96	12.74	12.09	4.28	4.47
Contenido de Humedad (%)	**70.32**	**67.90**	**66.83**	**40.65**	**39.82**

Fuente: elaboración propia

Figura 58

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	67.875

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	64.97
II	67.21
III	69.61
PROM	**67.26**
LP	**40.238**
IP	**27.637**
X	**Y**
25	66
25	71

Repetición N° 3

Tabla 39

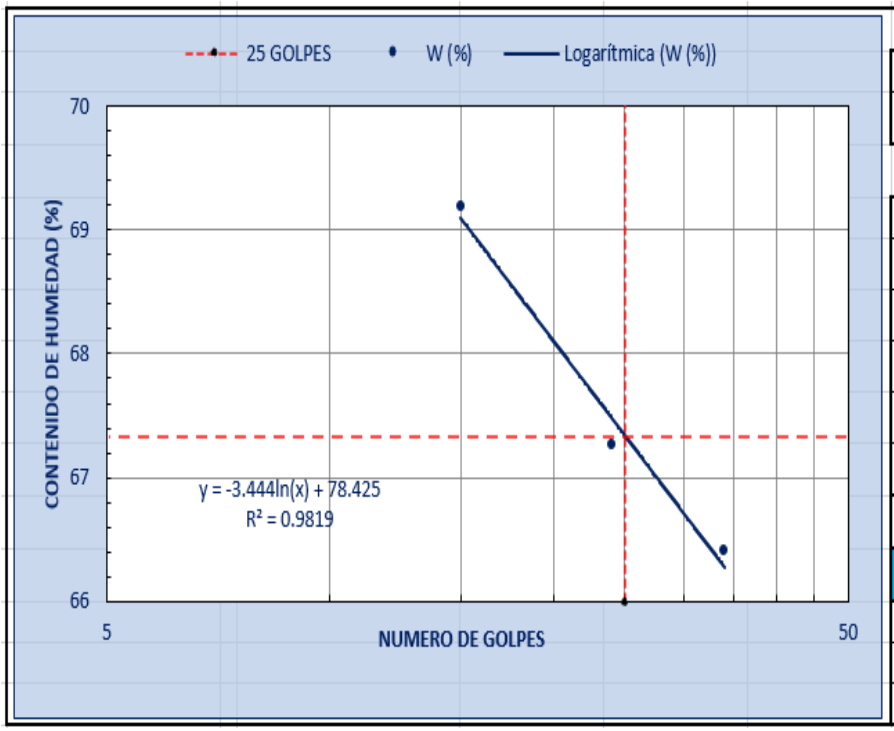
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	348	351	71	22	J
N° DE GOLPES	15	24	34		
Peso del contenedor (gr)	13.43	13.66	39.56	14.03	8.87
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	37.32	34.35	63.09	20.11	14.88
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	27.55	26.03	53.7	18.4	13.15
Peso del agua (gr)	9.77	8.32	9.39	1.71	1.73
Peso de partículas sólidas (gr)	14.12	12.37	14.14	4.37	4.28
Contenido de Humedad (%)	**69.19**	**67.26**	**66.41**	**39.13**	**40.42**

Fuente: elaboración propia

Figura 59

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	67.339

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	65.05
II	66.93
III	68.92
PROM	**66.97**
LP	**39.775**
IP	**27.564**
X	**Y**
25	66
25	71

Repetición N° 4

Tabla 40

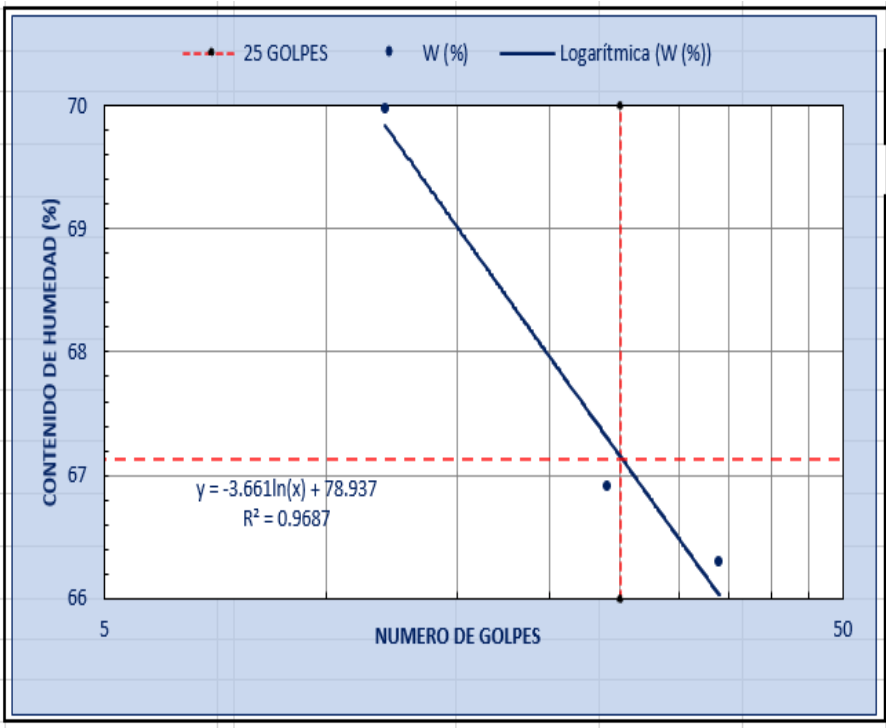
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	x	351	8	22	J
N° DE GOLPES	12	24	34		
Peso del contenedor (gr)	13.45	13.45	39.56	14.25	8.35
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	37.45	34.38	63.09	20.18	13.35
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	27.57	25.99	53.71	18.49	11.93
Peso del agua (gr)	9.88	8.39	9.38	1.69	1.42
Peso de partículas sólidas (gr)	14.12	12.54	14.15	4.24	3.58
Contenido de Humedad (%)	**69.97**	**66.91**	**66.29**	**39.86**	**39.66**

Fuente: elaboración propia

Figura 60

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	67.153

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	64.03
II	66.58
III	68.80
PROM	**66.47**
LP	**39.762**
IP	**27.391**
X	**Y**
25	66
25	70

Tabla 41

Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	C-1	0.15 – 1.50	67.973	40.025	27.948
2	C-1	0.15 – 1.50	67.875	40.238	27.637
3	C-1	0.15 – 1.50	67.339	39.775	27.564
4	C-1	0.15 – 1.50	67.153	39.762	27.391
	Promedio		**67.585**	**39.950**	**27.635**

Fuente: elaboración propia

4.2.1.4. Muestra con adición del 12% de aceite residual de motor diésel.

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las 4 repeticiones, correspondiente al ensayo de límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel donde se puede apreciar que el índice de plasticidad sigue disminuyendo respecto al porcentaje anterior.

Repetición N° 1

Tabla 42

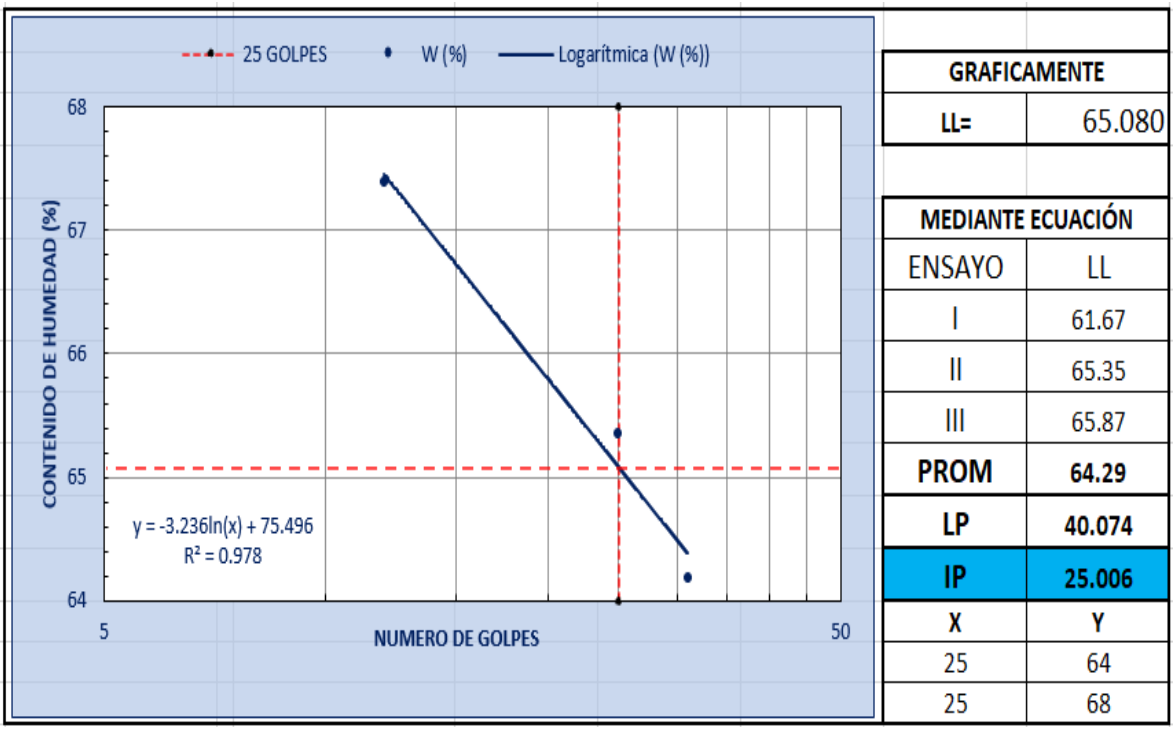
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	144	9	11	7	19
N° DE GOLPES	12	25	31		
Peso del contenedor (gr)	38.63	37.84	37.85	13.27	15.01
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	60.86	59.12	58.52	19.46	21.92
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	51.91	50.71	50.44	17.71	19.92
Peso del agua (gr)	8.95	8.41	8.08	1.75	2
Peso de partículas sólidas (gr)	13.28	12.87	12.59	4.44	4.91
Contenido de Humedad (%)	**67.39**	**65.35**	**64.18**	**39.41**	**40.73**

Fuente: elaboración propia

Figura 61

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



Repetición N° 2

Tabla 43

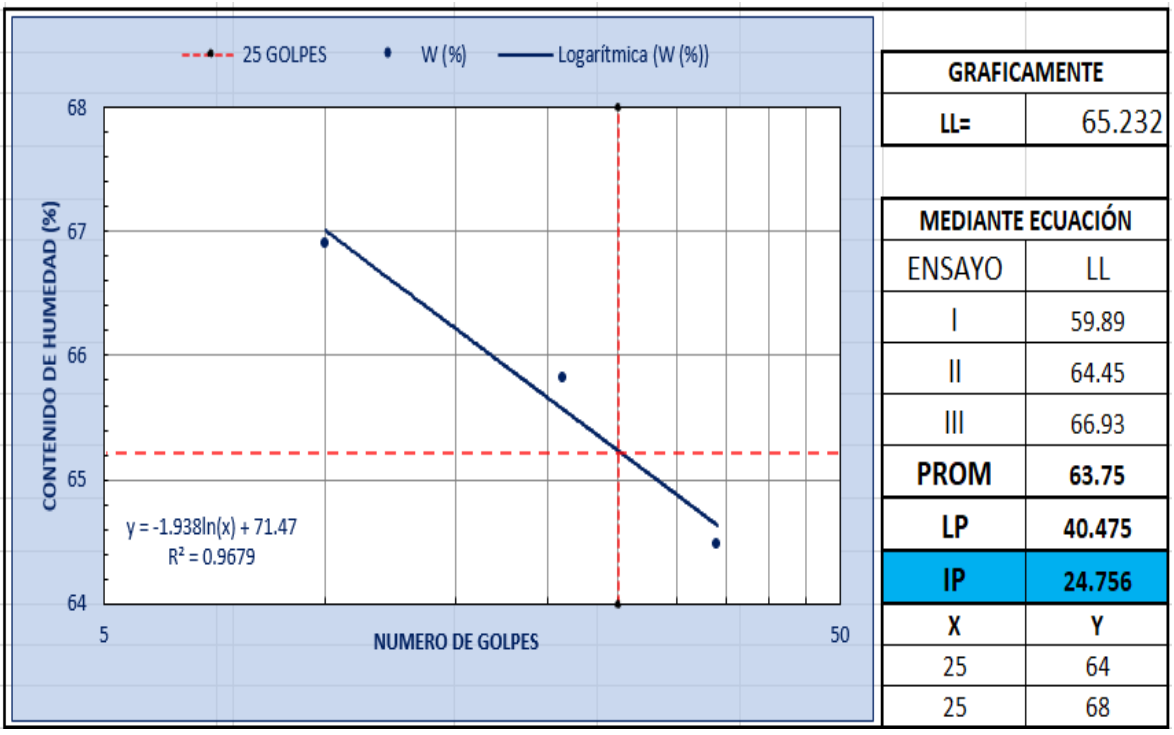
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	20	c-1	7i	z	Yi
N° DE GOLPES	10	21	34		
Peso del contenedor (gr)	37.85	33.88	39.57	8.68	8.16
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	60.7	55.42	60.69	14.84	14.39
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	51.54	46.87	52.41	13.07	12.59
Peso del agua (gr)	9.16	8.55	8.28	1.77	1.8
Peso de partículas sólidas (gr)	13.69	12.99	12.84	4.39	4.43
Contenido de Humedad (%)	**66.91**	**65.82**	**64.49**	**40.32**	**40.63**

Fuente: elaboración propia

Figura 62

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



GRAFICAMENTE	
LL=	65.232

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	59.89
II	64.45
III	66.93
PROM	**63.75**
LP	**40.475**
IP	**24.756**
X	**Y**
25	64
25	68

Repetición N° 3

Tabla 44

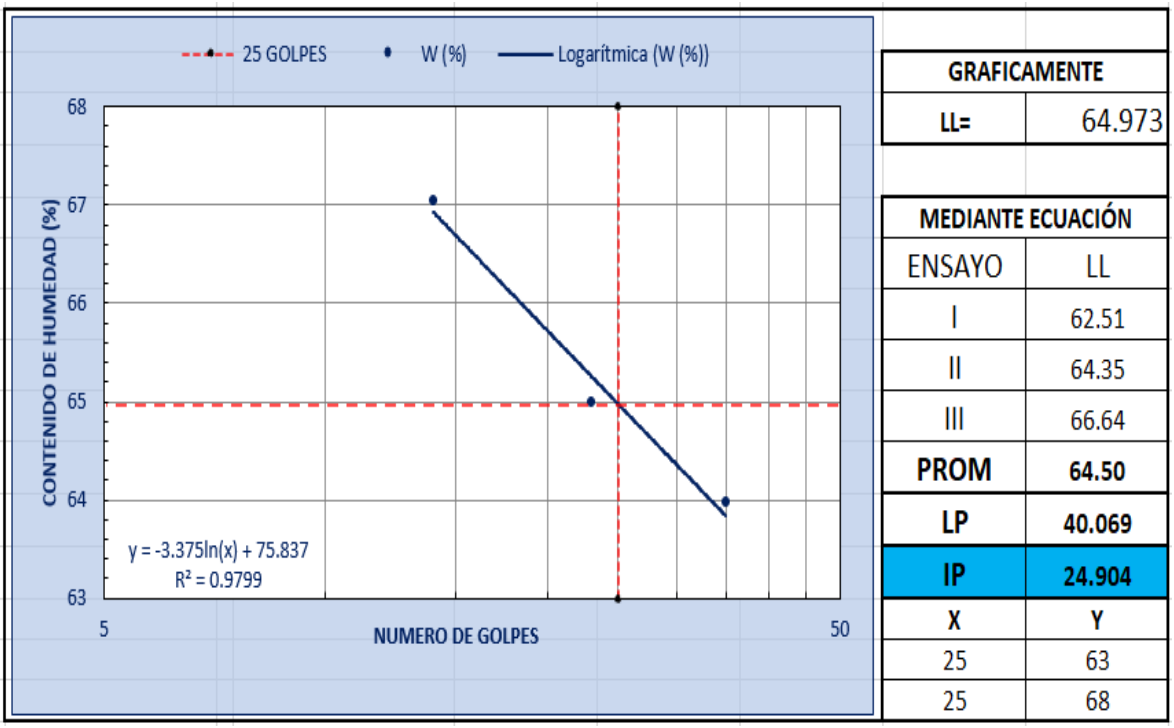
Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	R	18	29	20	619
N° DE GOLPES	14	23	35		
Peso del contenedor (gr)	38.55	37.31	37.08	14.33	13.76
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	69.22	69.65	68.58	20.44	19.85
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	56.91	56.91	56.29	18.68	18.12
Peso del agua (gr)	12.31	12.74	12.29	1.76	1.73
Peso de partículas sólidas (gr)	18.36	19.6	19.21	4.35	4.36
Contenido de Humedad (%)	**67.05**	**65.00**	**63.98**	**40.46**	**39.68**

Fuente: elaboración propia

Figura 63

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad



Repetición N° 4

Tabla 45

Resultados del ensayo limite líquido y limite plástico

Ensayo	Límite liquido			Limite plástico	
Numero De Ensayo	I	II	III	I	II
Contenedor N°	4	22	25	13	56
N° DE GOLPES	10	24	34		
Peso del contenedor (gr)	39.47	37.51	36.96	14.18	19.12
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	59.56	59.8	58.96	20.2	25.67
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	51.51	51.01	50.37	18.5	23.81
Peso del agua (gr)	8.05	8.79	8.59	1.7	1.86
Peso de partículas sólidas (gr)	12.04	13.5	13.41	4.32	4.69
Contenido de Humedad (%)	**66.86**	**65.11**	**64.06**	**39.35**	**39.66**

Fuente: elaboración propia

Figura 64

Grafica logarítmica del límite líquido, y cálculo del límite plástico e índice de plasticidad

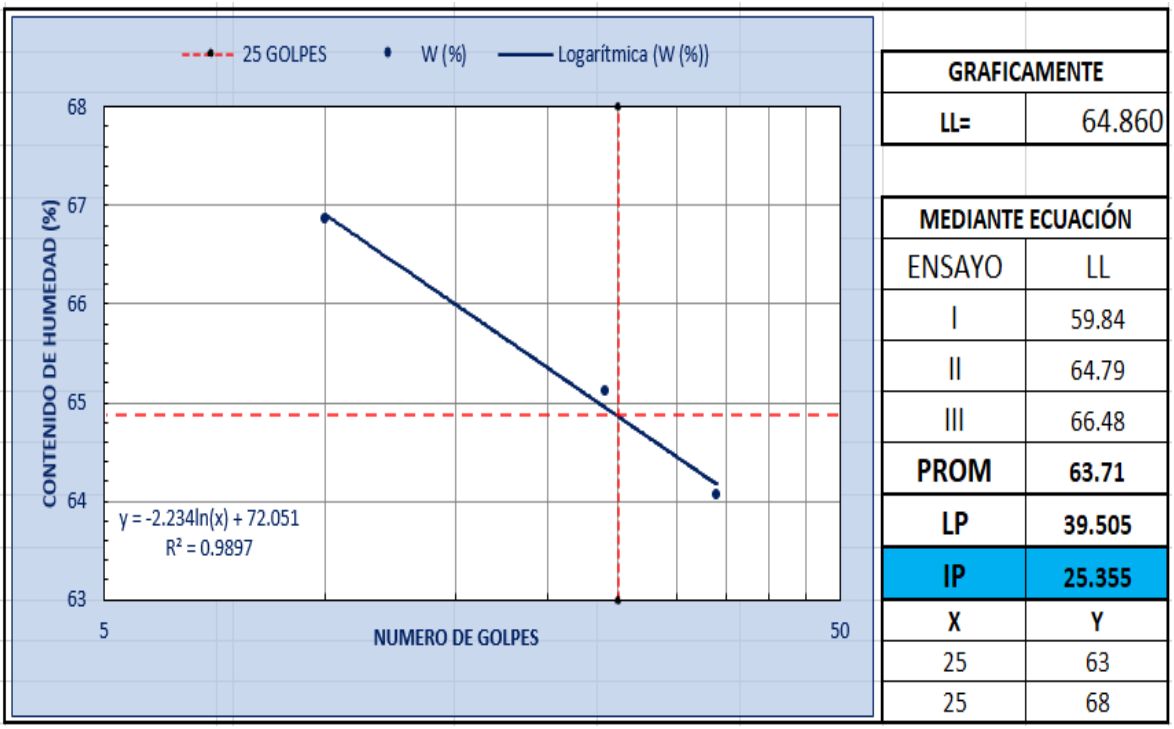


Tabla 46

Resumen de los resultados de los límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	C-1	0.15 – 1.50	65.080	40.074	25.006
2	C-1	0.15 – 1.50	65.232	40.475	24.756
3	C-1	0.15 – 1.50	64.973	40.069	24.904
4	C-1	0.15 – 1.50	64.860	39.505	25.355
Promedio			**65.036**	**40.031**	**25.005**

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Proctor modificado

4.2.2.1. Muestra con adición del 2% de aceite residual de motor diésel.

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las cuatro repeticiones, del ensayo de proctor modificado correspondientes a la muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel.

Repetición N° 1

En la Tabla 47 y Figura 65 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 47

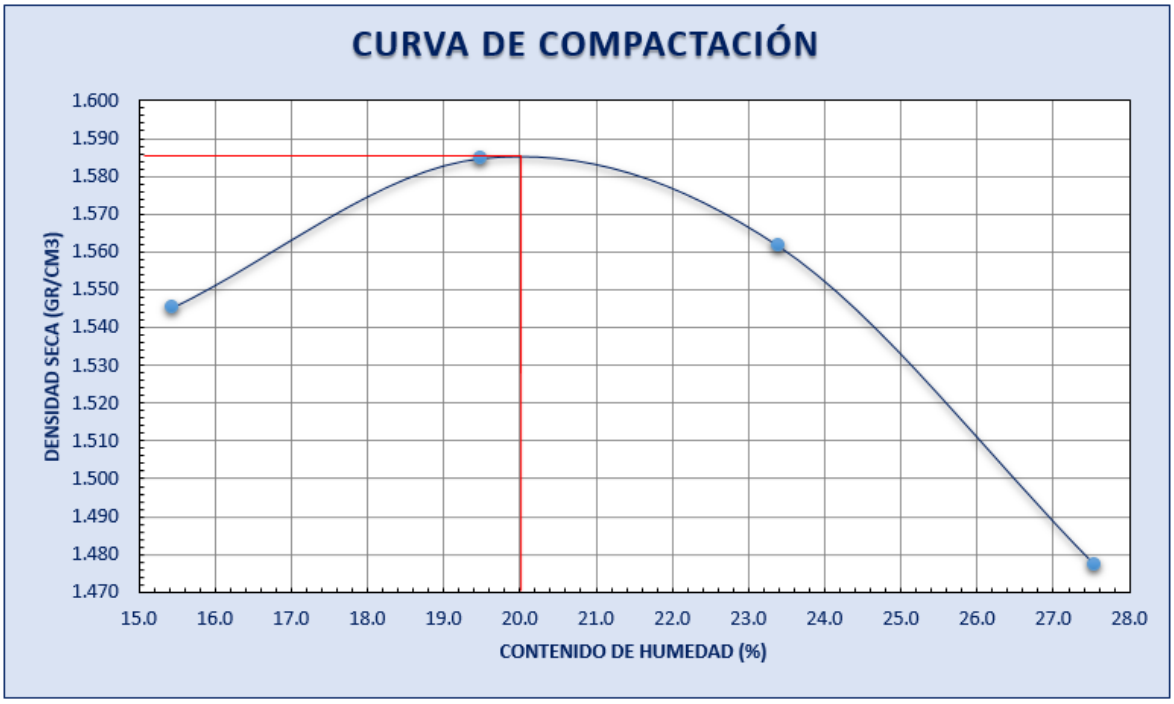
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1673.00	1776.00	1807.00	1767.00
Contenido de Humedad (%)	**15.45**	**19.50**	**23.40**	**27.55**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.78	1.89	1.93	1.88
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.55**	**1.58**	**1.56**	**1.48**

Fuente: elaboración propia

Figura 65

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.585 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		20.000 %

Repetición N° 2

En la Tabla 48 y Figura 66 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 48

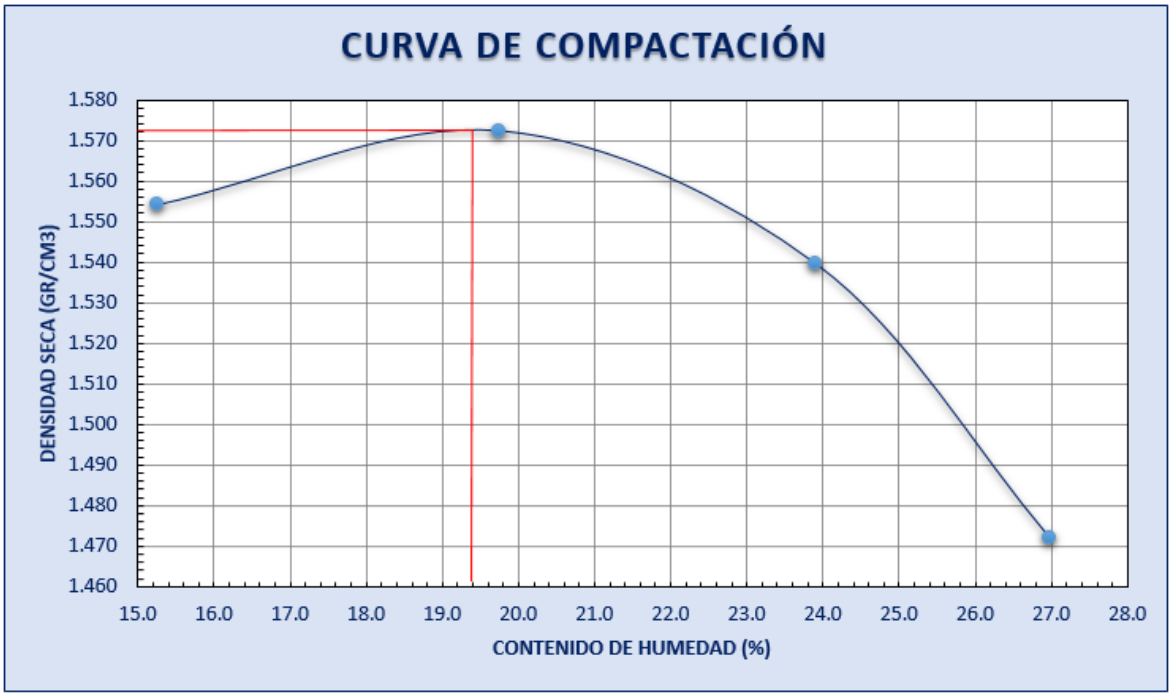
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1680.00	1766.00	1789.00	1753.00
Contenido de Humedad (%)	**16.01**	**18.48**	**23.08**	**27.18**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.79	1.88	1.91	1.87
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.55**	**1.57**	**1.54**	**1.47**

Fuente: elaboración propia

Figura 66

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.



Máxima densidad seca	:	1.572 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		19.400 %

Repetición N° 3

En la Tabla 49 y Figura 67 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón.

Tabla 49

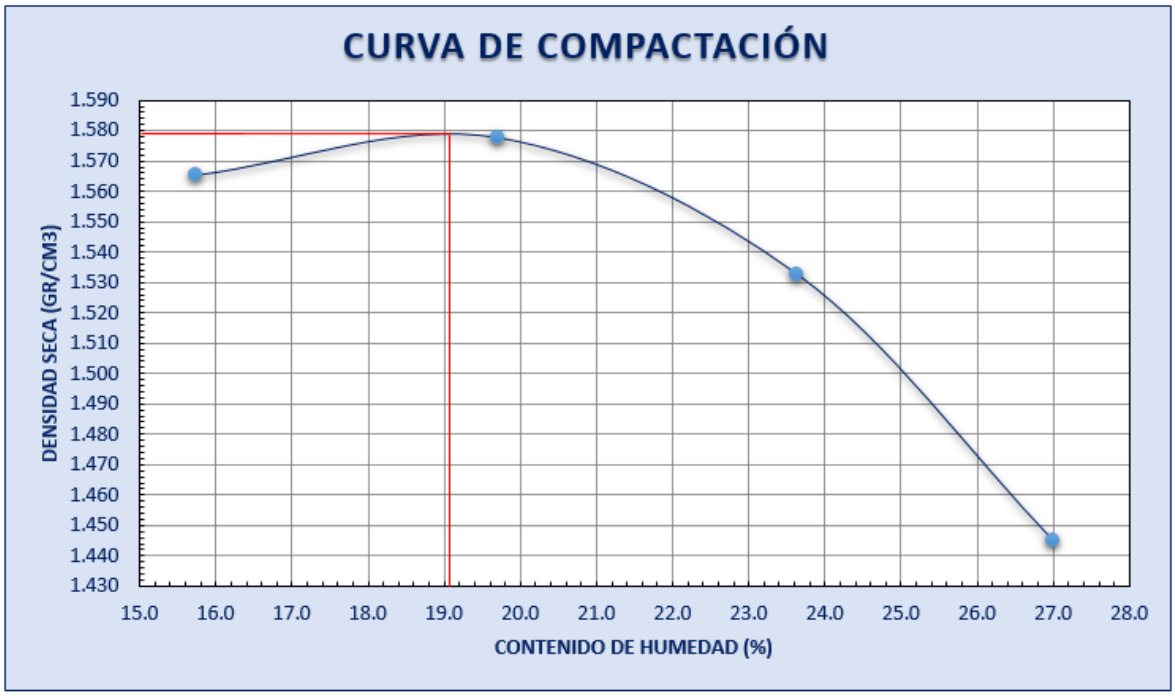
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1699.00	1771.00	1777.00	1721.00
Contenido de Humedad (%)	**15.74**	**19.70**	**23.64**	**27.00**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.81	1.89	1.89	1.84
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.57**	**1.58**	**1.53**	**1.44**

Fuente: elaboración propia

Figura 67

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.579 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		19.050 %

Repetición N° 4

En la Tabla 50 y Figura 68 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 50

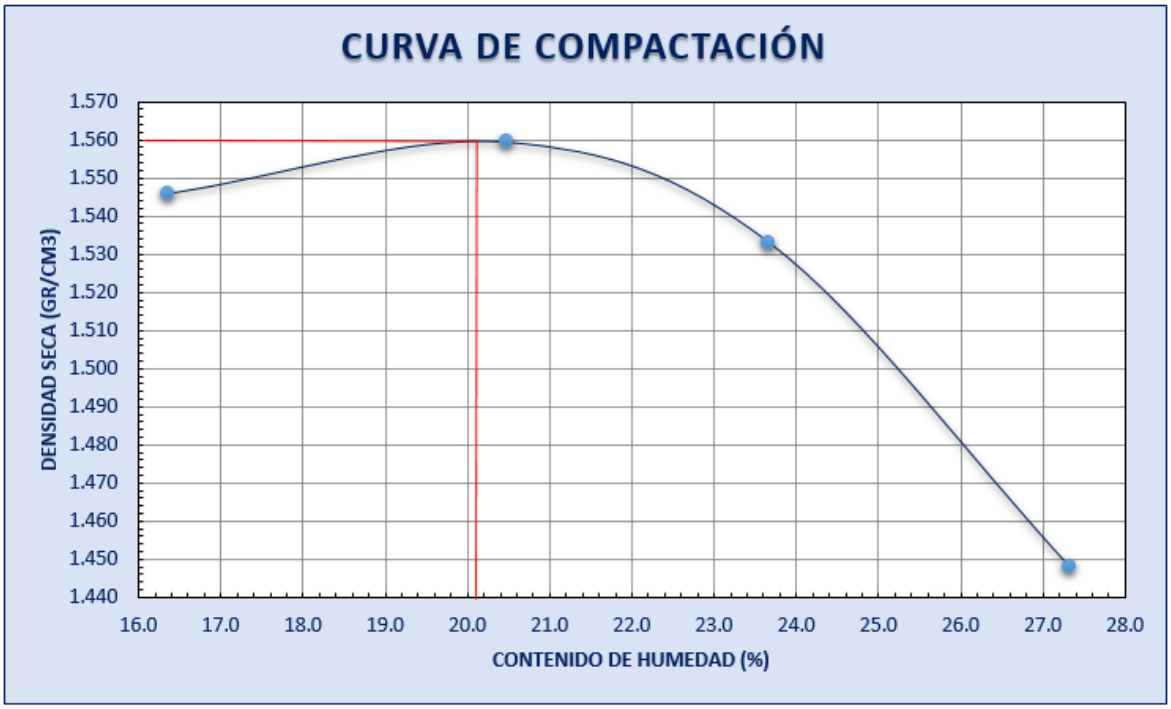
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1687.00	1762.00	1778.00	1729.00
Contenido de Humedad (%)	**16.36**	**20.48**	**23.67**	**27.32**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.80	1.88	1.90	1.84
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.55**	**1.56**	**1.53**	**1.45**

Fuente: elaboración propia

Figura 68

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.560 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		20.190 %

Tabla 51

Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	% humedad optima	Máxima densidad seca (gr/cm3)
1	C-1	0.15 – 1.50	20.00	1.585
2	C-1	0.15 – 1.50	19.40	1.572
3	C-1	0.15 – 1.50	19.05	1.579
4	C-1	0.15 – 1.50	20.19	1.560
	Promedio		**19.660**	**1.574**

Fuente: elaboración propia

4.2.2.2. Muestra con adición del 4% de aceite residual de motor diésel.

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las cuatro repeticiones, del ensayo de proctor modificado correspondientes a la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Repetición N° 1

En la Tabla 52 y Figura 69 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 52

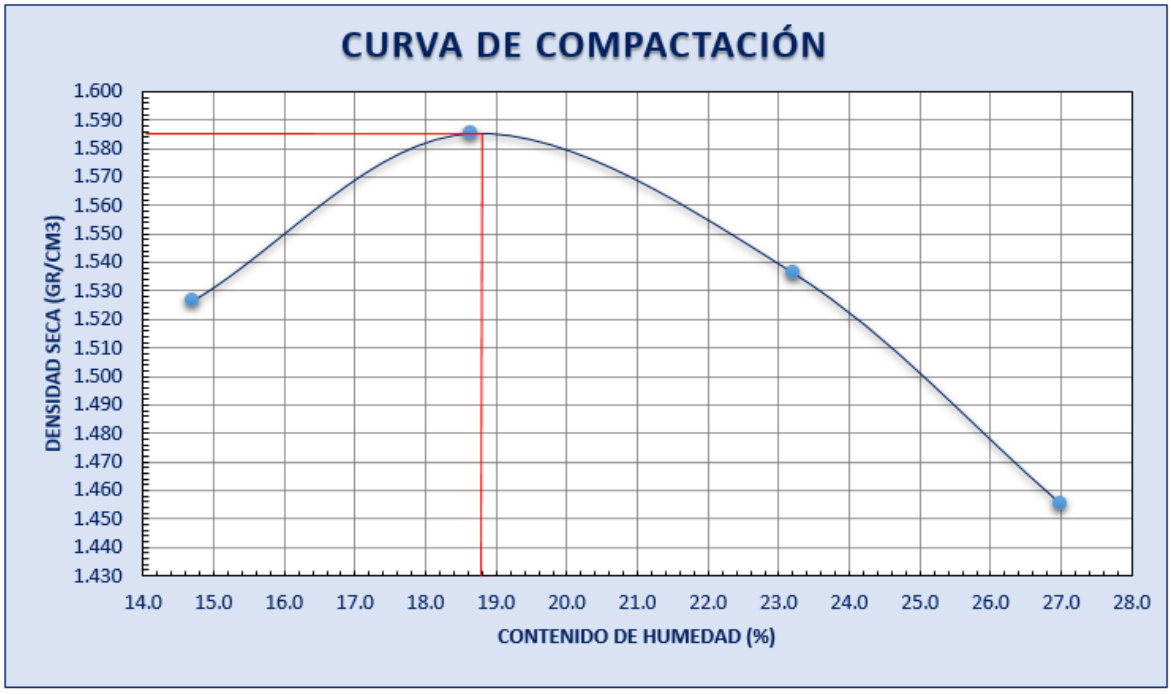
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1642.00	1764.00	1775.00	1733.00
Contenido de Humedad (%)	**14.70**	**18.65**	**23.21**	**27.00**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.75	1.88	1.89	1.85
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.53**	**1.585**	**1.54**	**1.46**

Fuente: elaboración propia

Figura 69

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.585 gr/cm3
Optimo contenido de humedad	:	18.800 %

Repetición N° 2

En la Tabla 53 y Figura 70 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 53

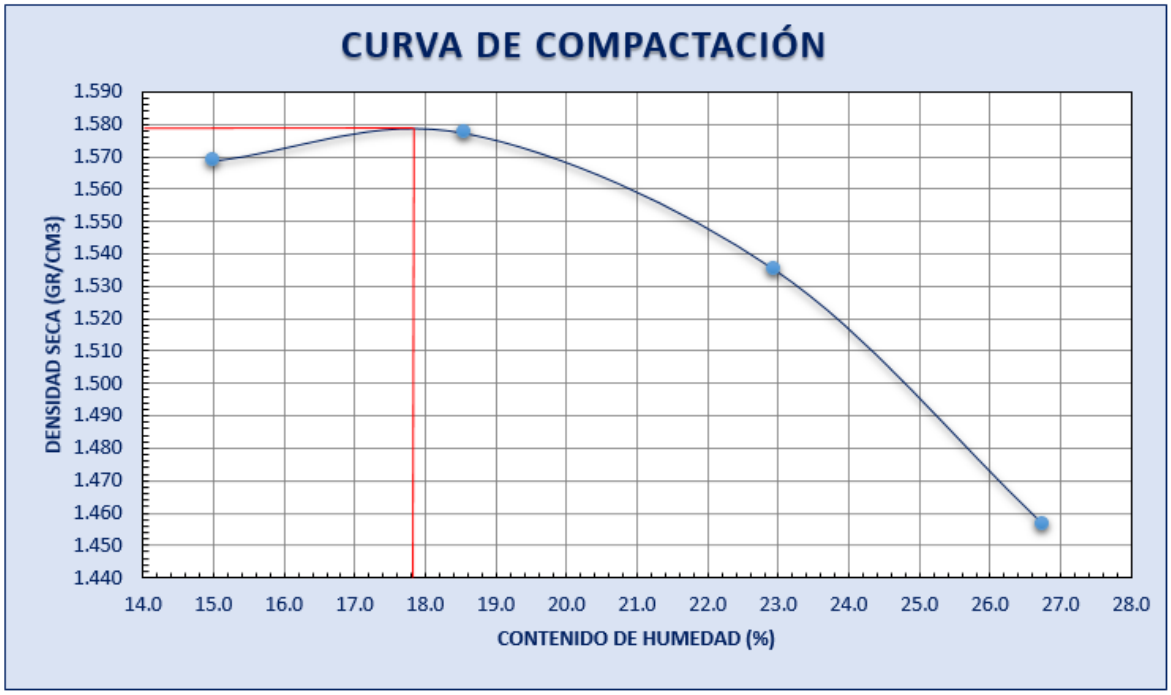
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1692.00	1754.00	1770.00	1731.00
Contenido de Humedad (%)	**15.00**	**18.57**	**22.94**	**26.74**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.80	1.87	1.89	1.85
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.57**	**1.58**	**1.54**	**1.46**

Fuente: elaboración propia

Figura 70

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.579 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		17.81 %

Repetición N° 3

En la Tabla 54 y Figura 71 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 54

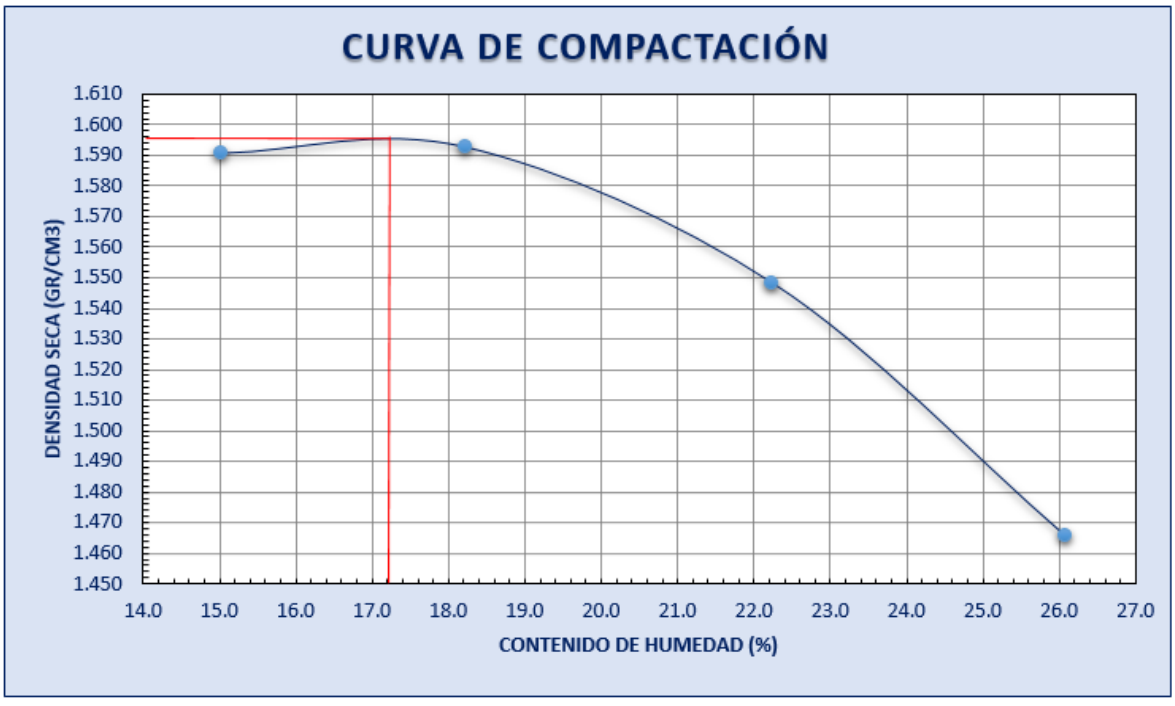
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1716.00	1766.00	1775.00	1733.00
Contenido de Humedad (%)	**15.02**	**18.23**	**22.25**	**26.08**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.83	1.88	1.89	1.85
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.59**	**1.59**	**1.55**	**1.47**

Fuente: elaboración propia

Figura 71

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.596 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		17.200 %

Repetición N° 4

En la Tabla 55 y Figura 72 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 55

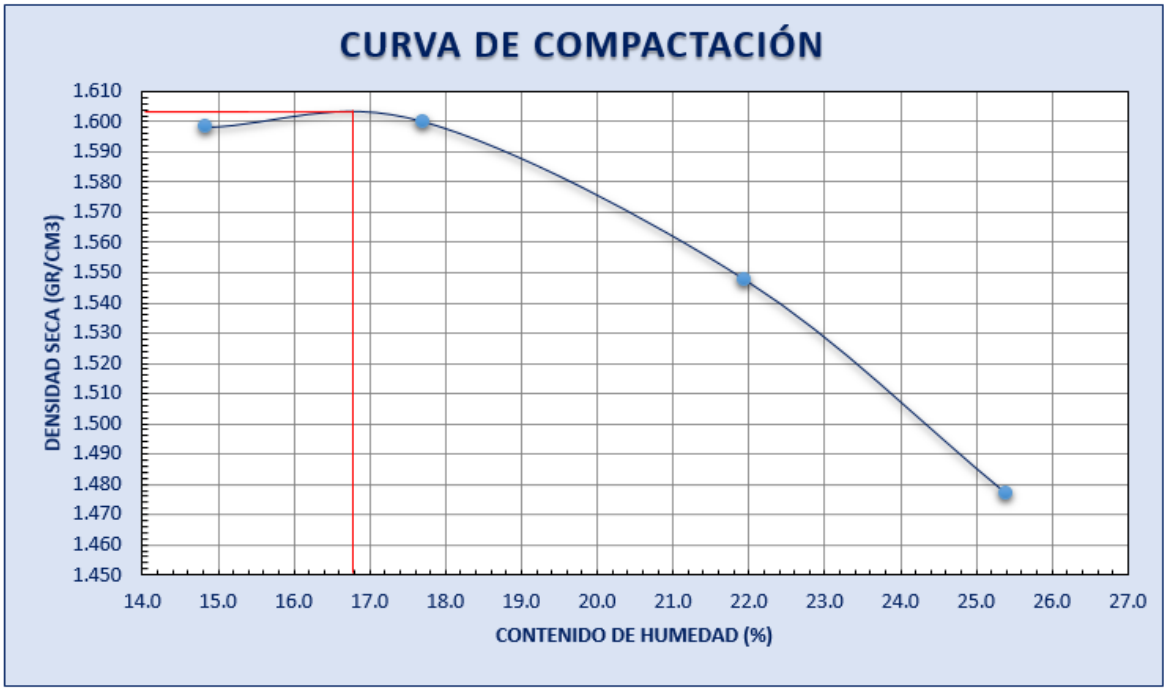
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1721.00	1766.00	1770.00	1737.00
Contenido de Humedad (%)	**14.84**	**17.70**	**21.95**	**25.41**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.84	1.88	1.89	1.85
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.60**	**1.60**	**1.55**	**1.48**

Fuente: elaboración propia

Figura 72

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.604 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		16.800 %

Tabla 56

Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	% humedad optima	Máxima densidad seca (gr/cm3)
1	C-1	0.15 – 1.50	18.80	1.585
2	C-1	0.15 – 1.50	17.81	1.579
3	C-1	0.15 – 1.50	17.20	1.596
4	C-1	0.15 – 1.50	16.80	1.604
Promedio			**17.653**	**1.591**

Fuente: elaboración propia

4.2.2.3. Muestra con adición del 8% de aceite residual de motor diésel

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las cuatro repeticiones, del ensayo de proctor modificado correspondientes a la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Repetición N° 1

En la Tabla 57 y Figura 73 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 57

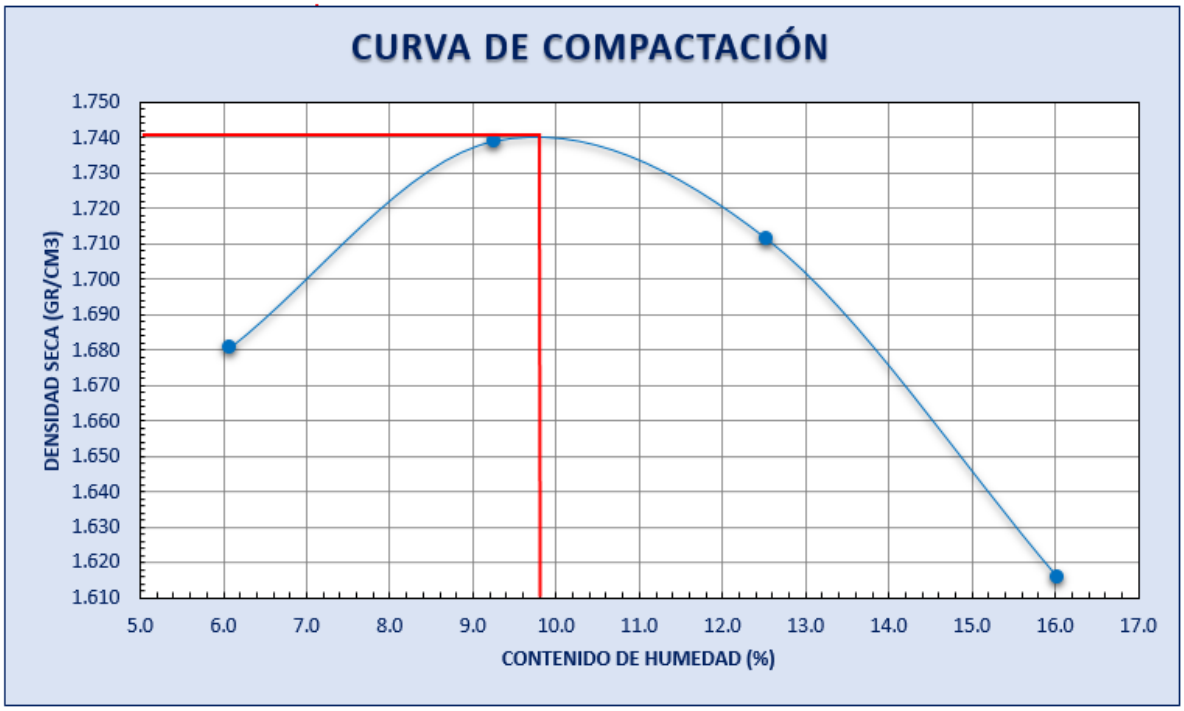
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1672.00	1782.00	1806.00	1758.00
Contenido de Humedad (%)	**6.085**	**9.27**	**12.54**	**16.03**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.78	1.90	1.93	1.87
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.681**	**1.74**	**1.71**	**1.62**

Fuente: elaboración propia

Figura 73

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.740 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		9.800 %

Repetición N° 2

En la Tabla 58 y Figura 74 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 58

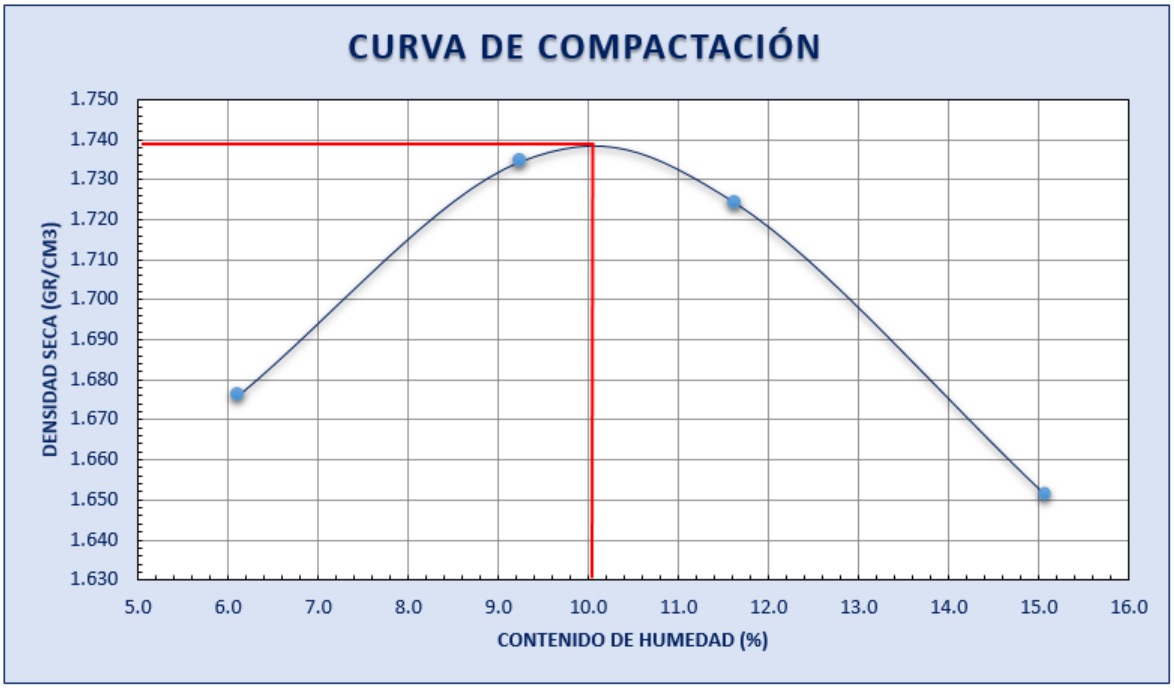
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1668.00	1777.00	1805.00	1782.00
Contenido de Humedad (%)	**6.11**	**9.24**	**11.63**	**15.07**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.78	1.89	1.92	1.90
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.68**	**1.73**	**1.72**	**1.65**

Fuente: elaboración propia

Figura 74

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.



Máxima densidad seca	:	1.739 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		10.05 %

Repetición N° 3

En la Tabla 59 y Figura 75 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 59

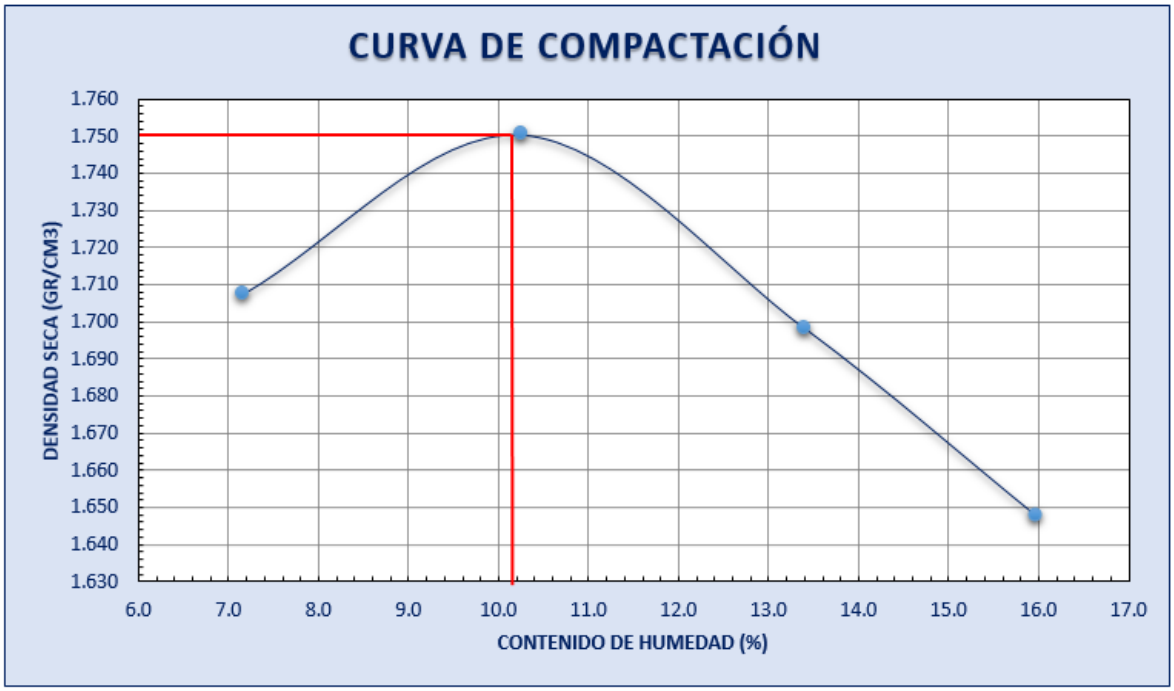
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1716.00	1810.00	1806.00	1792.00
Contenido de Humedad (%)	**7.16**	**10.25**	**13.40**	**15.98**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.83	1.93	1.93	1.91
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.71**	**1.75**	**1.698**	**1.65**

Fuente: elaboración propia

Figura 75

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.750 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		10.180 %

Repetición N° 4

En la Tabla 60 y Figura 76 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 60

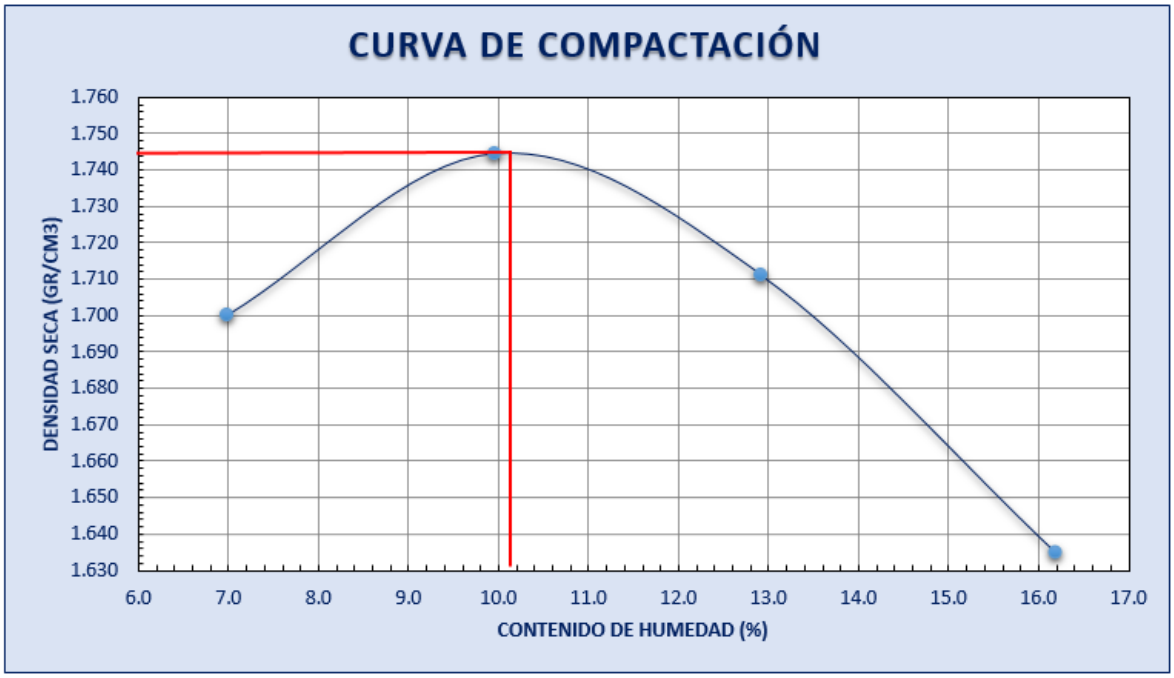
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1706.00	1799.00	1812.00	1781.00
Contenido de Humedad (%)	**7.00**	**9.96**	**12.92**	**16.20**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.82	1.92	1.93	1.90
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.70**	**1.74**	**1.71**	**1.63**

Fuente: elaboración propia

Figura 76

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.745 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		10.130 %

Tabla 61

Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	% humedad optima	Máxima densidad seca (gr/cm3)
1	C-1	0.15 – 1.50	9.80	1.740
2	C-1	0.15 – 1.50	10.05	1.739
3	C-1	0.15 – 1.50	10.18	1.750
4	C-1	0.15 – 1.50	10.13	1.745
	Promedio		**10.04**	**1.744**

Fuente: elaboración propia

4.2.2.4. Muestra con adición del 12% de aceite residual de motor diésel.

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las cuatro repeticiones, del ensayo de proctor modificado correspondientes a la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Repetición N° 1

En la Tabla 62 y Figura 77 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 62

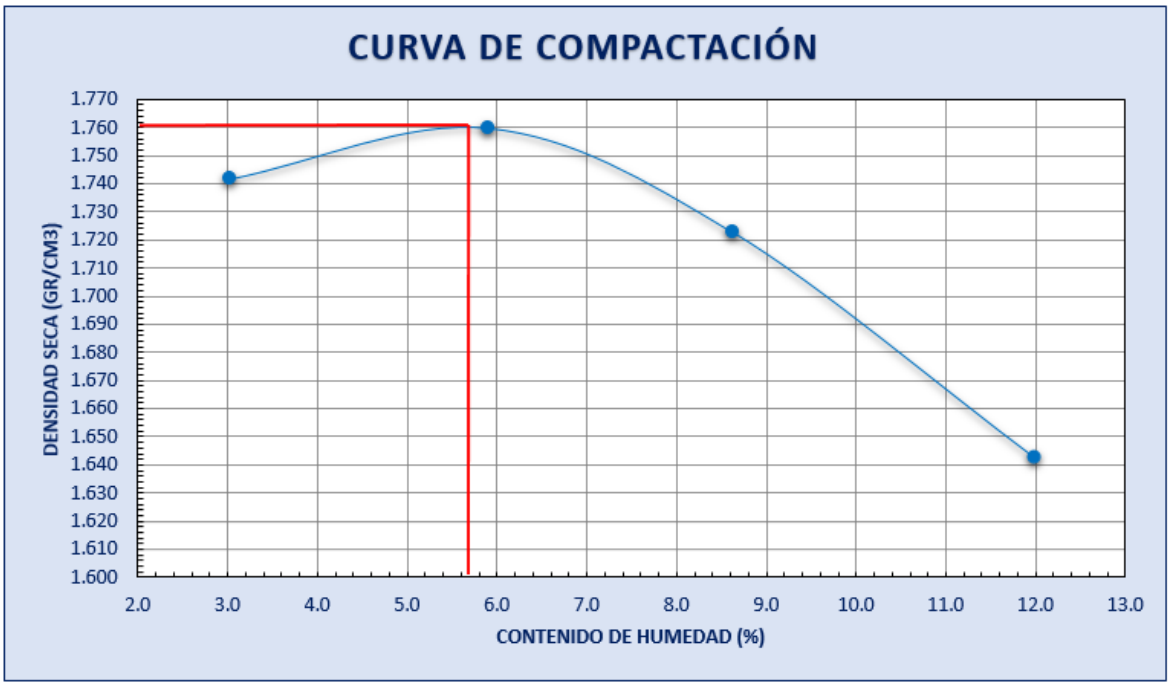
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1683.00	1748.00	1755.00	1725.00
Contenido de Humedad (%)	**3.03**	**5.91**	**8.62**	**12.01**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.79	1.86	1.87	1.84
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.74**	**1.76**	**1.72**	**1.64**

Fuente: elaboración propia

Figura 77

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.760 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		5.670 %

Repetición N° 2

En la Tabla 63 y Figura 78 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 63

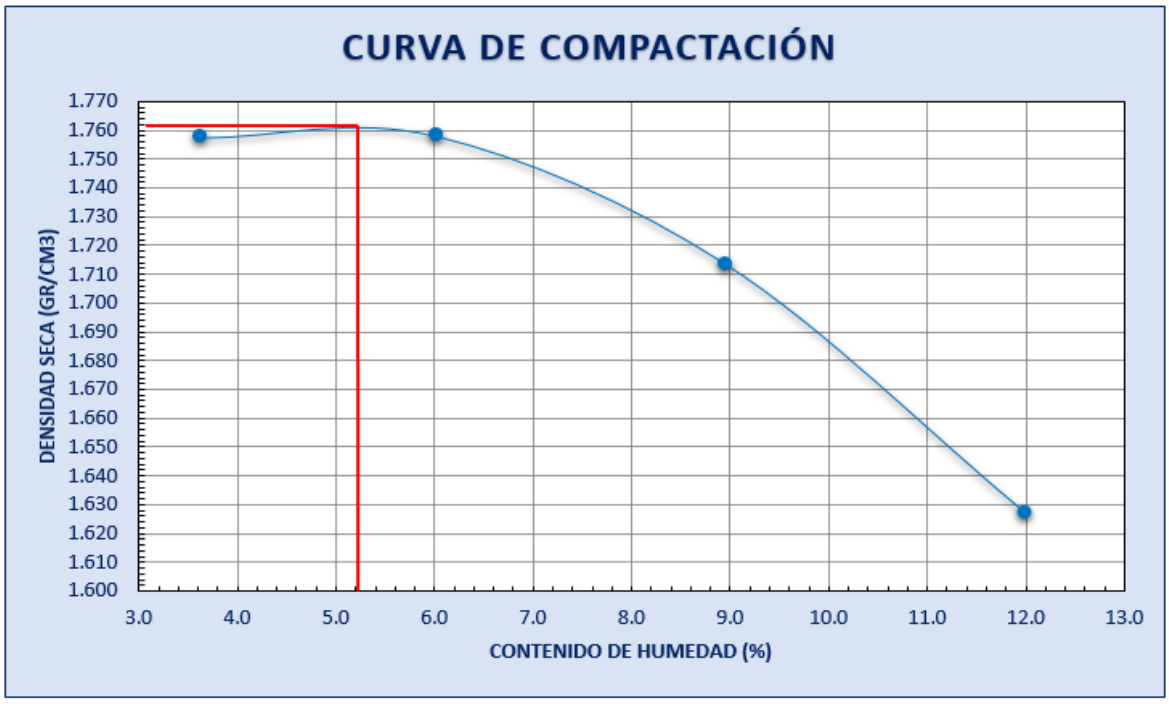
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1708.00	1748.00	1751.00	1709.00
Contenido de Humedad (%)	**3.63**	**6.02**	**8.96**	**12.01**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.82	1.86	1.87	1.82
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.76**	**1.76**	**1.71**	**1.63**

Fuente: elaboración propia

Figura 78

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.762 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		5.210 %

Repetición N° 3

En la Tabla 64 y Figura 79 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 64

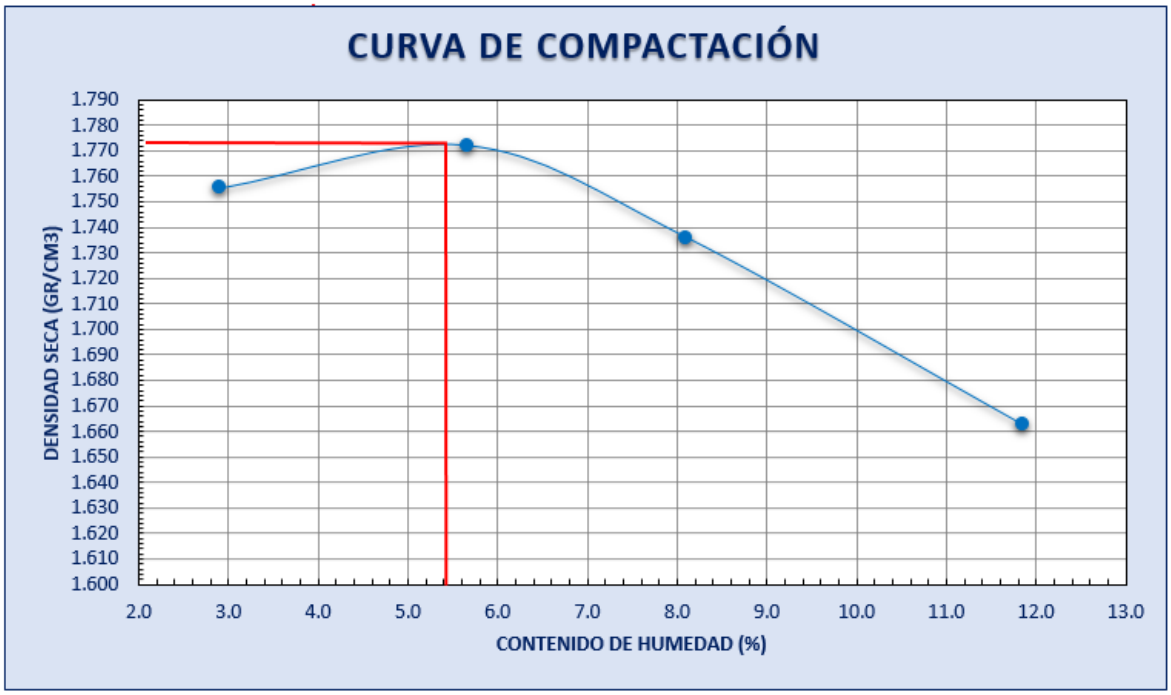
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1694.00	1756.00	1760.00	1744.00
Contenido de Humedad (%)	**2.908**	**5.66**	**8.11**	**11.86**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.81	1.87	1.88	1.86
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.755**	**1.77**	**1.74**	**1.66**

Fuente: elaboración propia

Figura 79

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Repetición N° 4

En la Tabla 65 y Figura 80 se muestran los datos y la gráfica para la determinación de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo de la muestra patrón muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 65

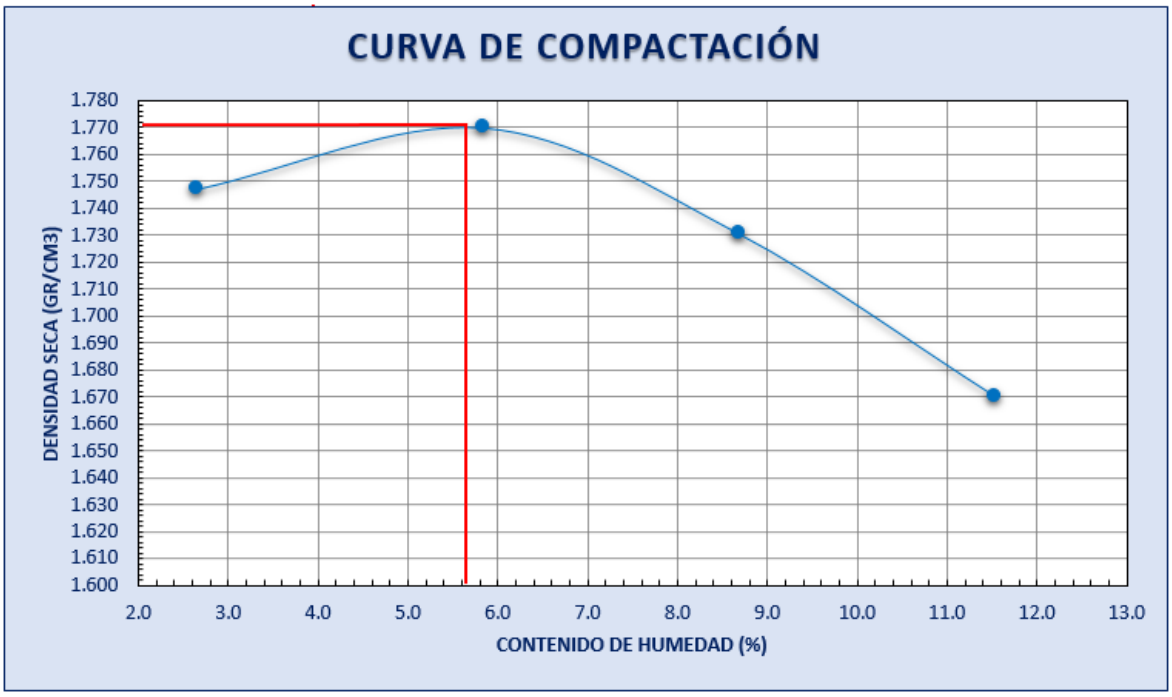
Resultados de humedad y densidad seca

ENSAYO				
Número de especímenes	I	II	III	IV
Volumen del molde (cm3)	937.86	937.86	937.86	937.86
Peso del suelo compactado (gr)	1682.00	1757.00	1764.00	1747.00
Contenido de Humedad (%)	**2.648**	**5.84**	**8.68**	**11.53**
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.79	1.87	1.88	1.86
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	**1.75**	**1.77**	**1.73**	**1.67**

Fuente: elaboración propia

Figura 80

Grafica de la curva de compactación, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad



Máxima densidad seca	:	1.770 gr/cm3
Optimo contenido de humedad :		5.610 %

Tabla 66

Resumen de los resultados del ensayo proctor modificado

Repeticiones	Calicata	Profundidad (m)	% humedad optima	Máxima densidad seca (gr/cm3)
1	C-1	0.15 – 1.50	5.67	1.760
2	C-1	0.15 – 1.50	5.21	1.762
3	C-1	0.15 – 1.50	5.40	1.773
4	C-1	0.15 – 1.50	5.61	1.770
	Promedio		**5.473**	**1.766**

Fuente: elaboración propia

4.2.3. CBR de suelos (laboratorio)

4.2.3.1. Muestra con adición del 2% de aceite residual de motor diésel

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las cuatro repeticiones, del ensayo de CBR correspondientes a la muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel, donde aumenta el porcentaje CBR con respecto a la muestra patrón.

Repetición N° 1

En la Tabla 67, Tabla 68 y Figura 81 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje de CBR de la muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 67

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3806	4039	4228
Contenido de Humedad (%)	20.34	19.99	19.36
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.652	1.753	1.835
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.372	1.461	1.537

Fuente: elaboración propia

Figura 81

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

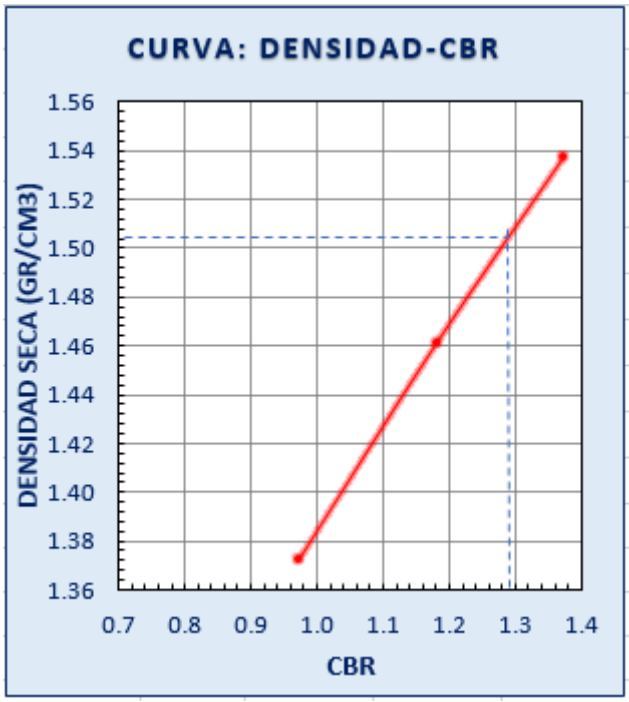


Tabla 68

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.372	1.461	1.537
Expansión	7.18%	6.88%	10.34%
Valor de CBR a 0.1"	0.97%	1.18%	1.37%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**1.29%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 2

En la Tabla 69, Tabla 70 y Figura 82 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 69

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3867	4076	4244
Contenido de Humedad (%)	19.37	19.11	18.56
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.678	1.769	1.842
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.406	1.485	1.553

Fuente: elaboración propia

Figura 82

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

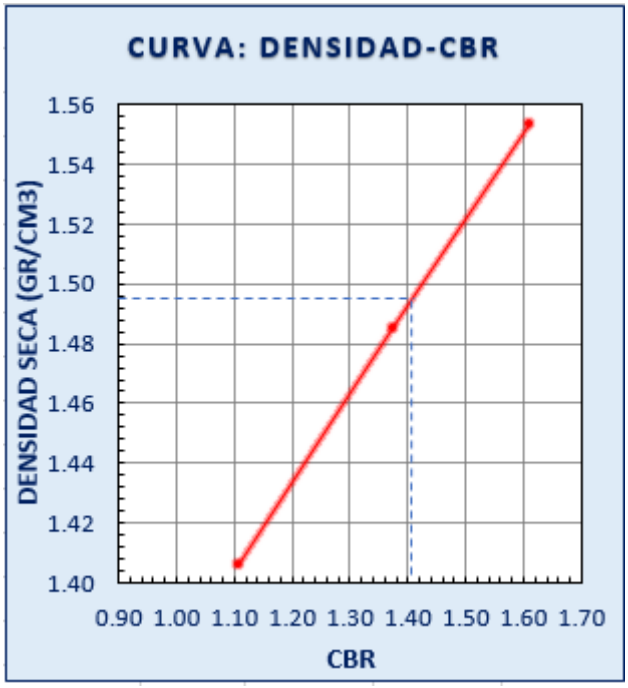


Tabla 70

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.406	1.485	1.553
Expansión	8.38%	10.40%	9.82%
Valor de CBR a 0.1”	1.11%	1.37%	1.61%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**1.40%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 3

En la Tabla 71, Tabla 72 y Figura 83 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 71

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3979	4144	4315
Contenido de Humedad (%)	19.13	18.89	18.2
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.727	1.798	1.872
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.449	1.512	1.584

Fuente: elaboración propia

Figura 83

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

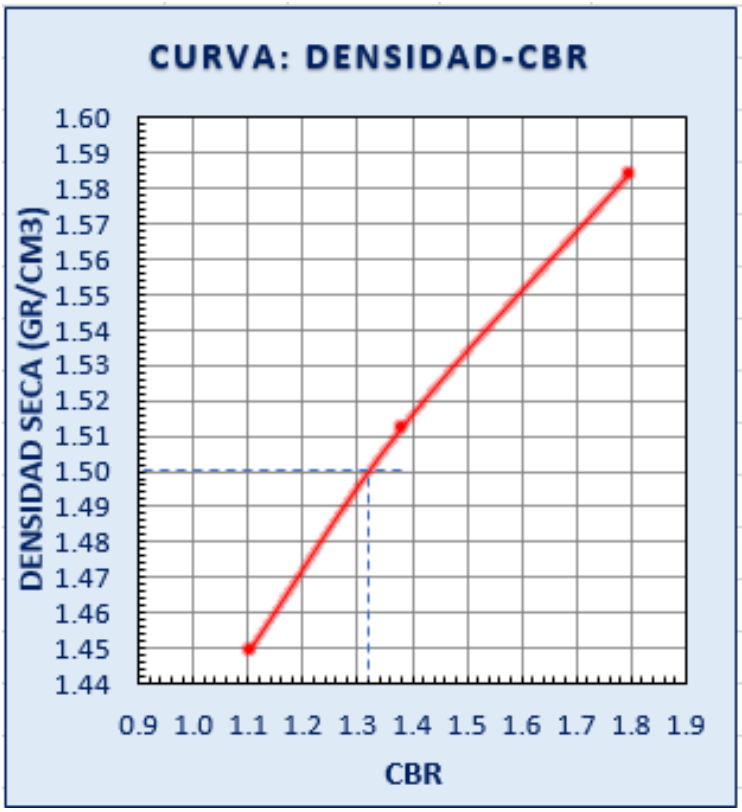


Tabla 72

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.449	1.512	1.584
Expansión	8.04%	7.24%	6.68%
Valor de CBR a 0.1"	1.10%	1.38%	1.80%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**1.32%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 4

En la Tabla 73, Tabla 74 y Figura 84 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 2% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 73

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	4049	4185	4368
Contenido de Humedad (%)	20.34	19.99	19.61
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.757	1.816	1.895
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.460	1.513	1.585

Figura 84

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

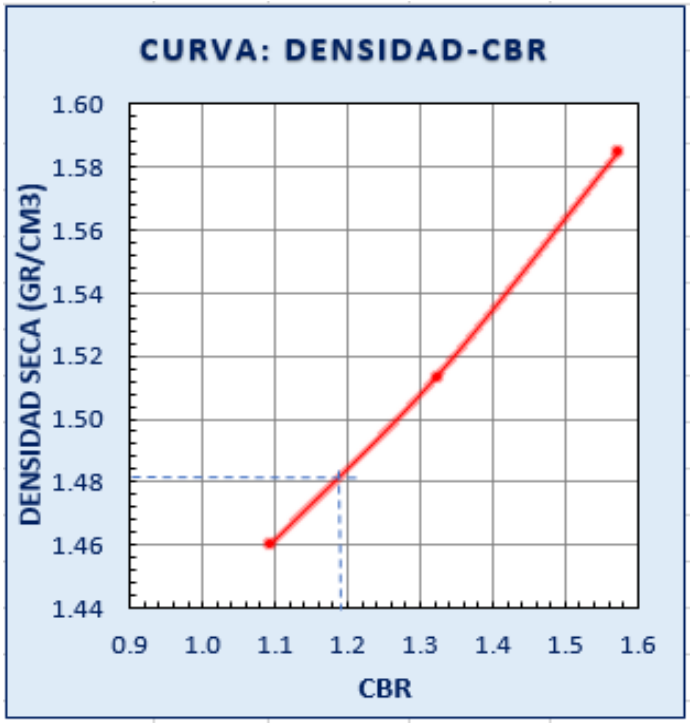


Tabla 74

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.460	1.513	1.585
Expansión	8.64 %	10.14%	10.24%
Valor de CBR a 0.1”	1.09%	1.32%	1.57%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**1.19%**	

Fuente: elaboración propia

Tabla 75

Resumen de los resultados de las repeticiones CBR

Repeticiones	**Calicata**	**Profundidad (m)**	**% CBR**
1	C-1	0.15 – 1.50	1.29
2	C-1	0.15 – 1.50	1.40
3	C-1	0.15 – 1.50	1.32
4	C-1	0.15 – 1.50	1.19
	Promedio		**1.30**

Fuente: elaboración propia

4.2.3.2. Muestra con adición del 4% de aceite residual de motor diésel

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las cuatro repeticiones, del ensayo de CBR correspondientes a la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel, donde aumenta el porcentaje CBR con respecto a la adición anterior.

Repetición N° 1

En la Tabla 76, Tabla 77 y Figura 85 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 76

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	4089	4186	4248
Contenido de Humedad (%)	18.93	18.44	18.11
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.774	1.816	1.843
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.492	1.534	1.561

Fuente: elaboración propia

Figura 85

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

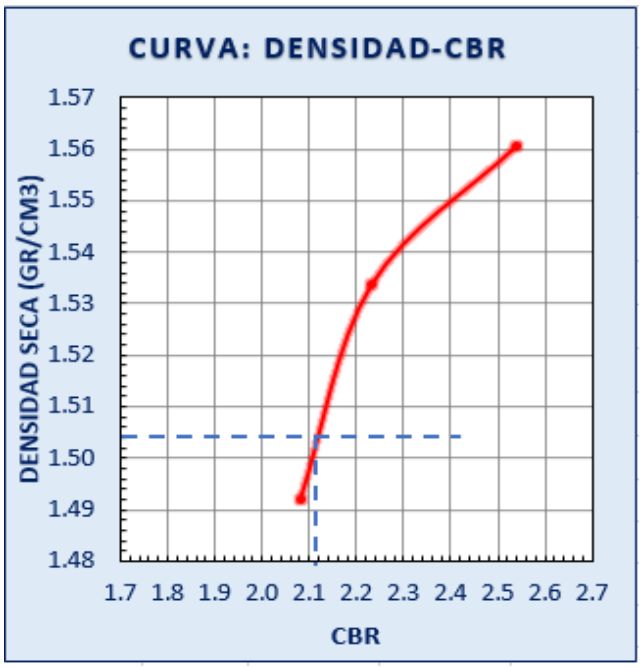


Tabla 77

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.492	1.534	1.561
Expansión	5.82%	6.38%	7.56%
Valor de CBR a 0.1”	2.08%	2.23%	2.54%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**2.13%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 2

En la Tabla 78, Tabla 79 y Figura 86 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 78

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3899	4097	4178
Contenido de Humedad (%)	17.80	17.76	17.16
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.692	1.778	1.813
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.436	1.510	1.547

Fuente: elaboración propia

Figura 86

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

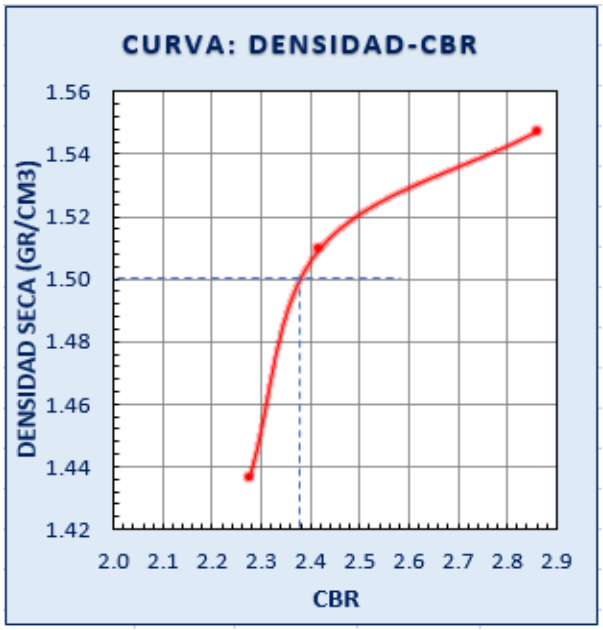


Tabla 79

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.436	1.510	1.547
Expansión	7.50%	8.18%	10.20%
Valor de CBR a 0.1"	2.28%	2.42%	2.86%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**2.38%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 3

En la Tabla 80, Tabla 81 y Figura 87 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 80

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	4037	4161	4219
Contenido de Humedad (%)	17.31	17.04	16.73
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.752	1.806	1.831
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.493	1.543	1.568

Fuente: elaboración propia

Figura 87

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

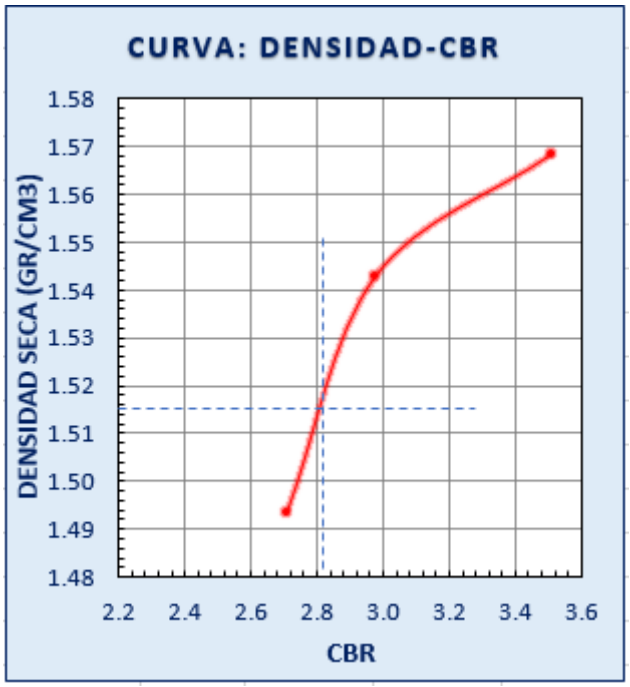


Tabla 81

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.493	1.543	1.568
Expansión	7.12%	7.96%	9.72%
Valor de CBR a 0.1”	2.71%	2.98%	3.51%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**2.81%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 4

En la Tabla 82, Tabla 83 y Figura 88 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 4% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 82

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	4097	4139	4301
Contenido de Humedad (%)	16.90	16.53	15.99
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.778	1.796	1.866
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.521	1.541	1.609

Figura 88

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

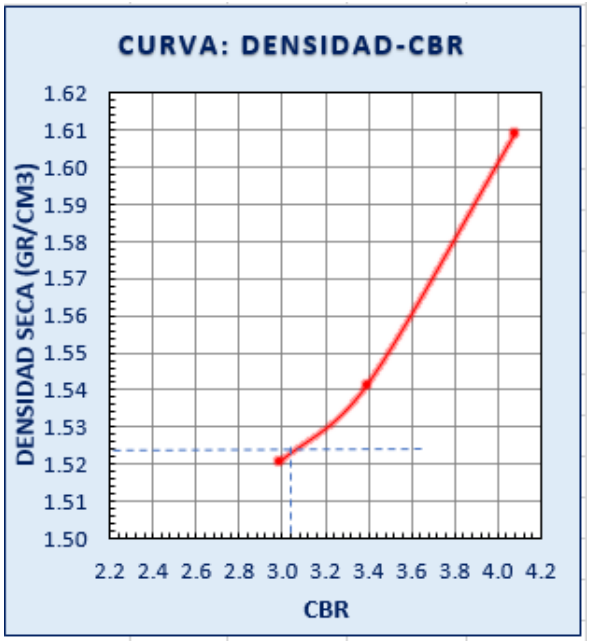


Tabla 83

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.521	1.541	1.609
Expansión	6.84%	7.64%	9.43%
Valor de CBR a 0.1"	2.99%	3.39%	4.08%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**3.05%**	

Fuente: elaboración propia

Tabla 84

Resumen de los resultados de las repeticiones CBR

Repeticiones	**Calicata**	**Profundidad (m)**	**% CBR**
1	C-1	0.15 – 1.50	2.13
2	C-1	0.15 – 1.50	2.38
3	C-1	0.15 – 1.50	2.81
4	C-1	0.15 – 1.50	3.05
	Promedio		**2.59**

Fuente: elaboración propia

4.2.3.3. Muestra con adición del 8% de aceite residual de motor diésel

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las cuatro repeticiones, del ensayo de CBR correspondientes a la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel, donde aumenta considerablemente el porcentaje CBR con respecto a la adición anterior.

Repetición N° 1

En la Tabla 85, Tabla 86 y Figura 89 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 85

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3826	4119	4388
Contenido de Humedad (%)	9.85	9.75	8.97
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.660	1.787	1.904
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.511	1.629	1.747

Fuente: elaboración propia

Figura 89

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

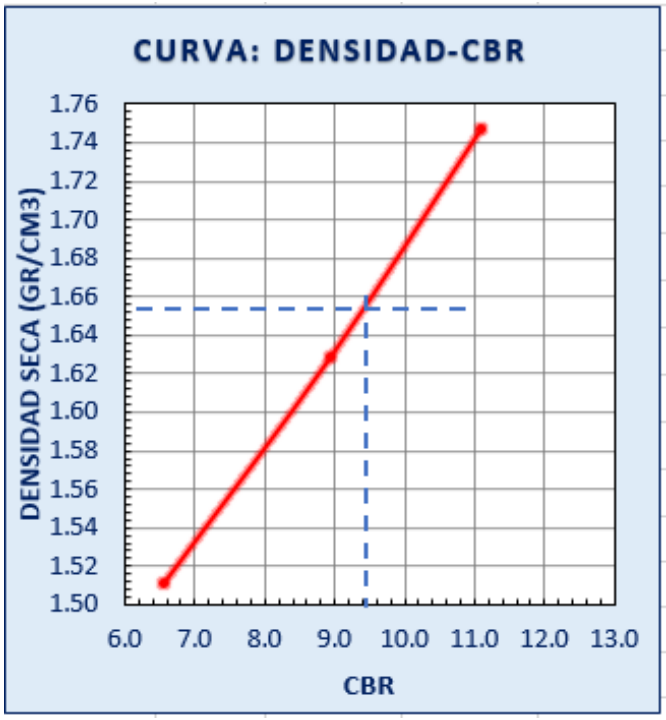


Tabla 86

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.511	1.629	1.747
Expansión	8.76%	6.60%	5.06%
Valor de CBR a 0.1"	6.56%	8.94%	11.09%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**9.35%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 2

En la Tabla 87, Tabla 88 y Figura 90 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 87

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3977	4224	4366
Contenido de Humedad (%)	10.31	9.94	9.85
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.726	1.833	1.895
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.564	1.667	1.725

Fuente: elaboración propia

Figura 90

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

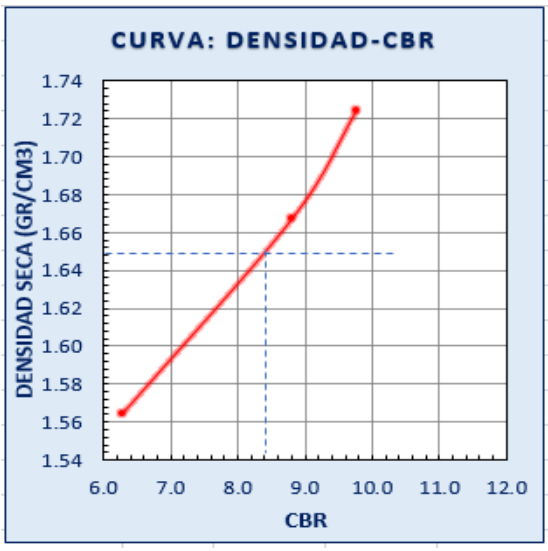


Tabla 88

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.564	1.667	1.725
Expansión	8.26%	6.78%	6.08%
Valor de CBR a 0.1"	6.28%	8.79%	9.76%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**8.44%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 3

En la Tabla 89, Tabla 90 y Figura 91 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 89

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3888	4096	4306
Contenido de Humedad (%)	10.12	9.95	10.05
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.687	1.777	1.868
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.532	1.617	1.698

Fuente: elaboración propia

Figura 91

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

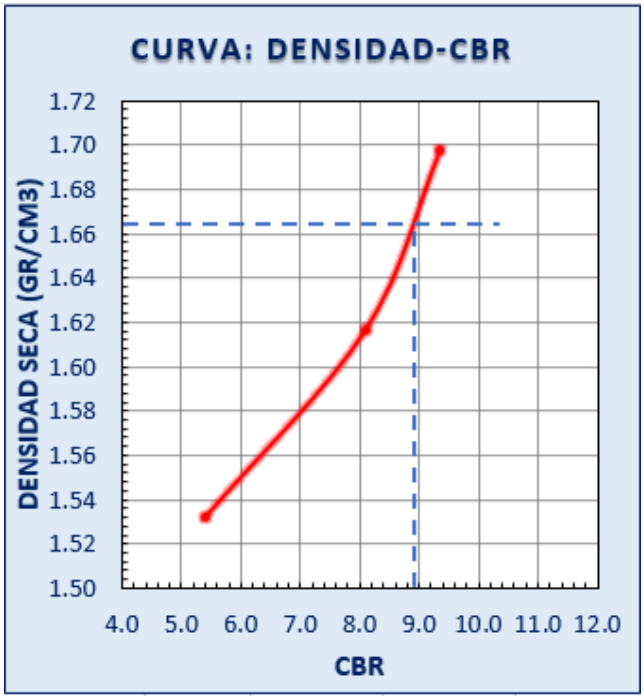


Tabla 90

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.532	1.617	1.698
Expansión	8.14%	7.04%	6.22%
Valor de CBR a 0.1”	5.40%	8.09%	9.35%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**8.89%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 4

En la Tabla 91, Tabla 92 y Figura 92 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 8% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 91

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3887	4221	4348
Contenido de Humedad (%)	10.14	10.03	9.44
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.687	1.832	1.887
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.531	1.665	1.724

Fuente: elaboración propia

Figura 92

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

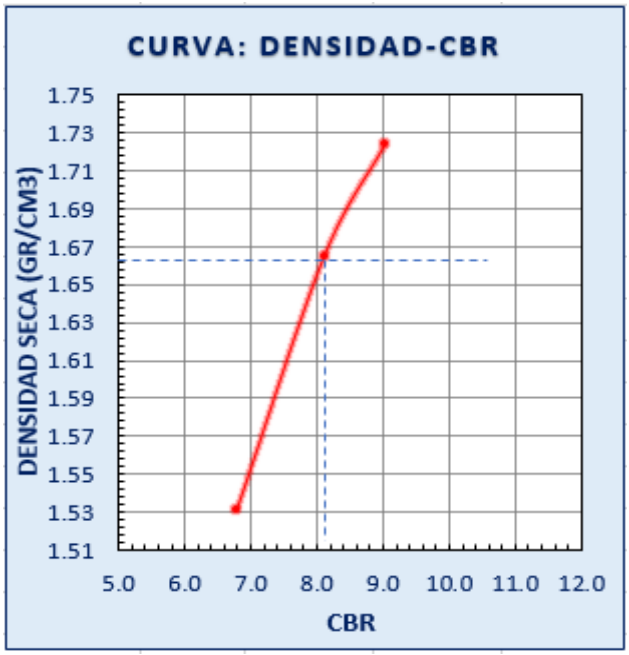


Tabla 92

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.531	1.665	1.724
Expansión	8.76%	6.60%	6.02%
Valor de CBR a 0.1"	6.80%	8.11%	9.04%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**8.05%**	

Fuente: elaboración propia

Tabla 93

Resumen de los resultados de las repeticiones CBR

Repeticiones	**Calicata**	**Profundidad (m)**	**% CBR**
1	C-1	0.15 – 1.50	9.35
2	C-1	0.15 – 1.50	8.44
3	C-1	0.15 – 1.50	8.89
4	C-1	0.15 – 1.50	8.05
	Promedio		**8.68**

Fuente: elaboración propia

4.2.3.4. Muestra con adición del 12% de aceite residual de motor diésel

En las siguientes tablas y figuras se mostrarán los resultados de las cuatro repeticiones, del ensayo de CBR correspondientes a la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel, donde aumenta considerablemente el porcentaje CBR con respecto a la adición anterior.

Repetición N° 1

En la Tabla 94, Tabla 95 y Figura 93 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 94

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3948	4132	4242
Contenido de Humedad (%)	5.78	5.69	4.97
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.713	1.793	1.841
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.620	1.696	1.754

Fuente: elaboración propia

Figura 93

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

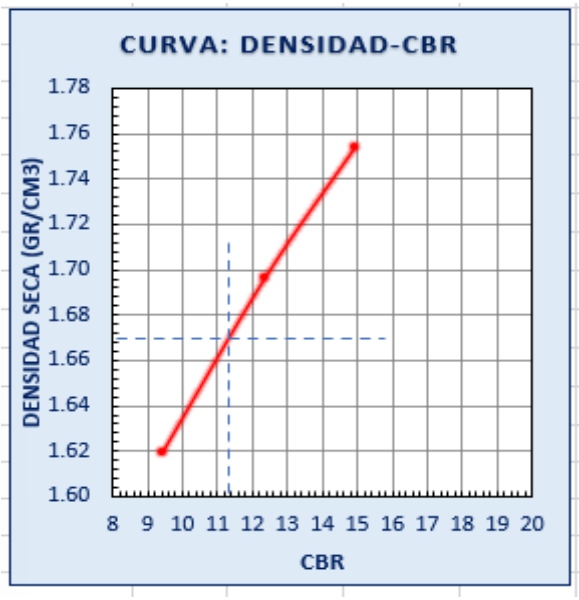


Tabla 95

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.620	1.696	1.754
Expansión	9.50%	7.18%	5.92%
Valor de CBR a 0.1"	9.41%	12.36%	14.94%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**11.35%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 2

En la Tabla 96, Tabla 97 y Figura 94 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 96

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3917	4121	4220
Contenido de Humedad (%)	5.29	5.15	4.79
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.700	1.788	1.831
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.614	1.701	1.747

Fuente: elaboración propia

Figura 94

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

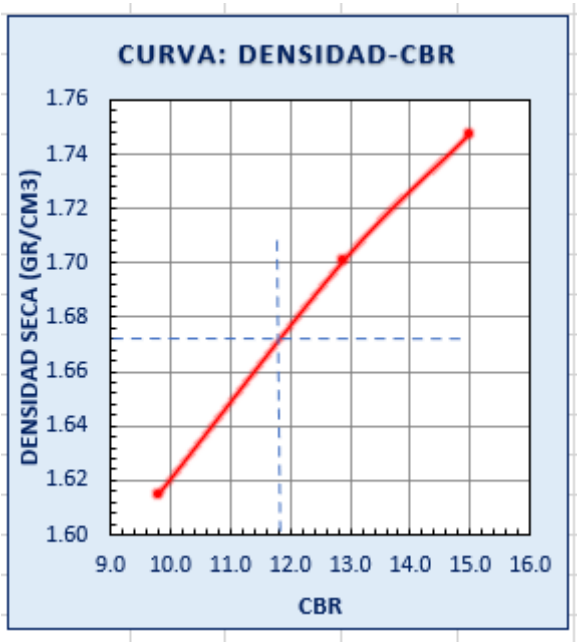


Tabla 97

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.614	1.701	1.747
Expansión	8.70%	6.74%	4.82%
Valor de CBR a 0.1”	9.80%	12.88%	14.98%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**11.86%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 3

En la Tabla 98, Tabla 99 y Figura 95 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 98

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	3982	4143	4273
Contenido de Humedad (%)	5.43	5.27	4.72
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.728	1.798	1.854
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.639	1.708	1.771

Figura 95

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

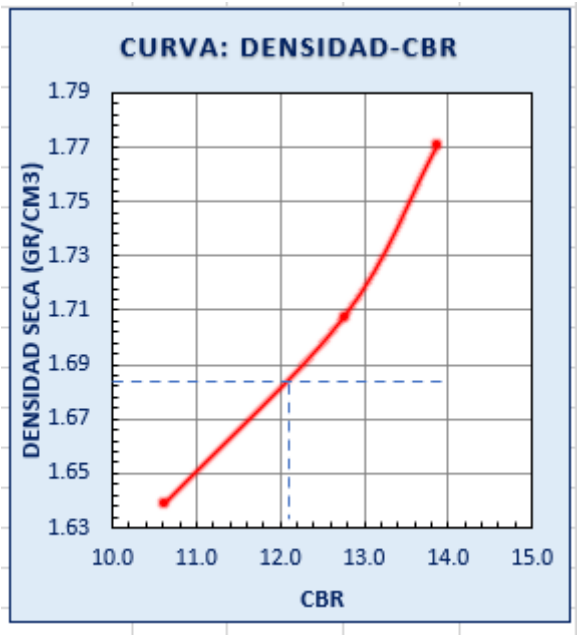


Tabla 99

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.639	1.708	1.771
Expansión	8.02%	6.08%	4.10%
Valor de CBR a 0.1"	10.63%	12.77%	13.88%
Valor de CBR a 0.1" en 0.95% de la MDS.		**12.09%**	

Fuente: elaboración propia

Repetición N° 4

En la Tabla 100, Tabla 101 y Figura 96 se muestran los datos y la gráfica para la determinación del porcentaje CBR de la muestra con 12% de adición de aceite residual de motor diésel.

Tabla 100

Resultados del ensayo de CBR de suelos en laboratorio

ENSAYO			
Número Molde	I	II	III
Volumen del molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53
N° De Golpes Por Capa	12	25	56
Peso del suelo compactado (gr)	4025	4167	4297
Contenido de Humedad (%)	5.65	5.31	4.82
Peso volumétrico húmedo (gr/cm3)	1.747	1.808	1.865
Peso volumétrico seco (gr/cm3)	1.653	1.717	1.779

Fuente: elaboración propia

Figura 96

Grafica de la curva CBR vs Densidad Seca (gr/cm3) de la penetración de 0.1", obteniéndose el valor CBR a 0.95% de la Máxima Densidad Seca

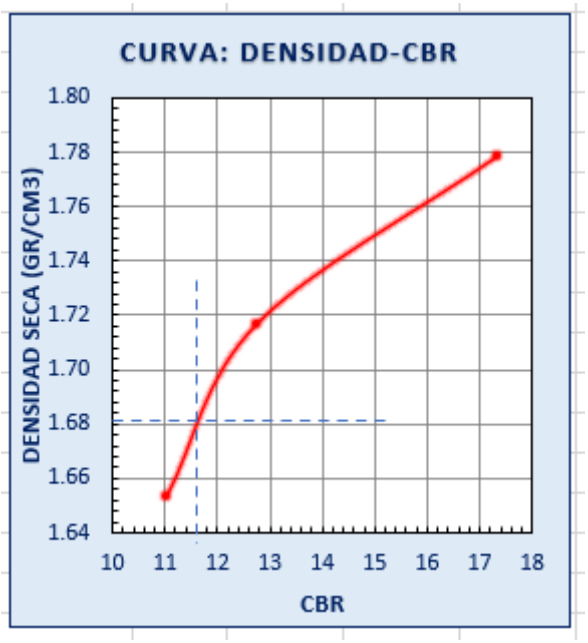


Tabla 101

Resumen del resultado del ensayo de CBR

Numero de golpes	**12**	**25**	**56**
Densidad seca (gr/cm3)	1.653	1.717	1.779
Expansión	8.32%	6.27%	4.34%
Valor de CBR a 0.1”	11.01%	12.74%	17.34%
Valor de CBR a 0.1” en 0.95% de la MDS.		**11.60%**	

Fuente: elaboración propia

Tabla 102

Resumen de los resultados de las repeticiones CBR

Repeticiones	**Calicata**	**Profundidad (m)**	**% CBR**
1	C-1	0.15 – 1.50	11.35
2	C-1	0.15 – 1.50	11.86
3	C-1	0.15 – 1.50	12.09
4	C-1	0.15 – 1.50	11.60
	Promedio		**11.73**

Fuente: elaboración propia

4.3. Análisis de datos

4.3.1. Resumen de todos los resultados

Tabla 103

Resumen de todos los resultados de la investigación

Variables de estudio	Tratamientos	Repeticiones	% aceite	Resultados			
Límites de Atterberg: límite Líquido (%)	1	4	0%	72.549	71.880	71.692	72.268
	2	4	2%	71.190	71.888	71.458	70.966
	3	4	4%	70.913	70.168	70.122	70.777
	4	4	8%	67.973	67.875	67.339	67.153
	5	4	12%	65.080	65.232	64.973	64.860
Índice de plasticidad (%)	1	4	0%	37.651	37.435	36.962	37.756
	2	4	2%	28.808	29.227	29.522	29.406
	3	4	4%	27.841	29.025	28.822	28.171
	4	4	8%	27.948	27.637	27.564	27.391
	5	4	12%	25.006	24.756	24.904	25.355
Proctor modificado (gr/cm3)	1	4	0%	1.534	1.521	1.529	1.519
	2	4	2%	1.585	1.572	1.579	1.560
	3	4	4%	1.585	1.579	1.596	1.604
	4	4	8%	1.740	1.739	1.750	1.745
	5	4	12%	1.760	1.762	1.773	1.770
CBR de suelos en laboratorio (%)	1	4	0%	0.82	1.26	0.99	0.89
	2	4	2%	1.29	1.40	1.32	1.19
	3	4	4%	2.13	2.38	2.81	3.05
	4	4	8%	9.35	8.44	8.89	8.05
	5	4	12%	11.35	11.86	12.09	11.60

Fuente: elaboración propia

4.3.1.1. Proctor modificado

En la siguiente tabla se presenta el promedio de las cuatro repeticiones que se ha realizado a cada tratamiento.

Tabla 104

Promedios de las repeticiones de cada tratamiento

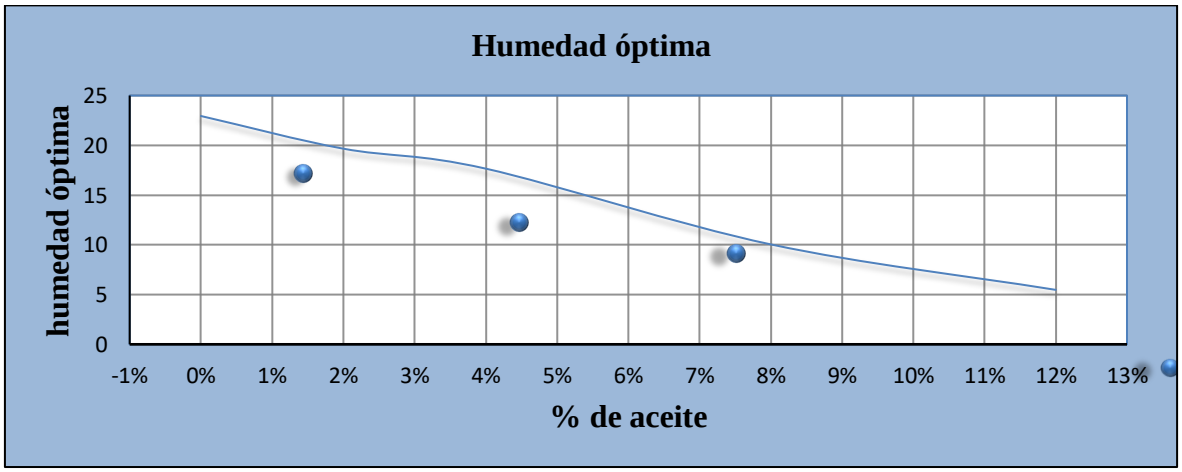
Variable	Tratamientos	% aceite	Optimo contenido de humedad (%)	Máxima densidad seca (gr/cm3)
Proctor modificado	1	0%	22.945	1.526
	2	2%	19.660	1.574
	3	4%	17.653	1.591
	4	8%	10.040	1.744
	5	12%	5.473	1.766

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente grafica se muestra las diferentes proporciones de aceite residual de motor diésel adicionado, comparado con la humedad optima con la que el suelo alcanza su máxima densidad seca, asimismo se presencia que ha mayor cantidad de aceite la humedad optima disminuye.

Figura 97

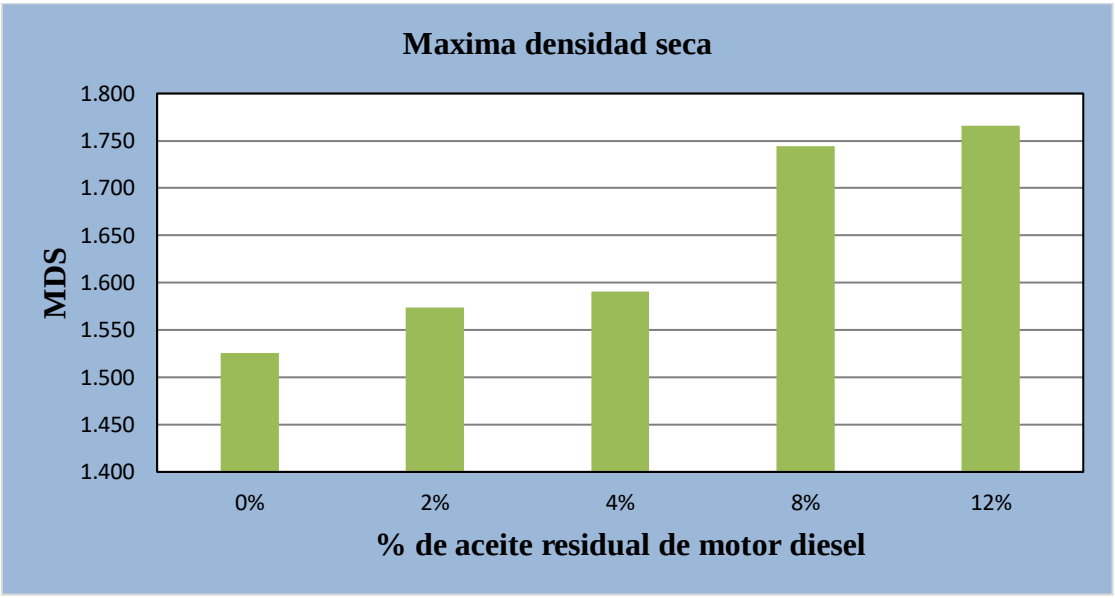
Relación entre el contenido de aceite residual y el contenido de humedad óptimo



En la siguiente grafica se muestra los diferentes porcentajes de aceite residual de motor diésel adicionado, comparado con la máxima densidad seca con la que el suelo alcanza su máxima compactación, asimismo se presencia que ha mayor porcentaje adicionado la máxima densidad seca incrementa sus valores considerablemente con el porcentaje de 8%.

Figura 98

Relación entre el contenido de aceite residual y la máxima densidad seca



4.3.1.2. Límites de Atterberg: Limite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

En la siguiente tabla se presentará el promedio de las cuatro repeticiones que se ha realizado a cada tratamiento.

Tabla 105

Promedios de las repeticiones de cada tratamiento

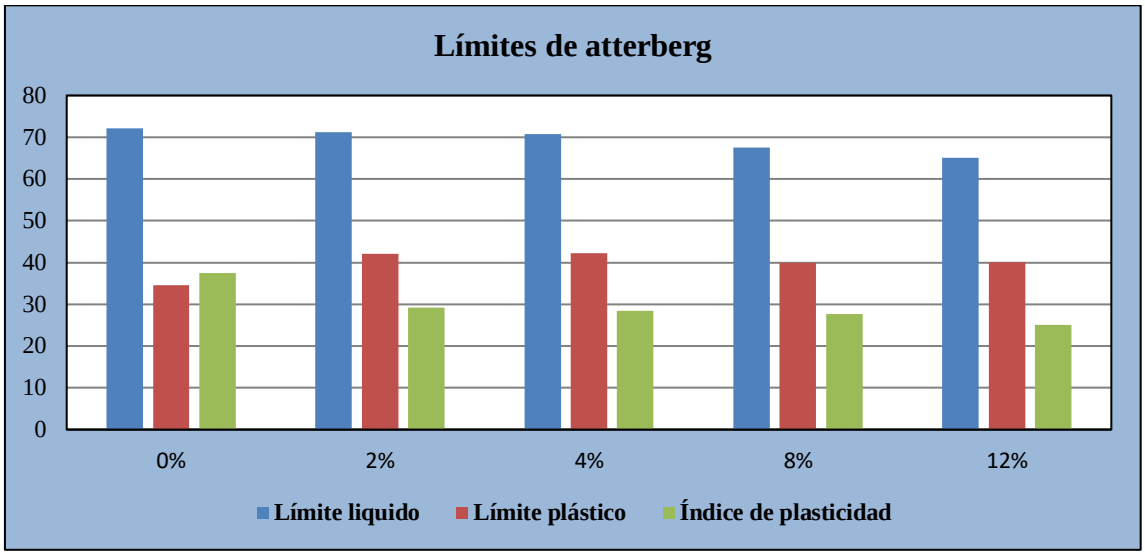
Variable	Tratamientos				
	0%	2%	4%	8%	12%
Límite liquido (%)	72.097	71.376	70.710	67.585	65.036
Límite plástico (%)	34.646	42.135	42.245	39.950	40.031
Índice de plasticidad (%)	37.451	29.241	28.375	27.635	25.005

Fuente: elaboración propia

En la siguiente grafica de barras se muestra los diferentes porcentajes de aceite residual de motor diésel adicionado, comparado el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, asimismo se presencia que ha mayor porcentaje adicionado, el índice de plasticidad disminuye conforme se adiciona mayor porcentaje de aceite.

Figura 99

Relación entre el contenido de aceite residual con los límites de Atterberg



4.3.1.3. CBR de suelos (laboratorio)

En la siguiente tabla se presentará el promedio de las 4 repeticiones que se ha realizado a cada tratamiento.

Tabla 106

Promedios de las repeticiones de cada tratamiento

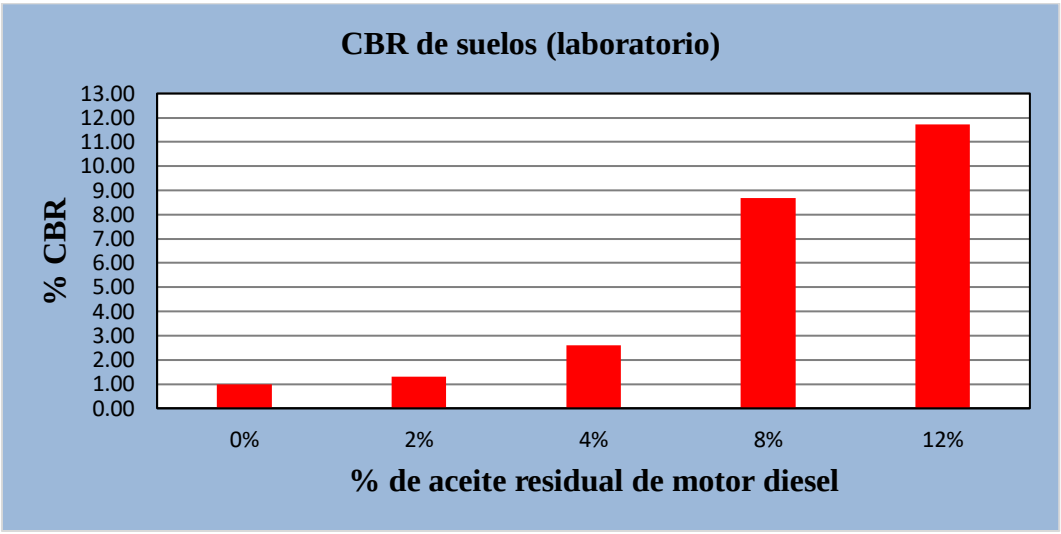
Variable	Tratamientos	% aceite	% CBR
CBR de suelos (laboratorio)	1	0%	0.99
	2	2%	1.30
	3	4%	2.59
	4	8%	8.68
	5	12%	11.73

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente grafica se muestra los diferentes porcentajes de aceite residual de motor diésel adicionado comparado con el valor CBR con la que el suelo alcanza su resistencia, asimismo se presencia que a mayor porcentaje adicionado el porcentaje de CBR incrementa sus valores considerablemente como es en la adición de 8%.

Figura 100

Relación entre el contenido de aceite residual con el porcentaje CBR



4.3.1.4. Resultados según los tipos de subrasante

Para poder definir los tipos de subrasante, tanto del tratamiento sin adición de aceite residual como los tratamientos con adición se logró mediante el ensayo de CBR en laboratorio.

Tabla 107

Tipos de Subrasante

Variable	Tratamientos	% aceite	% CBR Promedio	Tipo de subrasante
CBR de suelos (laboratorio)	1	0%	0.99	S_0: Sub rasante Inadecuada
	2	2%	1.30	S_1: Sub rasante insuficiente
	3	4%	2.59	S_1: Sub rasante insuficiente
	4	8%	8.68	S_2: Sub rasante Regular
	5	12%	11.73	S_3: Sub rasante Buena

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados para el primer tratamiento sin adición de aceite se logró una subrasante inadecuada no apta para la construcción de un pavimento, pero para el tratamiento 5 con 12 % de adición se logró una subrasante buena.

4.3.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en los diferentes ensayos tomados como variables de estudio se empleó el programa Statistix 8.1.

Matriz de datos

Es un modo de ordenar los datos de manera que sea particularmente visible la estructura de los datos.

Tabla 108

Matriz de datos

Tratamientos	Repeticiones	Límite Líquido (%)	Índice de plasticidad (%)	Proctor modificado (gr/cm3)	CBR de suelos en laboratorio (%)
1	1	72.549	37.651	1.534	0.820
1	2	71.880	37.435	1.521	1.260
1	3	71.692	36.962	1.529	0.990
1	4	72.268	37.756	1.519	0.890
2	1	71.190	28.808	1.585	1.290
2	2	71.888	29.227	1.572	1.400
2	3	71.458	29.522	1.579	1.320
2	4	70.966	29.406	1.560	1.190
3	1	70.913	27.841	1.585	2.130
3	2	70.168	29.025	1.579	2.380
3	3	70.122	28.822	1.596	2.810
3	4	70.777	28.171	1.604	3.050
4	1	67.973	27.948	1.740	9.350
4	2	67.875	27.637	1.739	8.440
4	3	67.339	27.564	1.750	8.890
4	4	67.153	27.391	1.745	8.050
5	1	65.080	25.006	1.760	11.350
5	2	65.232	24.756	1.762	11.860
5	3	64.973	24.904	1.773	12.090
5	4	64.860	25.355	1.770	11.600

Fuente: elaboración propia.

4.3.2.1. Límites de Atterberg: Limite líquido, límite platico e índice de plasticidad.

4.3.2.1.1. Límite líquido

Análisis de varianza ANOVA

Es una formula estadística que se utiliza para comparar las varianzas entre las medias o el promedio de diferentes grupos, asimismo ayuda a comparar las medias para averiguar si son estadísticamente diferentes o iguales.

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

Hipótesis alternada: Al menos dos son diferentes

Nivel de significancia α **= 0.05**

El resultado de ANOVA es la 'estadística F'. Este ratio muestra la diferencia entre la varianza dentro del grupo y la varianza entre grupos, lo que finalmente produce una cifra que permite concluir que la hipótesis nula es respaldada o rechazada. Si hay una diferencia significativa entre los grupos, la hipótesis nula no es compatible y la razón F será mayor.

Tabla 109

Tabla de análisis de varianza límite liquido

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Variación o cuadrados medios (CM)	Fcal	p
Tratamient	4	136.484	34.121	313.0**	0.000
Error	15	1.6352	1.09E-01		
Total	19	138.119			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 110

Interpretación de Anova

Fuente de variación	F calculado	F tablas
Variedad (tratamiento)	313.0**	3.056

Fuente: elaboración propia.

El Fcal > Ftab, siendo mayor (313 > 3.056), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que si existe suficiente evidencia estadística al nivel del 95% de confiabilidad de que al

menos uno de los tratamientos presenta una diferencia significativa entre las diferentes dosis de aceite residual de motor diésel.

El $p < 0.05$ siendo significativa. Se concluye que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual se determina que el porcentaje de aceite residual de motor diésel influirá en la resistencia del suelo.

Prueba de Comparación Múltiple Tukey

Tabla 111

Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey

Tratamiento	Media	Grupo
1	72.097	A
2	71.376	B
3	70.495	C
4	67.585	D
5	65.036	E

Fuente: elaboración propia.

Todos los tratamientos se comportan de maneara distinta con respecto a la variable Limite Liquido, siendo el tratamiento 1 con un promedio de 72.097 el que genera un mayor valor de Limite Liquido y el tratamiento 5 con un promedio de 65.036 el que genera un menor valor de Limite Liquido.

Las medias no comparten una letra son significativamente diferentes, se probó que las agrupaciones son diferentes, comparando el tratamiento 1, que no se agregó aceite residual de motor diésel con los tratamientos 2,3,4 y 5 que se dosificó con 2%, 4%,8% y 12% de aceite residual de motor diésel se logra ver que los valores del límite liquido disminuyen conforme se adiciona un mayor porcentaje.

4.3.2.1.2. Índice de plasticidad

Análisis de varianza ANOVA

Es una formula estadística que se utiliza para comparar las varianzas entre las medias o el promedio de diferentes grupos, asimismo ayuda a comparar las medias para averiguar si son estadísticamente diferentes o iguales.

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

Hipótesis alternada: Al menos dos son diferentes

Nivel de significancia α **= 0.05**

Tabla 112

Tabla de análisis de varianza índice de plasticidad

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Variación o cuadrados medios (CM)	Fcal	p
Tratamiento	4	352.083	88.021	680.4**	0.000
Error	15	1.9404	0.1294		
total	19	354.023			

Fuente: elaboración propia

Tabla 113

Interpretación de Anova

Fuente de variación	F calculado	F tablas
Variedad (tratamiento)	680.4**	3.056

Fuente: elaboración propia

El Fcal > Ftab, siendo mayor (680.4 > 3.056), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que si existe suficiente evidencia estadística al nivel del 95% de confiabilidad de que al menos uno de los tratamientos presenta una diferencia significativa entre las diferentes dosis de aceite residual de motor diésel.

El p <0.05 siendo altamente significativa. Se concluye que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual se determina que el porcentaje de aceite residual de motor diésel influirá en la resistencia del suelo.

Prueba de Comparación Múltiple Tukey

Tabla 114

Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey

Tratamiento	Media	Grupo
1	37.451	A
2	29.241	B
3	28.461	B
4	27.635	D
5	25.005	E

Fuente: elaboración propia

Los tratamientos 2 y 3 con promedios de 29.241 y 28.461 comparten una letra, lo que significa que no hay diferencia estadísticamente significativa y asimismo se considera que el efecto entre estos dos tratamientos no es considerable, pero comparándose con el tratamiento 1 cuyo valor es 37.451 si se presencia un efecto.

El tratamiento 1 con un promedio 37.451 es el que genera un mayor valor de índice de plasticidad y el tratamiento 5 con un promedio de 25.005 el que genera un menor valor del Índice de plasticidad.

4.3.2.2. Proctor modificado

Análisis de varianza ANOVA

Es una formula estadística que se utiliza para comparar las varianzas entre las medias o el promedio de diferentes grupos, asimismo ayuda a comparar las medias para averiguar si son estadísticamente diferentes o iguales.

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

Hipótesis alternada: Al menos dos son diferentes

Nivel de significancia α **= 0.05**

Tabla 115

Tabla de análisis de varianza proctor

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Variación o cuadrados medios	Fcal	p
Tratamiento	4	0.186	0.0465	657.2**	0.000
Error	15	0.0011	0.00007		
Total	19	0.187			

Fuente: elaboración propia

Tabla 116

Interpretación de Anova

Fuente de variación	F calculado	F tablas
Variedad (tratamiento)	657.2**	3.056

Fuente: elaboración propia

El Fcal > Ftab, siendo mayor (657.2 > 3.056), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que si existe suficiente evidencia estadística al nivel del 95% de confiabilidad de que al menos uno de los tratamientos presenta una diferencia significativa entre las diferentes dosis de aceite residual de motor diésel.

El p <0.05 siendo altamente significativa. Se concluye que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual se determina que el porcentaje de aceite residual de motor diésel influirá en la resistencia del suelo.

Prueba de Comparación Múltiple Tukey

Tabla 117

Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey

Tratamiento	Media	Grupo
5	1.7663	A
4	1.7435	B
3	1.5910	C
2	1.5740	C
1	1.5257	D

Fuente: elaboración propia.

Los tratamientos 2 y 3 con promedios de 1.5740 y 1.5910 comparten una letra, lo que significa que no hay diferencia estadísticamente significativa y asimismo se considera que el efecto entre estos dos tratamientos no es considerable, pero comparándose con el tratamiento 1 cuyo valor es 1.5257 si se presencia un efecto.

El tratamiento 5 con un promedio 1.7663 es el que genera un mayor valor de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado y el tratamiento 1 con un promedio de 1.5257 es el que genera un menor valor de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

4.3.2.3. CBR de suelos

Análisis de varianza ANOVA

Es una formula estadística que se utiliza para comparar las varianzas entre las medias o el promedio de diferentes grupos, asimismo ayuda a comparar las medias para averiguar si son estadísticamente diferentes o iguales.

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

Hipótesis alternada: Al menos dos son diferentes

Tabla 118

Tabla de análisis de varianza CBR

Nivel de significancia α **= 0.05**

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Variación o cuadrados medios	Fcal	p
Tratamiento	4	377.343	94.3358	743**	0.000
Error	15	1.905	0.1270		
Total	19	379.248			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 119

Interpretación de Anova

Fuente de variación	F calculado	F tablas
Variedad (tratamiento)	743**	3.056

Fuente: elaboración propia

El Fcal > Ftab, siendo mayor (743 > 3.056), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que si existe suficiente evidencia estadística al nivel del 95% de confiabilidad de que al menos uno de los tratamientos presenta una diferencia significativa entre las diferentes dosis de aceite residual de motor diesel.

El p <0.05 siendo altamente significativa. Se concluye que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual se determina que el porcentaje de aceite residual de motor diésel influirá en la resistencia del suelo.

Prueba de Comparación Múltiple Tukey

Tabla 120

Prueba de Comparaciones múltiples de Tukey

Tratamiento	Media	Grupo		
5	11.725	A		
4	8.6825		B	
3	2.5925			C
2	1.3000			D
1	0.9900			D

Fuente: elaboración propia.

Los tratamientos 1 y 2 con promedios de 0.9900 y 1.3000 comparten una letra, lo que significa que no hay diferencia estadísticamente significativa y asimismo se considera que el efecto entre estos dos tratamientos no es considerable, pero comparándose con el tratamiento 3 cuyo valor es 2.5925 si se presencia un efecto.

El tratamiento 5 con un promedio 11.725 es el que genera un mayor valor del porcentaje del CBR del ensayo CBR de suelos (laboratorio) y el tratamiento 1 con un promedio de 0.9900 es el que genera un menor valor del porcentaje del CBR del ensayo CBR de suelos (laboratorio).

V. DISCUSIÓN

Realizado los ensayos de mecánica de suelos del material en estudio, se ha determinado que la granulometría está conformada por un 93.25% de finos; 5.905% de arena y 0.845% de grava, así mismo se tiene un límite líquido de 72.097%, un límite plástico de 34.646%, y un índice de plasticidad de 37.451%, clasificando al suelo según AASHTO como A-7-5 (32) y en el sistema SUCS como CH, con un CBR de 0.990% al 95% de la densidad seca máxima. En correspondencia con los parámetros del manual de carreteras MTC. Este suelo según su CBR corresponde a una subrasante inadecuada (SO) y según su IP se clasifica como plasticidad alta. Según Moncayo (2018) obtuvo como resultados, clasifica el suelo sin adicionar aceite como suelo fino ya que más del 50% pasa por la malla N°200 y teniendo como limites liquido 65.12% y plástico 32.45% obteniendo un limo de alta plasticidad MH, teniendo como valor CBR 4.70%. Ademas Tuscano (2017) obtuvo como resultado del suelo natural de un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), teniendo un CBR de 3.05%.

Limite liquido

El límite liquido de la muestra inicial tiene un valor promedio de 72.097%, comparándose en la carta de Casagrande, corresponde a un suelo arcilloso de alta plasticidad, en el tratamiento 2 con un valor promedio de 71.236% y una adición del 2% de aceite residual de motor diésel, la variable se ve afectada en una disminución lenta manteniéndose en ese ritmo hasta el tratamiento 3, con un valor promedio de 70.710% y una adición del 4%. En los tratamientos 4 y 5 con valores promedios de 67.585% y 65.036% se presenta una mayor disminución comparado con el tratamiento 1, pero no es suficiente para alcanzar un suelo de baja plasticidad. Según el análisis estadístico en los tratamientos si existe una varianza estadísticamente significativa, entendiéndose que adicionando aceite residual de motor diésel al suelo se tiene un efecto en el límite líquido.

Índice de plasticidad

El índice de plasticidad de la muestra inicial tiene un valor promedio de 37.451%, comparándose con los valores que se establecen en el manual de carreteras sección suelos y pavimentos, le corresponde un suelo arcilloso de alta plasticidad, en el tratamiento 2 con un valor promedio de 29.241% y una adición del 2% de aceite residual de motor diésel, la variable se ve afectada en una disminución muy diferenciada respecto al tratamiento de

control, pero manteniendo una disminución lenta hacia el tratamiento 3 con un valor promedio de 28.375% y una adición del 4%. En los tratamientos 4 y 5 con valores promedios de 27.635% y 25.005% se presenta una mayor disminución comparado con el tratamiento 1, pero no es lo suficiente para alcanzar los valores que delimitan un suelo de baja plasticidad o mediana plasticidad en la tabla del manual de carreteras. Según el análisis estadístico en los tratamientos si existe una varianza estadísticamente significativa, entendiéndose que adicionando aceite residual de motor diésel al suelo se tiene un efecto en el índice de plasticidad.

Proctor modificado

La máxima densidad seca de la muestra inicial tiene un valor promedio de 1.526 gr/cm3, con una humedad optima promedio de 22.945% comparándose con los valores del tratamiento 5 cuyos valores son 1.766 gr/cm3 de la máxima densidad seca y 5.473% de su optimo contenido de humedad, se puede apreciar que la máxima densidad seca tuvo un incremento considerablemente, pero la humedad optima ha disminuido de tal forma, que el trabajo en laboratorio para esta adición fue muy dificultosa debido a que la humedad optima del suelo fue muy baja, llevando consigo un trabajo cuidadoso en la humedad inicial del suelo, debido a que tuvo que secarse en la estufa hasta que la humedad inicial del suelo sea 0%, pero la humedad ambiental nos jugaba en contra, después de muchas repeticiones se logró realizar este tratamiento. En los tratamientos 4 y 5 con valores promedios de 1.744 gr/cm3 y 1.766 gr/cm3 se presenta una mayor disminución comparado con el tratamiento 1. Según el análisis estadístico en los tratamientos si existe una varianza estadísticamente significativa, entendiéndose que adicionando aceite residual de motor diésel al suelo se tiene un efecto en la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

CBR de suelos (laboratorio)

En el manual de carreteras, sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y comunicaciones dice que, para mejorar la capa de la subrasante, esta debe ser menor al 6% el porcentaje de CBR, en esta investigación se obtuvo un valor promedio de 0.99% del tratamiento 1 sin adición de aceite. Los tratamientos 2, 3, 4 y 5 con 2%, 4%, 8% y 12% mejoran la resistencia del suelo, siendo el más adecuado el tratamiento 4 con un valor promedio de CBR de 8.68% obteniendo como resultado de ser adecuado para la subrasante de un pavimento. El tratamiento 4 tiene un incremento considerable con los tratamientos 1,

2, 3 pero menor al tratamiento 5 con un valor promedio de CBR de 11.73%, lo cual indica que el aumento de incorporación de aceite es directamente proporcional con el valor de CBR. Por lo tanto, el aumento de dosificación de aceite tanto en el laboratorio como en campo debido a su baja humedad optima que es menor a la humedad natural del suelo imposibilitando su ejecución. Según Moncayo Basante (2018) evaluó las adiciones del 0%, 4%, 8%, 12% y 16%, concluyendo que para la adición del 0% obtuvo un CBR de 4.70%, y que su máximo valor de CBR fue alcanzado con la adición del 16%, obteniendo un resultado de 7.10 %. Tuscano (2017) investiga el efecto del aceite lubricante reciclado en la estabilización de la subrasante, compuesta por un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), en la cual obtuvo como resultado que el CBR en estado natural es de 3.05%, adicionado 2% de aceite es de 5.31%, con 4% de aceite es de 8.51% (llegando a su estado óptimo) y con 6% es de 1.79%.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El suelo utilizado para la investigación presenta propiedades inadecuadas para la subrasante de un pavimento, presentando un límite líquido superior al 50%, un índice de plasticidad de 37.451%, un 93.25% de finos, un valor de 0.99% de CBR y una máxima densidad seca de 1.526%.

Se determinó que la adición apta para la estabilización del suelo es del 8% de aceite residual, presentando un valor de Índice de Plasticidad de 27.635% y un valor de CBR de 8.68%, llegando a tener una excelente variación respecto a la muestra patrón.

En esta investigación se concluyó que mientras más se adiciona el aceite residual de motor diésel al suelo en estudio, mejora sus propiedades mecánicas, pero a la vez se vuelve no trabajable volviéndose dificultoso para su análisis, por lo tanto, no es posible determinar el punto máximo de inflexión en adición para este estabilizante.

La aplicabilidad del aceite residual de motor diésel en el ensayo de proctor modificado, conforme se adiciona un mayor porcentaje de aceite a la muestra de suelo, reduce la humedad optima con la que se alcanza su máxima seca.

El hinchamiento medido con el deformímetro en el ensayo de CBR, conforme se adiciona un mayor porcentaje de aceite, los valores medidos se reducen marcando una gran diferencia con los valores calculados de la muestra patrón.

Se determinó que el efecto del aceite residual de motor diésel en el ensayo del límite líquido y limite plástico, es beneficioso ya tiene a reducir el límite liquido y aumentar el límite plástico.

6.2. Recomendaciones

En futuras investigaciones recomiendo continuar con estudios donde se empleé porcentajes de aceite residual de motor diésel, inferiores al 12%, debido a que en la presente investigación fue difícil su trabajabilidad con los ensayos.

Esta investigación recomienda continuar con los estudios donde se utilice porcentajes de aceite residual de motor diésel superiores al 4%, debido a que los porcentajes inferiores no generan una varianza de mejora en las propiedades.

Se recomienda realizar investigaciones con la aplicabilidad del aceite residual de motor diésel en distintos tipos de suelos, con propiedades y características diferentes que afectan la resistencia del suelo.

Se recomienda realizar un estudio socioeconómico a fin de determinar el costo beneficio de cada uno de los estabilizantes que se encuentran normados en el manual de carreteras sección suelos y pavimentos, y asimismo un análisis de la diferencia de costo y beneficio de la aplicabilidad del aceite residual de motor diésel con los demás estabilizantes.

Realizar una investigación donde se compare la aplicación de 2 tipos de aceite residuales, tanto de vehículos mayores como menores.

Se recomienda realizar una investigación de la aplicabilidad del aceite residual de motor diésel en un suelo arcilloso de baja plasticidad.

Se recomienda realizar una investigación de los efectos nocivos del aceite residual del motor diésel, en suelos agrícolas, aguas superficiales y subterráneas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arner, A., Barberán, R., & Mur, J. (2006). La política de gestión de residuos: Los aceites usados. *Revista de economía aplicada*, 81-100. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=96917230003

ASTM International. (2017). *ASTM D6595-17, Método de prueba estándar para la determinación de metales de desgaste y contaminantes en aceites lubricantes usados o fluidos hidraulicos usados mediante espectometría de emisión atómica de electrodos de disco giratorio.* West Conshohocken: ASTM International.

Barrios, L., Robayo, J., Prieto, S., & Cardona, S. (2015). Biorremediacion de suelos contaminados con aceites usados de motor. *Revista CINTEX*, 71-72. https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-cintex/articulo/biorremediacion-de-suelos-contaminados-con-aceites-usados-de-motor

Educación M - Definista. (8 de Febrero de 2014). *ConceptodeDefinición.de*. https://conceptodefinicion.de/metodo-inductivo/

Jalanoca Ccama, F. V. (2021). *Mejoramiento de la subrasante incorporando el aceite residual de vehículos motorizados en la carretera Platería Perka, Puno 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63844

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras* (R.D. N° 10 - 2014 - MTC/14 ed.). Lima. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

Moncayo Basante, J. D. (2018). *Estudio del efecto del aceite de motor usado, en la resistencia a corte y CBR de los suelos finos (MH) en la ciudad de Cali* [Tesis de Pregrado, Universidad del Valle]. Repositorio de la Univeridad del Valle, Facultad de Ingeniería, Santiago de Cali. https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/16331

Orobio, A., & Del Castillo, R. (2020). Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante. *Informes de la Construcción, 72 (558)*, 8. https://doi.org/10.3989/ic

Tuscano Perez, M. (2017). *Estabilización de subrasante mediante el uso de aceite reciclado en carretera, circuito cruz de paz palian - el tambo – Huancayo 2017* [Tesis de Pregrado, Universidad Alas Peruana]. Repositorio de la Universidad Alas Peruanas, Escuela Profesional de Ingenieria Civil, Huancayo. https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/7027

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **Dios** por darnos vida y salud, a todas las personas que apoyaron y creyeron en la realización de esta investigación.

Asimismo, agradecemos a nuestra casa de estudios **Universidad Nacional de Jaén** por habernos formado profesionalmente siendo exigentes en toda la formación profesional.

Al gerente del laboratorio LABSUC Jhonatan Joel Herrera Barahona por habernos brindado todas las facilidades para realizar los ensayos de laboratorio que fue indispensable para ejecutar esta investigación.

Mi agradecimiento también va dirigido a nuestro Asesor de Dr. Manuel Emilio Milla Pino por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento. Así mismo por habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante el desarrollo de la tesis.

Agradezco también al **Ing. César Jesús Diaz Coronel** por habernos brindado sus clases magistrales en el curso de Metodología a la Investigación Científica que fue de mucha ayuda para la elección del tema de investigación.

Al **Ing. Jackson Brady Huamán Pinedo** por apoyarnos en la solución de inconvenientes en la etapa de laboratorio.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicada a mi familia, en especial a mi padre Didí, a mi madre Aidee, quienes fueron mi inspiración por haberme brindado su apoyo y consejos durante toda mi vida, a mis hermanos Rosmeri Estefany y Sanety por estar siempre conmigo, A mi esposa Elizabeth por su apoyo, compañía en los momentos difíciles que tuvimos que pasar, también dedico esta investigación a mis amigos y personas especiales que siempre estuvieron presentes, con las que compartí inolvidables momentos, rogando a Dios que los cuide siempre y los proteja.

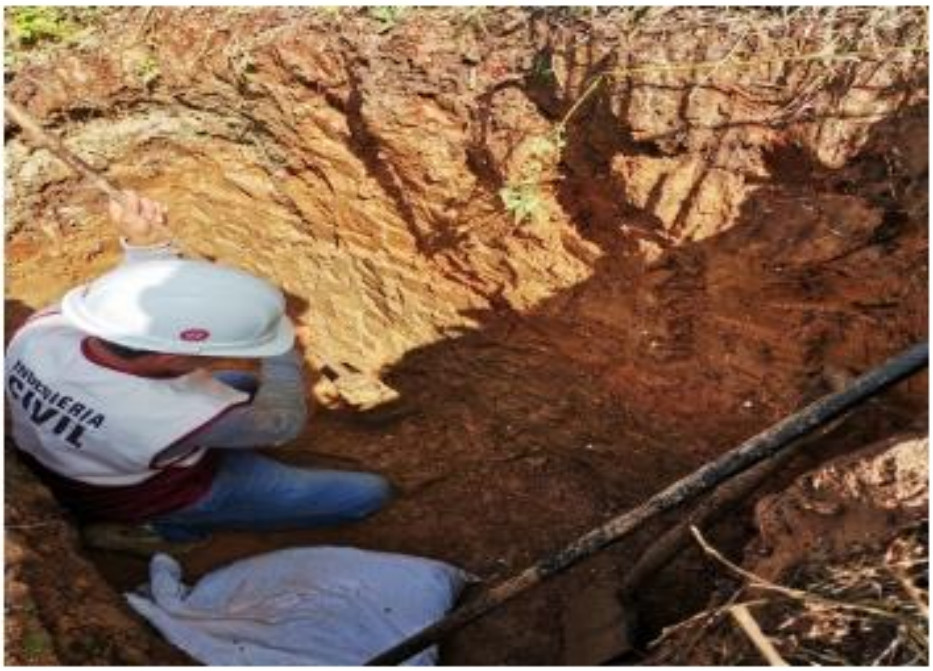
DIDÍ

Este trabajo de investigación va dedicada a mi familia, en especial a mi padre Efraín, a mi madre Maribel, quienes fueron mi inspiración por haberme brindado su apoyo y consejos durante toda mi vida, a mis hermanos Brady y David por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos, también dedico esta investigación a mis amigos y personas especiales que siempre estuvieron presentes, con las que compartí inolvidables momentos, rogando a Dios que los cuide siempre y los proteja

JHON DARWIN

ANEXOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



TESIS:

"USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO"

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

ANEXO I

ENSAYOS DE LABORATORIO

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."				SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

ENSAYOS REALIZADOS A LA MUESTRA DE SUELO NATURAL (MUESTRA PATRÓN)

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION SUCS	CH

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.A.S.H.T.O. T 265

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

CALICATA :	C - 1, M - 1			
MUESTRA	INALTERADA			
ENSAYE :	1	2	3	4
W tara + M.Húmeda (gr)	**226.10**	**225.80**	**226.41**	**227.00**
W tara + M Seca (gr)	**183.20**	**184.21**	**183.90**	**184.90**
W agua (gr)	42.90	41.59	42.51	42.10
W tara (gr)	**26.10**	**25.80**	**26.41**	**27.00**
W Muestra Seca (gr)	157.10	158.41	157.49	157.90
W(%)	27.31%	26.25%	26.99%	26.66%
W (%) Promedio :	26.80%			

OBSERVACIONES:	SE TOMO UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE 200 gr PARA CAD A UNA DE LAS REPITICIONES

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: -DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ -JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARC	TECNICO LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE DE LAB:	CIEZA ROMERO ARODY

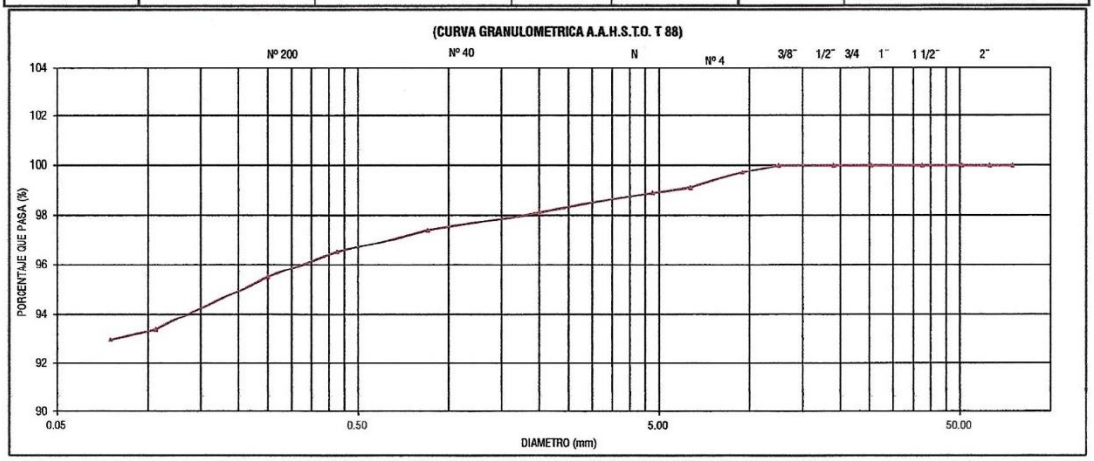
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A - 7 - 5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 88 - A.S.T.M. D 422)
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

19.00

	TAMIZ		P.RET	P.RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	2 ½"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
	1 ½"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/8"	9.50	3.00	3.00	0.30	99.70
	1/4"	6.35	6.00	9.00	0.90	99.10
	Nº4	4.75	2.00	11.00	1.10	98.90
	Nº 10	2.00	8.00	19.00	1.90	98.10
FRACCION FINA	Nº 20	0.85	7.00	26.00	2.60	97.40
	Nº 40	0.43	9.00	35.00	3.50	96.50
	Nº 60	0.25	10.00	45.00	4.50	95.50
	Nº 140	0.11	21.00	66.00	6.60	93.40
	Nº 200	0.08	4.00	70.00	7.00	93.00
	CAZOLETA	-.-	930.00	1000.0	100.0	0.0
	TOTAL		1000.0			

MUESTRA TOTAL HUMEDA		
TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110º C
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1268.0
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < Nº 4 (g		1238.8
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > Nº 4 (g		29.2
MUESTRA TOTAL SECA		
PESO TOTAL MUESTRA SECA < Nº 4 (gr)		977.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > Nº 4 (gr)		23.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1000.0
ANALISIS FRACCION GRUESA		
TOTAL	W G =	19.00
ANALISIS FRACCION FINA		
CORRECCION CUAR	S/WG	1.00
PESO PORCION SEC.	S =	977.0



D60 =	62.00	D30 =	0.13	D10 =	-
	Cu =	-	Cc =	-	

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGÚN LA NORMA (A.A.S.H.T.O. M 145 - THE CLASSIFICATION OF SOILS - AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD.
CLASIFICACION GENERAL COMO SUB RASANTE	SUELO INADECUADO COMO SUBRASANTE.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP. 213809

LABSUC	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

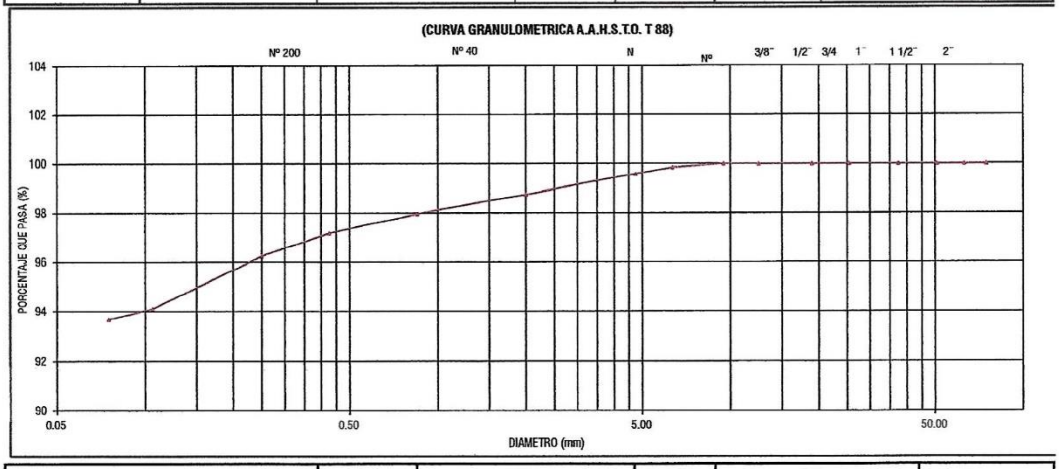
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJA	TECNICO LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE DE LAB:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A - 7 - 5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 88 - A.S.T.M. D 422)
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

	TAMIZ		P.RET	P.RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	2 ½"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
	1 ½"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
	1/4"	6.35	1.40	1.40	0.14	99.86
	Nº4	4.75	2.70	4.10	0.41	99.59
	Nº 10	2.00	8.30	12.40	1.24	98.76
FRACCION FINA	Nº 20	0.85	7.80	20.20	2.02	97.98
	Nº 40	0.43	8.00	28.20	2.82	97.18
	Nº 60	0.25	9.30	37.50	3.75	96.25
	Nº 140	0.11	21.30	58.80	5.88	94.12
	Nº 200	0.08	4.40	63.20	6.32	93.68
	CAZOLETA	-.-	936.80	1000.0	100.0	0.0
	TOTAL		1000.0			

MUESTRA TOTAL HUMEDA		
TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110º C
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1268.0
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < Nº 4		1262.8
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > Nº 4		5.2
MUESTRA TOTAL SECA		
PESO TOTAL MUESTRA SECA < Nº 4 (g		995.90
PESO TOTAL MUESTRA SECA > Nº 4 (g		4.10
PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		1000.0
ANALISIS FRACCION GRUESA		
TOTAL	W G =	12.40
ANALISIS FRACCION FINA		
CORRECCION CUAR	S/WG	1.00
PESO PORCION SEC	S =	995.9



D60 =	62.00	D30 =	0.13	D10 =	-
	Cu =	-	Cc =	-	

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGÚN LA NORMA (A.A.S.H.T.O. M 145 - THE CLASSIFICATION OF SOILS - AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD.
CLASIFICACION GENERAL COMO SUB RASANTE	SUELO INADECUADO COMO SUBRASANTE.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jeneer Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218806

LIMITES DE ATTERBERG: LIMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLASTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

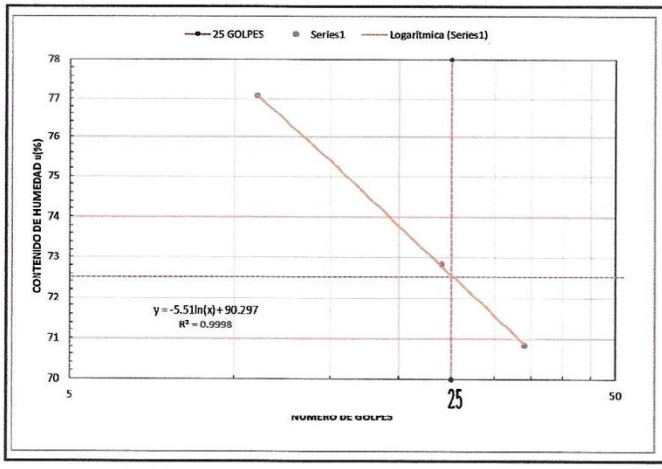
REPETICIÓN N°1

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	25	26	16
Wt+ M.Húmeda (gr)	**56.65**	**59.26**	**54.73**
Wt+ M. Seca (gr)	**48.08**	**50.41**	**45.94**
W agua (gr)	8.57	8.85	8.79
W tara (gr)	**36.96**	**38.26**	**33.53**
W M.Seca (gr)	11.12	12.15	12.41
W(%)	77.07	72.84	70.83
N.GOLPES	**11**	**24**	**34**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	20k	13	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**15.21**	**20.41**	
Wt+ M. Seca (gr)	**13.54**	**18.78**	
W agua (gr)	1.67	1.63	
W tara (gr)	**8.68**	**14.18**	
W M.Seca (gr)	4.86	4.60	
W(%)	34.36	35.43	34.90

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	72.549

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	69.78
II	72.48
III	73.51
PROM	71.93

LP	34.898
IP	37.651
X	Y
25	70
25	78

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	73
LIMITE PLASTICO (%)	35
INDICE DE PLASTICIDAD	38

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Jbel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

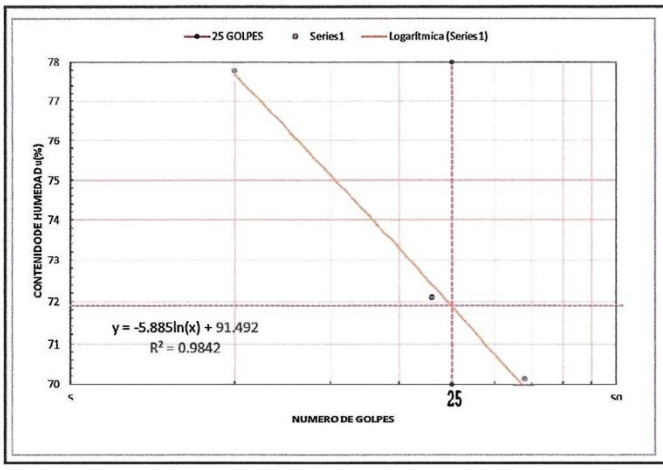
REPETICIÓN N°2

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	16	26	AB
Wt+ M.Húmeda (gr)	**63.86**	**68.77**	**71.75**
Wt+ M. Seca (gr)	**50.59**	**56.03**	**59.09**
W agua (gr)	13.27	12.74	12.66
W tara (gr)	**33.53**	**38.36**	**41.04**
W M.Seca (gr)	17.06	17.67	18.05
W(%)	77.78	72.10	70.14
N.GOLPES	**10**	**23**	**34**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	2	19	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.63**	**21.71**	
Wt+ M. Seca (gr)	**19.04**	**19.99**	
W agua (gr)	1.59	1.72	
W tara (gr)	**14.43**	**14.99**	
W M.Seca (gr)	4.61	5.00	
W(%)	34.49	34.40	34.45

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	71.880

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	69.62
II	71.38
III	72.80
PROM	71.26

LP	34.445
IP	37.435
X	Y
25	69
25	78

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	72
LIMITE PLASTICO (%)	34
INDICE DE PLASTICIDAD	37

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

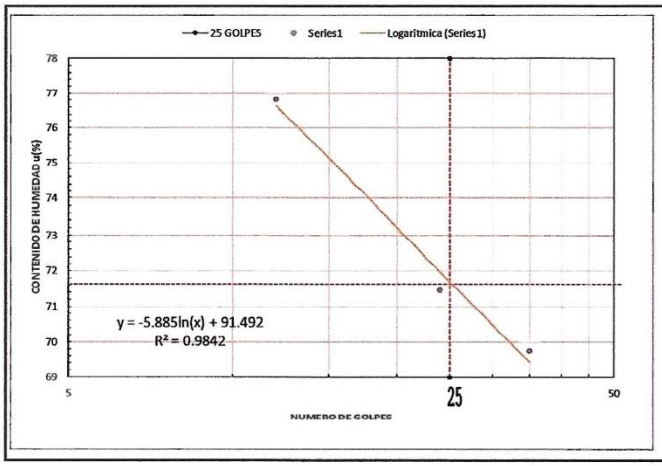
REPETICIÓN N°3

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	352	268	362
Wt+ M.Húmeda (gr)	**63.89**	**68.64**	**59.23**
Wt+ M. Seca (gr)	**53.95**	**55.82**	**50.72**
W agua (gr)	9.94	12.82	8.51
W tara (gr)	**41.01**	**37.88**	**38.52**
W M.Seca (gr)	12.94	17.94	12.20
W(%)	76.82	71.46	69.75
N.GOLPES	**12**	**24**	**35**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	2	22	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.37**	**20.39**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.83**	**18.76**	
W agua (gr)	1.54	1.63	
W tara (gr)	**14.43**	**14.03**	
W M.Seca (gr)	4.40	4.73	
W(%)	35.00	34.46	34.73

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	71.692

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	70.29
II	71.11
III	72.65
PROM	71.35

LP	34.730
IP	36.962
X	Y
25	69
25	78

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	72
LIMITE PLASTICO (%)	35
INDICE DE PLASTICIDAD	37

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

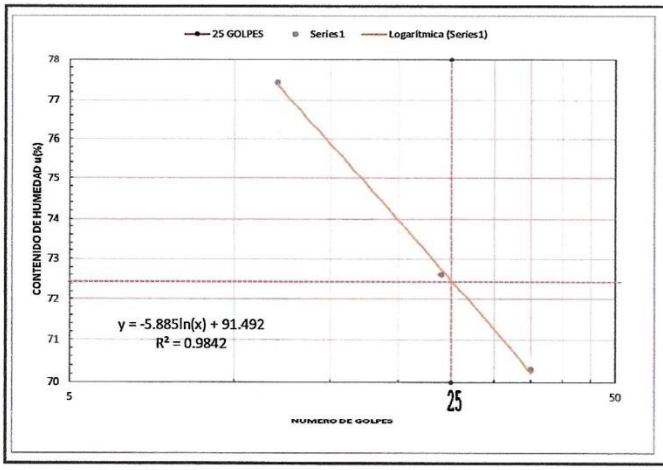
REPETICIÓN N°4

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	AB	10	B1
Wt+ M.Húmeda (gr)	**69.02**	**69.82**	**68.81**
Wt+ M. Seca (gr)	**55.82**	**56.86**	**56.28**
W agua (gr)	13.20	12.96	12.53
W tara (gr)	**38.77**	**39.01**	**38.46**
W M.Seca (gr)	17.05	17.85	17.82
W(%)	77.42	72.61	70.31
N.GOLPES	**12**	**24**	**35**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	4	2M	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**21.19**	**20.40**	
Wt+ M. Seca (gr)	**19.61**	**18.85**	
W agua (gr)	1.58	1.55	
W tara (gr)	**15.01**	**14.38**	
W M.Seca (gr)	4.60	4.47	
W(%)	34.35	34.68	34.51

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	72.268

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	70.84
II	72.25
III	73.24
PROM	72.11

LP	34.512
IP	37.756
X	Y
25	70
25	78

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	72
LIMITE PLASTICO (%)	35
INDICE DE PLASTICIDAD	38

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."				SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

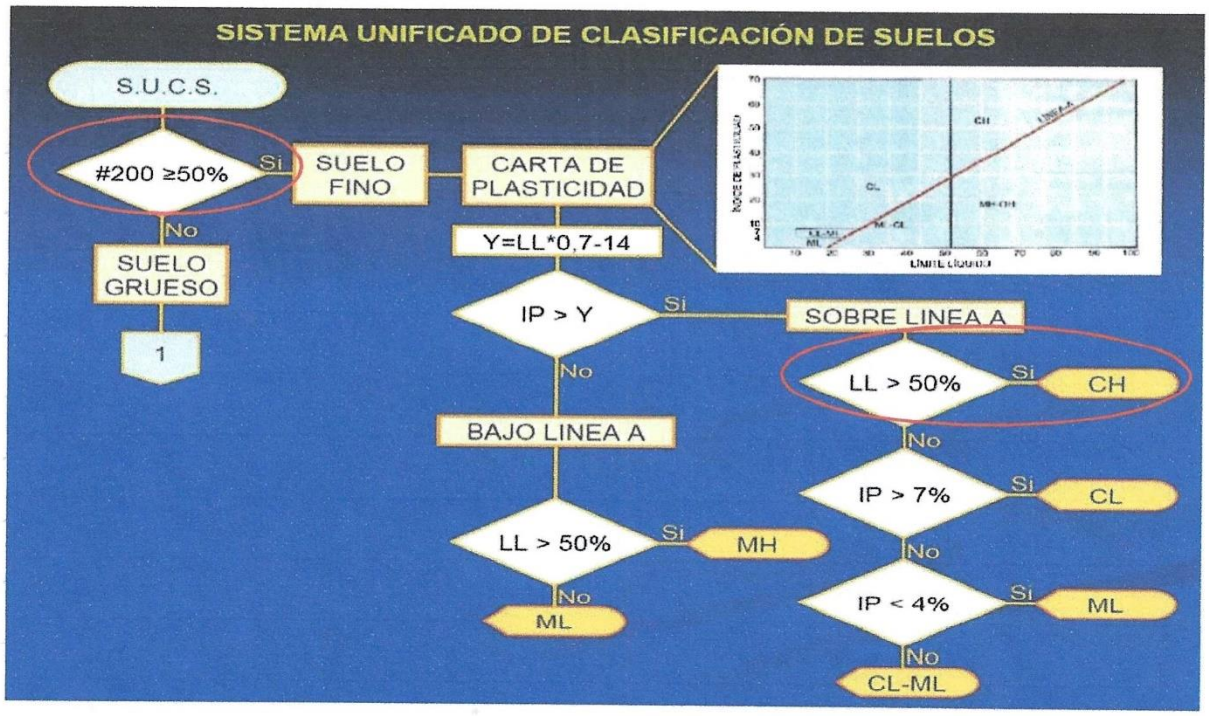
DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.					JEFE DE CALIDAD :	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA					TECNICO LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ						
	BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO					ASISTENTE DE LAB	CIEZA ROMERO ARODY
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION SUCS	CH
PROGRESIVA	Km 2 +000						

CLASIFICACIÓN DE SUELOS
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

DATOS DE CLASIFICACION DE SUELOS:

Material	% de material
Grava	0.845
Arena	5.905
Material fino	93.25

Ensayo	Resulatado (%)
LL	72.097
LP	34.646
IP	37.451



LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMA	TECNICO LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION AASHTO	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000						

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO M 145

DATOS DE CLASIFICACION DE SUELOS:

% PASA POR:	
Nº 04	99.51
Nº 10	98.68
Nº 40	97.10
Nº 200	93.60

Ensayo	Resulatado (%)
LL	72.097
LP	34.646
IP	37.451

Porcentaje que pasa por el tamiz Nº 200

0 a 40
35%(min.) 75%(máx.)

Porcentaje que pasa por el tamiz Nº 200

0 b 40
15%(min.) 55%(máx.)

Limite Liquido

0 c 40
40%(min.) 60%(máx.)

Limite Plástico

0 d 40
10%(min.) 30%(máx.)

Indice de grupo

IG = 0.2a + 0.05 ac +0.01 bd

a = 40.00
b = 40.00
c = 40.00
d = 40.000

IG = 32.00

Cuadro 4.10
Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282

Clasificacion general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
Clasificación de Grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Analisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	min. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	max. 25	max 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Caracteristicas de la fraccion que pasa el 0.425 (N° 40)												
Caracteristicas de la fraccion que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	max. 6	NP	máx. 10	max. 10	min. 11	min. 11	max. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 (a)	min. 11 (b)
Tipo de material	Piedras gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Exelente a bueno							Regular a insuficiente				

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30

Cuando se requiera relacionar los grupos con el Indice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-1b (-2)-2-4 (0); A-4(5)-A-7-6 (17), etc

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

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	FORMATO	RUC	2060454231
		REG. INDECOPI	00116277
	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	DIRECCION	LA COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA
		PAGINA	1 de 1

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO DE TESIS :	"USO DE ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO"	**JEFE DE CALIDAD :**	ING: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLON - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	**ASISTENTE:**	CIEZA ROMERO ARODY
PROGRESIVA:	KM 2+00		

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

DATOS DE CAMPO

CALICATA :	C - 1	**PROFUNDIDAD (m) :**	1.50 m.

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION SIMBOLO (A.A.S.H.T.O.)	CLASIFICACION SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	W (%)	LIMITES LL (%)	LIMITES IP (%)
0.15	-		Marerial organico (Pastos y raices)	S/M	-	0	-
0.50 / 1.00 / 1.50	**A - 7 - 5 (32)**		Conformado por una matriz de Arcilla Inorganica que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un (CL) y en el sistema de clasificación AASHTO como un (A - 7 - 5 (32), alta plasticidad de color naranjado oscruro.	M - 1	26.80	72.097	37.451
2.00							

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

OBSERVACIONES:	

PROCTOR MODIFICADO

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.					JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.					TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO					ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

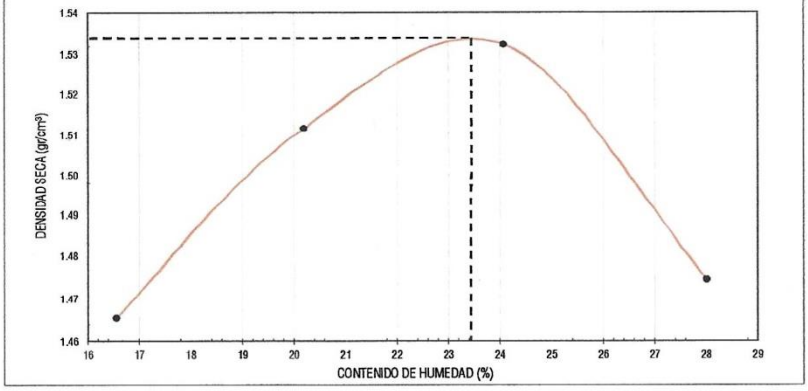
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°1** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5795.00		5897.00		5976.00		5963.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1602.00		1704.00		1783.00		1770.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.71		1.82		1.90		1.89	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	640.00	627.25	612.23	608.65	615.18	628.10	95.01	97.06
	Peso Seco + Tara (gr)	567.00	556.51	526.98	525.95	519.01	530.28	79.76	80.77
	Peso Agua (gr)	71.00	70.74	85.25	82.70	96.17	97.82	15.25	16.29
	Peso Tara (gr)	140.00	127.25	112.23	108.65	115.18	128.10	23.20	24.68
	Peso Muestra Seca (gr)	427.00	429.26	414.75	417.30	403.83	402.18	56.56	56.09
	Contenido de Humedad (%)	16.63	16.48	20.55	19.82	23.81	24.32	26.96	29.04
	C. Humedad (%) promedio	16.55		20.19		24.07		28.00	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.47		1.51		1.53		1.47	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.534
C. HUMEDAD OPTIMO :	23.40%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jennef Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

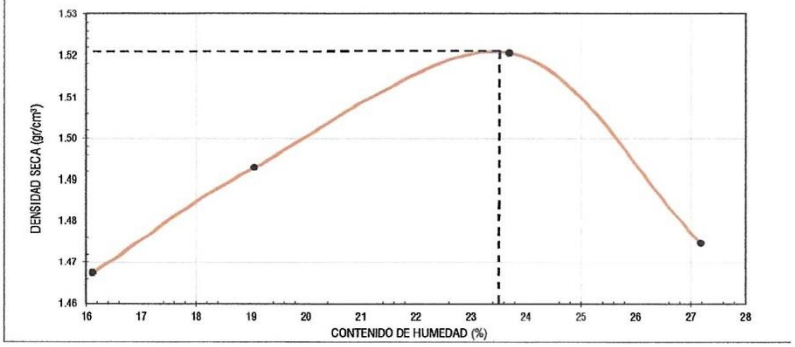
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°2** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5791.00		5860.00		5957.00		5952.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1598.00		1667.00		1764.00		1759.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.70		1.78		1.88		1.88	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	642.00	627.00	637.20	608.60	652.20	628.10	612.00	645.00
	Peso Seco + Tara (gr)	573.10	557.15	557.99	527.78	545.01	536.45	504.65	538.63
	Peso Agua (gr)	68.90	69.85	79.21	80.82	107.19	91.65	107.35	106.37
	Peso Tara (gr)	142.00	127.25	137.20	108.60	115.20	128.10	112.00	145.00
	Peso Muestra Seca (gr)	431.10	429.90	420.79	419.18	429.81	408.35	392.65	393.63
	Contenido de Humedad (%)	15.98	16.25	18.82	19.28	24.94	22.44	27.34	27.02
	C. Humedad (%) promedio	16.12		19.05		23.69		27.18	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.47		1.49		1.52		1.47	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.521
C. HUMEDAD OPTIMO :	23.40%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

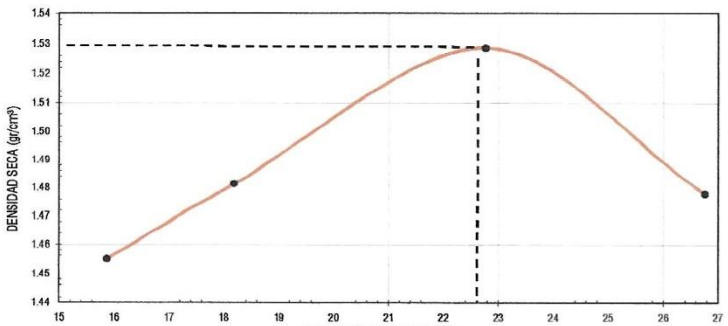
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°3** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5774.00		5835.00		5953.00		5950.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1581.00		1642.00		1760.00		1757.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.69		1.75		1.88		1.87	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	640.10	615.20	617.70	627.00	624.70	628.00	635.20	612.30
	Peso Seco + Tara (gr)	572.60	547.10	544.48	552.10	535.98	534.28	528.90	507.50
	Peso Agua (gr)	67.50	68.10	73.22	74.90	88.72	93.72	106.30	104.80
	Peso Tara (gr)	140.10	115.20	117.70	127.00	124.70	128.00	135.20	112.30
	Peso Muestra Seca (gr)	431.50	423.20	407.30	407.30	395.00	406.28	393.70	395.20
	Contenido de Humedad (%)	15.64	16.09	17.98	18.39	22.46	23.07	27.00	26.52
	C. Humedad (%) promedio	15.87		18.18		22.76		26.76	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.45		1.48		1.53		1.48	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	**1.529**
C. HUMEDAD OPTIMO :	**22.78%**

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.					JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.					TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO					ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

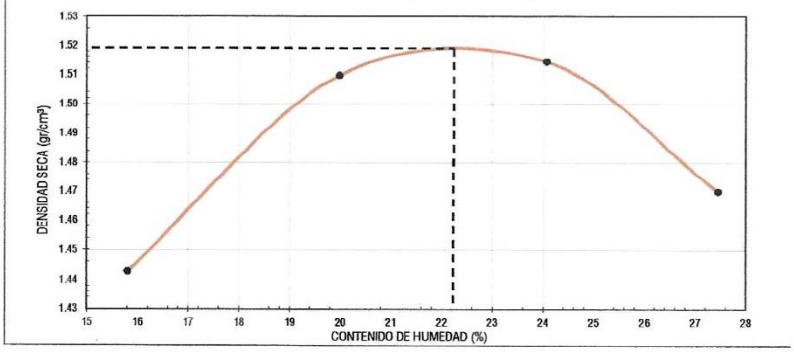
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°4** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5760.00		5892.00		5955.00		5950.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1567.00		1699.00		1762.00		1757.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.67		1.81		1.88		1.87	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	632.25	618.10	612.00	641.00	654.00	634.00	625.00	644.00
	Peso Seco + Tara (gr)	556.11	550.08	526.05	548.00	548.71	530.08	518.65	534.99
	Peso Agua (gr)	76.14	68.02	85.95	93.00	105.29	103.92	106.35	109.01
	Peso Tara (gr)	132.25	118.10	112.00	141.00	154.00	134.00	125.00	144.00
	Peso Muestra Seca (gr)	479.97	431.98	440.10	455.00	443.42	426.16	393.65	390.99
	Contenido de Humedad (%)	15.86	15.75	19.53	20.44	23.74	24.39	27.02	27.88
	C. Humedad (%) promedio	15.80		19.98		24.07		27.45	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.44		1.51		1.51		1.47	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	**1.519**
C. HUMEDAD OPTIMO :	**22.20%**

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

CBR DE SUELOS EN LABORATORIO

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	P
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 1

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	11803.0	12459.0	12354.0	12721.0	12530.0	12774.0
Peso Molde (gr)	8236.0	8236.0	8311.0	8311.0	8246.0	8246.0
Peso Húmedo (gr)	3567.0	4223.0	4043.0	4410.0	4284.0	4528.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.548	1.832	1.754	1.914	1.859	1.965

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	340.00	310.00	308.00	351.00	311.50	314.00	332.50	342.00	340.60
Peso Seco + Tara (gr)	301.74	271.84	244.72	313.03	273.42	262.74	295.26	304.64	295.12
Peso Agua (gr)	38.26	38.16	63.28	37.97	38.08	51.26	37.24	37.36	45.48
Peso Tara (gr)	140.00	110.00	108.00	151.00	111.50	114.00	132.50	142.00	140.60
P. Muestra Seca	161.74	161.84	136.72	162.03	161.92	148.74	162.76	162.64	154.52
Contenido de Humedad %	23.66%	23.58%	46.28%	23.43%	23.52%	34.46%	22.88%	22.97%	29.43%
C.Humedad Promedio	**23.62%**		**46.28%**	**23.48%**		**34.46%**	**22.93%**		**29.43%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.252**		**1.253**	**1.421**		**1.423**	**1.512**		**1.518**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.444	11.278	8.88	0.272	6.909	5.44	0.215	5.461	4.30
48	2	0.549	13.945	10.98	0.337	8.560	6.74	0.284	7.214	5.68
72	3	0.565	14.351	11.30	0.363	9.220	7.26	0.312	7.925	6.24
96	4	0.698	17.729	13.96	0.475	12.065	9.50	0.441	11.201	8.82

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	3.10	0.16	2.22	3.90	0.20	2.79	6.50	0.33	4.65
1.27	0.050	4.30	0.22	3.08	7.20	0.36	5.15	9.60	0.48	6.87
1.91	0.075	5.00	0.25	3.58	9.10	0.46	6.51	11.20	0.56	8.01
2.54	**0.100**	5.50	0.28	3.94	10.50	0.53	7.51	12.70	0.64	9.09
3.18	0.125	6.10	0.31	4.36	11.70	0.59	8.37	14.10	0.71	10.09
3.81	0.150	6.60	0.33	4.72	12.70	0.64	9.09	15.50	0.78	11.09
4.45	0.175	7.10	0.36	5.08	13.60	0.68	9.73	16.60	0.83	11.88
5.08	**0.200**	7.50	0.38	5.37	14.40	0.72	10.30	17.50	0.88	12.52
7.62	0.300	8.70	0.44	6.23	17.20	0.86	12.31	20.30	1.02	14.53
10.16	0.400	9.80	0.49	7.01	19.60	0.98	14.02	22.60	1.13	16.17
12.70	0.500	10.80	0.54	7.73	21.40	1.07	15.31	25.10	1.26	17.96

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 212805

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

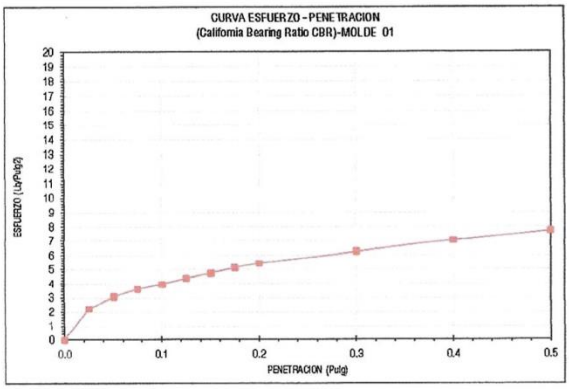
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

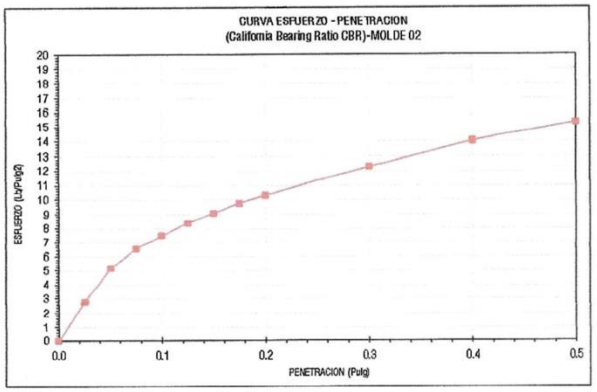
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

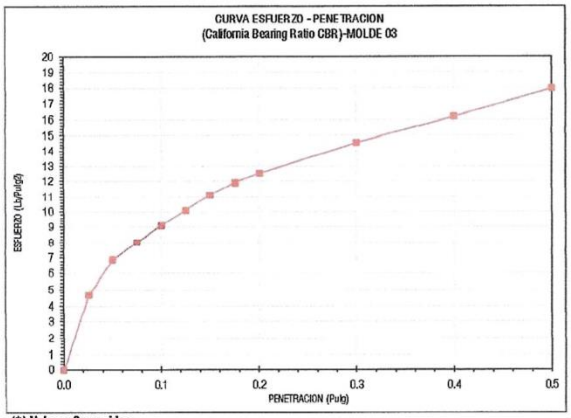
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

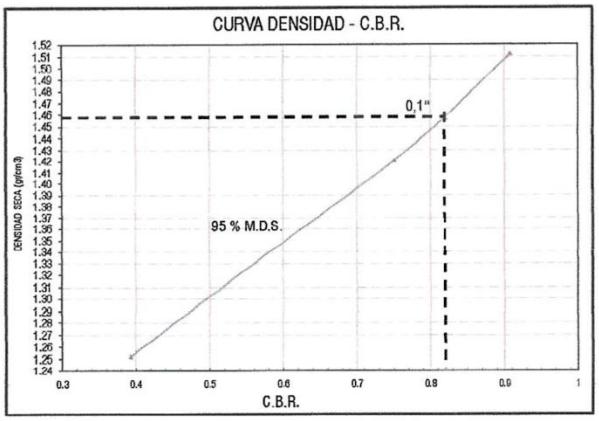
MTC E 132

REPETICIÓN N° 1









(*) Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	3.94	1000	0.39	1.25
MOLDE 02	0.1	7.51	1000	0.75	1.42
MOLDE 03	0.1	9.09	1000	0.91	1.51

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.534	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	0.82%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	23.40		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Jbel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CÓDIGO	LSP21 - MS - 538
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	P
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 2

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12016.0	12279.0	12543.0	12754.0	12761.0	12938.0
Peso Molde (gr)	8129.0	8129.0	8371.0	8371.0	8479.0	8479.0
Peso Húmedo (gr)	3887.0	4150.0	4172.0	4383.0	4282.0	4459.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.687	1.801	1.810	1.902	1.858	1.935

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	340.60	342.00	332.50	311.00	340.00	310.00	311.50	314.00	351.00
Peso Seco + Tara (gr)	302.36	303.94	283.90	273.28	302.40	264.92	274.20	276.74	307.57
Peso Agua (gr)	38.24	38.06	48.60	37.72	37.60	45.08	37.30	37.26	43.43
Peso Tara (gr)	140.60	142.00	132.50	111.00	140.00	110.00	111.50	114.00	151.00
P. Muestra Seca	161.76	161.94	151.40	162.28	162.40	154.92	162.70	162.74	156.57
Contenido de Humedad %	23.64%	23.50%	32.10%	23.24%	23.15%	29.10%	22.93%	22.90%	27.74%
C.Humedad Promedio	**23.57%**		**32.10%**	**23.20%**		**29.10%**	**22.91%**		**27.74%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.365**		**1.363**	**1.469**		**1.473**	**1.512**		**1.515**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.109	2.769	2.18	0.072	1.829	1.44	0.115	2.921	2.30
48	2	0.145	3.683	2.90	0.125	3.175	2.50	0.164	4.166	3.28
72	3	0.322	8.179	6.44	0.177	4.496	3.54	0.202	5.131	4.04
96	4	0.379	9.627	7.58	0.245	6.223	4.90	0.262	6.655	5.24

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	4.10	0.21	2.93	6.30	0.32	4.51	8.10	0.41	5.80
1.27	0.050	8.50	0.43	6.08	11.10	0.56	7.94	13.90	0.70	9.95
1.91	0.075	12.00	0.60	8.59	14.90	0.75	10.66	17.40	0.87	12.45
2.54	**0.100**	14.90	0.75	10.66	18.50	0.93	13.24	19.50	0.98	13.95
3.18	0.125	16.30	0.82	11.66	20.00	1.00	14.31	22.00	1.10	15.74
3.81	0.150	17.40	0.87	12.45	22.50	1.13	16.10	23.50	1.18	16.81
4.45	0.175	18.40	0.92	13.17	24.10	1.21	17.24	25.10	1.26	17.96
5.08	**0.200**	19.20	0.96	13.74	26.00	1.30	18.60	27.10	1.36	19.39
7.62	0.300	22.10	1.11	15.81	30.10	1.51	21.54	32.90	1.65	23.54
10.16	0.400	24.60	1.23	17.60	34.70	1.74	24.83	39.00	1.95	27.91
12.70	0.500	26.40	1.32	18.89	38.40	1.92	27.48	44.30	2.22	31.70

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP. 213869

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

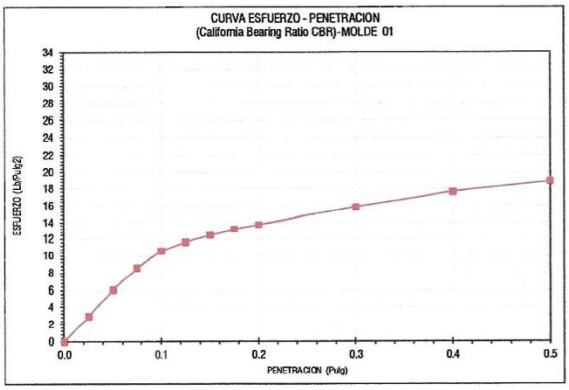
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

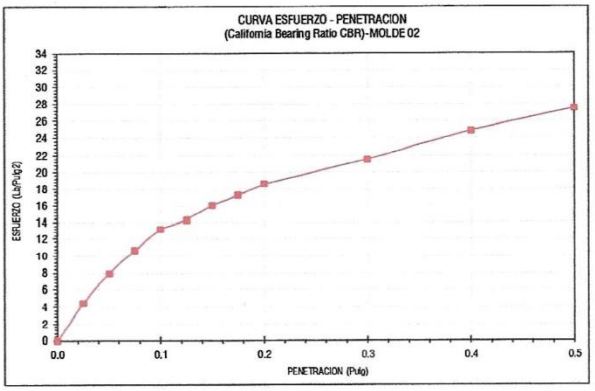
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

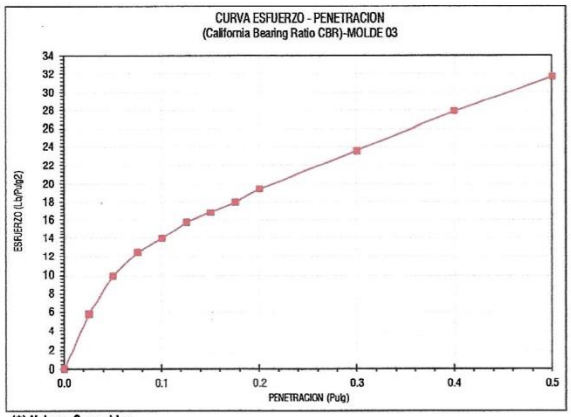
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

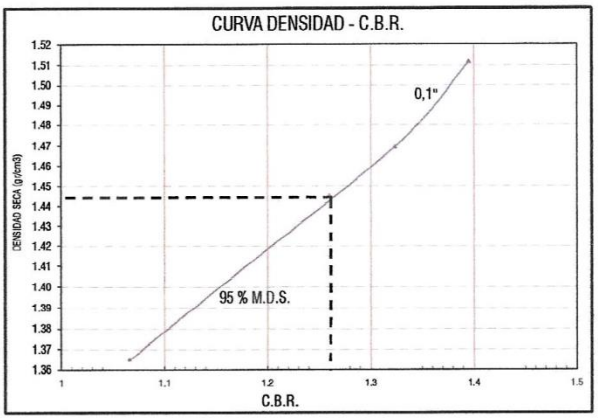
MTC E 132

REPETICIÓN N° 2









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	10.66	1000	1.07	1.35
MOLDE 02	0.1	13.24	1000	1.32	1.47
MOLDE 03	0.1	13.95	1000	1.40	1.51

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.521	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	1.26%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	23.40		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	P	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 3

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	11881.0	12487.0	12356.0	12653.0	12919.0	13163.0
Peso Molde (gr)	8307.0	8307.0	8267.0	8267.0	8618.0	8618.0
Peso Húmedo (gr)	3574.0	4180.0	4089.0	4386.0	4301.0	4545.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.551	1.814	1.774	1.903	1.866	1.972

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	318.50	335.00	322.00	310.60	343.20	308.30	355.00	328.20	330.00
Peso Seco + Tara (gr)	281.26	297.52	262.20	273.44	306.28	260.49	318.16	291.64	285.52
Peso Agua (gr)	37.24	37.48	59.80	37.16	36.92	47.81	36.84	36.56	44.48
Peso Tara (gr)	118.50	135.00	122.00	110.60	143.20	108.30	155.00	128.20	130.00
P. Muestra Seca	162.76	162.52	140.20	162.84	163.08	152.19	163.16	163.44	155.52
Contenido de Humedad %	22.88%	23.06%	42.65%	22.82%	22.64%	31.41%	22.58%	22.37%	28.60%
C.Humedad Promedio	**22.97%**		**42.65%**	**22.73%**		**31.41%**	**22.47%**		**28.60%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.261**		**1.271**	**1.446**		**1.448**	**1.524**		**1.534**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.279	7.087	5.58	0.178	4.521	3.56	0.209	5.309	4.18
48	2	0.396	10.058	7.92	0.253	6.426	5.06	0.278	7.061	5.56
72	3	0.438	11.125	8.76	0.305	7.747	6.10	0.331	8.407	6.62
96	4	0.443	11.252	8.86	0.342	8.687	6.84	0.379	9.627	7.58

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	2.70	0.14	1.93	6.30	0.32	4.51	9.20	0.46	6.58
1.27	0.050	4.10	0.21	2.93	9.80	0.49	7.01	11.90	0.60	8.51
1.91	0.075	5.40	0.27	3.86	11.90	0.60	8.51	13.90	0.70	9.95
2.54	**0.100**	6.20	0.31	4.44	13.60	0.68	9.73	15.80	0.79	11.31
3.18	0.125	6.90	0.35	4.94	14.90	0.75	10.66	17.60	0.88	12.59
3.81	0.150	7.50	0.38	5.37	16.30	0.82	11.66	19.10	0.96	13.67
4.45	0.175	8.10	0.41	5.80	17.50	0.88	12.52	20.30	1.02	14.53
5.08	**0.200**	8.60	0.43	6.15	18.70	0.94	13.38	21.30	1.07	15.24
7.62	0.300	9.90	0.50	7.08	22.30	1.12	15.96	24.90	1.25	17.82
10.16	0.400	10.90	0.55	7.80	24.50	1.23	17.53	28.00	1.40	20.03
12.70	0.500	11.60	0.58	8.30	26.10	1.31	18.68	30.90	1.55	22.11

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

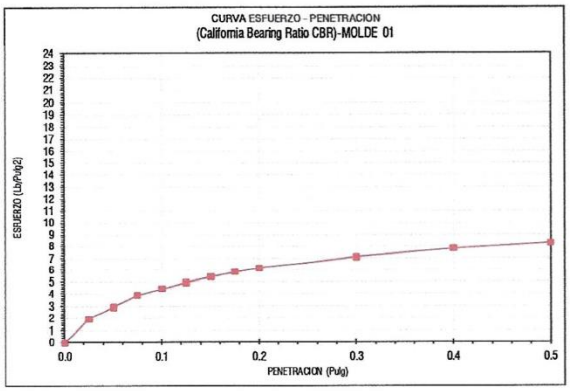
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

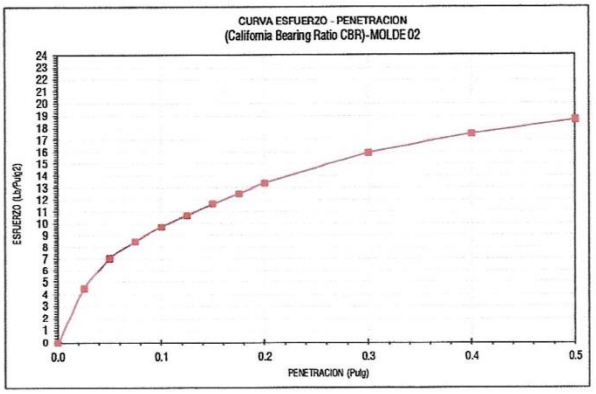
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

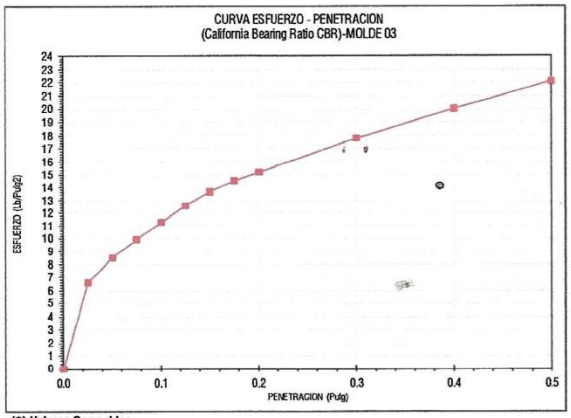
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

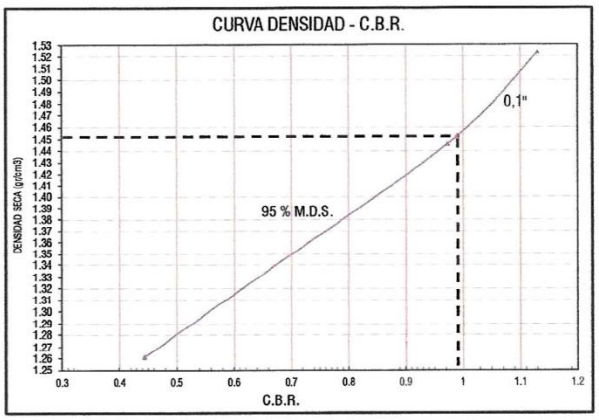
MTC E 132

REPETICION N° 3









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	4.44	1000	0.44	1.26
MOLDE 02	0.1	9.73	1000	0.97	1.45
MOLDE 03	0.1	11.31	1000	1.13	1.52

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.529	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	0.99%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	22.78		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	IP	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 4

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	11965.0	12460.0	12321.0	12642.0	12821.0	13052.0
Peso Molde (gr)	8402.0	8402.0	8263.0	8263.0	8508.0	8508.0
Peso Húmedo (gr)	3563.0	4058.0	4058.0	4379.0	4313.0	4544.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.546	1.761	1.761	1.900	1.872	1.972

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	343.20	310.60	330.00	328.20	342.00	311.50	340.60	335.00	351.00
Peso Seco + Tara (gr)	306.70	274.13	273.86	291.94	305.86	264.76	305.25	299.75	307.75
Peso Agua (gr)	36.50	36.47	56.14	36.26	36.14	46.74	35.35	35.25	43.25
Peso Tara (gr)	143.20	110.60	130.00	128.20	142.00	111.50	140.60	135.00	151.00
P. Muestra Seca	163.50	163.53	143.86	163.74	163.86	153.26	164.65	164.75	156.75
Contenido de Humedad %	22.32%	22.30%	39.02%	22.14%	22.06%	30.50%	21.47%	21.40%	27.59%
C.Humedad Promedio	**22.31%**		**39.02%**	**22.10%**		**30.50%**	**21.43%**		**27.59%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.264**		**1.267**	**1.442**		**1.456**	**1.541**		**1.545**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.413	10.490	8.26	0.225	5.715	4.50	0.164	4.166	3.28
48	2	0.498	12.649	9.96	0.271	6.883	5.42	0.205	5.207	4.10
72	3	0.559	14.199	11.18	0.304	7.722	6.08	0.243	6.172	4.86
96	4	0.672	17.069	13.44	0.411	10.439	8.22	0.365	9.271	7.30

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	2.20	0.11	1.57	5.30	0.27	3.79	7.90	0.40	5.65
1.27	0.050	3.20	0.16	2.29	8.70	0.44	6.23	11.30	0.57	8.09
1.91	0.075	3.90	0.20	2.79	10.90	0.55	7.80	13.90	0.70	9.95
2.54	**0.100**	4.70	0.24	3.36	12.40	0.62	8.87	16.10	0.81	11.52
3.18	0.125	5.10	0.26	3.65	13.60	0.68	9.73	17.70	0.89	12.66
3.81	0.150	5.80	0.29	4.15	14.70	0.74	10.52	19.50	0.98	13.95
4.45	0.175	6.20	0.31	4.44	15.50	0.78	11.09	21.10	1.06	15.10
5.08	**0.200**	6.70	0.34	4.79	16.40	0.82	11.73	22.80	1.14	16.31
7.62	0.300	8.10	0.41	5.80	19.50	0.98	13.95	26.70	1.34	19.10
10.16	0.400	9.20	0.46	6.58	21.80	1.09	15.60	30.20	1.51	21.61
12.70	0.500	10.10	0.51	7.23	23.30	1.17	16.67	33.50	1.68	23.97

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

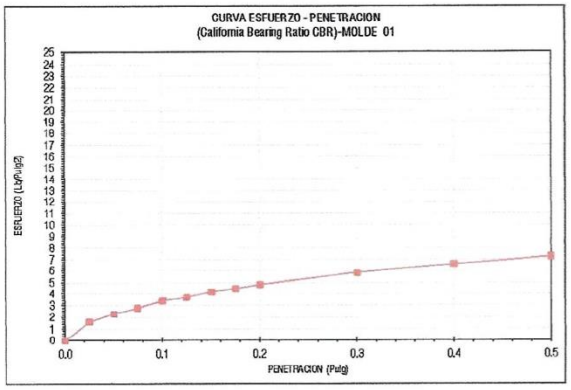
LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CÓDIGO	LSP21 - MS - 538
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

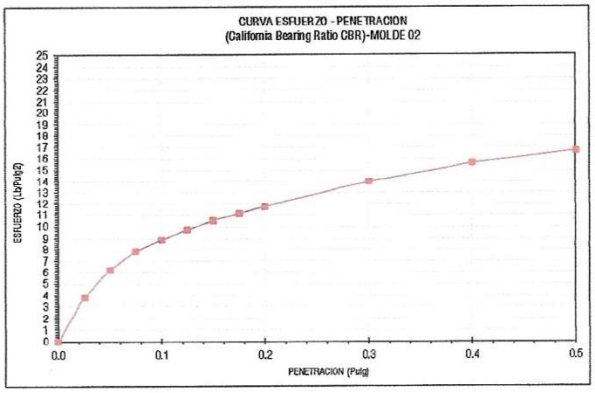
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

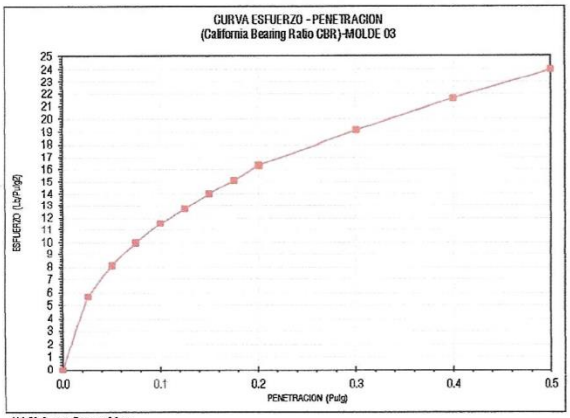
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

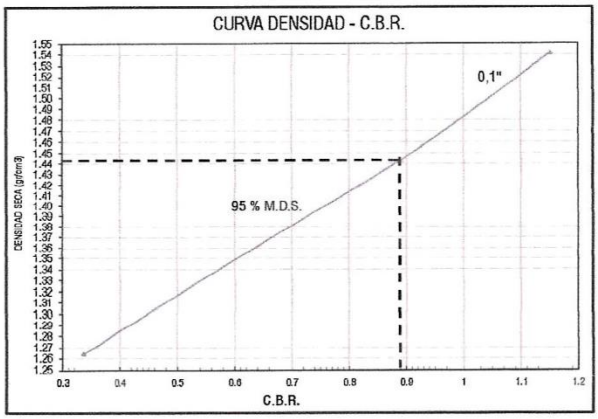
MTC E 132

REPETICION N° 4









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	3.36	1000	0.34	1.26
MOLDE 02	0.1	8.87	1000	0.89	1.44
MOLDE 03	0.1	11.52	1000	1.15	1.54

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.519	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	0.89%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	22.20		

OBSERVACIONES: SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

ENSAYOS REALIZADOS A LA MUESTRA DE SUELO CON ADICIÓN DE ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

MUESTRA CON ADICIÓN DEL 2% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

LIMITES DE ATTERBERG: LIMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLASTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA : PROGRESIVA	C - 1, M - 1 Km 2 +000	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
						CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

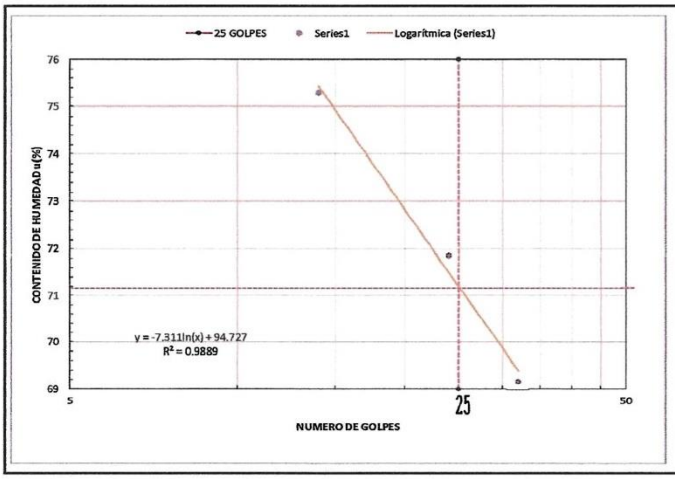
REPETICIÓN N°1

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	13	10	C-1
Wt+ M.Húmeda (gr)	**66.75**	**69.51**	**64.13**
Wt+ M. Seca (gr)	**53.79**	**55.59**	**51.78**
W agua (gr)	12.96	13.92	12.35
W tara (gr)	**36.58**	**36.22**	**33.92**
W M.Seca (gr)	17.21	19.37	17.86
W(%)	75.31	71.86	69.15
N.GOLPES	**14**	**24**	**32**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	X	B2	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**14.53**	**14.77**	
Wt+ M. Seca (gr)	**12.71**	**12.95**	
W agua (gr)	1.82	1.82	
W tara (gr)	**8.47**	**8.60**	
W M.Seca (gr)	4.24	4.35	
W(%)	42.92	41.84	42.38

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	71.190

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	70.20
II	71.51
III	71.25
PROM	70.99

LP	42.382
IP	28.808
X	Y
25	69
25	76

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	71
LIMITE PLASTICO (%)	42
INDICE DE PLASTICIDAD	29

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

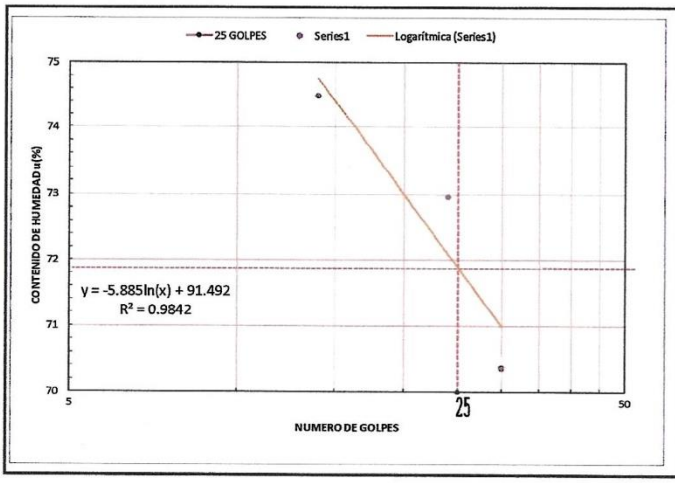
REPETICIÓN N°2

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	P-9	AB	6
Wt+ M.Húmeda (gr)	**59.35**	**66.02**	**58.50**
Wt+ M. Seca (gr)	**50.82**	**55.47**	**49.64**
W agua (gr)	8.53	10.55	8.86
W tara (gr)	**39.37**	**41.01**	**37.05**
W M.Seca (gr)	11.45	14.46	12.59
W(%)	74.50	72.96	70.37
N.GOLPES	**14**	**24**	**30**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	92	24	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**25.54**	**20.14**	
Wt+ M. Seca (gr)	**23.72**	**18.33**	
W agua (gr)	1.82	1.81	
W tara (gr)	**19.30**	**14.23**	
W M.Seca (gr)	4.42	4.10	
W(%)	41.18	44.15	42.66

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	71.888

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	69.45
II	72.60
III	71.94
PROM	71.33
LP	42.661
IP	29.227
X	Y
25	69
25	78

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	71.888
LIMITE PLASTICO (%)	42.661
INDICE DE PLASTICIDAD	29.227

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.					JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.					TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO					ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

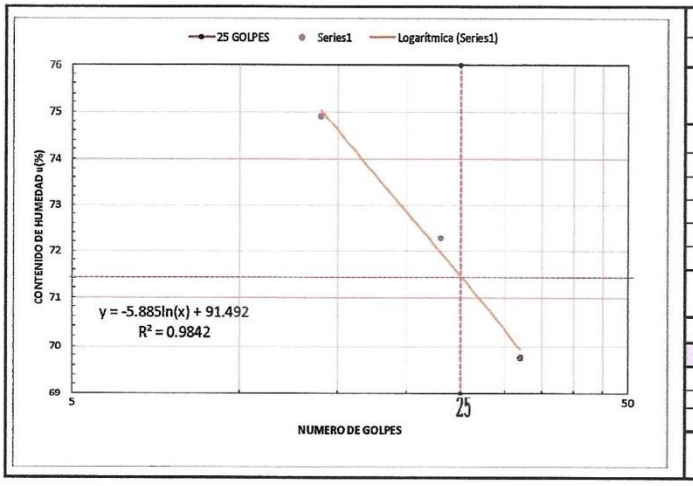
REPETICIÓN N°3

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	351	255	353
Wt+ M.Húmeda (gr)	**44.52**	**44.68**	**43.76**
Wt+ M. Seca (gr)	**31.32**	**31.59**	**31.31**
W agua (gr)	13.20	13.09	12.45
W tara (gr)	**13.70**	**13.48**	**13.46**
W M.Seca (gr)	17.62	18.11	17.85
W(%)	74.91	72.28	69.75
N.GOLPES	**14**	**23**	**32**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	72	92	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**25.37**	**25.46**	
Wt+ M. Seca (gr)	**23.54**	**23.65**	
W agua (gr)	1.83	1.81	
W tara (gr)	**19.21**	**19.30**	
W M.Seca (gr)	4.33	4.35	
W(%)	42.26	41.61	41.94

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	71.458

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	69.84
II	71.55
III	71.86
PROM	71.09

LP	41.936
IP	29.522
X	Y
25	69
25	76

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	71
LIMITE PLASTICO (%)	42
INDICE DE PLASTICIDAD	30

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

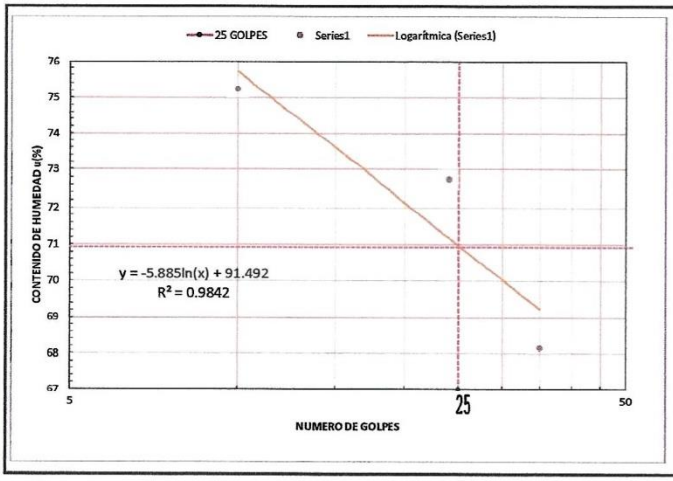
REPETICIÓN N°4

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	100	22	351
Wt+ M.Húmeda (gr)	**62.75**	**67.86**	**36.22**
Wt+ M. Seca (gr)	**53.27**	**55.08**	**27.09**
W agua (gr)	9.48	12.78	9.13
W tara (gr)	**40.67**	**37.51**	**13.69**
W M.Seca (gr)	12.60	17.57	13.40
W(%)	75.24	72.74	68.13
N.GOLPES	**10**	**24**	**35**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60ºC	110º C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60ºC	110º C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	10	1	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**19.71**	**25.30**	
Wt+ M. Seca (gr)	**17.91**	**23.53**	
W agua (gr)	1.80	1.77	
W tara (gr)	**13.58**	**19.27**	
W M.Seca (gr)	4.33	4.26	
W(%)	41.57	41.55	41.56

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	70.966

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	67.34
II	72.38
III	70.97
PROM	70.23

LP	41.560
IP	29.406
X	Y
25	67
25	78

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	71
LIMITE PLASTICO (%)	42
INDICE DE PLASTICIDAD	29

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenifer Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213805

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."				SOLICITANTES: -DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ -JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

PROCTOR MODIFICADO

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

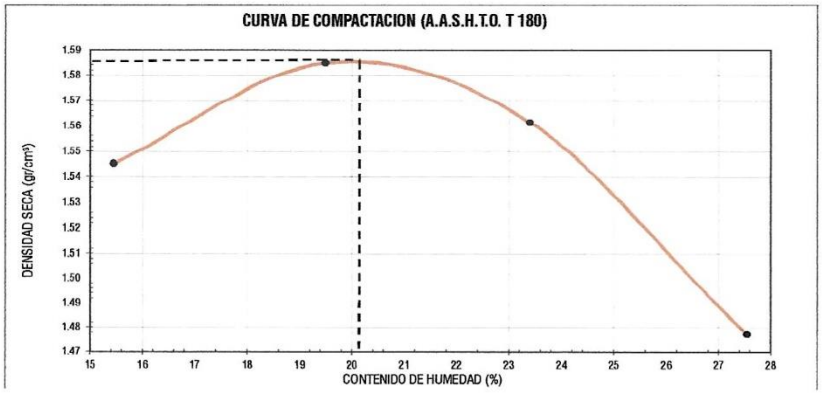
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180	REPETICION N°1	Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5866.00		5969.00		6000.00		5960.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1673.00		1776.00		1807.00		1767.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.78		1.89		1.93		1.88	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	640.1	642.2	635	640.6	624	627	635.00	618.00
	Peso Seco + Tara (gr)	572.65	575.85	546.1	550.58	523.12	528.5	528.02	509.01
	Peso Agua (gr)	67.45	66.35	88.9	90.02	100.88	98.5	106.98	108.99
	Peso Tara (gr)	140.1	142.2	135	140.6	124	127	135.00	118.00
	Peso Muestra Seca (gr)	432.55	433.65	457.2	460.56	422.24	430	393.02	391.01
	Contenido de Humedad (%)	15.59	15.30	19.44	19.55	23.89	22.91	27.22	27.87
	C. Humedad (%) promedio	15.45		19.50		23.40		27.55	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.55		1.58		1.56		1.48	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.585
C. HUMEDAD OPTIMO :	20.00%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 ºC
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

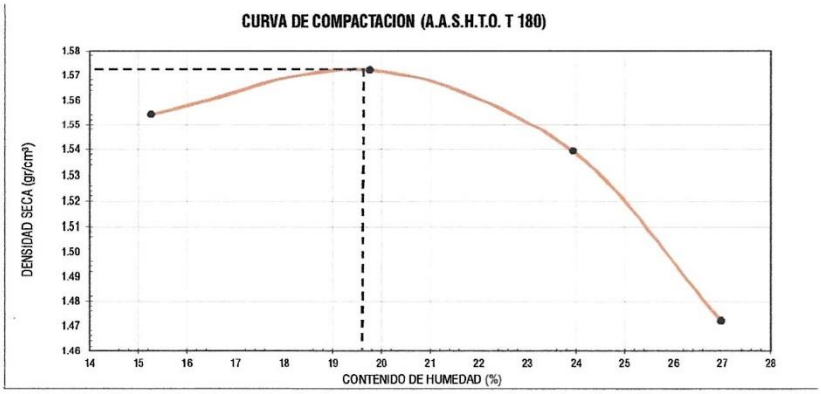
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°2** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5873.00		5959.00		5982.00		5946.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1680.00		1766.00		1789.00		1753.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.79		1.88		1.91		1.87	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	611.3	642.4	624.5	652.23	611.2	618.1	612.00	625.00
	Peso Seco + Tara (gr)	540.48	566.64	538.61	557.25	516.31	519.89	505.95	518.59
	Peso Agua (gr)	70.82	75.76	85.89	94.98	94.89	98.21	106.05	106.41
	Peso Tara (gr)	111.3	142.4	124.5	152.23	111.2	118.1	112.00	125.00
	Peso Muestra Seca (gr)	469.66	490.88	452.72	462.27	405.11	401.79	393.95	393.59
	Contenido de Humedad (%)	15.08	15.43	18.97	20.55	23.42	24.44	26.92	27.04
	C. Humedad (%) promedio	15.26		19.76		23.93		26.98	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.55		1.57		1.54		1.47	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.572
C. HUMEDAD OPTIMO :	19.40%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 ºC
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

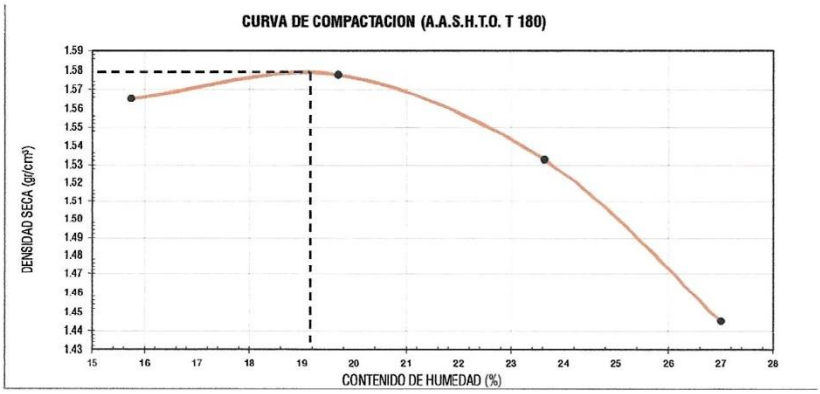
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180	REPETICION N°3	Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5892.00		5964.00		5970.00		5914.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1699.00		1771.00		1777.00		1721.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.81		1.89		1.89		1.84	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	618	616	611.6	634.6	624	618	615.00	627.00
	Peso Seco + Tara (gr)	542.98	543.31	524.97	545.15	531.75	521.5	508.98	520.41
	Peso Agua (gr)	75.02	72.69	86.63	89.45	92.25	96.5	106.02	106.59
	Peso Tara (gr)	118	116	111.6	134.6	124	118	115.00	127.00
	Peso Muestra Seca (gr)	467.96	470.62	438.34	455.7	395	403.5	393.98	393.41
	Contenido de Humedad (%)	16.03	15.45	19.76	19.63	23.35	23.92	26.91	27.09
	C. Humedad (%) promedio	15.74		19.70		23.64		27.00	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.57		1.58		1.53		1.44	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	**1.579**
C. HUMEDAD OPTIMO :	**19.05%**

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 ºC
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jeneer Kinbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

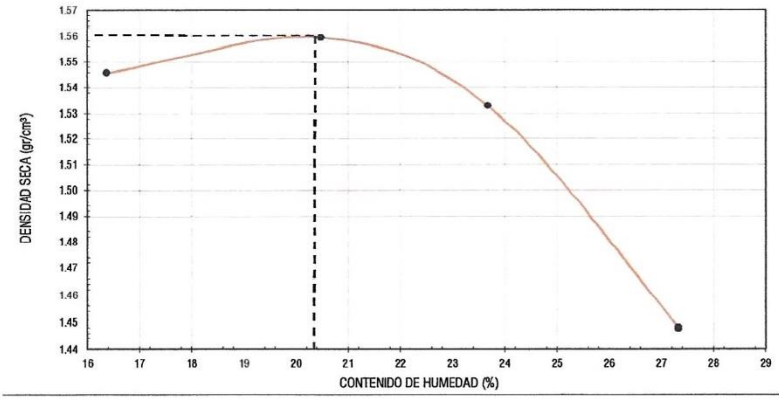
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°4** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5880.00		5955.00		5971.00		5922.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1687.00		1762.00		1778.00		1729.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.80		1.88		1.90		1.84	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	624.8	617.8	611.6	634.6	627	644.1	633.23	628.59
	Peso Seco + Tara (gr)	549.52	539.92	524.07	541.06	531.41	548.28	525.38	521.84
	Peso Agua (gr)	75.28	77.88	87.53	93.54	95.59	95.82	107.85	106.75
	Peso Tara (gr)	124.8	117.8	111.6	134.6	127	144.1	133.23	128.59
	Peso Muestra Seca (gr)	474.24	462.04	436.54	447.52	404.41	404.18	392.15	393.25
	Contenido de Humedad (%)	15.87	16.86	20.05	20.90	23.64	23.71	27.50	27.15
	C. Humedad (%) promedio	16.36		20.48		23.67		27.32	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.55		1.56		1.53		1.45	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.56
C. HUMEDAD OPTIMO :	20.19%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 ºC
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

CBR DE SUELOS EN LABORATORIO

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969377841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN Nº 1

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
Nº Capas	5		5		5	
NºGolpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12126.0	12602.0	12330.0	12678.0	12843.0	13144.0
Peso Molde (gr)	8320.0	8320.0	8291.0	8291.0	8615.0	8615.0
Peso Húmedo (gr)	3806.0	4282.0	4039.0	4387.0	4228.0	4529.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.652	1.858	1.753	1.904	1.835	1.965

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	308.00	340.00	310.00	311.50	351.00	314.00	340.60	342.00	332.50
Peso Seco + Tara (gr)	274.24	306.15	259.04	278.13	317.74	268.25	308.26	309.46	289.73
Peso Agua (gr)	33.76	33.85	50.96	33.37	33.26	45.75	32.34	32.54	42.77
Peso Tara (gr)	108.00	140.00	110.00	111.50	151.00	114.00	140.60	142.00	132.50
P. Muestra Seca	166.24	166.15	149.04	166.63	166.74	154.25	167.66	167.46	157.23
Contenido de Humedad %	20.31%	20.37%	34.19%	20.03%	19.95%	29.66%	19.29%	19.43%	27.20%
C.Humedad Promedio	**20.34%**		**34.19%**	**19.99%**		**29.66%**	**19.36%**		**27.20%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.372**		**1.385**	**1.461**		**1.468**	**1.537**		**1.545**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.211	5.359	4.22	0.197	5.004	3.94	0.390	9.906	7.80
48	2	0.294	7.468	5.88	0.288	7.315	5.76	0.456	11.582	9.12
72	3	0.340	8.636	6.80	0.330	8.382	6.60	0.498	12.649	9.96
96	4	0.359	9.119	7.18	0.344	8.738	6.88	0.517	13.132	10.34

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	8.70	0.44	6.23	11.20	0.56	8.01	12.20	0.61	8.73
1.27	0.050	11.20	0.56	8.01	13.70	0.69	9.80	15.50	0.78	11.09
1.91	0.075	12.60	0.63	9.02	15.30	0.77	10.95	17.80	0.89	12.74
2.54	**0.100**	13.60	0.68	9.73	16.50	0.83	11.81	19.20	0.96	13.74
3.18	0.125	14.40	0.72	10.30	17.40	0.87	12.45	20.70	1.04	14.81
3.81	0.150	15.10	0.76	10.80	18.10	0.91	12.95	21.80	1.09	15.60
4.45	0.175	16.10	0.81	11.52	19.00	0.95	13.59	23.00	1.15	16.46
5.08	**0.200**	16.90	0.85	12.09	20.00	1.00	14.31	23.90	1.20	17.10
7.62	0.300	19.00	0.95	13.59	22.30	1.12	15.96	27.60	1.38	19.75
10.16	0.400	20.90	1.05	14.95	23.90	1.20	17.10	30.10	1.51	21.54
12.70	0.500	22.40	1.12	16.03	25.90	1.30	18.53	32.30	1.62	23.11

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213805

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

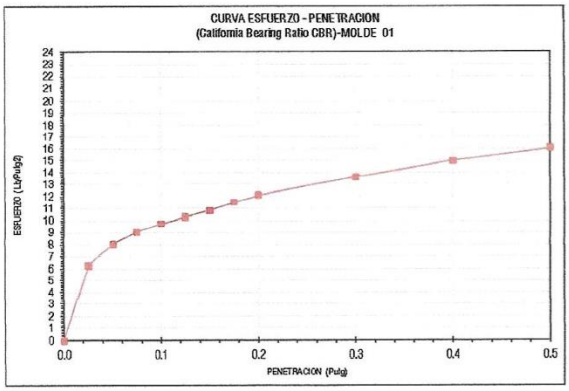
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

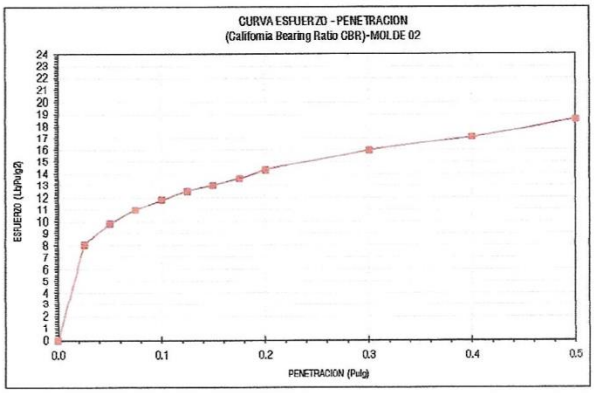
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

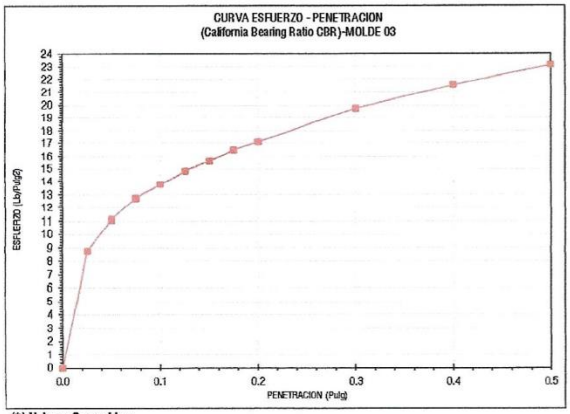
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

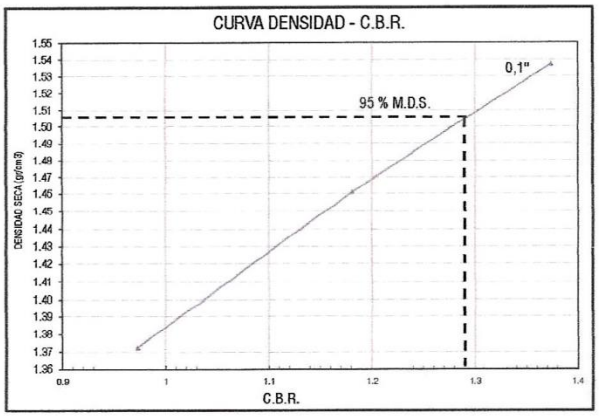
MTC E 132

REPETICION N° 1









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	9.73	1000	0.97	1.37
MOLDE 02	0.1	11.81	1000	1.18	1.46
MOLDE 03	0.1	13.74	1000	1.37	1.54

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.585	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	1.29%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	20.00		

OBSERVACIONES: SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 2

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12272.0	12657.0	12380.0	12719.0	12756.0	13106.0
Peso Molde (gr)	8405.0	8405.0	8304.0	8304.0	8512.0	8512.0
Peso Húmedo (gr)	3867.0	4252.0	4076.0	4415.0	4244.0	4594.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.678	1.845	1.769	1.916	1.842	1.993

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	335.00	318.50	322.00	343.20	308.30	310.60	330.00	355.00	326.20
Peso Seco + Tara (gr)	302.64	285.96	274.47	311.01	276.31	265.76	298.72	323.67	284.28
Peso Agua (gr)	32.36	32.54	47.53	32.19	31.99	44.84	31.28	31.33	43.92
Peso Tara (gr)	135.00	118.50	122.00	143.20	108.30	110.60	130.00	155.00	128.20
P. Muestra Seca	167.64	167.46	152.47	167.81	168.01	155.16	168.72	168.67	156.08
Contenido de Humedad %	19.30%	19.43%	31.17%	19.18%	19.04%	28.90%	18.54%	18.57%	28.14%
C.Humedad Promedio	**19.37%**		**31.17%**	**19.11%**		**28.90%**	**18.56%**		**28.14%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.406**		**1.407**	**1.485**		**1.486**	**1.553**		**1.556**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.246	6.248	4.92	0.279	7.087	5.58	0.234	5.944	4.68
48	2	0.340	8.636	6.80	0.395	10.033	7.90	0.365	9.271	7.30
72	3	0.389	9.881	7.78	0.475	12.065	9.50	0.438	11.125	8.76
96	4	0.419	10.643	8.38	0.520	13.208	10.40	0.491	12.471	9.82

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	8.10	0.41	5.80	7.70	0.39	5.51	12.60	0.63	9.02
1.27	0.050	12.00	0.60	8.59	13.70	0.69	9.80	17.60	0.88	12.59
1.91	0.075	13.80	0.69	9.87	17.10	0.86	12.24	20.10	1.01	14.38
2.54	**0.100**	15.50	0.78	11.09	19.20	0.96	13.74	22.50	1.13	16.10
3.18	0.125	16.70	0.84	11.95	20.90	1.05	14.95	24.20	1.21	17.32
3.81	0.150	17.90	0.90	12.81	21.90	1.10	15.67	25.80	1.29	18.46
4.45	0.175	19.10	0.96	13.67	23.00	1.15	16.46	27.50	1.38	19.68
5.08	**0.200**	19.80	0.99	14.17	24.20	1.21	17.32	28.80	1.44	20.61
7.62	0.300	21.80	1.09	15.60	27.60	1.38	19.75	32.60	1.63	23.33
10.16	0.400	23.70	1.19	16.96	29.70	1.49	21.25	35.70	1.79	25.54
12.70	0.500	25.10	1.26	17.96	31.40	1.57	22.47	38.90	1.95	27.83

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213805

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

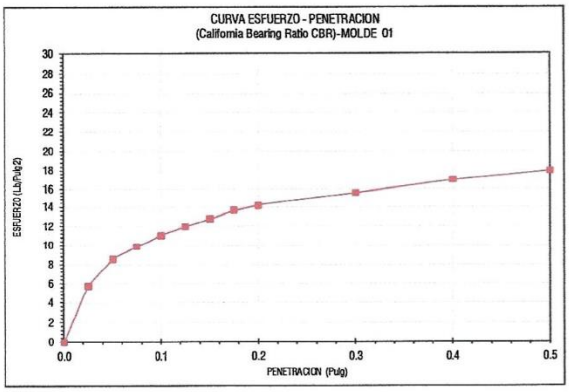
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

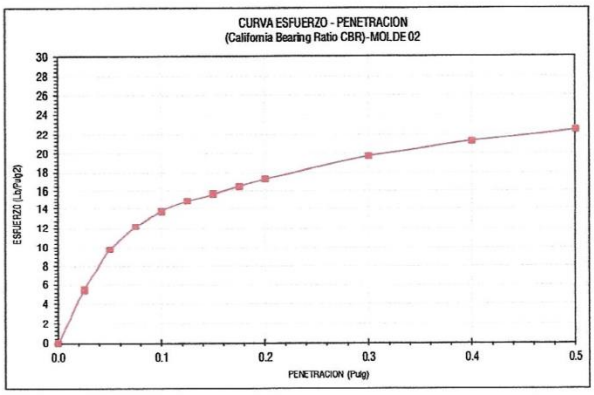
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

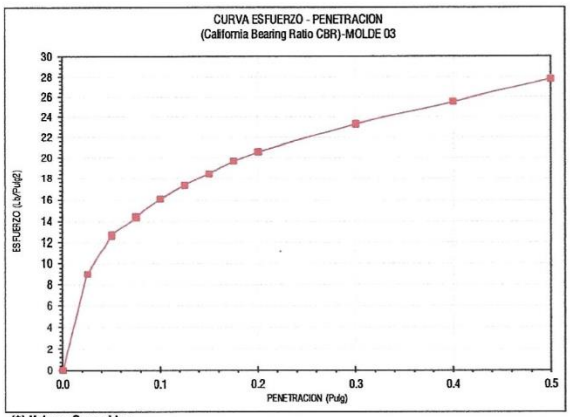
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

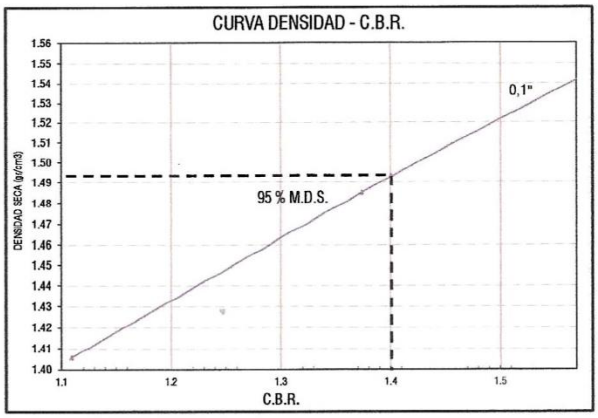
MTC E 132

REPETICIÓN N° 2









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	11.09	1000	1.11	1.41
MOLDE 02	0.1	13.74	1000	1.37	1.48
MOLDE 03	0.1	16.10	1000	1.61	1.55

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.572	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	1.40%
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) :	19.40		

OBSERVACIONES: SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Jodi Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213869

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CÓDIGO	LSP21 - MS - 538
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 3

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12246.0	12564.0	12455.0	12724.0	12927.0	13146.0
Peso Molde (gr)	8267.0	8267.0	8311.0	8311.0	8612.0	8612.0
Peso Húmedo (gr)	3979.0	4297.0	4144.0	4413.0	4315.0	4534.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.727	1.865	1.798	1.915	1.872	1.967

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	335.00	342.00	314.00	335.00	322.00	340.60	332.50	318.50	343.20
Peso Seco + Tara (gr)	302.85	309.93	270.13	303.12	290.32	299.67	301.94	287.46	305.14
Peso Agua (gr)	32.15	32.07	43.87	31.88	31.68	40.93	30.56	31.04	38.06
Peso Tara (gr)	135.00	142.00	114.00	135.00	122.00	140.60	132.50	118.50	143.20
P. Muestra Seca	167.85	167.93	156.13	168.12	168.32	159.07	169.44	168.96	161.94
Contenido de Humedad %	19.15%	19.10%	28.10%	18.96%	18.82%	25.73%	18.04%	18.37%	23.50%
C.Humedad Promedio	**19.13%**		**28.10%**	**18.89%**		**25.73%**	**18.20%**		**23.50%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.449**		**1.456**	**1.512**		**1.523**	**1.584**		**1.593**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.221	5.613	4.42	0.194	4.928	3.88	0.154	3.912	3.08
48	2	0.324	8.230	6.48	0.274	6.960	5.48	0.211	5.359	4.22
72	3	0.359	9.119	7.18	0.315	8.001	6.30	0.286	7.264	5.72
96	4	0.402	10.211	8.04	0.362	9.195	7.24	0.334	8.484	6.68

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	6.50	0.33	4.65	9.80	0.49	7.01	14.40	0.72	10.30
1.27	0.050	10.30	0.52	7.37	13.00	0.65	9.30	18.60	0.93	13.31
1.91	0.075	13.10	0.66	9.37	16.10	0.81	11.52	21.90	1.10	15.67
2.54	**0.100**	15.40	0.77	11.02	19.30	0.97	13.81	25.10	1.26	17.96
3.18	0.125	17.10	0.86	12.24	21.00	1.05	15.03	27.70	1.39	19.82
3.81	0.150	18.70	0.94	13.38	22.80	1.14	16.31	29.30	1.47	20.96
4.45	0.175	20.20	1.01	14.45	24.70	1.24	17.67	30.90	1.55	22.11
5.08	**0.200**	21.20	1.06	15.17	26.00	1.30	18.60	32.50	1.63	23.25
7.62	0.300	23.20	1.16	16.60	28.40	1.42	20.32	35.50	1.78	25.40
10.16	0.400	24.90	1.25	17.82	30.00	1.50	21.47	37.70	1.89	26.98
12.70	0.500	26.20	1.31	18.75	32.20	1.61	23.04	40.30	2.02	28.84

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

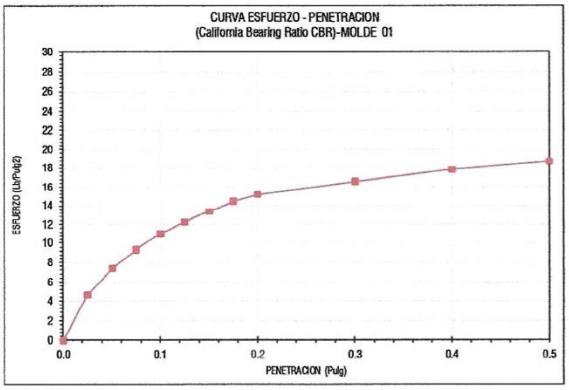
LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CÓDIGO	LSP21 - MS - 538
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

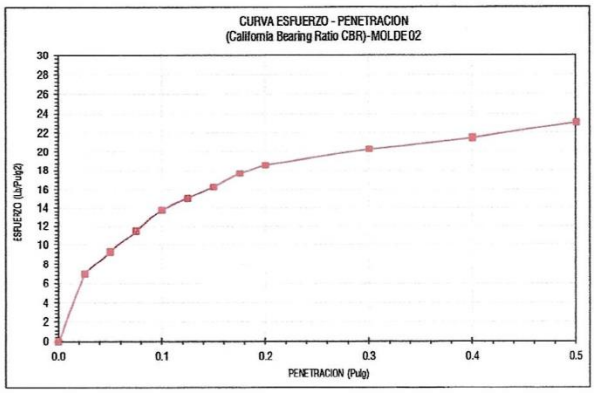
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACIÓN	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

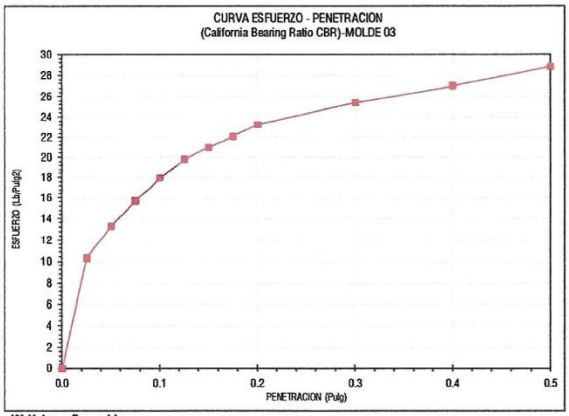
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

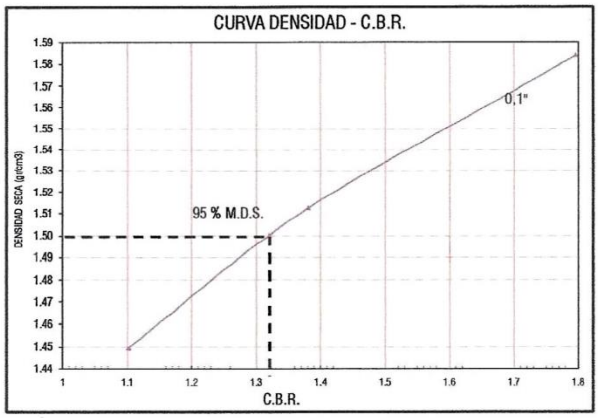
MTC E 132

REPETICION N° 3









(*) Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	11.02	1000	1.10	1.45
MOLDE 02	0.1	13.81	1000	1.38	1.51
MOLDE 03	0.1	17.96	1000	1.80	1.58

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.579	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	1.32%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	19.05		

OBSERVACIONES: SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213805

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN Nº 4

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1			2		3		
Altura Molde (mm)	127			127		127		
N° Capas	5			5		5		
N°Golpes x Capa	12			26		55		
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**		**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**		**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12283.0		12687.0	12492.0	12823.0	12679.0		12991.0
Peso Molde (gr)	8234.0		8234.0	8307.0	8307.0	8311.0		8311.0
Peso Húmedo (gr)	4049.0		4453.0	4185.0	4516.0	4368.0		4680.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53		2304.53	2304.53	2304.53	2304.53		2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.757		1.932	1.816	1.960	1.895		2.031

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	340.60	342.00	332.50	311.00	340.00	310.00	311.50	314.00	351.00
Peso Seco + Tara (gr)	306.82	308.18	284.26	277.56	306.79	264.75	278.68	281.25	307.78
Peso Agua (gr)	33.78	33.82	48.24	33.44	33.21	45.25	32.82	32.75	43.22
Peso Tara (gr)	140.60	142.00	132.50	111.00	140.00	110.00	111.50	114.00	151.00
P. Muestra Seca	166.22	166.18	151.76	166.56	166.79	154.75	167.18	167.25	156.78
Contenido de Humedad %	20.32%	20.35%	31.79%	20.08%	19.91%	29.24%	19.63%	19.58%	27.57%
C.Humedad Promedio	**20.34%**		**31.79%**	**19.99%**		**29.24%**	**19.61%**		**27.57%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.460**		**1.466**	1.513		**1.516**	**1.585**		**1.592**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.303	7.696	6.06	0.259	6.579	5.18	0.256	6.502	5.12
48	2	0.351	8.915	7.02	0.374	9.500	7.48	0.378	9.601	7.56
72	3	0.397	10.084	7.94	0.456	11.582	9.12	0.452	11.481	9.04
96	4	0.432	10.973	8.64	0.507	12.878	10.14	0.512	13.005	10.24

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	7.00	0.35	5.01	10.30	0.52	7.37	12.40	0.62	8.87
1.27	0.050	10.40	0.52	7.44	13.50	0.68	9.66	17.00	0.85	12.16
1.91	0.075	12.90	0.65	9.23	16.00	0.80	11.45	19.90	1.00	14.24
2.54	**0.100**	15.30	0.77	10.95	18.50	0.93	13.24	22.00	1.10	15.74
3.18	0.125	16.90	0.85	12.09	19.90	1.00	14.24	24.30	1.22	17.39
3.81	0.150	18.50	0.93	13.24	21.60	1.08	15.46	26.10	1.31	18.68
4.45	0.175	19.60	0.98	14.02	23.10	1.16	16.53	28.00	1.40	20.03
5.08	**0.200**	20.70	1.04	14.81	24.30	1.22	17.39	29.40	1.47	21.04
7.62	0.300	23.00	1.15	16.46	27.30	1.37	19.53	32.80	1.64	23.47
10.16	0.400	24.60	1.23	17.60	29.80	1.49	21.32	36.00	1.80	25.76
12.70	0.500	26.10	1.31	18.68	32.10	1.61	22.97	38.70	1.94	27.69

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

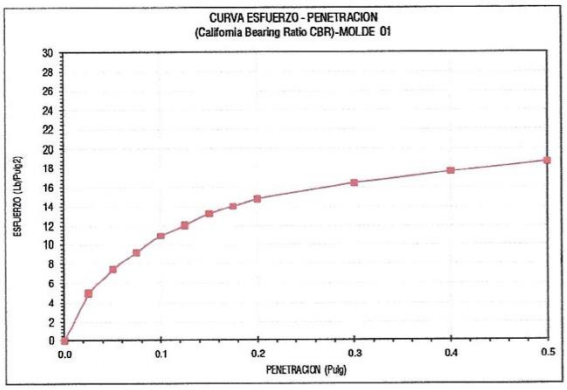
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

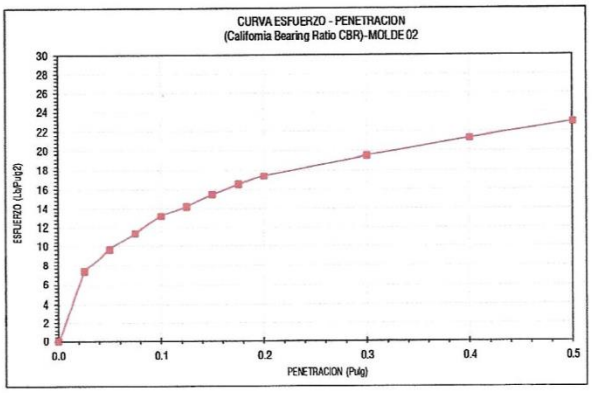
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

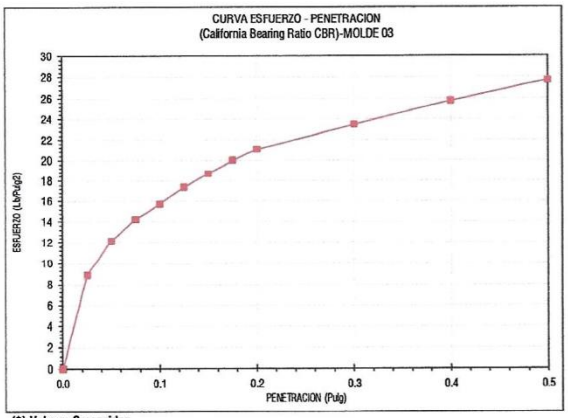
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

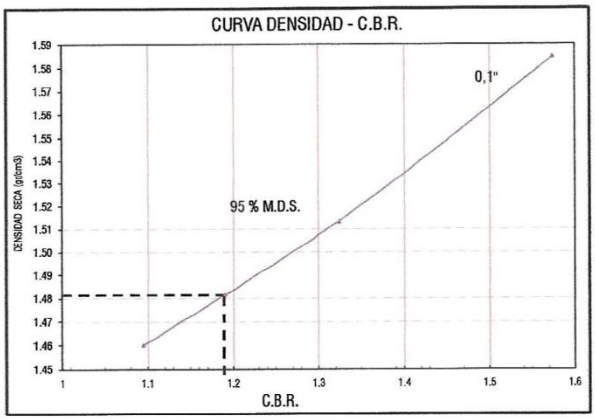
MTC E 132

REPETICION N° 4









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	10.95	1000	1.09	1.46
MOLDE 02	0.1	13.24	1000	1.32	1.51
MOLDE 03	0.1	15.74	1000	1.57	1.58

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.560	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	1.19%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	20.19		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: -DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ -JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021

MUESTRA CON ADICIÓN DEL 4% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021

LIMITES DE ATTERBERG: LIMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLASTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 973421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

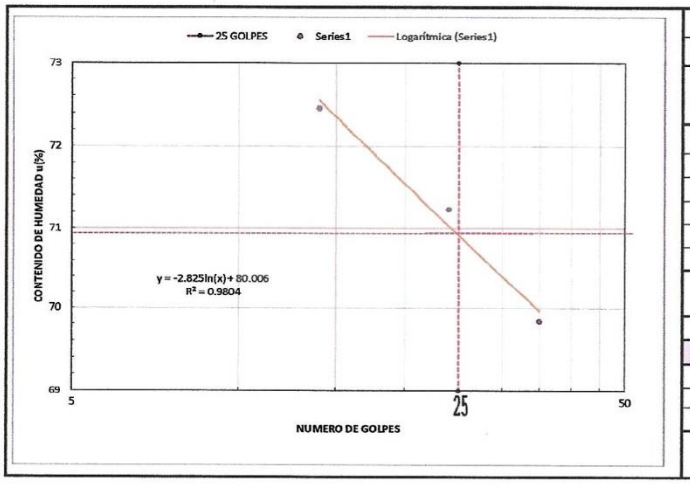
REPETICIÓN N°1

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	T-4	269	268
Wt+ M.Húmeda (gr)	**44.30**	**44.08**	**44.28**
Wt+ M. Seca (gr)	**31.59**	**31.25**	**31.43**
W agua (gr)	12.71	12.83	12.85
W tara (gr)	**14.05**	**13.24**	**13.03**
W M.Seca (gr)	17.54	18.01	18.40
W(%)	72.46	71.24	69.84
N.GOLPES	**14**	**24**	**35**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	16	39	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.39**	**20.04**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.51**	**18.19**	
W agua (gr)	1.88	1.85	
W tara (gr)	**14.18**	**13.86**	
W M.Seca (gr)	4.33	4.33	
W(%)	43.42	42.73	43.07

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	70.913

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	67.55
II	70.89
III	72.74
PROM	70.39

LP	43.072
IP	27.841
X	Y
25	69
25	73

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	70.913
LIMITE PLASTICO (%)	43.072
INDICE DE PLASTICIDAD	27.841

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenneer Kinbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

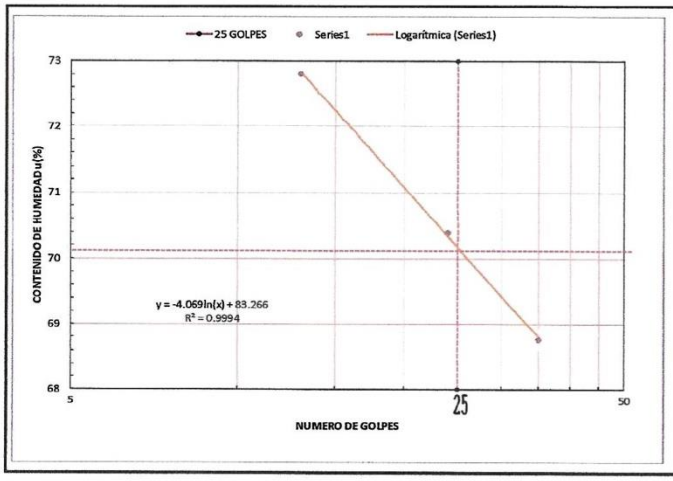
REPETICIÓN N°2

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	zz	4	555
Wt+ M.Húmeda (gr)	**61.10**	**59.91**	**58.77**
Wt+ M. Seca (gr)	**52.13**	**51.47**	**50.36**
W agua (gr)	8.97	8.44	8.41
W tara (gr)	**39.81**	**39.48**	**38.13**
W M.Seca (gr)	12.32	11.99	12.23
W(%)	72.81	70.39	68.77
N.GOLPES	**13**	**24**	**35**

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	12	56	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.79**	**25.20**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.84**	**23.43**	
W agua (gr)	1.95	1.77	
W tara (gr)	**14.12**	**19.11**	
W M.Seca (gr)	4.72	4.32	
W(%)	41.31	40.97	41.14

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	70.168

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	67.27
II	70.05
III	71.62
PROM	69.65
LP	41.143
IP	29.025
X	Y
25	68
25	73

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k \cdot w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	70.168
LIMITE PLASTICO (%)	41.143
INDICE DE PLASTICIDAD	29.025

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 278809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

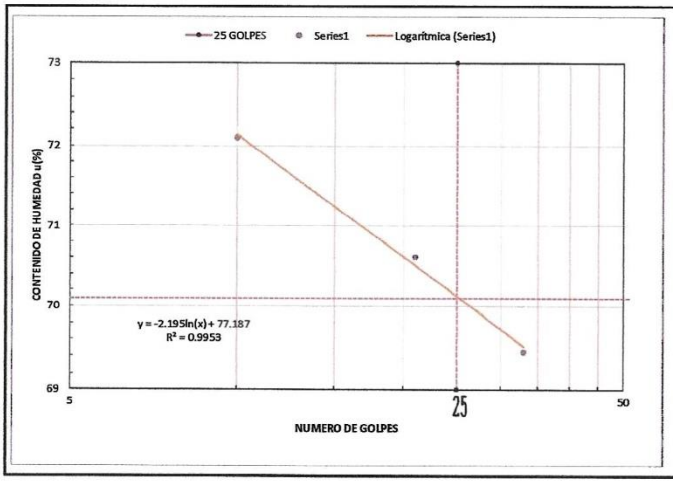
REPETICIÓN N°3

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	8A	5	6D
Wt+ M.Húmeda (gr)	**60.79**	**57.22**	**59.88**
Wt+ M. Seca (gr)	**51.18**	**48.74**	**51.22**
W agua (gr)	9.61	8.48	8.66
W tara (gr)	**37.85**	**36.73**	**38.75**
W M.Seca (gr)	13.33	12.01	12.47
W(%)	72.09	70.61	69.45
N.GOLPES	**10**	**21**	**33**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	17	86k	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**26.27**	**26.08**	
Wt+ M. Seca (gr)	**24.39**	**24.25**	
W agua (gr)	1.88	1.83	
W tara (gr)	**19.94**	**19.90**	
W M.Seca (gr)	4.45	4.35	
W(%)	42.25	42.07	42.16

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	70.122

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	64.53
II	69.13
III	71.82
PROM	68.49

LP	42.158
IP	27.964
X	Y
25	69
25	73

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	70.122
LIMITE PLASTICO (%)	42.158
INDICE DE PLASTICIDAD	27.964

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

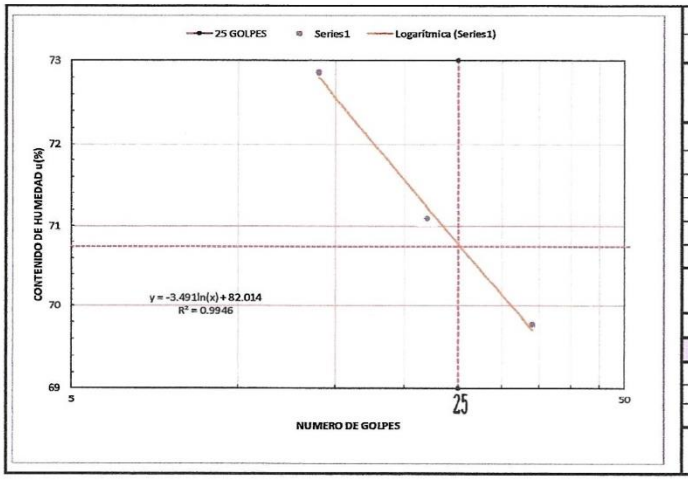
REPETICIÓN N°4

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	22	16	26
Wt+ M.Húmeda (gr)	**60.38**	**55.19**	**59.60**
Wt+ M. Seca (gr)	**50.74**	**46.19**	**50.83**
W agua (gr)	9.64	9.00	8.77
W tara (gr)	**37.51**	**33.53**	**38.26**
W M.Seca (gr)	13.23	12.66	12.57
W(%)	72.86	71.09	69.77
N.GOLPES	**14**	**22**	**34**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	9	10	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.43**	**19.68**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.64**	**17.84**	
W agua (gr)	1.79	1.84	
W tara (gr)	**14.38**	**13.58**	
W M.Seca (gr)	4.26	4.26	
W(%)	42.02	43.19	42.61

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	70.777

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	67.93
II	70.00
III	72.41
PROM	70.11

LP	42.606
IP	28.171
X	Y
25	69
25	73

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	70.777
LIMITE PLASTICO (%)	42.606
INDICE DE PLASTICIDAD	28.171

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

PROCTOR MODIFICADO

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

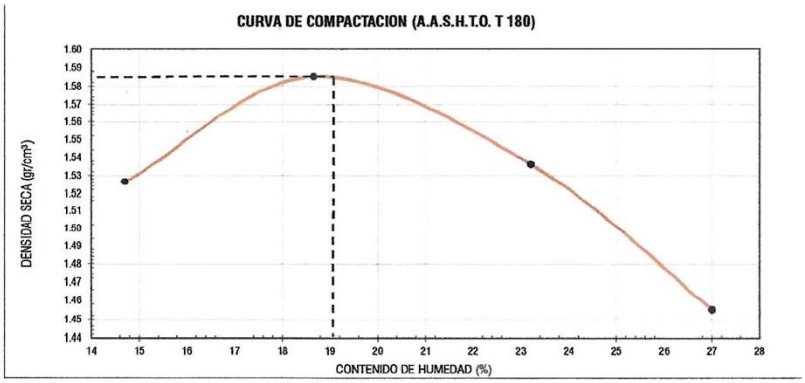
DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.					JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.					TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO					ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°1** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5835.00		5957.00		5968.00		5926.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1642.00		1764.00		1775.00		1733.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.75		1.88		1.89		1.85	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	638.18	611.4	627	639.5	612	611.6	623.00	618.00
	Peso Seco + Tara (gr)	574.28	547.55	548.15	561.18	520.1	517.41	516.61	511.78
	Peso Agua (gr)	63.9	63.85	78.85	78.32	91.9	94.19	106.39	106.22
	Peso Tara (gr)	138.18	114.4	127	139.5	124	111.6	123.00	118.00
	Peso Muestra Seca (gr)	436.10	433.15	421.15	421.68	396.10	405.81	393.61	393.78
	Contenido de Humedad (%)	14.65	14.74	18.72	18.57	23.20	23.21	27.03	26.97
	C. Humedad (%) promedio	14.70		18.65		23.21		27.00	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.53		1.59		1.54		1.45	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.585
C. HUMEDAD OPTIMO :	18.80%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 ºC
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACIÓN	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

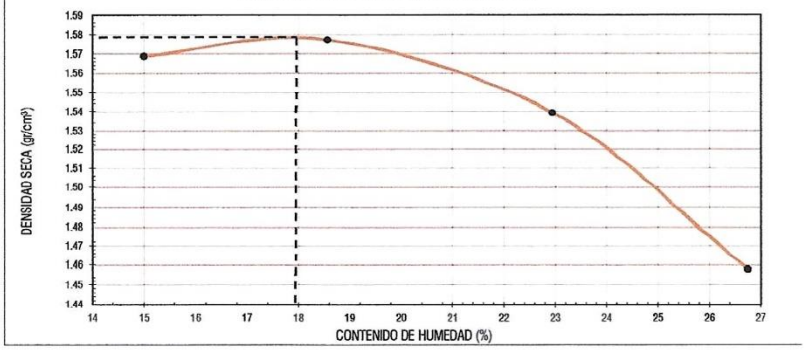
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°1** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5885.00		5947.00		5968.00		5926.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1692.00		1754.00		1775.00		1733.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.80		1.87		1.89		1.85	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	611	615	616	618	644	645	623.00	634.60
	Peso Seco + Tara (gr)	546.21	549.38	538.15	539.25	550.08	552.36	518.11	528.49
	Peso Agua (gr)	64.79	65.62	77.85	78.75	93.92	92.64	104.89	106.11
	Peso Tara (gr)	111	115	116	118	144	145	123.00	134.60
	Peso Muestra Seca (gr)	435.21	434.38	422.15	421.25	406.08	407.36	395.11	393.89
	Contenido de Humedad (%)	14.89	15.11	18.44	18.69	23.13	22.74	26.55	26.94
	C. Humedad (%) promedio	15.00		18.57		22.94		26.74	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.57		1.58		1.54		1.46	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	**1.579**
C. HUMEDAD OPTIMO :	**17.81%**

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	**"A"**
DIAMETRO DE MOLDE :	**4"**
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jeiner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213805

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO		

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°1** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5909.00		5959.00		5968.00		5926.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1716.00		1766.00		1775.00		1733.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.83		1.88		1.89		1.85	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	645	611.6	644.1	625	627	628	621.00	612.20
	Peso Seco + Tara (gr)	579.41	546.59	567.54	547.38	537.39	535.31	517.05	509.29
	Peso Agua (gr)	65.59	65.01	76.56	77.62	89.61	92.69	103.95	102.91
	Peso Tara (gr)	145	111.6	144.1	125	127	128	121.00	112.20
	Peso Muestra Seca (gr)	434.41	434.99	423.44	422.38	410.39	407.31	396.05	397.09
	Contenido de Humedad (%)	15.10	14.95	18.08	18.38	21.84	22.76	26.25	25.92
	C. Humedad (%) promedio	15.02		18.23		22.30		26.08	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.59		1.59		1.55		1.47	

DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.596
C. HUMEDAD OPTIMO :	17.20%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jeneer Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

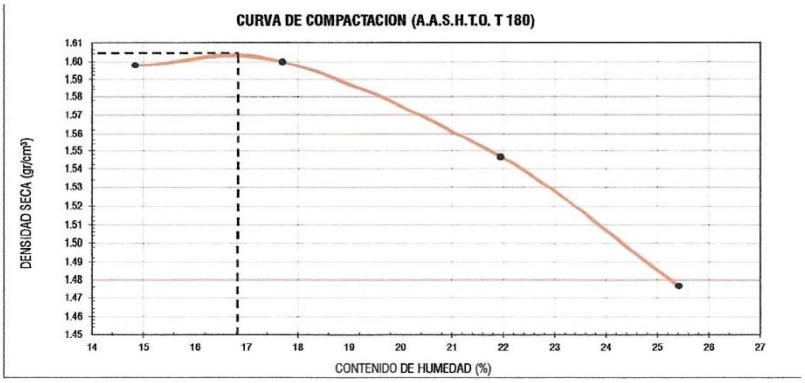
DATOS DEL PROYECTO						DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.					JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.					TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ					ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO						
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°1** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5914.00		5959.00		5962.00		5930.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1721.00		1766.00		1769.00		1737.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.84		1.88		1.89		1.85	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	634.6	611.6	627	618	621	608.3	612.30	623.00
	Peso Seco + Tara (gr)	570.41	546.59	551.94	542.68	529.55	519.78	513.39	519.32
	Peso Agua (gr)	64.19	65.01	75.06	75.32	91.45	88.52	98.91	103.68
	Peso Tara (gr)	134.6	111.6	127	118	121	108.3	112.30	123.00
	Peso Muestra Seca (gr)	435.81	434.99	424.94	424.68	408.55	411.48	401.09	396.32
	Contenido de Humedad (%)	14.73	14.95	17.66	17.74	22.38	21.51	24.66	26.16
	C. Humedad (%) promedio	14.84		17.70		21.95		25.41	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.60		1.60		1.55		1.48	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.604
C. HUMEDAD OPTIMO :	16.80%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 ºC
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."				SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

CBR DE SUELOS EN LABORATORIO

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969377841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 1

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12268.0	12493.0	12447.0	12692.0	12604.0	12834.0
Peso Molde (gr)	8179.0	8179.0	8261.0	8261.0	8356.0	8356.0
Peso Húmedo (gr)	4089.0	4314.0	4186.0	4431.0	4248.0	4478.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.774	1.872	1.816	1.923	1.843	1.943

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	335.00	308.30	342.00	314.00	332.50	328.20	310.60	330.00	318.50
Peso Seco + Tara (gr)	303.14	276.50	301.67	282.82	301.40	289.28	280.02	299.25	279.91
Peso Agua (gr)	31.86	31.80	40.33	31.18	31.10	38.92	30.58	30.75	38.59
Peso Tara (gr)	135.00	108.30	142.00	114.00	132.50	128.20	110.60	130.00	118.50
P. Muestra Seca	168.14	168.20	159.67	168.82	168.90	161.08	169.42	169.25	161.41
Contenido de Humedad %	18.95%	18.91%	25.26%	18.47%	18.41%	24.16%	18.05%	18.17%	23.91%
C.Humedad Promedio	**18.93%**		**25.26%**	**18.44%**		**24.16%**	**18.11%**		**23.91%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.492**		**1.494**	**1.534**		**1.549**	**1.561**		**1.568**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.167	4.242	3.34	0.204	5.182	4.08	0.257	6.528	5.14
48	2	0.234	5.944	4.68	0.274	6.960	5.48	0.316	8.026	6.32
72	3	0.265	6.731	5.30	0.290	7.366	5.80	0.352	8.941	7.04
96	4	0.291	7.391	5.82	0.319	8.103	6.38	0.378	9.601	7.56

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	6.30	0.32	4.51	7.50	0.38	5.37	11.10	0.56	7.94
1.27	0.050	14.10	0.71	10.09	15.10	0.76	10.80	19.50	0.98	13.95
1.91	0.075	21.60	1.08	15.46	23.80	1.19	17.03	28.50	1.43	20.39
2.54	0.100	29.10	1.46	20.82	31.20	1.56	22.32	35.50	1.78	25.40
3.18	0.125	32.20	1.61	23.04	34.80	1.74	24.90	38.20	1.91	27.33
3.81	0.150	34.80	1.74	24.90	37.40	1.87	26.76	41.40	2.07	29.62
4.45	0.175	37.00	1.85	26.47	39.60	1.98	28.33	43.70	2.19	31.27
5.08	0.200	39.00	1.95	27.91	41.10	2.06	29.41	46.00	2.30	32.91
7.62	0.300	45.20	2.26	32.34	47.40	2.37	33.92	53.20	2.66	38.07
10.16	0.400	51.50	2.58	36.85	53.70	2.69	38.42	59.70	2.99	42.72
12.70	0.500	59.30	2.97	42.43	62.50	3.13	44.72	67.70	3.39	48.44

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenifer Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 243803

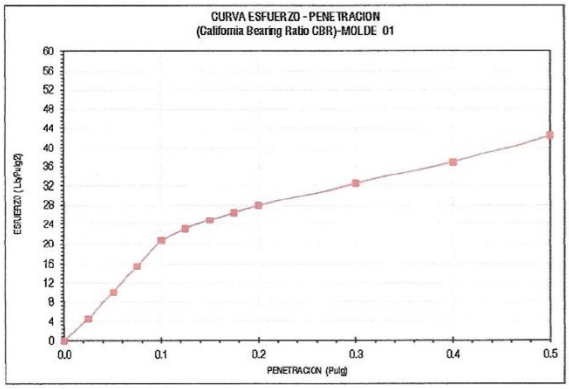
LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CÓDIGO	LSP21 - MS - 538
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

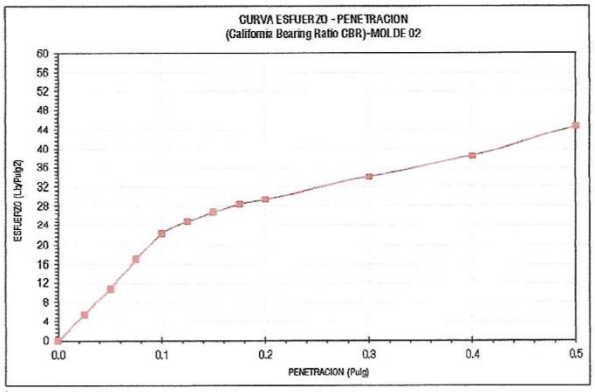
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

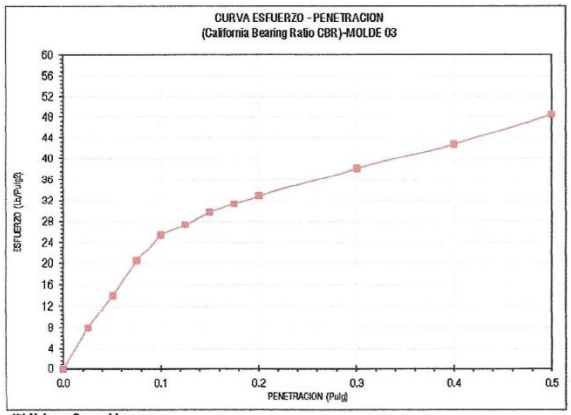
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

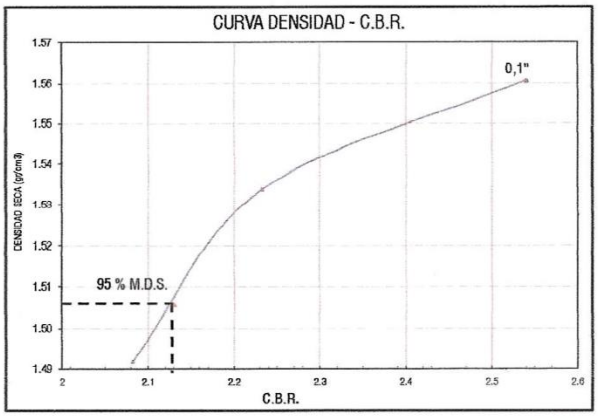
MTC E 132

REPETICION Nº 1









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	20.82	1000	2.08	1.49
MOLDE 02	0.1	22.32	1000	2.23	1.53
MOLDE 03	0.1	25.40	1000	2.54	1.56

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.585	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	2.13%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	18.80		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	**A-7-5 (32)**
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	**CH**

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 2

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12301.0	12622.0	12398.0	12667.0	12686.0	12961.0
Peso Molde (gr)	8402.0	8402.0	8301.0	8301.0	8508.0	8508.0
Peso Húmedo (gr)	3899.0	4220.0	4097.0	4366.0	4178.0	4453.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.692	1.831	1.778	1.895	1.813	1.932

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	342.00	332.50	340.60	310.00	340.00	311.00	351.00	311.50	314.00
Peso Seco + Tara (gr)	311.65	302.40	283.90	279.81	309.86	264.12	321.64	282.26	306.52
Peso Agua (gr)	30.35	30.10	56.70	30.19	30.14	46.88	29.36	29.24	7.48
Peso Tara (gr)	142.00	132.50	140.60	110.00	140.00	111.00	151.00	111.50	114.00
P. Muestra Seca	169.65	169.90	143.30	169.81	169.86	153.12	170.64	170.76	192.52
Contenido de Humedad %	17.89%	17.72%	39.57%	17.78%	17.74%	30.62%	17.21%	17.12%	3.89%
C.Humedad Promedio	**17.80%**		**39.57%**	**17.76%**		**30.62%**	**17.16%**		**3.89%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.436**		**1.312**	**1.510**		**1.450**	**1.547**		**1.860**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.142	3.607	2.84	0.159	4.039	3.18	0.186	4.724	3.72
48	2	0.264	6.706	5.28	0.278	7.061	5.56	0.335	8.509	6.70
72	3	0.339	8.611	6.78	0.356	9.042	7.12	0.470	11.938	9.40
96	4	0.375	9.525	7.50	0.409	10.389	8.18	0.510	12.954	10.20

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	7.20	0.36	5.15	10.30	0.52	7.37	15.00	0.75	10.73
1.27	0.050	14.70	0.74	10.52	21.30	1.07	15.24	25.30	1.27	18.10
1.91	0.075	24.80	1.24	17.74	28.80	1.44	20.61	33.80	1.69	24.18
2.54	**0.100**	31.80	1.59	22.75	33.80	1.69	24.18	40.00	2.00	28.62
3.18	0.125	35.70	1.79	25.54	38.20	1.91	27.33	43.80	2.19	31.34
3.81	0.150	38.20	1.91	27.33	41.60	2.08	29.77	47.20	2.36	33.77
4.45	0.175	41.50	2.08	29.69	44.70	2.24	31.98	50.70	2.54	36.28
5.08	**0.200**	44.00	2.20	31.48	46.60	2.33	33.34	52.90	2.65	37.85
7.62	0.300	52.40	2.62	37.49	54.40	2.72	38.92	59.70	2.99	42.72
10.16	0.400	60.00	3.01	42.93	62.20	3.12	44.51	66.30	3.32	47.44
12.70	0.500	67.50	3.38	48.30	70.70	3.54	50.59	73.50	3.68	52.59

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

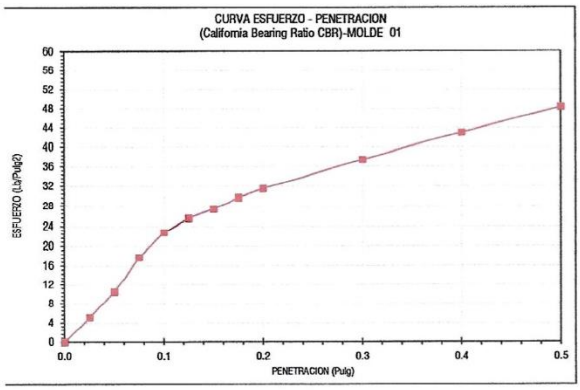
LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

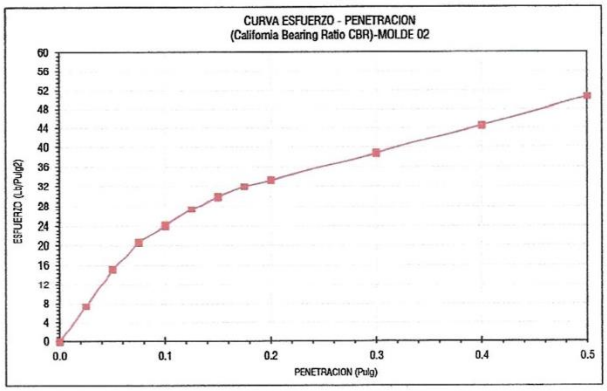
LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS								
	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS						**CÓDIGO**	**LSP21 - MS - 538**
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.						**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.						**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO						**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO
DATOS DEL MUESTREO							**CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION**	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021		CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	**A-7-5 (32)**
PROGRESIVA:	KM 2 + 000						CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	**CH**

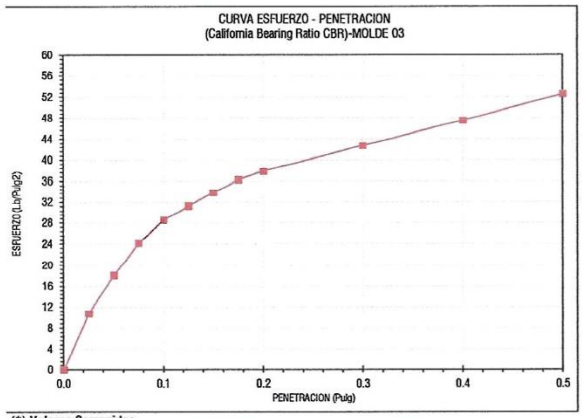
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

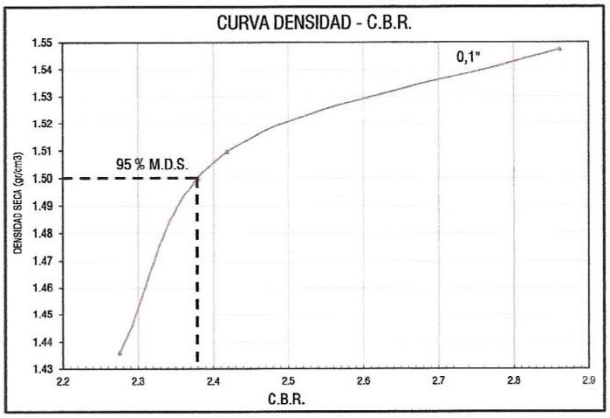
MTC E 132

REPETICION N° 2









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	22.75	1000	2.28	1.44
MOLDE 02	0.1	24.18	1000	2.42	1.51
MOLDE 03	0.1	28.62	1000	2.86	1.55

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.579	**C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=**	**2.38%**
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	17.81		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						**CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION**	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	**A-7-5 (32)**
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	**CH**

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 3

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12216.0	12530.0	12422.0	12673.0	12575.0	12826.0
Peso Molde (gr)	8179.0	8179.0	8261.0	8261.0	8356.0	8356.0
Peso Húmedo (gr)	4037.0	4351.0	4161.0	4412.0	4219.0	4470.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.752	1.888	1.806	1.914	1.831	1.940

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	335.00	308.30	342.00	314.00	332.50	328.20	310.60	330.00	318.50
Peso Seco + Tara (gr)	305.51	278.78	300.45	284.85	303.42	289.37	281.89	301.38	281.07
Peso Agua (gr)	29.49	29.52	41.55	29.15	29.08	38.83	28.71	28.62	37.43
Peso Tara (gr)	135.00	108.30	142.00	114.00	132.50	128.20	110.60	130.00	118.50
P. Muestra Seca	170.51	170.48	158.45	170.85	170.92	161.17	171.29	171.38	162.57
Contenido de Humedad %	17.30%	17.32%	26.22%	17.06%	17.01%	24.09%	16.76%	16.70%	23.02%
C.Humedad Promedio	**17.31%**		**26.22%**	**17.04%**		**24.09%**	**16.73%**		**23.02%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.493**		**1.496**	**1.543**		**1.543**	**1.568**		**1.577**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.126	3.200	2.52	0.137	3.480	2.74	0.174	4.420	3.48
48	2	0.254	6.452	5.08	0.257	6.528	5.14	0.324	8.230	6.48
72	3	0.324	8.230	6.48	0.342	8.687	6.84	0.455	11.557	9.10
96	4	0.356	9.042	7.12	0.398	10.109	7.96	0.486	12.344	9.72

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	12.10	0.61	8.66	14.96	0.75	10.70	27.06	1.36	19.36
1.27	0.050	20.02	1.00	14.32	24.86	1.25	17.79	37.40	1.87	26.76
1.91	0.075	30.80	1.54	22.04	34.10	1.71	24.40	45.76	2.29	32.74
2.54	**0.100**	37.84	1.90	27.08	41.58	2.08	29.75	49.06	2.46	35.10
3.18	0.125	41.58	2.08	29.75	45.32	2.27	32.43	51.92	2.60	37.15
3.81	0.150	44.22	2.21	31.64	47.96	2.40	34.32	55.22	2.77	39.51
4.45	0.175	46.42	2.33	33.21	50.16	2.51	35.89	57.64	2.89	41.24
5.08	**0.200**	48.40	2.42	34.63	51.70	2.59	36.99	60.06	3.01	42.97
7.62	0.300	54.78	2.74	39.20	58.08	2.91	41.56	67.54	3.38	48.33
10.16	0.400	61.16	3.06	43.76	64.46	3.23	46.12	74.36	3.72	53.21
12.70	0.500	69.08	3.46	49.43	73.48	3.68	52.58	82.72	4.14	59.19

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

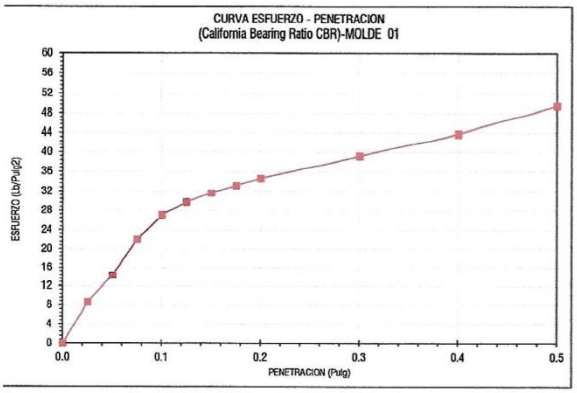
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO

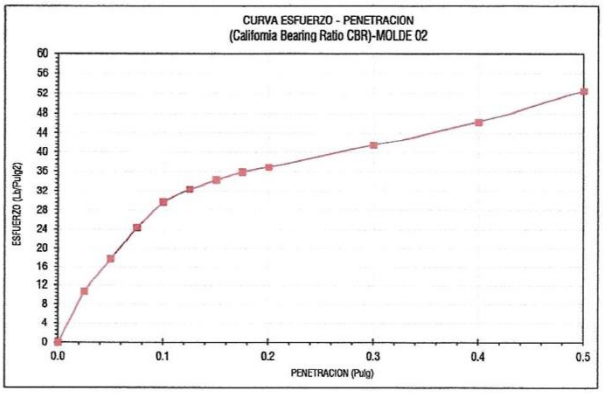
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	**A-7-5 (32)**
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	**CH**

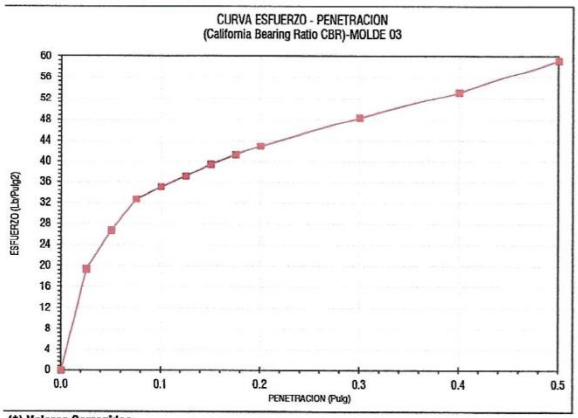
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

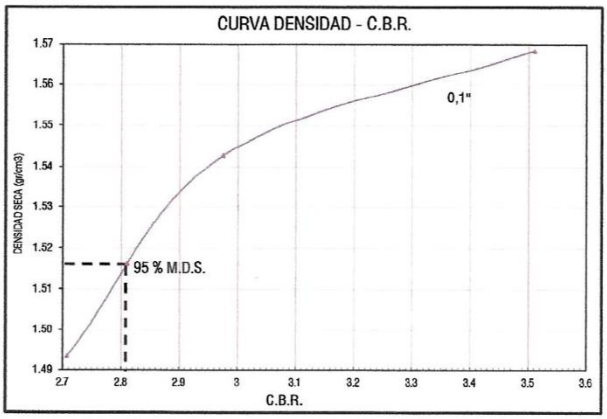
MTC E 132

REPETICION N° 3









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	27.08	1000	2.71	1.49
MOLDE 02	0.1	29.75	1000	2.98	1.54
MOLDE 03	0.1	35.10	1000	3.51	1.57

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.596	**C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=**	**2.81%**
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	17.20		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						**CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION**	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	**A-7-5 (32)**
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	**CH**

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 4

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12404.0	12700.0	12406.0	12647.0	12919.0	13166.0
Peso Molde (gr)	8307.0	8307.0	8267.0	8267.0	8618.0	8618.0
Peso Húmedo (gr)	4097.0	4393.0	4139.0	4380.0	4301.0	4548.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.778	1.906	1.796	1.901	1.866	1.974

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	351.00	311.50	308.00	340.00	310.00	314.00	342.00	332.50	340.60
Peso Seco + Tara (gr)	322.15	282.53	268.13	311.25	282.00	276.76	314.46	304.89	304.23
Peso Agua (gr)	28.85	28.97	39.87	28.75	28.00	37.24	27.54	27.61	36.37
Peso Tara (gr)	151.00	111.50	108.00	140.00	110.00	114.00	142.00	132.50	140.60
P. Muestra Seca	171.15	171.03	160.13	171.25	172.00	162.76	172.46	172.39	163.63
Contenido de Humedad %	16.86%	16.94%	24.90%	16.79%	16.28%	22.88%	15.97%	16.02%	22.23%
C.Humedad Promedio	**16.90%**		**24.90%**	**16.53%**		**22.88%**	**15.99%**		**22.23%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.521**		**1.526**	**1.541**		**1.547**	**1.609**		**1.615**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.121	3.073	2.42	0.132	3.353	2.64	0.169	4.287	3.38
48	2	0.244	6.198	4.88	0.247	6.274	4.94	0.314	7.983	6.29
72	3	0.311	7.899	6.22	0.328	8.331	6.56	0.441	11.210	8.83
96	4	0.342	8.687	6.84	0.382	9.703	7.64	0.471	11.974	9.43

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	10.30	0.52	7.37	18.20	0.91	13.02	21.60	1.08	15.46
1.27	0.050	20.40	1.02	14.60	30.00	1.50	21.47	36.50	1.83	26.12
1.91	0.075	32.60	1.63	23.33	41.30	2.07	29.55	48.70	2.44	34.85
2.54	**0.100**	41.80	2.09	29.91	47.40	2.37	33.92	57.00	2.85	40.78
3.18	0.125	46.80	2.34	33.49	54.90	2.75	39.28	63.10	3.16	45.15
3.81	0.150	49.40	2.47	35.35	58.10	2.91	41.57	67.90	3.40	48.58
4.45	0.175	51.70	2.59	36.99	60.70	3.04	43.43	73.00	3.66	52.23
5.08	**0.200**	54.30	2.72	38.85	62.60	3.14	44.79	76.20	3.82	54.52
7.62	0.300	65.00	3.26	46.51	70.30	3.52	50.30	85.90	4.30	61.46
10.16	0.400	73.60	3.69	52.66	78.00	3.91	55.81	95.50	4.78	68.33
12.70	0.500	81.70	4.09	58.46	88.90	4.45	63.61	105.80	5.30	75.70

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

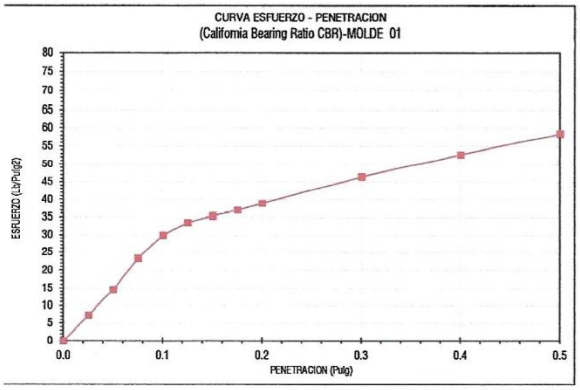
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

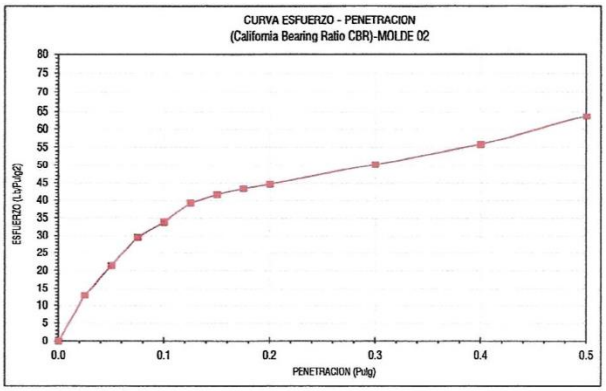
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

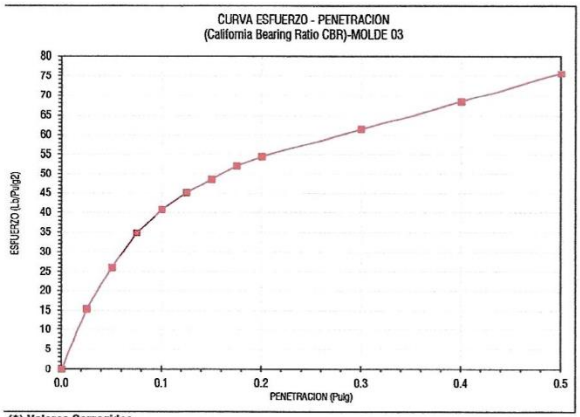
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

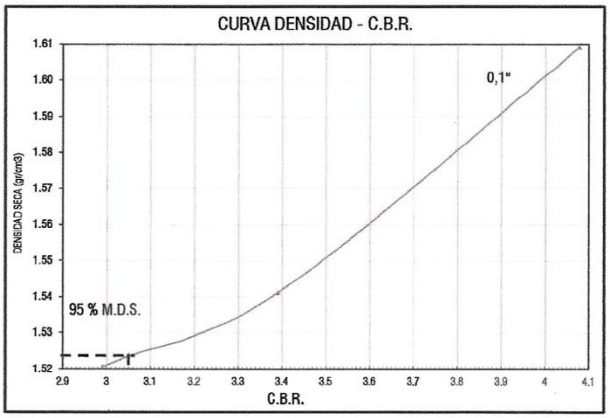
MTC E 132

REPETICION N° 4









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	29.91	1000	2.99	1.52
MOLDE 02	0.1	33.92	1000	3.39	1.54
MOLDE 03	0.1	40.78	1000	4.08	1.61

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.604	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	3.05%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	16.80		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

MUESTRA CON ADICIÓN DEL 8% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021

LIMITES DE ATTERBERG: LIMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLASTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

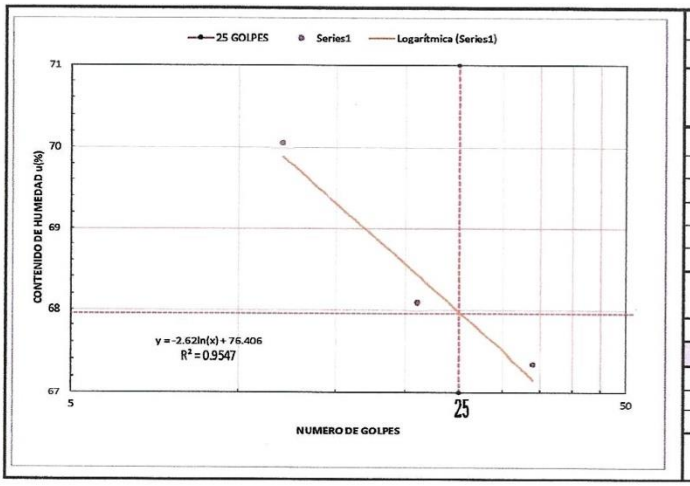
REPETICIÓN N°1

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	P-9	100	351
Wt+ M.Húmeda (gr)	**61.61**	**62.00**	**34.86**
Wt+ M. Seca (gr)	**52.44**	**53.36**	**26.32**
W agua (gr)	9.17	8.64	8.54
W tara (gr)	**39.35**	**40.67**	**13.64**
W M.Seca (gr)	13.09	12.69	12.68
W(%)	70.05	68.09	67.35
N.GOLPES	**12**	**21**	**34**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	61	20K	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**26.08**	**20.35**	
Wt+ M. Seca (gr)	**24.25**	**18.63**	
W agua (gr)	1.83	1.72	
W tara (gr)	**19.67**	**14.34**	
W M.Seca (gr)	4.58	4.29	
W(%)	39.96	40.09	40.02

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	67.973

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	64.10
II	66.66
III	69.90
PROM	66.89

LP	40.025
IP	27.948
X	Y
25	67
25	71

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	67.973
LIMITE PLASTICO (%)	40.025
INDICE DE PLASTICIDAD	27.948

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

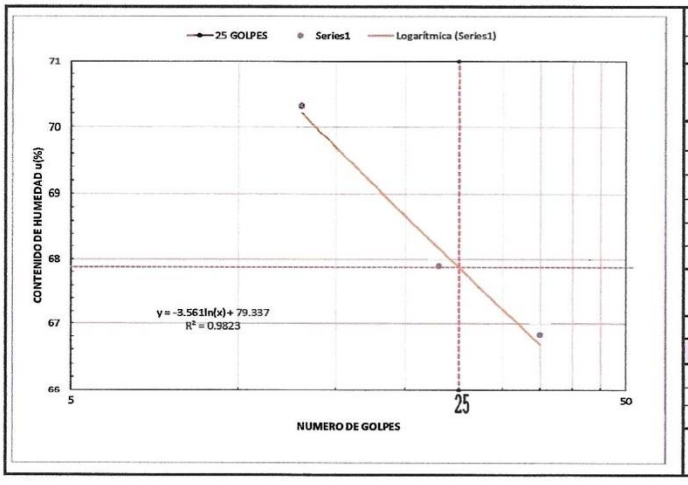
REPETICIÓN N°2

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	6	25	352
Wt+ M.Húmeda (gr)	**57.39**	**58.32**	**33.73**
Wt+ M. Seca (gr)	**48.98**	**49.67**	**25.65**
W agua (gr)	8.41	8.65	8.08
W tara (gr)	**37.02**	**36.93**	**13.56**
W M.Seca (gr)	11.96	12.74	12.09
W(%)	70.32	67.90	66.83
N.GOLPES	**13**	**23**	**35**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60ºC	110º C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60ºC	110º C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	22	13	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.04**	**20.43**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.30**	**18.65**	
W agua (gr)	1.74	1.78	
W tara (gr)	**14.02**	**14.18**	
W M.Seca (gr)	4.28	4.47	
W(%)	40.65	39.82	40.24

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	67.875

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	64.97
II	67.21
III	69.61
PROM	67.26
LP	40.238
IP	27.637
X	Y
23	66
25	71

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	67.875
LIMITE PLASTICO (%)	40.238
INDICE DE PLASTICIDAD	27.637

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

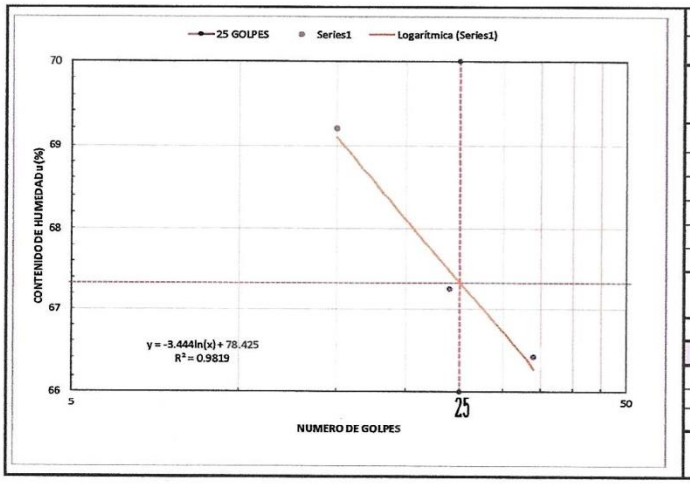
REPETICIÓN N°3

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	348	351	71
Wt+ M.Húmeda (gr)	**37.32**	**34.35**	**63.09**
Wt+ M. Seca (gr)	**27.55**	**26.03**	**53.70**
W agua (gr)	9.77	8.32	9.39
W tara (gr)	**13.43**	**13.66**	**39.56**
W M.Seca (gr)	14.12	12.37	14.14
W(%)	69.19	67.26	66.41
N.GOLPES	**15**	**24**	**34**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	22	J	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.11**	**14.88**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.40**	**13.15**	
W agua (gr)	1.71	1.73	
W tara (gr)	**14.03**	**8.87**	
W M.Seca (gr)	4.37	4.28	
W(%)	39.13	40.42	39.78

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	67.339

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	65.05
II	66.93
III	68.92
PROM	66.97
LP	39.775
IP	27.564

X	Y
20	00
25	70

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	67.339
LIMITE PLASTICO (%)	39.775
INDICE DE PLASTICIDAD	27.564

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

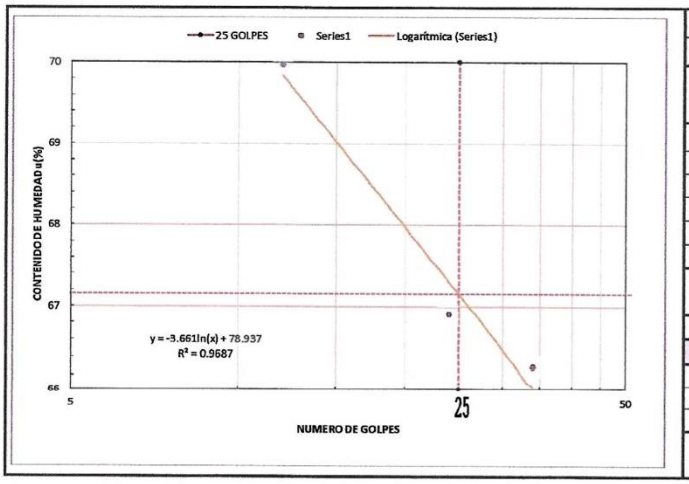
REPETICIÓN N°4

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	x	351	8
Wt+ M.Húmeda (gr)	**37.45**	**34.38**	**63.09**
Wt+ M. Seca (gr)	**27.57**	**25.99**	**53.71**
W agua (gr)	9.88	8.39	9.38
W tara (gr)	**13.45**	**13.45**	**39.56**
W M.Seca (gr)	14.12	12.54	14.15
W(%)	69.97	66.91	66.29
N.GOLPES	**12**	**24**	**34**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	9	10	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.18**	**13.35**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.49**	**11.93**	
W agua (gr)	1.69	1.42	
W tara (gr)	**14.25**	**8.35**	
W M.Seca (gr)	4.24	3.58	
W(%)	39.86	39.66	39.76

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	67.153

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	64.03
II	66.58
III	68.80
PROM	66.47

LP	39.762
IP	27.391

X	Y
25	66
25	70

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	67.153
LIMITE PLASTICO (%)	39.762
INDICE DE PLASTICIDAD	27.391

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

PROCTOR MODIFICADO

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

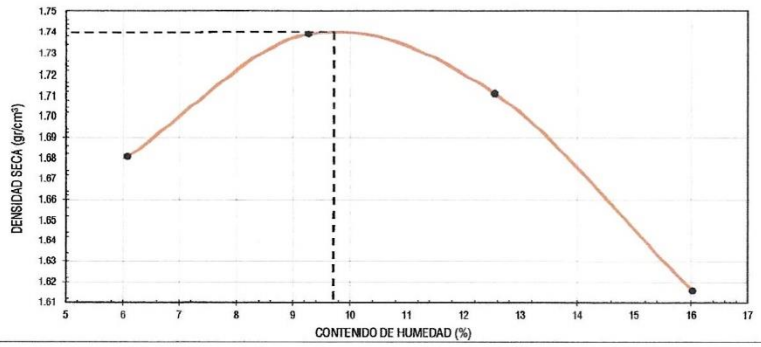
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°1** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5865.00		5975.00		5999.00		5951.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1672.00		1782.00		1806.00		1758.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.78		1.90		1.93		1.87	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	623	615	644.1	627	608.3	611.6	645.00	644.00
	Peso Seco + Tara (gr)	593.18	587.55	601.91	584.41	552.84	555.61	576.38	574.49
	Peso Agua (gr)	29.82	27.45	42.19	42.59	55.46	55.99	68.62	69.51
	Peso Tara (gr)	123	115	144.1	127	108.3	111.6	145.00	144.00
	Peso Muestra Seca (gr)	470.18	472.55	457.81	457.41	444.54	444.01	431.38	430.49
	Contenido de Humedad (%)	6.34	5.81	9.22	9.31	12.48	12.61	15.91	16.15
	C. Humedad (%) promedio	6.08		9.26		12.54		16.03	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.68		1.74		1.71		1.62	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.74
C. HUMEDAD OPTIMO :	9.80%
D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-
METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

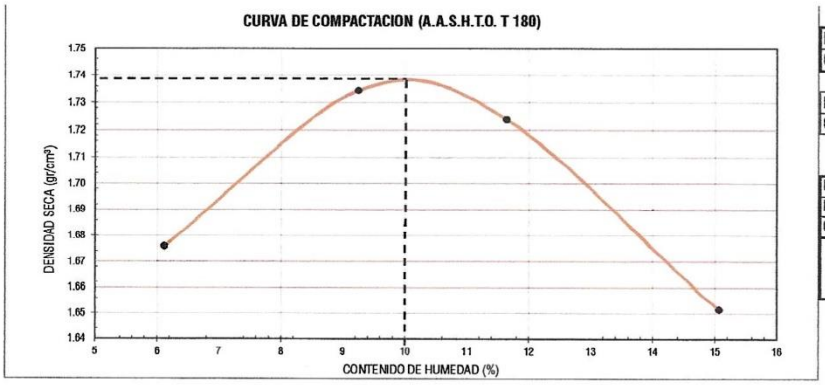
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°2** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5855.00		5964.00		5992.00		5969.00	
	Peso Molde (gr)	4187.00		4187.00		4187.00		4187.00	
	Peso Húmedo (gr)	1668.00		1777.00		1805.00		1782.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.78		1.89		1.92		1.90	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	644.1	627	618	616	623	621	633.00	612.00
	Peso Seco + Tara (gr)	614.31	599.18	576.18	573.21	570.48	569.31	568.28	545.79
	Peso Agua (gr)	29.79	27.82	41.82	42.79	52.52	51.69	64.72	66.21
	Peso Tara (gr)	144.1	127	118	116	123	121	133.00	112.00
	Peso Muestra Seca (gr)	470.21	472.18	458.18	457.21	447.48	448.31	435.28	433.79
	Contenido de Humedad (%)	6.34	5.89	9.13	9.36	11.74	11.53	14.87	15.26
	C. Humedad (%) promedio	6.11		9.24		11.63		15.07	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.68		1.73		1.72		1.65	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.739
C. HUMEDAD OPTIMO :	10.05%
D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-
METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 ºC
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

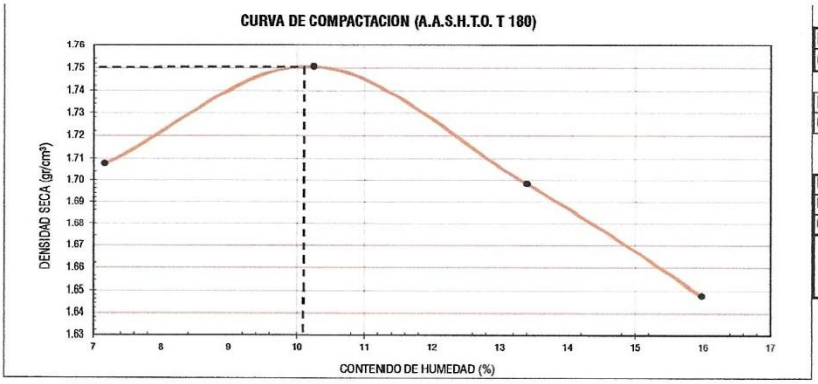
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°3** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5900.00		5994.00		5990.00		5976.00	
	Peso Molde (gr)	4184.00		4184.00		4184.00		4184.00	
	Peso Húmedo (gr)	1716.00		1810.00		1806.00		1792.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.83		1.93		1.93		1.91	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	623	615	612	621	608.3	612.2	634.60	627.00
	Peso Seco + Tara (gr)	589.61	581.59	565.29	574.79	550.19	552.18	567.15	556.69
	Peso Agua (gr)	33.39	33.41	46.71	46.21	58.11	60.02	67.45	70.31
	Peso Tara (gr)	123	115	112	121	108.3	112.2	134.60	127.00
	Peso Muestra Seca (gr)	466.61	466.59	453.29	453.79	441.89	439.98	432.55	429.69
	Contenido de Humedad (%)	7.16	7.16	10.30	10.18	13.15	13.64	15.59	16.36
	C. Humedad (%) promedio	7.16		10.24		13.40		15.98	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.71		1.75		1.70		1.65	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.75
C. HUMEDAD OPTIMO :	17.20%
D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-
METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jeneer Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

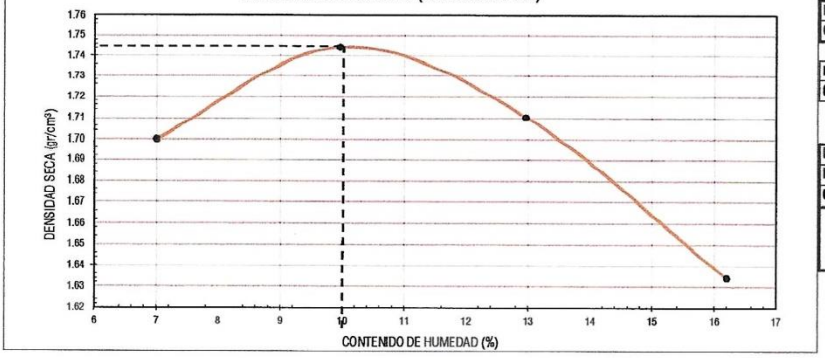
TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°4** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5890.00		5983.00		5996.00		5965.00	
	Peso Molde (gr)	4184.00		4184.00		4184.00		4184.00	
	Peso Húmedo (gr)	1706.00		1799.00		1812.00		1781.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.82		1.92		1.93		1.90	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	644	645	634	627	611.6	621	618.00	625.00
	Peso Seco + Tara (gr)	610.91	609.83	589.51	580.91	554.55	563.3	549.19	554.38
	Peso Agua (gr)	33.09	35.17	44.49	46.09	57.05	57.7	68.81	70.62
	Peso Tara (gr)	134.6	111.6	134	127	111.6	121	118.00	125.00
	Peso Muestra Seca (gr)	476.31	498.23	455.51	453.91	442.95	442.30	431.19	429.38
	Contenido de Humedad (%)	6.95	7.06	9.77	10.15	12.88	13.05	15.96	16.45
	C. Humedad (%) promedio	7.00		9.96		12.96		16.20	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.70		1.74		1.71		1.63	

CURVA DE COMPACTACION (A.A.S.H.T.O. T 180)



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.745
C. HUMEDAD OPTIMO :	10.13%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES: PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021

CBR DE SUELOS EN LABORATORIO

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN Nº 1

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	11946.0	12241.0	12376.0	12567.0	12684.0	12883.0
Peso Molde (gr)	8120.0	8120.0	8257.0	8257.0	8296.0	8296.0
Peso Húmedo (gr)	3826.0	4121.0	4119.0	4310.0	4388.0	4587.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.660	1.788	1.787	1.870	1.904	1.990

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	351.00	311.50	308.00	340.00	310.00	314.00	342.00	332.50	340.60
Peso Seco + Tara (gr)	333.12	293.52	277.46	322.46	292.00	289.23	325.46	316.11	317.37
Peso Agua (gr)	17.88	17.98	30.54	17.54	18.00	24.77	16.54	16.39	23.23
Peso Tara (gr)	151.00	111.50	108.00	140.00	110.00	114.00	142.00	132.50	140.60
P. Muestra Seca	182.12	182.02	169.46	182.46	182.00	175.23	183.46	183.61	176.77
Contenido de Humedad %	9.82%	9.88%	18.02%	9.61%	9.89%	14.14%	9.02%	8.93%	13.14%
C.Humedad Promedio	**9.85%**		**18.02%**	**9.75%**		**14.14%**	**8.97%**		**13.14%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.511**		**1.515**	**1.629**		**1.639**	**1.747**		**1.759**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.241	6.121	4.82	0.178	4.521	3.56	0.109	2.769	2.18
48	2	0.346	8.788	6.92	0.214	5.436	4.28	0.154	3.912	3.08
72	3	0.406	10.312	8.12	0.267	6.782	5.34	0.198	5.029	3.96
96	4	0.438	11.125	8.76	0.330	8.382	6.60	0.253	6.426	5.06

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	3.80	0.19	2.72	5.30	0.27	3.79	9.60	0.48	6.87
1.27	0.050	8.30	0.42	5.94	11.30	0.57	8.09	17.50	0.88	12.52
1.91	0.075	12.60	0.63	9.02	19.60	0.98	14.02	29.80	1.49	21.32
2.54	**0.100**	18.50	0.93	13.24	34.80	1.74	24.90	48.30	2.42	34.56
3.18	0.125	28.80	1.44	20.61	56.50	2.83	40.43	67.70	3.39	48.44
3.81	0.150	43.80	2.19	31.34	82.20	4.12	58.82	96.40	4.83	68.98
4.45	0.175	68.90	3.45	49.30	104.70	5.24	74.92	128.30	6.43	91.80
5.08	**0.200**	91.70	4.59	65.61	124.90	6.26	89.37	155.00	7.76	110.91
7.62	0.300	152.50	7.64	109.12	201.70	10.10	144.32	246.10	12.33	176.09
10.16	0.400	198.40	9.94	141.96	248.90	12.47	178.09	296.20	14.84	211.94
12.70	0.500	230.40	11.54	164.86	293.40	14.70	209.93	335.20	16.79	239.84

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

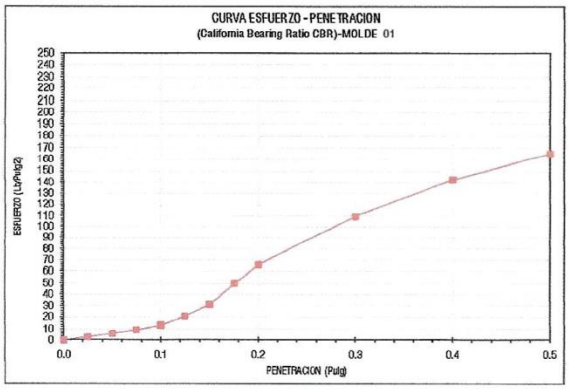
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

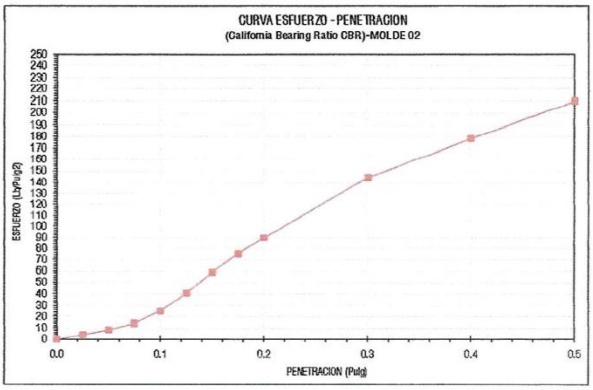
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

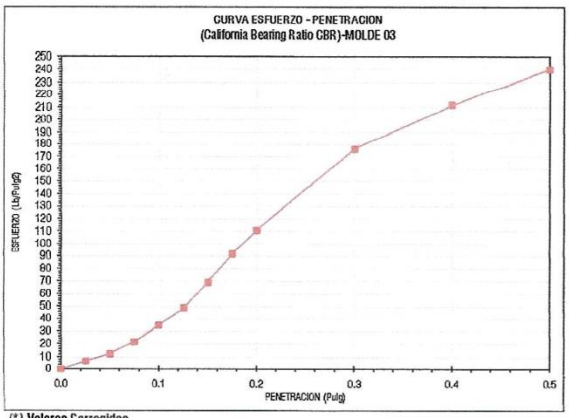
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

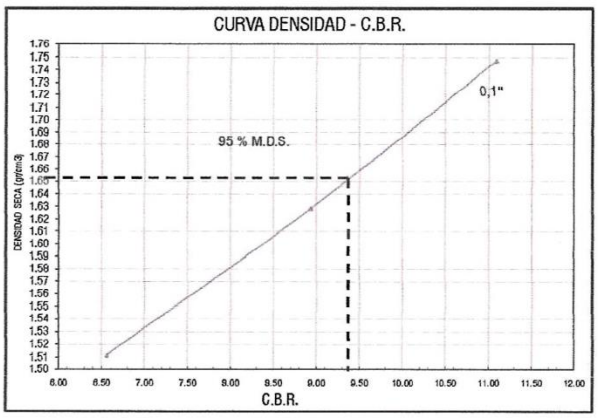
MTC E 132

REPETICION N° 1









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	65.61	1000	6.56	1.51
MOLDE 02	0.1	89.37	1000	8.94	1.63
MOLDE 03	0.1	110.91	1000	11.09	1.75

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.740	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	9.35%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	9.80		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP. 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CÓDIGO	LSP21 - MS - 538
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 2

COMPACTACION C B R								
NUMERO MOLDE	1		2		3			
Altura Molde (mm)	127		127		127			
N° Capas	5		5		5			
N°Golpes x Capa	12		26		55			
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**		
P. Húmedo + Molde (gr)	12211.0	12491.0	12532.0	12794.0	12975.0	13190.0		
Peso Molde (gr)	8234.0	8234.0	8308.0	8308.0	8609.0	8609.0		
Peso Húmedo (gr)	3977.0	4257.0	4224.0	4486.0	4366.0	4581.0		
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53		
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.726	1.847	1.833	1.947	1.895	1.988		
CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	322.00	340.60	328.20	330.00	351.00	310.00	342.00	355.00	318.50
Peso Seco + Tara (gr)	303.41	321.79	297.74	311.86	332.96	283.78	323.97	337.15	292.81
Peso Agua (gr)	18.59	18.81	30.46	18.14	18.04	26.22	18.03	17.85	25.69
Peso Tara (gr)	122.00	140.60	128.20	130.00	151.00	110.00	142.00	155.00	118.50
P. Muestra Seca	181.41	181.19	169.54	181.86	181.96	173.78	181.97	182.15	174.31
Contenido de Humedad %	10.25%	10.38%	17.97%	9.97%	9.91%	15.09%	9.91%	9.80%	14.74%
C.Humedad Promedio	**10.31%**		**17.97%**	**9.94%**		**15.09%**	**9.85%**		**14.74%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.564**		**1.566**	**1.667**		**1.691**	**1.725**		**1.732**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.197	5.004	3.94	0.152	3.861	3.04	0.119	3.023	2.38
48	2	0.269	6.833	5.38	0.214	5.436	4.28	0.165	4.191	3.30
72	3	0.385	9.779	7.70	0.298	7.569	5.96	0.237	6.020	4.74
96	4	0.413	10.490	8.26	0.339	8.611	6.78	0.304	7.722	6.08

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	1.80	0.09	1.29	5.50	0.28	3.94	11.50	0.58	8.23
1.27	0.050	4.50	0.23	3.22	11.00	0.55	7.87	20.90	1.05	14.95
1.91	0.075	9.00	0.45	6.44	18.70	0.94	13.38	29.70	1.49	21.25
2.54	**0.100**	16.80	0.84	12.02	31.00	1.55	22.18	41.70	2.09	29.84
3.18	0.125	29.00	1.45	20.75	45.00	2.25	32.20	55.20	2.76	39.50
3.81	0.150	44.60	2.23	31.91	66.60	3.34	47.65	75.00	3.76	53.66
4.45	0.175	65.70	3.29	47.01	96.40	4.83	68.98	105.60	5.29	75.56
5.08	**0.200**	87.70	4.39	62.75	122.90	6.16	87.94	136.40	6.83	97.60
7.62	0.300	169.20	8.47	121.07	223.60	11.20	159.99	243.40	12.19	174.16
10.16	0.400	226.50	11.34	162.07	300.40	15.05	214.94	318.30	15.94	227.75
12.70	0.500	266.10	13.33	190.40	364.00	18.23	260.45	391.70	19.62	280.27

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

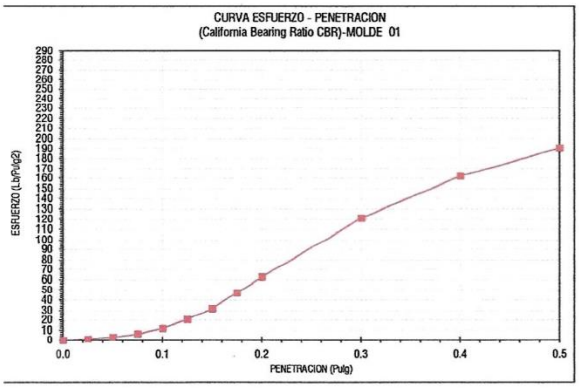
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

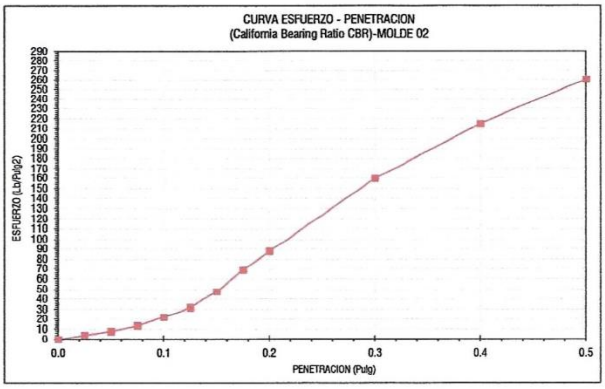
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACIÓN DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

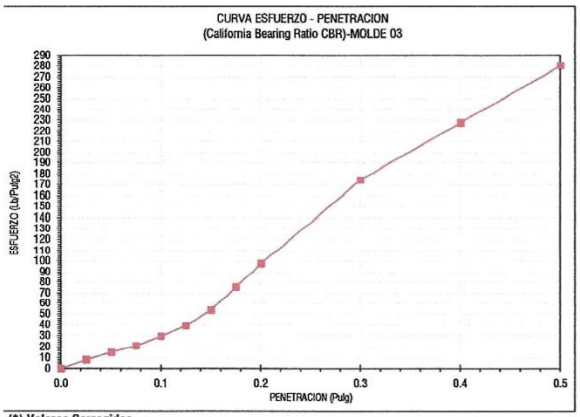
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

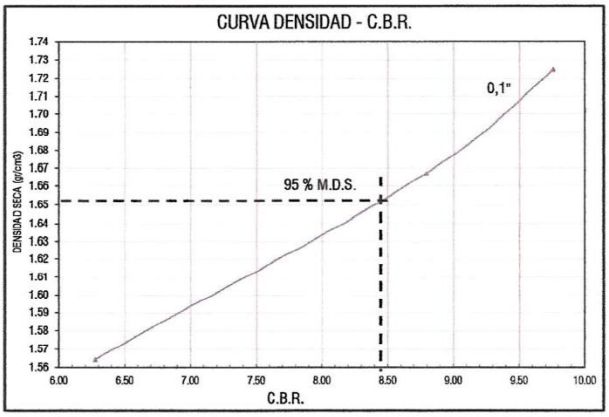
MTC E 132

REPETICION N° 2









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	62.75	1000	6.28	1.56
MOLDE 02	0.1	87.94	1000	8.79	1.67
MOLDE 03	0.1	97.60	1000	9.76	1.72

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.739	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	8.44%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	10.05		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 3

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12184.0	12560.0	12392.0	12694.0	12546.0	12768.0
Peso Molde (gr)	8296.0	8296.0	8296.0	8296.0	8240.0	8240.0
Peso Húmedo (gr)	3888.0	4264.0	4096.0	4398.0	4306.0	4528.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.687	1.850	1.777	1.908	1.868	1.965

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	633.20	627.80	608.40	640.50	617.60	620.30	611.40	609.80	638.40
Peso Seco + Tara (gr)	587.00	582.10	522.75	594.90	572.70	545.60	565.30	564.60	570.80
Peso Agua (gr)	46.20	45.70	85.65	45.60	44.90	74.70	46.10	45.20	67.60
Peso Tara (gr)	133.20	127.80	108.40	140.50	117.60	120.30	111.40	109.80	138.40
P. Muestra Seca	453.80	454.30	414.35	454.40	455.10	425.30	453.90	454.80	432.40
Contenido de Humedad %	10.18%	10.06%	20.67%	10.04%	9.87%	17.56%	10.16%	9.94%	15.63%
C.Humedad Promedio	**10.12%**		**20.67%**	**9.95%**		**17.56%**	**10.05%**		**15.63%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.532**		**1.533**	**1.617**		**1.623**	**1.698**		**1.699**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Dias)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.186	4.724	3.72	0.168	4.267	3.36	0.134	3.404	2.68
48	2	0.254	6.452	5.08	0.224	5.690	4.48	0.186	4.724	3.72
72	3	0.367	9.322	7.34	0.306	7.772	6.12	0.245	6.223	4.90
96	4	0.407	10.338	8.14	0.352	8.941	7.04	0.311	7.899	6.22

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	1.50	0.08	1.07	6.50	0.33	4.65	6.80	0.34	4.87
1.27	0.050	3.80	0.19	2.72	12.00	0.60	8.59	10.30	0.52	7.37
1.91	0.075	7.50	0.38	5.37	17.80	0.89	12.74	17.60	0.88	12.59
2.54	**0.100**	14.00	0.70	10.02	28.90	1.45	20.68	26.10	1.31	18.68
3.18	0.125	24.10	1.21	17.24	43.40	2.17	31.05	36.90	1.85	26.40
3.81	0.150	37.10	1.86	26.55	62.90	3.15	45.01	58.90	2.95	42.14
4.45	0.175	54.80	2.74	39.21	88.80	4.45	63.54	87.50	4.38	62.61
5.08	**0.200**	75.40	3.78	53.95	113.10	5.66	80.93	130.70	6.55	93.52
7.62	0.300	149.50	7.49	106.97	204.60	10.25	146.40	228.90	11.46	163.78
10.16	0.400	205.40	10.29	146.97	288.20	14.43	206.21	314.10	15.73	224.75
12.70	0.500	239.20	11.98	171.15	340.00	17.03	243.28	373.60	18.71	267.32

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

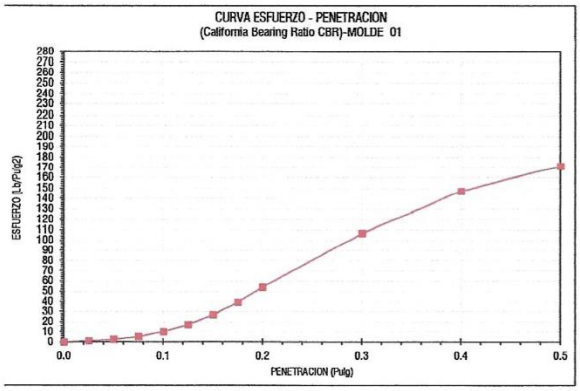
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

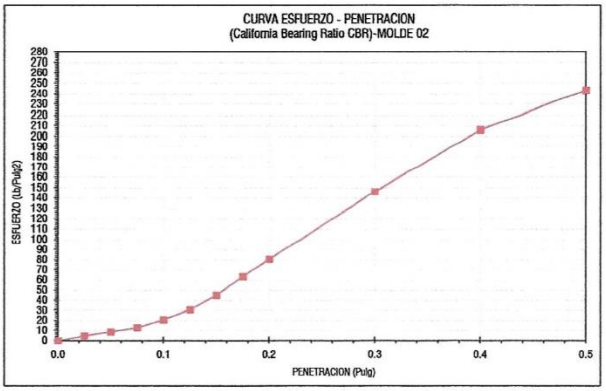
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

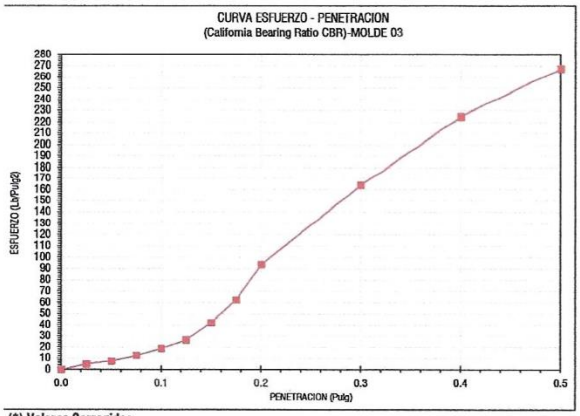
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

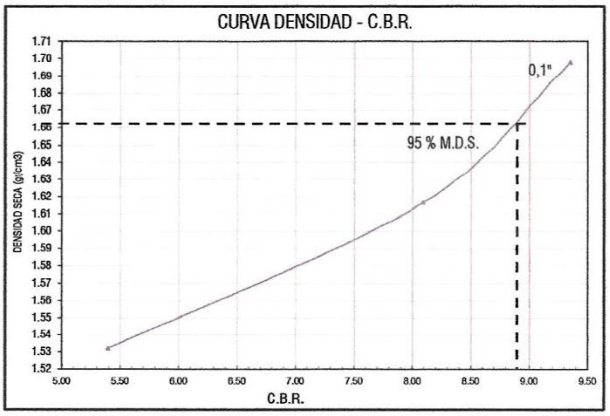
MTC E 132

REPETICION N° 3









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	53.95	1000	5.40	1.53
MOLDE 02	0.1	80.93	1000	8.09	1.62
MOLDE 03	0.1	93.52	1000	9.35	1.70

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.750	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	8.89%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	10.18		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP. 213803

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICION N° 4

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12140.0	12567.0	12341.0	12604.0	12626.0	12831.0
Peso Molde (gr)	8253.0	8253.0	8120.0	8120.0	8278.0	8278.0
Peso Húmedo (gr)	3887.0	4314.0	4221.0	4484.0	4348.0	4553.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.687	1.872	1.832	1.946	1.887	1.976

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	333.20	327.80	308.40	340.50	317.60	320.30	311.40	309.80	338.40
Peso Seco + Tara (gr)	314.85	309.33	272.56	322.36	299.29	292.21	294.19	292.52	313.75
Peso Agua (gr)	18.35	18.47	35.84	18.14	18.31	28.09	17.21	17.28	24.65
Peso Tara (gr)	133.20	127.80	108.40	140.50	117.60	120.30	111.40	109.80	138.40
P. Muestra Seca	181.65	181.53	164.16	181.86	181.69	171.91	182.79	182.72	175.35
Contenido de Humedad %	10.10%	10.17%	21.83%	9.97%	10.08%	16.34%	9.42%	9.46%	14.06%
C.Humedad Promedio	**10.14%**		**21.83%**	**10.03%**		**16.34%**	**9.44%**		**14.06%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.531**		**1.537**	**1.665**		**1.672**	**1.724**		**1.732**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.194	4.928	3.88	0.146	3.708	2.92	0.116	2.946	2.32
48	2	0.289	7.341	5.78	0.200	5.080	4.00	0.164	4.166	3.28
72	3	0.406	10.312	8.12	0.291	7.391	5.82	0.229	5.817	4.58
96	4	0.438	11.125	8.76	0.330	8.382	6.60	0.301	7.645	6.02

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	1.70	0.09	1.22	5.30	0.27	3.79	7.50	0.38	5.37
1.27	0.050	4.30	0.22	3.08	10.20	0.51	7.30	13.20	0.66	9.44
1.91	0.075	9.50	0.48	6.80	16.40	0.82	11.73	21.30	1.07	15.24
2.54	**0.100**	16.60	0.83	11.88	27.30	1.37	19.53	31.50	1.58	22.54
3.18	0.125	27.00	1.35	19.32	42.50	2.13	30.41	44.10	2.21	31.55
3.81	0.150	43.40	2.17	31.05	61.70	3.09	44.15	64.70	3.24	46.29
4.45	0.175	66.50	3.33	47.58	86.10	4.31	61.61	95.60	4.79	68.40
5.08	**0.200**	95.00	4.76	67.97	113.40	5.68	81.14	126.30	6.33	90.37
7.62	0.300	188.50	9.44	134.88	209.30	10.48	149.76	228.90	11.46	163.78
10.16	0.400	240.10	12.03	171.80	307.10	15.38	219.74	332.30	16.64	237.77
12.70	0.500	293.90	14.72	210.29	377.10	18.89	269.82	402.90	20.18	288.28

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

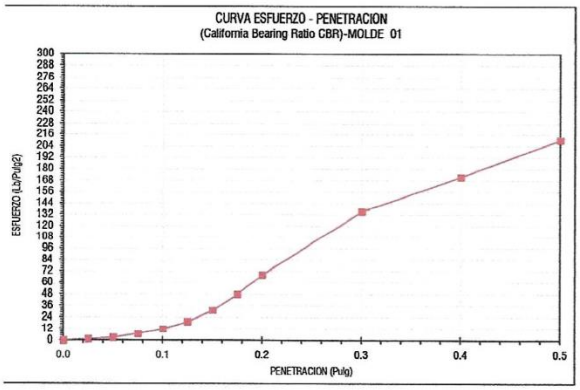
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

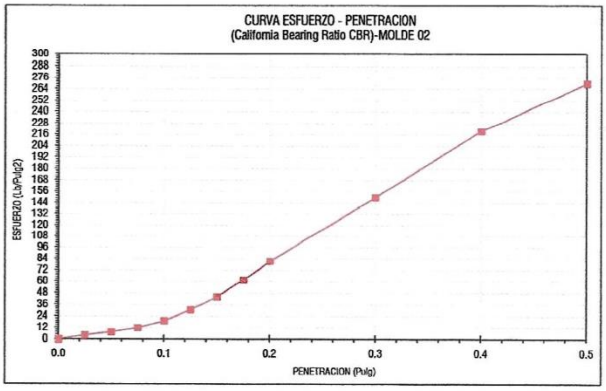
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

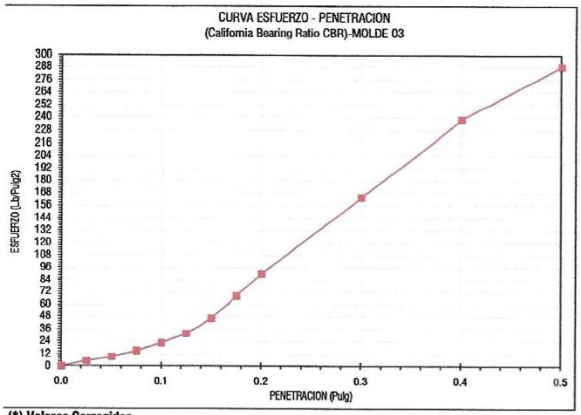
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

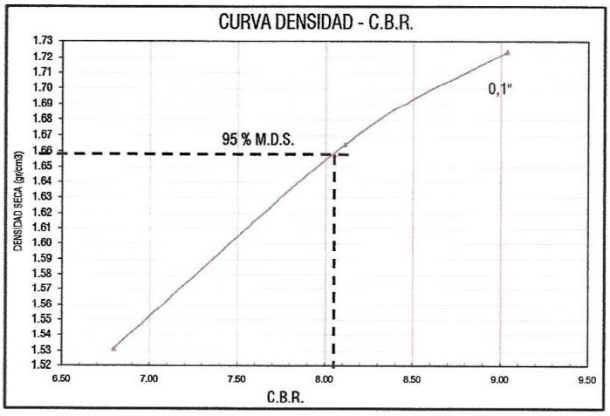
MTC E 132

REPETICIÓN N° 4









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	67.97	1000	6.80	1.53
MOLDE 02	0.1	81.14	1000	8.11	1.66
MOLDE 03	0.1	90.37	1000	9.04	1.72

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.745	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	8.05%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	10.13		

OBSERVACIONES: SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."				SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

MUESTRA CON ADICIÓN DEL 12% DE ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL

DIRECCION: CAL.LE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CORA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021

LIMITES DE ATTERBERG: LIMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLASTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A - 7 - 5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

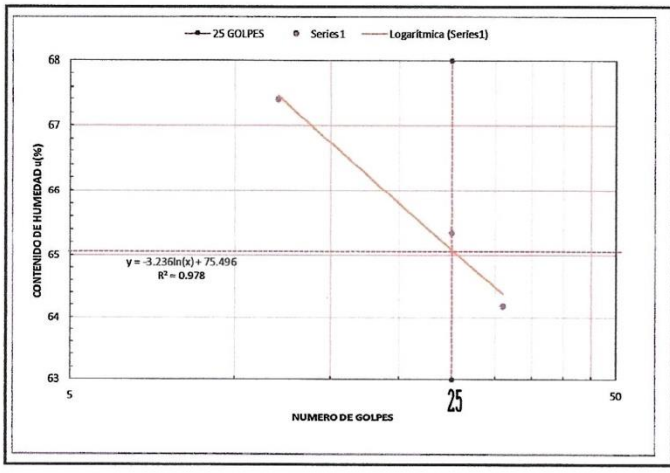
REPETICIÓN N°1

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	144	9	11
Wt+ M.Húmeda (gr)	**60.86**	**59.12**	**58.52**
Wt+ M. Seca (gr)	**51.91**	**50.71**	**50.44**
W agua (gr)	8.95	8.41	8.08
W tara (gr)	**38.63**	**37.84**	**37.85**
W M.Seca (gr)	13.28	12.87	12.59
W(%)	67.39	65.35	64.18
N.GOLPES	**12**	**25**	**31**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	7	19	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**19.46**	**21.92**	
Wt+ M. Seca (gr)	**17.71**	**19.92**	
W agua (gr)	1.75	2.00	
W tara (gr)	**13.27**	**15.01**	
W M.Seca (gr)	4.44	4.91	
W(%)	39.41	40.73	40.07

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	**FACTOR K**
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



GRAFICAMENTE	
LL=	**65.080**

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	61.67
II	65.35
III	65.87
PROM	**64.29**

LP	**40.074**
IP	**25.006**
X	**Y**
25	63
oo	oo

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	**65.080**
LIMITE PLASTICO (%)	**40.074**
INDICE DE PLASTICIDAD	**25.006**

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

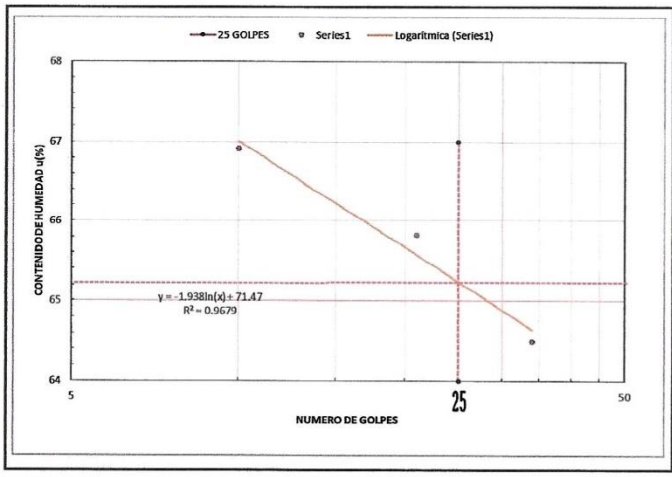
REPETICIÓN N°2

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	20	c-1	7i
Wt+ M.Húmeda (gr)	**60.70**	**55.42**	**60.69**
Wt+ M. Seca (gr)	**51.54**	**46.87**	**52.41**
W agua (gr)	9.16	8.55	8.28
W tara (gr)	**37.85**	**33.88**	**39.57**
W M.Seca (gr)	13.69	12.99	12.84
W(%)	66.91	65.82	64.49
N.GOLPES	**10**	**21**	**34**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	z	Yi	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**14.84**	**14.39**	
Wt+ M. Seca (gr)	13.07	12.59	
W agua (gr)	**1.77**	**1.80**	
W tara (gr)	8.68	8.16	
W M.Seca (gr)	4.39	4.43	
W(%)	40.32	40.63	40.48

UNIPUNTO Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.99
24	0.995
25	1
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022



GRAFICAMENTE	
LL=	65.232

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	59.89
II	64.45
III	66.93
PROM	63.75

LP	40.475
IP	24.757
X	Y
25	64
25	67

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	
LIMITE PLASTICO (%)	

	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218805

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

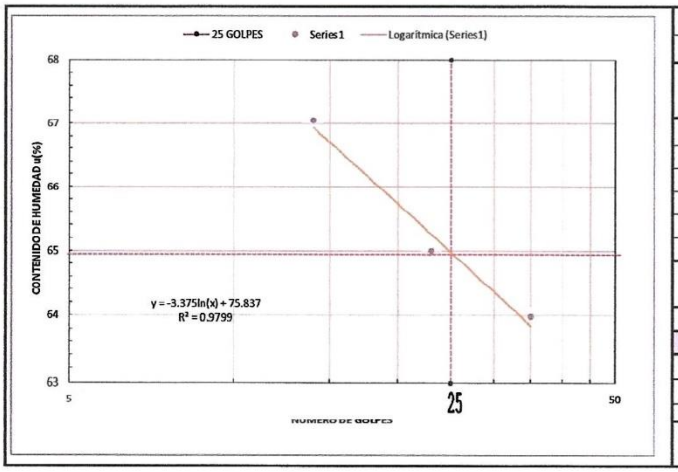
REPETICIÓN N°3

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	R	18	29
Wt+ M.Húmeda (gr)	**69.22**	**69.65**	**68.58**
Wt+ M. Seca (gr)	**56.91**	**56.91**	**56.29**
W agua (gr)	12.31	12.74	12.29
W tara (gr)	**38.55**	**37.31**	**37.08**
W M.Seca (gr)	18.36	19.60	19.21
W(%)	67.05	65.00	63.98
N.GOLPES	**14**	**23**	**35**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60ºC	110º C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60ºC	110º C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	20	619	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.44**	**19.85**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.68**	**18.12**	
W agua (gr)	1.76	1.73	
W tara (gr)	**14.33**	**13.76**	
W M.Seca (gr)	4.35	4.36	
W(%)	40.46	39.68	40.07

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	64.973

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	62.51
II	64.35
III	66.64
PROM	64.50

LP	40.069
IP	24.904
X	Y
25	63
25	68

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	64.973
LIMITE PLASTICO (%)	40.069
INDICE DE PLASTICIDAD	24.904

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD:	JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO LAB. :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMAN ´PINEDO	ASISTENTE:	CIEZA ROMERO ARODY

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (A.A.S.H.T.O. T 89 - A.S.T.M. D 4318)

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

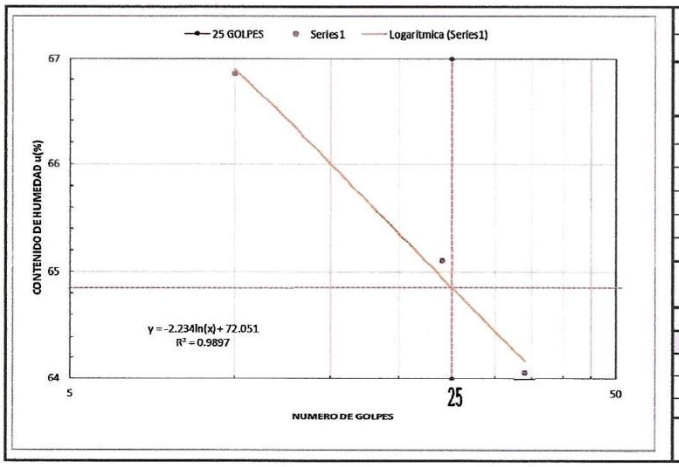
REPETICIÓN N°4

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	4	22	25
Wt+ M.Húmeda (gr)	**59.56**	**59.80**	**58.96**
Wt+ M. Seca (gr)	**51.51**	**51.01**	**50.37**
W agua (gr)	8.05	8.79	8.59
W tara (gr)	**39.47**	**37.51**	**36.96**
W M.Seca (gr)	12.04	13.50	13.41
W(%)	66.86	65.11	64.06
N.GOLPES	**10**	**24**	**34**

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	13	56	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	**20.20**	**25.67**	
Wt+ M. Seca (gr)	**18.50**	**23.81**	
W agua (gr)	1.70	1.86	
W tara (gr)	**14.18**	**19.12**	
W M.Seca (gr)	4.32	4.69	
W(%)	39.35	39.66	39.51

UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
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



GRAFICAMENTE	
LL=	64.860

MEDIANTE ECUACIÓN	
ENSAYO	LL
I	59.84
II	64.79
III	66.48
PROM	63.71

LP	39.505
IP	25.355
X	Y
25	64
25	67

$$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL = k\, w^n$$

LIMITE LIQUIDO (%)	64.860
LIMITE PLASTICO (%)	39.505
INDICE DE PLASTICIDAD	25.355

OBSERVACIONES:	EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."				SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021	

PROCTOR MODIFICADO

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

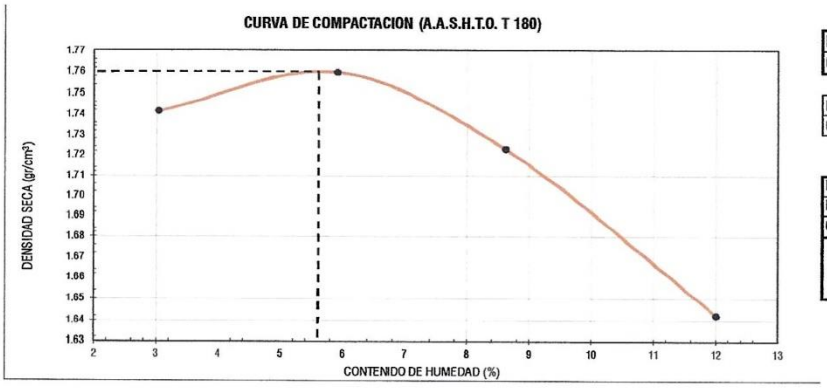
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°1** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5876.00		5941.00		5948.00		5918.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1683.00		1748.00		1755.00		1725.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.79		1.86		1.87		1.84	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	628	634.6	627	623	615	644	611.60	612.00
	Peso Seco + Tara (gr)	613.18	619.26	600.51	594.61	574.89	604.79	557.68	558.72
	Peso Agua (gr)	14.82	15.34	26.49	28.39	40.11	39.21	53.92	53.28
	Peso Tara (gr)	123	115	144.1	123	115	144	111.60	112.00
	Peso Muestra Seca (gr)	490.18	504.26	456.41	471.61	459.89	460.79	446.08	446.72
	Contenido de Humedad (%)	3.02	3.04	5.80	6.02	8.72	8.51	12.09	11.93
	C. Humedad (%) promedio	3.03		5.91		8.62		12.01	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.74		1.76		1.72		1.64	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.76
C. HUMEDAD OPTIMO :	5.67%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N°4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kinbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

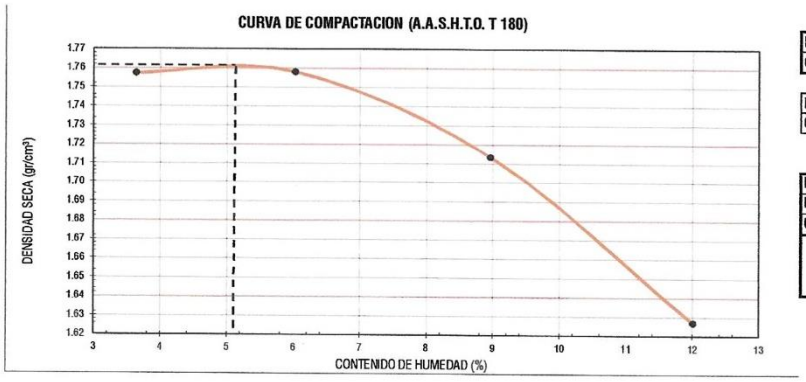
LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS								
	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS						SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD						CODIGO:	LSP21 - MS - 538
DATOS DEL PROYECTO							DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.						JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.						TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ							
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO						ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY
DATOS DEL MUESTREO							CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21		CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000						CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°2** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5901.00		5937.00		5944.00		5902.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4189.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1708.00		1748.00		1751.00		1709.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.82		1.86		1.87		1.82	
HUMEDAD	**Ensayo**	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	627	618	616	623	644	615	612.00	612.20
	Peso Seco + Tara (gr)	610.61	600.25	588.68	593.21	601.98	573.59	560.44	558.79
	Peso Agua (gr)	16.39	17.75	27.32	29.79	42.02	41.41	51.56	53.41
	Peso Tara (gr)	144.1	127	118	116	123	121	133.00	112.00
	Peso Muestra Seca (gr)	466.51	473.25	470.68	477.21	478.98	452.59	427.44	446.79
	Contenido de Humedad (%)	3.51	3.75	5.80	6.24	8.77	9.15	12.06	11.95
	C. Humedad (%) promedio	3.63		6.02		8.96		12.01	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.76		1.76		1.71		1.63	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.762
C. HUMEDAD OPTIMO :	5.21%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	
DIAMETRO DE MOLDE :	
CONDICION DE SECADO:	
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

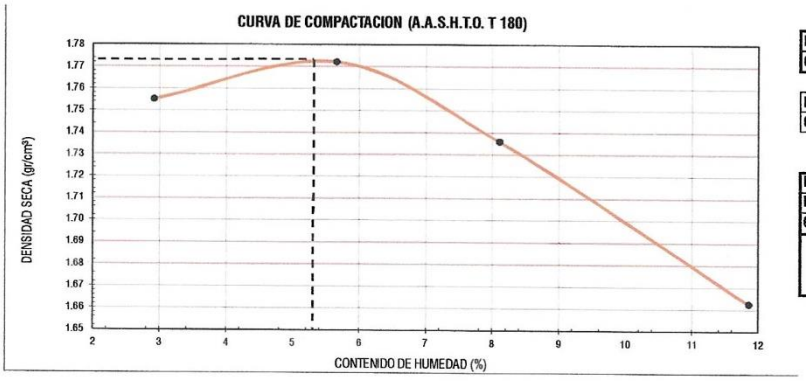
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°3** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5887.00		5949.00		5953.00		5937.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1694.00		1756.00		1760.00		1744.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.81		1.87		1.88		1.86	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	608.3	615	621	612	625	612.2	612.00	628.00
	Peso Seco + Tara (gr)	593.71	601.28	594.76	584.69	588.12	574.09	560.15	574.25
	Peso Agua (gr)	14.59	13.72	26.24	27.31	36.88	38.11	51.85	53.75
	Peso Tara (gr)	108.3	115	121	112	125	112.2	116.00	128.00
	Peso Muestra Seca (gr)	485.41	486.28	473.76	472.69	463.12	461.89	444.15	446.25
	Contenido de Humedad (%)	3.01	2.82	5.54	5.78	7.96	8.25	11.67	12.04
	C. Humedad (%) promedio	2.91		5.66		8.11		11.86	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.76		1.77		1.74		1.66	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.773
C. HUMEDAD OPTIMO :	5.40%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	
DIAMETRO DE MOLDE :	
CONDICION DE SECADO:	
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	LSP21 - MS - 538

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO DE TESIS :	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENEER KINBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN – PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA.	TECNICO QC :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
SOLICITANTES :	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
	BACH. JHON DARWIN HUMÁN PINEDO	ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY

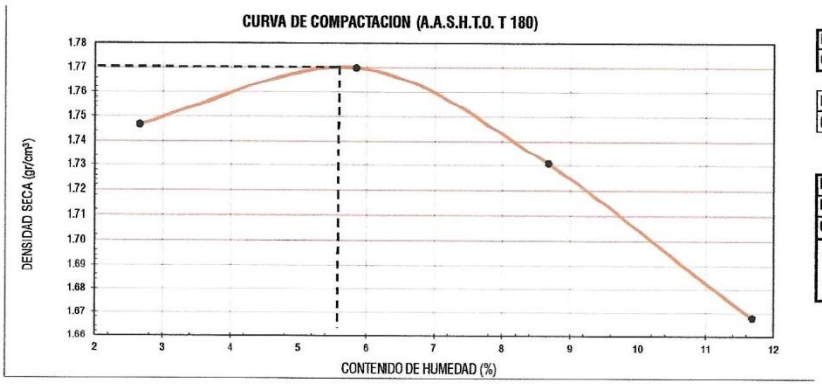
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD:	1.50 m.	FECHA :	Dic-21	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA	Km 2 +000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m3) - A.A.S.H.T.O. T 180

METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 | **REPETICION N°4** | **Energía de Compactación: 2700 kN-m/m3**

	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
DENSIDAD	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	5875.00		5950.00		5957.00		5940.00	
	Peso Molde (gr)	4193.00		4193.00		4193.00		4193.00	
	Peso Húmedo (gr)	1682.00		1757.00		1764.00		1747.00	
	Volumen del Molde (cm³)	937.86		937.86		937.86		937.86	
	Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.79		1.87		1.88		1.86	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	618	616	615	611	623	612	644.10	634.10
	Peso Seco + Tara (gr)	604.41	603.73	587.39	583.41	583.55	571.61	593.19	580.41
	Peso Agua (gr)	13.59	12.27	27.61	27.59	39.45	40.39	50.91	53.69
	Peso Tara (gr)	118	116	115	111	123	112	144.10	134.10
	Peso Muestra Seca (gr)	486.41	487.73	472.39	472.41	460.55	459.61	449.09	446.31
	Contenido de Humedad (%)	2.79	2.52	5.84	5.84	8.57	8.79	11.34	12.03
	C. Humedad (%) promedio	2.65		5.84		8.68		11.68	
	DENSIDAD SECA (cm³)	1.75		1.77		1.73		1.67	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.77
C. HUMEDAD OPTIMO :	5.61%

D. SECA MAXIMA CORREG:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	
DIAMETRO DE MOLDE :	
CONDICION DE SECADO:	
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA

OBSERVACIONES:	PARA LA PREPARACION DE LA MUESTRA SE APLICO EL MÉTODO DE PREPACION EN SECO

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC	TESIS: "USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIESEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO."			SOLICITANTES: - DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ - JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO
	SEPARADORES	LSP21 – MS - 538	FECHA	DICIEMBRE - 2021

CBR DE SUELOS EN LABORATORIO

DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL:969577841 – 975421091 - 912493920

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	**A-7-5 (32)**
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	**CH**

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 1

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12184.0	12484.0	12443.0	12674.0	12488.0	12705.0
Peso Molde (gr)	8236.0	8236.0	8311.0	8311.0	8246.0	8246.0
Peso Húmedo (gr)	3948.0	4248.0	4132.0	4363.0	4242.0	4459.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.713	1.843	1.793	1.893	1.841	1.935

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	351.00	311.50	308.00	340.00	310.00	314.00	342.00	332.50	340.60
Peso Seco + Tara (gr)	340.12	300.54	284.46	329.46	299.00	294.23	332.46	323.11	322.37
Peso Agua (gr)	10.88	10.96	23.54	10.54	11.00	19.77	9.54	9.39	18.23
Peso Tara (gr)	151.00	111.50	108.00	140.00	110.00	114.00	142.00	132.50	140.60
P. Muestra Seca	189.12	189.04	176.46	189.46	189.00	180.23	190.46	190.61	181.77
Contenido de Humedad %	5.75%	5.80%	13.34%	5.56%	5.82%	10.97%	5.01%	4.93%	10.03%
C.Humedad Promedio	**5.78%**		**13.34%**	**5.69%**		**10.97%**	**4.97%**		**10.03%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.620**		**1.626**	**1.696**		**1.706**	**1.754**		**1.759**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.274	6.960	5.48	0.196	4.978	3.92	0.153	3.886	3.06
48	2	0.361	9.169	7.22	0.233	5.918	4.66	0.173	4.394	3.46
72	3	0.411	10.439	8.22	0.282	7.163	5.64	0.219	5.563	4.38
96	4	0.475	12.065	9.50	0.359	9.119	7.18	0.296	7.518	5.92

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	8.40	0.42	6.01	7.40	0.37	5.29	13.40	0.67	9.59
1.27	0.050	13.40	0.67	9.59	15.60	0.78	11.16	24.80	1.24	17.74
1.91	0.075	19.40	0.97	13.88	27.10	1.36	19.39	40.10	2.01	28.69
2.54	**0.100**	25.60	1.28	18.32	48.10	2.41	34.42	61.70	3.09	44.15
3.18	0.125	39.90	2.00	28.55	78.30	3.92	56.03	92.20	4.62	65.97
3.81	0.150	60.70	3.04	43.43	113.80	5.70	81.43	124.30	6.23	88.94
4.45	0.175	95.40	4.78	68.26	144.90	7.26	103.68	165.90	8.31	118.71
5.08	**0.200**	131.50	6.59	94.09	172.80	8.65	123.64	208.80	10.46	149.40
7.62	0.300	246.70	12.36	176.52	304.00	15.23	217.52	355.60	17.81	254.44
10.16	0.400	315.00	15.78	225.39	413.50	20.71	295.87	453.10	22.69	324.20
12.70	0.500	376.50	18.86	269.39	485.00	24.29	347.03	528.80	26.49	378.37

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jh. natan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP. 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

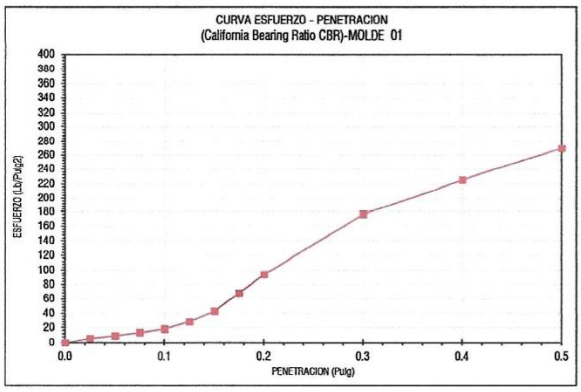
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO

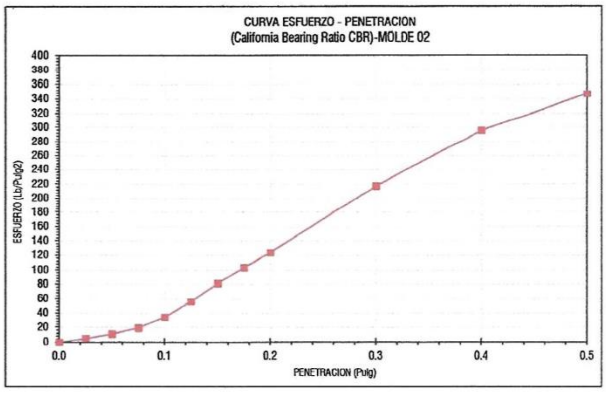
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	**A-7-5 (32)**
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	**CH**

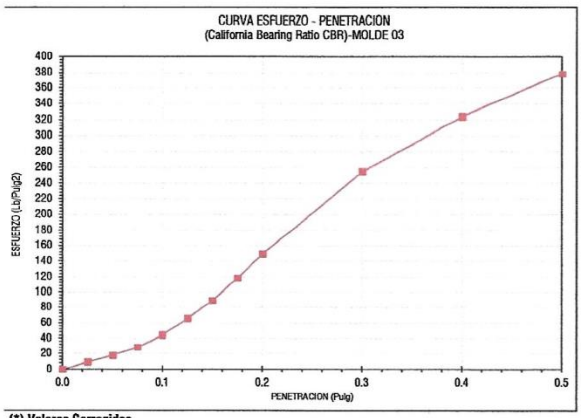
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

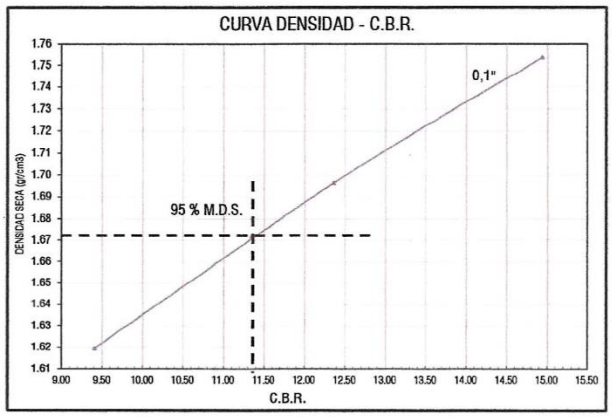
MTC E 132

REPETICION N° 1









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	94.09	1000	9.41	1.62
MOLDE 02	0.1	123.64	1000	12.36	1.70
MOLDE 03	0.1	149.40	1000	14.94	1.75

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.760	**C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=**	**11.35%**
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	5.67		

OBSERVACIONES: SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	**A-7-5 (32)**
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	**CH**

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 2

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12184.0	12456.0	12432.0	12648.0	12832.0	13025.0
Peso Molde (gr)	8267.0	8267.0	8311.0	8311.0	8612.0	8612.0
Peso Húmedo (gr)	3917.0	4189.0	4121.0	4337.0	4220.0	4413.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.700	1.818	1.788	1.882	1.831	1.915

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	322.00	340.60	328.20	330.00	351.00	310.00	342.00	355.00	318.50
Peso Seco + Tara (gr)	311.98	330.54	306.41	320.19	341.23	292.17	333.02	345.69	301.39
Peso Agua (gr)	10.02	10.06	21.79	9.81	9.77	17.83	8.98	9.31	17.11
Peso Tara (gr)	122.00	140.60	128.20	130.00	151.00	110.00	142.00	155.00	118.50
P. Muestra Seca	189.98	189.94	178.21	190.19	190.23	182.17	191.02	190.69	182.89
Contenido de Humedad %	5.27%	5.30%	12.23%	5.16%	5.14%	9.79%	4.70%	4.88%	9.36%
C.Humedad Promedio	**5.29%**		**12.23%**	**5.15%**		**9.79%**	**4.79%**		**9.36%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.614**		**1.620**	**1.701**		**1.714**	**1.747**		**1.751**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1			NUMERO DE MOLDE Nº 2			NUMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.239	6.071	4.78	0.175	4.445	3.50	0.115	2.921	2.30
48	2	0.325	8.255	6.50	0.204	5.182	4.08	0.154	3.912	3.08
72	3	0.392	9.957	7.84	0.261	6.629	5.22	0.196	4.978	3.92
96	4	0.435	11.049	8.70	0.337	8.560	6.74	0.241	6.121	4.82

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	5.20	0.26	3.72	8.50	0.43	6.08	13.00	0.65	9.30
1.27	0.050	11.50	0.58	8.23	16.70	0.84	11.95	23.60	1.18	16.89
1.91	0.075	17.50	0.88	12.52	29.40	1.47	21.04	40.20	2.01	28.76
2.54	**0.100**	28.40	1.42	20.32	48.70	2.44	34.85	65.20	3.27	46.65
3.18	0.125	48.50	2.43	34.70	72.50	3.63	51.88	91.40	4.58	65.40
3.81	0.150	72.40	3.63	51.80	102.90	5.15	73.63	130.10	6.52	93.09
4.45	0.175	104.50	5.23	74.77	145.40	7.28	104.04	173.20	8.68	123.93
5.08	**0.200**	136.90	6.86	97.96	180.00	9.02	128.79	209.30	10.48	149.76
7.62	0.300	235.40	11.79	168.43	286.40	14.34	204.93	332.20	16.64	237.70
10.16	0.400	305.70	15.31	218.74	361.50	18.11	258.66	399.90	20.03	286.14
12.70	0.500	362.70	18.17	259.52	432.20	21.65	309.25	452.50	22.66	323.77

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

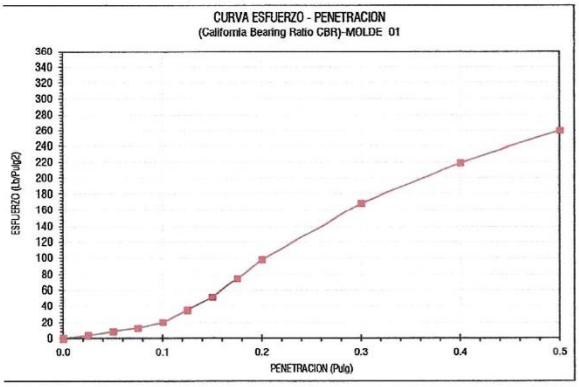
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ		
BACHILLER:	BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

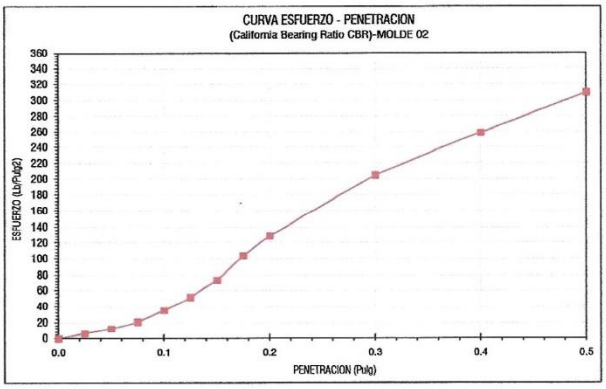
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

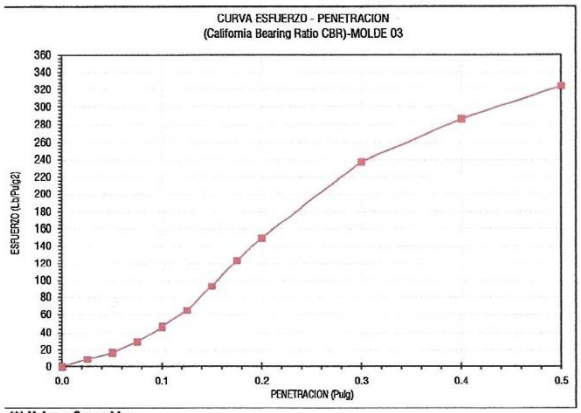
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

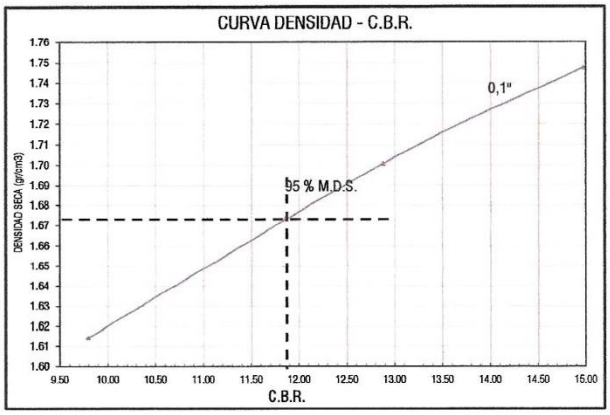
MTC E 132

REPETICION N° 2









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	97.96	1000	9.80	1.61
MOLDE 02	0.1	128.79	1000	12.88	1.70
MOLDE 03	0.1	149.76	1000	14.98	1.75

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.762	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	11.86%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	5.21		

OBSERVACIONES: SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213802

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICION N° 3

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12384.0	12638.0	12406.0	12595.0	12781.0	12935.0
Peso Molde (gr)	8402.0	8402.0	8263.0	8263.0	8508.0	8508.0
Peso Húmedo (gr)	3982.0	4236.0	4143.0	4332.0	4273.0	4427.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.728	1.838	1.798	1.880	1.854	1.921

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	633.20	627.80	608.40	640.50	617.60	620.30	611.40	609.80	638.40
Peso Seco + Tara (gr)	607.40	602.10	555.10	615.20	592.80	575.30	589.10	587.00	600.40
Peso Agua (gr)	25.80	25.70	53.30	25.30	24.80	45.00	22.30	22.80	38.00
Peso Tara (gr)	133.20	127.80	108.40	140.50	117.60	120.30	111.40	109.80	138.40
P. Muestra Seca	474.20	474.30	446.70	474.70	475.20	455.00	477.70	477.20	462.00
Contenido de Humedad %	5.44%	5.42%	11.93%	5.33%	5.22%	9.89%	4.67%	4.78%	8.23%
C.Humedad Promedio	**5.43%**		**11.93%**	**5.27%**		**9.89%**	**4.72%**		**8.23%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.639**		**1.642**	**1.708**		**1.711**	**1.771**		**1.775**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.192	4.877	3.84	0.134	3.404	2.68	0.094	2.388	1.88
48	2	0.296	7.518	5.92	0.187	4.750	3.74	0.125	3.175	2.50
72	3	0.362	9.195	7.24	0.233	5.918	4.66	0.173	4.394	3.46
96	4	0.401	10.185	8.02	0.304	7.722	6.08	0.205	5.207	4.10

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	ESFUERZO (Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	2.70	0.14	1.93	7.20	0.36	5.15	15.50	0.78	11.09
1.27	0.050	6.60	0.33	4.72	14.40	0.72	10.30	28.00	1.40	20.03
1.91	0.075	13.30	0.67	9.52	24.40	1.22	17.46	40.00	2.00	28.62
2.54	**0.100**	24.60	1.23	17.60	40.70	2.04	29.12	56.00	2.80	40.07
3.18	0.125	42.60	2.13	30.48	58.90	2.95	42.14	74.10	3.71	53.02
3.81	0.150	65.30	3.27	46.72	87.20	4.37	62.39	100.80	5.05	72.12
4.45	0.175	96.30	4.82	68.90	126.30	6.33	90.37	141.90	7.11	101.53
5.08	**0.200**	148.50	7.44	106.26	178.50	8.94	127.72	194.00	9.72	138.81
7.62	0.300	248.00	12.42	177.45	293.00	14.68	209.65	314.50	15.75	225.03
10.16	0.400	332.10	16.63	237.63	393.60	19.71	281.63	427.80	21.43	306.10
12.70	0.500	390.10	19.54	279.13	477.00	23.89	341.30	526.40	26.37	376.65

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

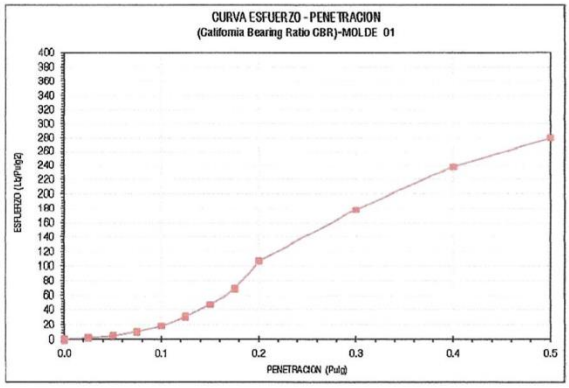
LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 218805

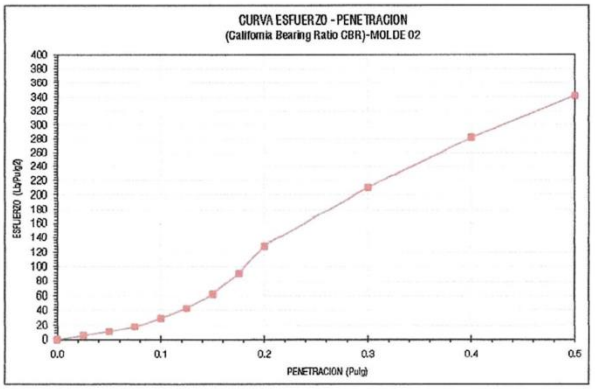
LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS								
	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS						**CÓDIGO**	**LSP21 - MS - 538**
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.						**JEFE DE CALIDAD :**	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.						**TECNICO DE LAB :**	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO						**ASISTENTE:**	ARODY CIEZA ROMERO
DATOS DEL MUESTREO							**CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION**	
CALICATA :	C - 1, M - 1	**PROFUNDIDAD :**	**1.50 m.**	**FECHA :**	DICIEMBRE - 2021		CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000						CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

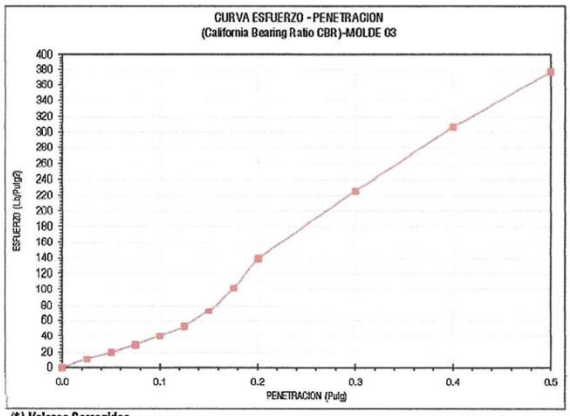
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

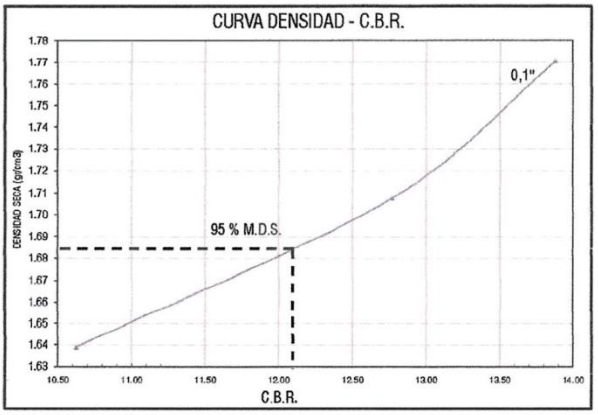
MTC E 132

REPETICION Nº 3









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	106.26	1000	10.63	1.64
MOLDE 02	0.1	127.72	1000	12.77	1.71
MOLDE 03	0.1	138.81	1000	13.88	1.77

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.773	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	12.09%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	5.40		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

REPETICIÓN N° 4

COMPACTACION C B R

NUMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm)	127		127		127	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes x Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**	**ANTES DE EMPAPAR**	**DESPUES**
P. Húmedo + Molde (gr)	12332.0	12601.0	12434.0	12642.0	12915.0	13102.0
Peso Molde (gr)	8307.0	8307.0	8267.0	8267.0	8618.0	8618.0
Peso Húmedo (gr)	4025.0	4294.0	4167.0	4375.0	4297.0	4484.0
Volumen del Molde (cm3)	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53	2304.53
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.747	1.863	1.808	1.898	1.865	1.946

CONTENIDO DE HUMEDAD

Número de Ensayo	202	110	126	140	400	398	123	420	417
P.Húmedo + Tara (gr)	322.00	340.60	328.20	330.00	351.00	310.00	342.00	355.00	318.50
Peso Seco + Tara (gr)	311.41	329.79	306.13	319.86	340.96	292.23	332.76	345.84	302.54
Peso Agua (gr)	10.59	10.81	22.07	10.14	10.04	17.77	9.24	9.16	15.96
Peso Tara (gr)	122.00	140.60	128.20	130.00	151.00	110.00	142.00	155.00	118.50
P. Muestra Seca	189.41	189.19	177.93	189.86	189.96	182.23	190.76	190.84	184.04
Contenido de Humedad %	5.59%	5.71%	12.40%	5.34%	5.29%	9.75%	4.84%	4.80%	8.67%
C.Humedad Promedio	**5.65%**		**12.40%**	**5.31%**		**9.75%**	**4.82%**		**8.67%**
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	**1.653**		**1.658**	**1.717**		**1.730**	**1.779**		**1.790**

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE N° 1			NUMERO DE MOLDE N° 2			NUMERO DE MOLDE N° 3		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.212	5.387	4.24	0.157	3.979	3.13	0.096	2.436	1.92
48	2	0.311	7.910	6.23	0.193	4.892	3.85	0.139	3.520	2.77
72	3	0.374	9.487	7.47	0.246	6.239	4.91	0.182	4.627	3.64
96	4	0.416	10.569	8.32	0.314	7.963	6.27	0.217	5.510	4.34

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	3.10	0.16	2.22	8.40	0.42	6.01	15.00	0.75	10.73
1.27	0.050	7.00	0.35	5.01	15.30	0.77	10.95	27.30	1.37	19.53
1.91	0.075	15.40	0.77	11.02	26.50	1.33	18.96	46.70	2.34	33.41
2.54	**0.100**	30.60	1.53	21.90	47.00	2.35	33.63	75.50	3.78	54.02
3.18	0.125	54.90	2.75	39.28	74.50	3.73	53.31	105.90	5.30	75.77
3.81	0.150	81.10	4.06	58.03	101.30	5.07	72.48	150.90	7.56	107.97
4.45	0.175	116.60	5.84	83.43	141.30	7.08	101.10	200.70	10.05	143.61
5.08	**0.200**	153.90	7.71	110.12	178.10	8.92	127.43	242.40	12.14	173.44
7.62	0.300	272.30	13.64	194.84	305.40	15.30	218.52	416.70	20.87	298.16
10.16	0.400	336.00	16.83	240.42	401.10	20.09	287.00	492.12	24.65	352.12
12.70	0.500	396.10	19.84	283.42	476.10	23.85	340.66	556.80	27.89	398.40

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Díaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 213809

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	CÓDIGO	LSP21 - MS - 538

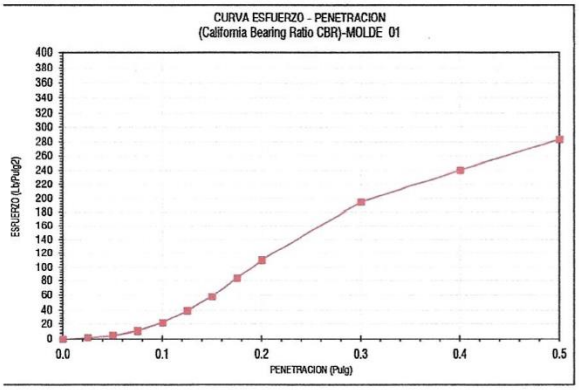
TESIS:	USO DEL ACEITE RESIDUAL DE MOTOR DIÉSEL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO.	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENENR KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	TRAMO EL TABLÓN - PERICO DEL DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
BACHILLER:	BACH. DIDÍ CAMACHO DOMINGUEZ BACH. JHON DARWIN HUAMÁN PINEDO	ASISTENTE:	ARODY CIEZA ROMERO

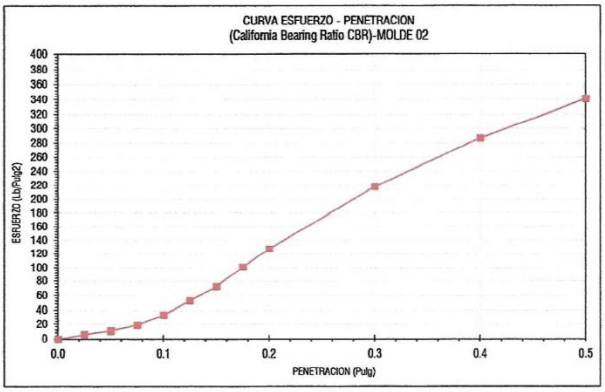
DATOS DEL MUESTREO						CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION	
CALICATA :	C - 1, M - 1	PROFUNDIDAD :	1.50 m.	FECHA :	DICIEMBRE - 2021	CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.A.S.H.T.O. M 145	A-7-5 (32)
PROGRESIVA:	KM 2 + 000					CLASIFICACION DEL SUELO SUCS	CH

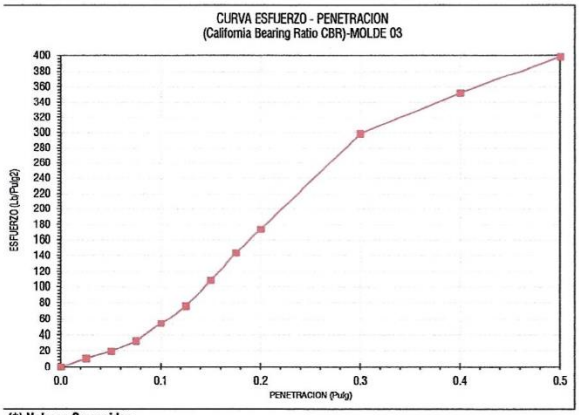
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

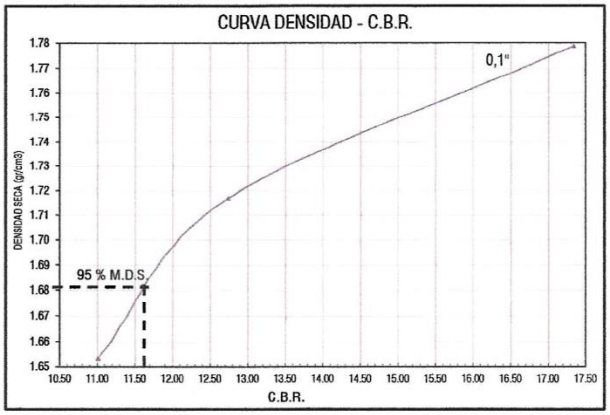
MTC E 132

REPETICIÓN N° 4









(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA CORREGIDA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
MOLDE 01	0.1	110.12	1000	11.01	1.65
MOLDE 02	0.1	127.43	1000	12.74	1.72
MOLDE 03	0.1	173.44	1000	17.34	1.78

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO A.A.S.H.T.O. T 180		VALOR C.B.R. (A.S.T.M. D 1883)	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3) :	1.770	C.B.R. Para el 95 % de la M.D.S. (0,1")=	11.60%
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%) :	5.61		

OBSERVACIONES:	SE REALIZÓ BAJO EL ESTRICTO PROCEDIMIENTO QUE ESPECIFICA LA NORMA MTC E 132

LABSUC
LABORATORISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jhonatan Joel Herrera Barahona
TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Jenner Kimbel Ramos Diaz
INGENIERO CIVIL
C.I.P: 218809

ANEXO II

ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON EL PROGRAMA STATISTIX 8.1

MATRIZ DE DATOS

Statistix - [Untitled]

File Edit Data Statistics Preferences Window Help

		TRAT	REP	LL	IP	PM	CBR
▶	1	1	1	72.549	37.651	1.534	0.82
	2	1	2	71.88	37.435	1.521	1.26
	3	1	3	71.692	36.962	1.529	0.99
	4	1	4	72.268	37.756	1.519	0.89
	5	2	1	71.19	28.808	1.585	1.29
	6	2	2	71.888	29.227	1.572	1.4
	7	2	3	71.458	29.522	1.579	1.32
	8	2	4	70.966	29.406	1.56	1.19
	9	3	1	70.913	27.841	1.585	2.13
	10	3	2	70.168	29.025	1.579	2.38
	11	3	3	70.122	28.822	1.596	2.81
	12	3	4	70.777	28.171	1.604	3.05
	13	4	1	67.973	27.948	1.74	9.35
	14	4	2	67.875	27.637	1.739	8.44
	15	4	3	67.339	27.564	1.75	8.89
	16	4	4	67.153	27.391	1.745	8.05
	17	5	1	65.08	25.006	1.76	11.35
	18	5	2	65.232	24.756	1.762	11.86
	19	5	3	64.973	24.904	1.773	12.09
	20	5	4	64.86	25.355	1.77	11.6
*							

Límites de Atterberg: Limite líquido, límite platico e índice de plasticidad.

- **Límite líquido**
- **Análisis de varianza ANOVA**

```
Statistix 8.1                                          13/12/2021, 10:09:12 AM

One-Way AOV for LL by TRAT

Source   DF        SS        MS        F        P
TRAT      4   136.484   34.1210      313   0.0000
Error    15     1.635    0.1090
Total    19   138.119

Grand Mean 69.290    CV 0.48
                                        Chi-Sq   DF        P
Bartlett's Test of Equal Variances        3.30    4   0.5086
Cochran's Q                 0.3060
Largest Var / Smallest Var  6.6445

Component of variance for between groups   8.50300
Effective cell size                           4.0

TRAT     Mean
   1   72.097
   2   71.236
   3   70.495
   4   67.585
   5   65.036
Observations per Mean            4
Standard Error of a Mean    0.1651
Std Error (Diff of 2 Means) 0.2335
```

- **Prueba de Comparación Múltiple Tukey**

```
Statistix 8.1                                          13/12/2021, 10:18:27 AM

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of LL by TRAT

TRAT     Mean  Homogeneous Groups
   1   72.097  A
   2   71.236   B
   3   70.495    C
   4   67.585     D
   5   65.036      E

Alpha             0.05     Standard Error for Comparison  0.2335
Critical Q Value  4.368    Critical Value for Comparison  0.7210
All 5 means are significantly different from one another.
```

- **Índice de plasticidad**

Análisis de varianza ANOVA

```
Statistix 8.1                                          13/12/2021, 10:21:21 AM

One-Way AOV for IP by TRAT

Source   DF        SS         MS        F         P
TRAT      4   352.083    88.0207      680    0.0000
Error    15     1.940     0.1294
Total    19   354.023

Grand Mean 29.559    CV 1.22
                                        Chi-Sq   DF         P
Bartlett's Test of Equal Variances        2.70    4    0.6094
Cochran's Q                   0.4725
Largest Var / Smallest Var    5.6405

Component of variance for between groups   21.9728
Effective cell size                           4.0

TRAT     Mean
   1   37.451
   2   29.241
   3   28.465
   4   27.635
   5   25.005
Observations per Mean              4
Standard Error of a Mean      0.1798
Std Error (Diff of 2 Means)   0.2543
```

- **Prueba de Comparación Múltiple Tukey**

```
Statistix 8.1                                          13/12/2021, 10:22:27 AM

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of IP by TRAT

TRAT     Mean  Homogeneous Groups
   1   37.451  A
   2   29.241   B
   3   28.465   B
   4   27.635    C
   5   25.005     D

Alpha              0.05     Standard Error for Comparison  0.2543
Critical Q Value   4.368    Critical Value for Comparison  0.7854
There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.
```

- **Proctor modificado**

Análisis de varianza ANOVA

```
Statistix 8.1                                          13/12/2021, 02:19:46 PM

One-Way AOV for PROC by TRAT

Source   DF        SS        MS        F        P
TRAT      4   0.18585   0.04646      657   0.0000
Error    15   0.00106   0.00007
Total    19   0.18691

Grand Mean 1.6401    CV 0.51
                                      Chi-Sq   DF        P
Bartlett's Test of Equal Variances      2.44    4   0.6553
Cochran's Q                   0.3527
Largest Var / Smallest Var  4.8571

Component of variance for between groups   0.01160
Effective cell size                           4.0

TRAT     Mean
   1   1.5258
   2   1.5740
   3   1.5910
   4   1.7435
   5   1.7663
Observations per Mean            4
Standard Error of a Mean     4.204E-03
Std Error (Diff of 2 Means)  5.946E-03
```

- **Prueba de Comparación Múltiple Tukey**

```
Statistix 8.1                                          13/12/2021, 02:25:58 PM

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PROC by TRAT

TRAT     Mean  Homogeneous Groups
   5   1.7663  A
   4   1.7435   B
   3   1.5910    C
   2   1.5740    C
   1   1.5258     D

Alpha              0.05     Standard Error for Comparison 5.946E-03
Critical Q Value  4.368     Critical Value for Comparison  0.0184
There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.
```

- **CBR de suelos (laboratorio)**

  Análisis de varianza ANOVA

```
Statistix 8.1                                          13/12/2021, 02:27:20 PM

Completely Randomized AOV for CBR

Source   DF        SS        MS        F        P
TRAT      4   377.343   94.3358      743   0.0000
Error    15     1.905    0.1270
Total    19   379.248

Grand Mean 5.0580    CV 7.05
                                        Chi-Sq   DF        P
Bartlett's Test of Equal Variances        8.08    4   0.0888
Cochran's Q                     0.4973
Largest Var / Smallest Var     41.924

Component of variance for between groups   23.5522
Effective cell size                            4.0

TRAT     Mean
   1    0.990
   2    1.300
   3    2.593
   4    8.683
   5   11.725
Observations per Mean            4
Standard Error of a Mean     0.1782
Std Error (Diff of 2 Means)  0.2520
```

- **Prueba de Comparación Múltiple Tukey**

```
Statistix 8.1                                          13/12/2021, 02:28:06 PM

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of CBR by TRAT

TRAT     Mean  Homogeneous Groups
   5   11.725  A
   4   8.6825   B
   3   2.5925    C
   2   1.3000     D
   1   0.9900     D

Alpha              0.05     Standard Error for Comparison  0.2520
Critical Q Value  4.368     Critical Value for Comparison  0.7783
There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.
```

-

ANEXO III

CERTIFICADOS DE INDECOPI Y CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

PERÚ | Presidencia del Consejo de Ministros | INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO Nº 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución Nº 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo

Signo	:	La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Distingue	:	Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto
Clase	:	42 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	0796363-2019
Titular	:	GROUP JHAC S.A.C
País	:	Perú
Vigencia	:	28 de junio de 2029
Tomo	:	0582
Folio	:	091

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC - LF - 017 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

1. Expediente	212-2020
2. Solicitante	**GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
3. Dirección	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
4. Equipo	**PRENSA DE ENSAYO CBR**
Capacidad	5000 kgf
Marca	**PERUTEST**
Modelo	PTCBR1
Número de Serie	010
Procedencia	PERUTEST
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HT WINER
Modelo	NLD-SS LCD
Número de Serie	HS201809085
Resolución	0.1 kgf

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2020-12-02

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2020-12-03	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	PERUTEST S.A.C - LABORATORIO - PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC - LF - 017 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "*Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.*" - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28.0 °C	28.0 °C
Humedad Relativa	60 % HR	60 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antísismicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-092-19

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de ± 2,0 °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

PERUTEST S.A.C
LABORATORIO
PERU

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC - LF - 017 - 2020

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	497.8	497.8	497.8	497.8
20	1000	998.2	998.2	998.2	998.2
30	1500	1499.5	1499.5	1499.5	1499.5
40	2000	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8
50	2500	2500.1	2500.1	2500.1	2500.1
60	3000	3000.4	3000.4	3000.4	3000.4
70	3500	3501.7	3501.7	3501.7	3501.7
80	4000	4002.0	4002.0	4002.0	4002.0
90	4500	4502.2	4502.2	4502.2	4502.2
100	5000	5002.4	5002.4	5002.4	5002.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición			Incertidumbre
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Resol. Relativa a (%)	U (k=2) (%)
500	0.44	0.00	0.02	0.34
1000	0.18	0.00	0.01	0.34
1500	0.03	0.00	0.01	0.34
2000	0.01	0.00	0.01	0.34
2500	-0.01	0.00	0.00	0.34
3000	-0.01	0.00	0.00	0.34
3500	-0.05	0.00	0.00	0.34
4000	-0.05	0.00	0.00	0.34
4500	-0.05	0.00	0.00	0.34
5000	-0.05	0.00	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %

PERUTEST S.A.C - LABORATORIO - PERU

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LT - 079 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

1. **Expediente** 02420-2020
2. **Solicitante** LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
3. **Dirección** CALLE LA COLONIA NRO 316 - CAJAMARCA - JAEN - JAEN
4. **Equipo** HORNO

Alcance Máximo	300 °C
Marca	PYS EQUIPOS
Modelo	STHX-2A
Número de Serie	120617
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. **Fecha de Calibración** 2020-12-15

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2020-12-16	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	PERUTEST S.A.C LABORATORIO PERÚ

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LT - 079 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostatico PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA COLONIA NRO 316 - CAJAMARCA - JAEN - JAEN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	53 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1268-2019
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1131- 2020

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LT - 079 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21.5 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo	Termómetro del equipo	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom	Tmax-Tmin
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
(min)	(°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(°C)	(°C)
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
T.PROM	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
T.MAX	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
DTT	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LT - 079 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.4	16.9
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	10.0
Estabilidad Medida (±)	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	10.0

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

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 ± 1/2 DTT.

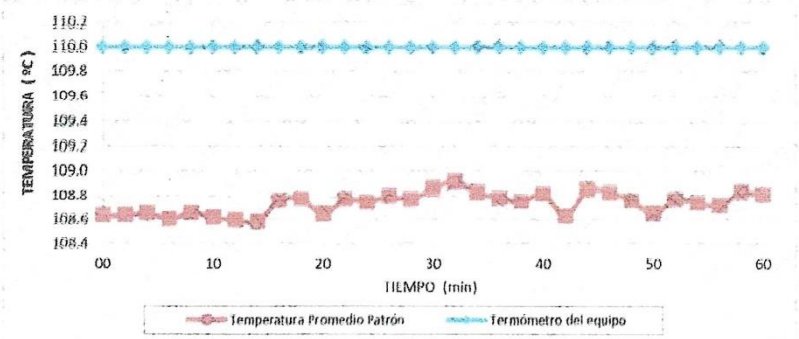
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

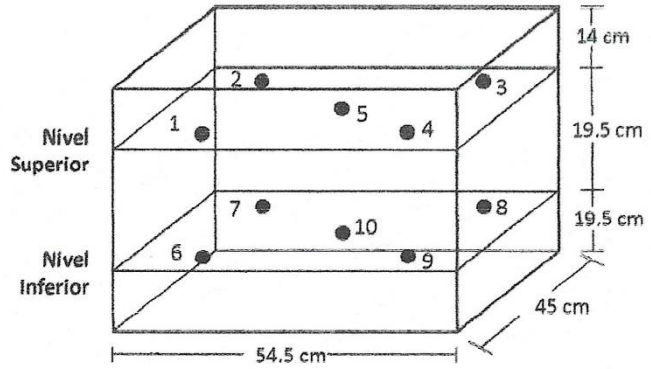
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LT - 079 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores **5** y **10** están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC-LM-004 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

1. Expediente	111-2021	
2. Solicitante	GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
3. Dirección	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	VALTOX	
Modelo	LCD 30N2	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	LM-0143	
5. Fecha de Calibración	2021-01-11	

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-01-11	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	PERUTEST S.A.C LABORATORIO PERU

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC-LM-004 - 2021

6. Método de Calibración

La verificación se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.
Calle: Sinchi Roca N° 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28.3 °C	28.3 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	METROIL M-0850-2020
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	METROIL M-0549-2020
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	METROIL M-0548-2020
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0547-2020

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

PERUTEST S.A.C
LABORATORIO
PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC-LM-004 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

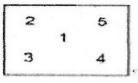
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	28.3 °C	28.3 °C

Medición	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
Nº	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0
2	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.3	0.2
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	3.4	-2.9	30,000	0.5	0.0
7	15,000	0.3	0.2	29,999	0.4	-0.9
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8
	Diferencia Máxima		3.1	Diferencia Máxima		1.1
	Error Máximo Permisible		± 20.0	Error Máximo Permisible		± 30.0

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERU

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	28.3 °C	28.3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E(g)	Ec (g)
1		10	0.5	0.0		10,000	0.8	-0.3	-0.3
2		10	5.0	-4.5		10,000	0.5	0.0	4.5
3	10 g	10	0.6	-0.1	10,000	10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10,000	0.3	0.2	0.2
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				± 20.0

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC-LM-004 - 2021

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	28.3 °C	28.3 °C

Carga	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p **
L (g)	I (g)	ΔL(g)	E(g)	Ec (g)	I (g)	ΔL(g)	E(g)	Ec (g)	(± g)
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,001	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,001	0.5	1.0	1.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

** error máximo permisible

Leyenda: *L: Carga aplicada a la balanza.* *ΔL: Carga adicional.* *E_o: Error en cero.*
I: Indicación de la balanza. *E: Error encontrado* *E_c: Error corregido.*

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(1.1760000\ g^2 + 0.00000002349\ R^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.0000403\ R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC - LM - 003 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

1. Expediente	**111-2021**
2. Solicitante	**GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
3. Dirección	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN
4. Equipo de medición	**BALANZA ELECTRÓNICA**
Capacidad Máxima	**200 g**
División de escala (d)	**0.01 g**
Div. de verificación (e)	**1 g**
Clase de exactitud	**II**
Marca	**MH SERIE**
Modelo	**MH 200**
Número de Serie	**NO INDICA**
Capacidad mínima	**0.20 g**
Procedencia	**CHINA**
Identificación	**LM-142**
5. Fecha de Calibración	**2021-01-11**

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-01-11	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	PERUTEST S.A.C LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC - LM - 003 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.
Sucursal: Calle Sinchi Roca N° 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24.3 °C	24.3 °C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: M1)	METROIL - 0547 - 2020

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC - LM - 003 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

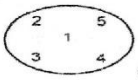
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	24.3 °C	24.3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 100.00 g			Carga L2 = 200.00 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	100.00	6	-1	200.00	5	0
2	100.00	5	0	200.00	7	-2
3	100.00	6	-1	200.00	6	-1
4	100.00	5	0	200.00	5	0
5	100.00	5	0	200.00	4	1
6	100.00	4	1	200.00	7	-2
7	100.00	6	-1	200.00	5	0
8	100.00	5	0	200.00	6	-1
9	100.00	6	-1	200.00	5	0
10	100.00	5	0	200.00	8	-3
	Diferencia Máxima		2	Diferencia Máxima		4
	Error Máximo Permisible		± 1,000	Error Máximo Permisible		± 1,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	24.3 °C	24.3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)
1		0.10	6	-1		200.00	5	0	1
2		0.10	5	0		200.00	6	-1	-1
3	0.10 g	0.10	6	-1	200.00	200.00	5	0	1
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.10	5	0		200.00	5	0	0
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				± 1,000

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PTC - LM - 003 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	24.3 °C	24.3 °C

Carga	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p **
L (g)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	(± mg)
0.10	0.10	5	0						
0.20	0.20	5	0	0	0.20	5	0	0	1,000
1.00	1.00	4	1	1	1.00	5	0	0	1,000
10.00	10.00	5	0	0	10.00	5	0	0	1,000
50.00	50.00	4	1	1	50.00	4	1	1	1,000
100.00	100.00	5	0	0	100.00	5	0	0	1,000
200.00	200.00	5	0	0	200.00	6	-1	-1	1,000
		0				0			
		0				0			
		0				0			
		0				0			

** error máximo permisible

Leyenda: *L: Carga aplicada a la balanza.* *ΔL: Carga adicional.* *E_o: Error en cero.*
I: Indicación de la balanza. *E: Error encontrado* *E_c: Error corregido.*

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(\ 0.0000183 \ g^2 + \ 0.00000000003 \ R^2 \ )}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.0000018 \ R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

PERUTEST S.A.C LABORATORIO PERU

INFORME DE VERIFICACIÓN
PTC - IV -´001 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

1. **Expediente**	111-2021
2. **Solicitante**	**GROUP JHAC S.A.C LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
3. **Dirección**	Ca. LA COLONIA N° 316 (MONTEGRANDE - A1 CDRA MCDO SOL
4. **Instrumento de medición**	**EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO** (CAZUELA CASAGRANDE)
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-CC
Procedencia	PERU
Número de Serie	´028
Código de Identificación	NO INDICA
Tipo de contador	ANALÓGICO
5. **Fecha de Verificación**	2021-01-11

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	**Jefe del Laboratorio de Metrología**	**Sello**
2021-01-11	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	PERUTEST S.A.C LABORATORIO PERU

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN
PTC - IV -´001 - 2021

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22 °C	22 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PATRONES CALIBRADOS POR INACAL	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Vertex Modelo VGB-87-0	INACAL LLA-C-102-2020

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.
(*) Serie grabado en el instrumento

PERUTEST S.A.C
LABORATORIO
PERU

INFORME DE VERIFICACIÓN
PTC - IV -´001 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
50.47	150.16	125.14

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO		
Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.00	2.00	13.53

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
53.03	2.07	48.09

Fin del Documento

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERU