



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA
SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA
EL TRAMO CHACHAPOYAS – TINGO,
CHACHAPOYAS, 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Luis Enrique Donaires Rodriguez
Carlos Jesus Santillan Huivin

Asesor:

Mg. German Sagastegui Vasquez
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	GONZALO HUGO DIAZ GARCIA	40539624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	NIXON BRAYAN PECHE MELO	70615775
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ALBERTO RUBEN VASQUEZ DIAZ	40385695
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, quien nos brinda cuidado y salud.

A nuestras familias por su gran amor y paciencia, por ser el pilar de todos los logros y el desarrollo de propósitos en esta pequeña parte de nuestras vidas.

A nuestro asesor y docente, el Ing. German Sagastegui Vasquez y a todos los docentes de la Universidad Privada del Norte.

A todos nuestros amigos por su afecto y colaboración en nuestro crecimiento personal, intelectual y social. Así como en el desarrollo de nuestra vida universitaria.

Carlos Jesus Santillan Huivin

Luis Enrique Donaires Rodriguez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, por darnos la dicha y el privilegio de estar con vida y brindarnos sabiduría y entendimiento para poder realizar este proyecto de investigación.

Agradecemos al Ing. German Sagastegui Vasquez responsable aceptar ser nuestro asesor y también, por impartirnos sus conocimientos y guiarnos para el desarrollo adecuado de nuestro proyecto de investigación.

A nuestros padres quienes a lo largo de nuestras vidas nos han brindado un apoyo incondicional.

Finalmente, un enorme agradecimiento a nuestra querida y prestigiosa Universidad Privada del Norte por abrir sus puertas y prepararnos con una educación de excelencia para ser los mejores profesionales.

Carlos Jesus Santillan Huivin

Luis Enrique Donaires Rodriguez

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO.....	5
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	10
INDICE DE ANEXOS.....	12
RESUMEN.....	14
CAPÍTULO 1. INTRODUCCION	15
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	15
1.1.1. ANTECEDENTES.....	20
1.1.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES	25
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	34
1.3. OBJETIVOS	35
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	35
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	35
1.4. HIPOTESIS	35
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA	36
2.1. TIPO DE INVESTIGACION	36
2.1.1. POR EL PROPOSITO	36
2.1.2. SEGÚN EL DISEÑO.....	36
2.2. POBLACION Y MUESTRA	36
2.2.1. POBLACION.....	36
2.2.2. MUESTRA	36
2.2.3. TAMAÑO DE MUESTRA.....	37
MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	38
MATRIZ DE CONSISTENCIA	39
2.3. MATERIALES, TECNICAS, INSTRUMENTOS DE RECOLECCION Y ANALISIS DE DATOS	40
2.3.1. MATERIALES DE RECOLECCION DE DATOS.....	40
2.3.2. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	40
2.3.3. UBICACIÓN.....	41
2.3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	41
2.3.5. Análisis de datos.....	42

2.4. ASPECTOS ETICOS.....	43
2.5. PROCEDIMIENTO	44
2.5.1. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO.....	45
2.5.2. DESCRIPCION DE LOS ENSAYOS	46
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	60
CAPÍTULO 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES	174
REFERENCIAS	183
ANEXOS.....	189

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Numero de ensayos y porcentaje de adición de madera shungo.....	37
Tabla 2 Cuadro de Variables	38
Tabla 3 Cuadro matriz de consistencia.....	39
Tabla 4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable independiente	42
Tabla 5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable dependiente.....	42
Tabla 6 Procedimientos para el desarrollo de la tesis	44
Tabla 7 Ensayo de absorción de la madera	60
Tabla 8 Ensayo de contracción de madera.....	60
Tabla 9 Ensayo de contracción de madera.....	61
Tabla 10 Ensayo de densidad de la madera	61
Tabla 11 Ensayo de densidad de la madera	62
Tabla 12 Ensayo de resistencia a la compresión de la madera.....	62
Tabla 13 Ensayo de resistencia a la compresión de la madera.....	62
Tabla 14 Ensayo de resistencia a la flexión de la madera	63
Tabla 15 Ensayo de resistencia a la flexión de la madera	63
Tabla 16 Análisis granulométrico C-1	65
Tabla 17 Clasificación granulométrica para C-1	66
Tabla 18 Contenido de humedad para C-1	67
Tabla 19 Determinación de los límites de consistencia para C-1	67
Tabla 20 Límites de consistencia para C-1	67
Tabla 21 Clasificación de suelos para C-1	68
Tabla 22 Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-1.....	69
Tabla 23 Contenido de humedad Proctor C-1	70
Tabla 24 Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-1 + 3% viruta de madera	71
Tabla 25 Contenido de humedad Proctor C-1 + 3% viruta de madera.....	71
Tabla 26 Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-1 +4% viruta de madera	72
Tabla 27 Contenido de humedad Proctor C-1 + 4% viruta de madera.....	73
Tabla 28 Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-1 +5% viruta de madera	74
Tabla 29 Contenido de humedad Proctor C-1 + 5% viruta de madera.....	74
Tabla 30 Datos del ensayo CBR para C-1	75
Tabla 31 Datos de humedad del ensayo CBR para C-1	75
Tabla 32 Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-1	76
Tabla 33 Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-1	77
Tabla 34 Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-1	78
Tabla 35 Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1	79
Tabla 36 Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1	79
Tabla 37 Resultados máxima densidad seca para C-1	80
Tabla 38 Datos del ensayo CBR para C-1 + 3% viruta de madera.....	81
Tabla 39 Datos de humedad del ensayo CBR para C-1 + 3% viruta de madera.....	81
Tabla 40 Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.....	82
Tabla 41 Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.....	82
Tabla 42 Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-1 + viruta de madera.	83
Tabla 43 Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 +3% viruta de madera.	85
Tabla 44 Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 3% viruta de madera.	85
Tabla 45 Resultados máxima densidad seca para C-1 + 3% viruta de madera.	86
Tabla 46 Datos del ensayo CBR para C-1 + 4% viruta de madera.....	87
Tabla 47 Datos de humedad del ensayo CBR para C-1 + 4% viruta de madera.....	87
Tabla 48 Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.....	88
Tabla 49 Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.....	89
Tabla 50 Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.....	89
Tabla 51 Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 4% viruta de madera.	91

Tabla 52	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 4% viruta de madera.	91
Tabla 53	Resultados máxima densidad seca para C-1 + 4% viruta de madera.....	92
Tabla 54	Datos del ensayo CBR para C-1 + 5% viruta de madera.	93
Tabla 55	Datos de humedad del ensayo CBR para C-1 + 5% viruta de madera.....	93
Tabla 56	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.....	94
Tabla 57	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.....	94
Tabla 58	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.....	96
Tabla 59	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 5% viruta de madera.	97
Tabla 60	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 5% viruta de madera.	97
Tabla 61	Resultados máxima densidad seca para C-1 + 5% viruta de madera.....	98
Tabla 62	Análisis granulométrico C-2	99
Tabla 63	Clasificación granulométrica para C-2	100
Tabla 64	Contenido de humedad para C-2	101
Tabla 65	Determinación de los límites de consistencia para C-2.....	101
Tabla 66	Límites de consistencia para C-2	102
Tabla 67	Clasificación de suelos para C-2.....	102
Tabla 68	Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-2.....	103
Tabla 69	Contenido de humedad Proctor C-2	104
Tabla 70	Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-2 + 3% viruta de madera	105
Tabla 71	Contenido de humedad Proctor C-2 + 3% viruta de madera.....	105
Tabla 72	Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-2 +4% viruta de madera	106
Tabla 73	Contenido de humedad Proctor C-2 + 4% viruta de madera.....	107
Tabla 74	Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-2 +5% viruta de madera	108
Tabla 75	Contenido de humedad Proctor C-2 + 5% viruta de madera.....	108
Tabla 76	Datos del ensayo CBR para C-2	109
Tabla 77	Datos de humedad del ensayo CBR para C-2.....	109
Tabla 78	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-2	109
Tabla 79	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-2	110
Tabla 80	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-2	111
Tabla 81	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2.....	113
Tabla 82	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2.....	113
Tabla 83	Resultados máxima densidad seca para C-2.....	114
Tabla 84	Datos del ensayo CBR para C-2 + 3% viruta de madera.....	115
Tabla 85	Datos de humedad del ensayo CBR para C-2 + 3% viruta de madera.....	115
Tabla 86	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.....	116
Tabla 87	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.....	116
Tabla 88	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.....	117
Tabla 89	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 +3% viruta de madera.	119
Tabla 90	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 3% viruta de madera.	119
Tabla 91	Resultados máxima densidad seca para C-2 + 3% viruta de madera.....	120
Tabla 92	Datos del ensayo CBR para C-2 + 4% viruta de madera.	121
Tabla 93	Datos de humedad del ensayo CBR para C-2 + 4% viruta de madera.....	121
Tabla 94	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.....	122
Tabla 95	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.....	122
Tabla 96	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.....	123
Tabla 97	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 4% viruta de madera.	125
Tabla 98	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 4% viruta de madera.	125
Tabla 99	Resultados máxima densidad seca para C-2 + 4% viruta de madera.....	126
Tabla 100	Datos del ensayo CBR para C-2 + 5% viruta de madera.	127
Tabla 101	Datos de humedad del ensayo CBR para C-2 + 5% viruta de madera.....	127
Tabla 102	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.....	128
Tabla 103	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.....	128
Tabla 104	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.....	129
Tabla 105	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 5% viruta de madera.....	131
Tabla 106	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 5% viruta de madera.....	131
Tabla 107	Resultados máxima densidad seca para C-2 + 5% viruta de madera.....	132

Tabla 108	Análisis granulométrico C-3	133
Tabla 109	Clasificación granulométrica para C-3	133
Tabla 110	Contenido de humedad para C-3.....	135
Tabla 111	Determinación de los límites de consistencia para C-3	135
Tabla 112	Límites de consistencia para C-3	136
Tabla 113	Clasificación de suelos para C-3.....	136
Tabla 114	Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-3.....	137
Tabla 115	Contenido de humedad Proctor C-3.	138
Tabla 116	Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-3 + 3% viruta de madera	139
Tabla 117	Contenido de humedad Proctor C-3 + 3% viruta de madera.....	139
Tabla 118	Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-3 +4% viruta de madera	140
Tabla 119	Contenido de humedad Proctor C-3 + 4% viruta de madera.....	141
Tabla 120	Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-3 +5% viruta de madera	142
Tabla 121	Contenido de humedad Proctor C-3 + 5% viruta de madera.....	142
Tabla 122	Datos del ensayo CBR para C-3	143
Tabla 123	Datos de humedad del ensayo CBR para C-3	143
Tabla 124	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-3	144
Tabla 125	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-3	144
Tabla 126	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-3	146
Tabla 127	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3.	147
Tabla 128	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3	147
Tabla 129	Resultados máxima densidad seca para C-3	148
Tabla 130	Datos del ensayo CBR para C-3 + 3% viruta de madera.	149
Tabla 131	Datos de humedad del ensayo CBR para C-3 + 3% viruta de madera.	149
Tabla 132	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.	150
Tabla 133	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.	150
Tabla 134	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.	151
Tabla 135	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 +3% viruta de madera.....	153
Tabla 136	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 3% viruta de madera.	153
Tabla 137	Resultados máxima densidad seca para C-3 + 3% viruta de madera.	154
Tabla 138	Datos del ensayo CBR para C-3 + 4% viruta de madera.	155
Tabla 139	Datos de humedad del ensayo CBR para C-3 + 4% viruta de madera.	155
Tabla 140	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.	155
Tabla 141	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.	156
Tabla 142	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.	157
Tabla 143	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 4% viruta de madera.	159
Tabla 144	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 4% viruta de madera.	159
Tabla 145	Resultados máxima densidad seca para C-3 + 4% viruta de madera.	160
Tabla 146	Datos del ensayo CBR para C-3 + 5% viruta de madera.	161
Tabla 147	Datos de humedad del ensayo CBR para C-3 + 5% viruta de madera.	161
Tabla 148	Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.	161
Tabla 149	Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.	162
Tabla 150	Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.	163
Tabla 151	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 5% viruta de madera.	165
Tabla 152	Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 5% viruta de madera.	165
Tabla 153	Resultados máxima densidad seca para C-3 + 5% viruta de madera.	166
Tabla 154	Índice Medio Diario Semanal – Promedio de vehículos diarios.....	167
Tabla 155	Población futura de vehículos.....	169
Tabla 156	Ejes Equivalentes y Factor Camión.....	170
Tabla 157	Trafico proyectado de diseño 20 años	171
Tabla 158	Diseño de pavimento flexible.....	172
Tabla 159	Coficiente estructural de las capas y coeficiente de drenaje para base y subbase.	172
Tabla 160	Cálculo de espesores de las capas	173
Tabla 161	Espesores de capas de estructura de pavimentos + 5% de viruta de madera	173

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipo de muestreo.....	37
Figura 2. Técnica de recolección de datos.....	40
Figura 3. Representación gráfica curva granulométrica para C-1.....	66
Figura 4. Diagrama de fluidez para C-1.....	68
Figura 5. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-1.....	76
Figura 6. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-1.....	77
Figura 7. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-1.....	78
Figura 8. Densidad seca vs CBR para C-1.....	80
Figura 9. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.....	82
Figura 10. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.....	83
Figura 11. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.....	84
Figura 12. Densidad seca vs CBR para C-1 + 3% viruta de madera.....	86
Figura 13. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.....	88
Figura 14. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.....	89
Figura 15. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.....	90
Figura 16. Densidad seca vs CBR para C-1 + viruta de madera.....	92
Figura 17. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.....	94
Figura 18. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.....	95
Figura 19. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.....	96
Figura 20. Densidad seca vs CBR para C-1 + 5% viruta de madera.....	98
Figura 21. Representación gráfica curva granulométrica para C-2.....	100
Figura 22. Diagrama de fluidez para C-2.....	102
Figura 23. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-2.....	110
Figura 24. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-2.....	111
Figura 25. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-2.....	112
Figura 26. Densidad seca vs CBR para C-2.....	114
Figura 27. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.....	116
Figura 28. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.....	117
Figura 29. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.....	118
Figura 30. Densidad seca vs CBR para C-2 + 3% viruta de madera.....	120
Figura 31. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.....	122
Figura 32. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.....	123
Figura 33. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.....	124
Figura 34. Densidad seca vs CBR para C-2 + 4% viruta de madera.....	126
Figura 35. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.....	128
Figura 36. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.....	129
Figura 37. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.....	130
Figura 38. Densidad seca vs CBR para C-2 + 5% viruta de madera.....	132
Figura 39. Representación gráfica curva granulométrica para C-3.....	134
Figura 40. Diagrama de fluidez para C-3.....	136
Figura 41. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-3.....	144
Figura 42. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-3.....	145
Figura 43. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-3.....	146
Figura 44. Densidad seca vs CBR para C-3.....	148
Figura 45. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.....	150
Figura 46. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.....	151
Figura 47. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.....	152
Figura 48. Densidad seca vs CBR para C-3 + 3% viruta de madera.....	154
Figura 49. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.....	156
Figura 50. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.....	157
Figura 51. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.....	158

Figura 52. Densidad seca vs CBR para C-3 + 4% viruta de madera.	160
Figura 53. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.	162
Figura 54. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.	163
Figura 56. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.	164
Figura 56. Densidad seca vs CBR para C-3 + 5% viruta de madera.	166

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Inicio de recolección de muestras.....	189
Anexo 2. Ubicación calicata C1	189
Anexo 3. Ubicación calicata C3	190
Anexo 4. Ubicación calicata C3	190
Anexo 5. Recolección de madera shungo	191
Anexo 6. Cortando la madera.....	191
Anexo 7. Tamizado granulométrico	192
Anexo 8. Preparando la muestra para las pruebas Proctor Modificado y CBR	192
Anexo 9. Viruta de madera para utilizar en el suelo.....	193
Anexo 10. Mezclando el suelo natural con viruta de madera.....	193
Anexo 11. Suelo natural mas viruta de madera mezclando con su humedad optima	194
Anexo 12. Golpes requeridos para los ensayos.....	194
Anexo 13. Enrasando la muestra con el molde	195
Anexo 14. Obtención de datos.....	195
Anexo 15. Contenido de humedad C1	196
Anexo 16. Análisis granulométrico por tamizado C1	197
Anexo 17. Determinación de los límites de consistencia C1	198
Anexo 18. Clasificación de suelos C1	199
Anexo 19. Contenido de humedad C2.....	200
Anexo 20. Análisis granulométrico por tamizado C2	201
Anexo 21. Determinación de los límites de consistencia C2	202
Anexo 22. Clasificación de suelos C2	203
Anexo 23. Contenido de humedad C3.....	204
Anexo 24. Análisis granulométrico por tamizado C3	205
Anexo 25. Determinación de los límites de consistencia	206
Anexo 26. Clasificación de suelos	207
Anexo 27. Ensayo de absorción de la madera.....	208
Anexo 28. Ensayo de contracción de la madera.....	209
Anexo 29. Ensayo de contracción de la madera.....	210
Anexo 30. Ensayo de densidad de la madera.....	211
Anexo 31. Ensayo de densidad de la madera.....	212
Anexo 32. Ensayo de resistencia de compresión a la madera	213
Anexo 33. Ensayo de resistencia a la compersión de la madera.....	214
Anexo 34. Ensayo de resistencia a la flexión de la madera	215
Anexo 35. Ensayo de resistencia a la flexión de la madera	216
Anexo 36. Ensayo Proctor modificado C1	217
Anexo 37. Ensayo Proctor modificado C1 + 3% viruta de madera.....	218
Anexo 38. Ensayo Proctor modificado C1 + 4% viruta de madera.....	219
Anexo 39. Ensayo Proctor modificado C1 + 5% viruta de madera.....	220
Anexo 40. Ensayo Proctor modificado C2 + 3% viruta de madera.....	221
Anexo 41. Ensayo Proctor modificado C2 + 4% viruta de madera.....	222
Anexo 42. Ensayo Proctor modificado C2 + 5% viruta de madera.....	223
Anexo 43. Ensayo Proctor modificado C3 + 3% viruta de madera.....	224
Anexo 44. Ensayo Proctor modificado C3 + 4% viruta de madera.....	225
Anexo 45. Ensayo Proctor modificado C3 + 5% viruta de madera.....	226
Anexo 46. Ensayo CBR C1.....	227
Anexo 47. Ensayo CBR C1 + 3% viruta de madera	229
Anexo 48. Ensayo CBR C1 + 4% viruta de madera	231
Anexo 49. Ensayo CBR C1 + 5% viruta de madera	233
Anexo 50. Ensayo CBR C2	235
Anexo 51. Ensayo CBR C2 + 3% viruta de madera	237
Anexo 52. Ensayo CBR C2 + 4% viruta de madera	239
Anexo 53. Ensayo CBR C2 + 5% viruta de madera	241
Anexo 54. Ensayo CBR C3	243

Anexo 55. Ensayo CBR C3 + 3% viruta de madera	245
Anexo 56. Ensayo CBR C3 + 4% viruta de madera	247
Anexo 57. Ensayo CBR C3 + 5% viruta de madera	249
Anexo 58. Cuadro para contenido de humedad	251
Anexo 59. Cuadro para determinación de límites de consistencia	252
Anexo 60. Cuadro para análisis granulométrico	253
Anexo 61. Ficha para datos de ensayo de Proctor modificado para la curva.....	254
Anexo 62. Ficha para contenido de humedad Proctor.....	255
Anexo 63. Ficha para anotación de datos para Ensayo CBR	256
Anexo 64. Ficha anotación de datos para humedad Ensayo CBR	257
Anexo 65. Ficha para Ensayo de CBR 12, 25 y 56 golpes por capa	258
Anexo 66. Ficha porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR.....	259
Anexo 67. Ficha Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR.....	260
Anexo 68. Ficha Resultados máxima densidad seca.....	261

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se elaboró en la vía Chachapoyas – Tingo de la provincia de Chachapoyas, teniendo como principal objetivo realizar el análisis del comportamiento de la subrasante con la madera shungo.

Se utilizó un diseño de tipo experimental, el muestreo fue probabilístico por conveniencia y para la recolección de datos se realizó estudios de suelos y estudios mecánicos a la madera, así mismo para el análisis de datos se realizó cuadros comparativos, diagramas estadísticos con la finalidad de recolectar diferentes datos obtenidos en los ensayos con el fin de facilitar su comprensión. Se obtuvieron como resultados un CBR de diseño del suelo natural de 4.58% y el diseño del pavimento flexible con el método AASTHO 93. Por otro lado, agregando 5% de viruta de madera, se obtuvo mejores resultados, siendo este un porcentaje CBR de 37.03% y con respecto a los espesores de la carpeta asfáltica fueron de 11 cm como capa superficial y 25 cm para la base, siendo el diseño estructural del pavimento más óptimo.

Palabras clave: Diseño estructural, AASTHO 93.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCION

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el mundo de la ingeniería civil la ejecución un proyecto vial tiene muchos factores que impiden una adecuada construcción, siendo principalmente el tipo de suelo en donde se trabajará. Es por ello, que en tiempos remotos la ingeniería europea viene utilizando técnicas de construcción con madera, tales países son: Holanda, Italia, Alemania, Reino Unido, Suecia, Turquía, Inglaterra y Francia. La catedral de San Isaac de San Petersburgo Rusia (1818-1868), tercer edificio cupular más grande en el mundo (101.5m) está apoyada sobre 24000 pilotes de pino. La catedral de Salisbury ubicada en el Reino Unido, fue ejecutada con estos pilotes. En Suecia, el edificio del Parlamento en Estocolmo está hecha a base de 15,000 pilotes. Estos países aprovechan las propiedades físicas y mecánica que puede aportar este material. Hoy en día, en el Perú no existen muchos registros de la utilización de esta técnica constructiva con madera (Coloquialmente llamado madera shungo), la implementación en carreteras vino por cuenta de empresas brasileñas. Por esta razón, investigar sobre este nuevo proceso de construcción es una solución innovadora para solucionar dichos problemas que hoy en día se afrontan.

En Holanda, argumentan que el casco antiguo de Ámsterdam se levanta sobre 11 millones de pilotes de madera. Detallan que durante mucho tiempo el único proceso constructivo sobre suelos blandos fue con madera. En la capital neerlandesa el edificio del ayuntamiento está asentado sobre 13.600 pilotes de madera. La estación central, inaugurada en 1880, está elevada sobre más de 8.600. Finalmente recalca que, este método de cimentación no era novedoso en Ámsterdam. A día de hoy, todavía hay

grandes obras como puentes y carreteras que utilizan pilotes de madera para transmitir la carga de la estructura a las capas sólidas más profundas de terreno y salvar así las dificultades de construir sobre suelos blandos. (Samaniego, 2018)

En Venecia, explican que se utiliza los pilotes de madera hasta la actualidad. Según registros del siglo IX, el fondo del lago está constituida por arena y fango afectando a las construcciones, ante dicho problema optaron por clavar troncos de roble, aliso olerce en el fondo del lago. Finalmente concluye comentando que en 1902 reconstruyeron La torre del Campanile de Venecia sobre estos pilotes que ya tenían 1000 años de antigüedad y aun se conservaban en buen estado. (Torraldo, 2015)

En Estados Unidos, explica que, ante suelos con condiciones especiales los pilotes de madera es una gran elección para su uso en cimentaciones. Porque son económicos, fácil de transportar, cortar a la longitud adecuada y son particularmente adecuados para lugares donde el empleo del hormigón presenta problemas. Como ejemplo el autor nomina grandes estructuras hechas a base de pilotes de madera, siendo estas las siguientes: el puente de Brooklyn en Nueva York donde descansa sobre cajas neumáticas formadas con pilotes de pino amarillo de 15 pies de largo (4.5m) que tienen una capacidad de carga de 80000 tn. La cimentación del Aeropuerto JF Kennedy está hecha a base de pilotes de madera de 30 tn de capacidad portante. También se usaron pilotes en la cimentación de la gran cúpula de Louisiana de 210m de diámetro que soporta 13000 m³ de hormigón y 18000 tn de acero. Finalmente, el viaducto de Winnemucca de 300m en Nevada fue hecha por pilotes de madera que soportan 70 tn. (Graham, 2000)

En Alemania, se tiene un registro de 4 ciudades donde utilizan frecuentemente este material, el edificio más famoso hecho con pilotes de madera es el Reichstag ubicada en Berlín. En la construcción la superficie presentó un suelo débil, la cual no iba a soportar el peso del edificio por lo que implementaron de pilotes de madera para soportar la estructura. (Peraza, 2012)

En el Perú, este proceso se implementó recientemente en la construcción de la carretera INTEROCEANICA, debido a que en algunas zonas de esta ruta el suelo contaba con este problema. Existen zonas peruanas donde las propiedades mecánicas del suelo no son las más favorables para la construcción de carreteras, drenajes, entre otros. Esto repercute en la elaboración del proyecto debido a que genera fallas.

En Trujillo, hasta la fecha no se ha encontrado historial en ninguna empresa que haya ejecutado alguna obra con estas características. Siendo fundamental esta investigación para futuros proyectos viales y aporte para investigadores interesados en el tema.

Villena (2010) de su investigación “Evaluación y alternativas del empleo de madera para edificaciones de Selva Baja, Pucallpa, Perú” concluyó que la población no aprovecha los beneficios dados de la madera de su zona, prefieren construir con material noble y conllevar las adversidades que el suelo pueda provocar al material, dejando de lado las propiedades físicas favorables que la madera puede dar.

Ninanya (2018) en su investigación “Evaluación de la capacidad de carga de pilotes excavados en arcillas a través de métodos estáticos y pruebas de carga” finaliza con la estimación de la capacidad de carga de pilotes es un importante tema en la ingeniería geotécnica. El uso de métodos teóricos que consideren el efecto de la fricción negativa mejoró los resultados de capacidad de carga.

Es primordial estudiar los beneficios que puede aportar la madera shungo ya que sus propiedades físicas y mecánicas influye significativamente en problemas con suelos arcillosos. Por este motivo el estudiar o investigar nuevas formas para la correcta ejecución de estas es necesario, debido a que una mala ejercitación puede traer un sinnúmero de problemas tales como: asentamiento del terreno, pérdida del material utilizado y la más importante pérdida económica. Este estudio, ayudara a todo el Perú (siendo más específico en zonas donde presenten este tipo de suelo) creando nuevas estrategias de construcción y nuevos parámetros de diseño.

La Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera (AITIM) (2015) comenta que: Los pilotes son cimentaciones llamadas profundas, que tienen formas cilíndricas o prismáticas y que se construyen o se hincan dentro de terrenos normalmente de baja capacidad portante o con problemas constructivos para cimentaciones superficiales. El fin del pilote es transmitir las cargas al terreno a partir de su interacción mutua, como cualquier otro tipo de cimentación. Es un elemento resistente que dirige la carga de un edificio o construcción descargándola en la punta o por rozamiento del fuste en el terreno.

CEDRIA (2015) argumenta que, aunque hoy en día tenemos conocimiento amplio de las características de la madera que el pasado aún es posible responder que existen un sinnúmero de posibilidades de usar este material, estas cualidades pueden mejorar si nos ponemos a analizar de manera detallada propiedades particulares que la madera nos puede brindar.

El Perú es un país donde abundan los suelos arcillosos, este se puede encontrar en costa, sierra y selva, pese a ellos existen pocos métodos que contrarresten este problema. Por

consecuencia, genera retraso en los proyectos, pistas no pavimentadas, pérdida de material, pérdida de pistas pavimentadas, problemas de asentamientos de suelos y pérdida económica.

Según el Centro de Comercio Exterior (CCEX) de la Cámara de Comercio (2018), dice que la red vial en el Perú está compuesta por 95,863 km y preocupa que solo el 16% se encuentre pavimentada (15,496 km). El 84% restante se encuentra en estado afirmado o de trocha (con una extensión de 80 367 km). Esto por problemas de suelos, por problemas geológicos del terreno, mala gestión en los gobiernos, entre otras causas.

Recientemente los suelos expansivos en el mundo han alcanzado notoriedad, debido a su extensión y al impacto económico de sus daños. Se le llama también suelo arcilloso inestables con presencia de humedad, su característica principal es cambiar el volumen del suelo cuando varía su contenido en líquido. En el Perú específicamente en la costa presenta los mayores problemas de suelos expansivos; en la sierra el fenómeno de expansión de suelos ocurre por las formaciones volcánico sedimentarias y finalmente en los suelos de la selva la montmorillonita hace que sea potencialmente expansivos; sin embargo, presenta contenido de humedad elevado por esto disminuye su expansión. Por otro lado, el pavimento son estructuras civiles que tiene un período de diseño finito. Esto significa que, durante el período de vida del pavimento, iniciará un proceso de deterioro tal que al final de su vida útil manifestará un conjunto de fallas. Independientemente del proceso de deterioro natural, se deben iniciar labores de mantenimiento y rehabilitación de las mismas, desde el inicio de su período de diseño, así poder reducir el daño que puede causar las diferentes fallas a la estructura. Con el

fin de optimizar los recursos disponibles para una eventual rehabilitación, sin necesidad de ejecutar trabajos de reconstrucción de la estructura. (Vergara, 2015).

Lo descrito anteriormente, se puede comprobar que todos tienen un mismo problema, siendo esto los suelos arcillosos. Este problema se encuentra en todo el planeta debido a que el 71% está cubierta por esta. Esto afecta en los proyectos viales, edificaciones, saneamientos, entre otros. Anualmente se ven nuevos procesos de construcción para frenar este tipo de problema; pero estos tienen costos elevados, algunos causan deterioro del medio ambiente porque se utilizan reactivos químicos. Por este motivo la presente investigación tiene como propósito buscar una alternativa para poder frenar los daños ocasionados por este tipo de suelo.

De los autores citados en los párrafos superiores, se puede comprobar que las investigaciones hechas a la madera son muy escasas. Esto es debido, a una falta de interés por el material, ya que la mayoría no conoce las propiedades que esta puede brindar. Sin embargo, en Europa existe evidencia desde tiempos remotos la utilización de este material. Es por ello, que el presente trabajo de investigación se basa fundamentalmente en estudiar las propiedades mecánicas de la madera, para llegar a concientizar el uso aplicándolo en pavimentos que contienen suelos arcillosos, con el fin de evitar fallas o agrietamientos en las bases, asentamiento del terreno, pérdida económica o en el peor de los casos pérdida total del pavimento del tramo afectado.

1.1.1. ANTECEDENTES

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Blacio (2022). Tuvo como objetivo diseñar un suelo utilizando la viruta de madera, caucho reciclado, ceniza volcánica como estabilizadores de la arcilla plástica.

Él quiere demostrar el comportamiento del suelo tipo arcillosos plásticos procediendo a realizar su estabilización de este tipo de suelo con viruta de madera con un porcentaje de 10%. Como se muestra en la investigación realizaron calicatas de 1.50 m de profundidad del suelo, utilizando todo el volumen de la muestra para proceder a realizar la investigación de laboratorio.

El tipo de investigación es experimental esto debido a que analizan las propiedades del suelo estabilizado con viruta de madera reciclada de encofrados, caucho reciclado y cenizas volcánicas con la finalidad de encontrar cual resulta más eficiente para este tipo de suelo. Concluyo que el suelo estabilizado con viruta de madera reciclado de encofrados con porcentaje de 10% da una mejor resistencia a diferencia del suelo natural.

La investigación aportó que para el suelo estabilizado con viruta de madera reciclado de encofrados en porcentaje de 10% presenta una resistencia mayor a un suelo normal demostrando que la viruta de madera es un gran estabilizante.

Según Gavancho y Quinte (2017). Tuvo como objetivo determinar cuánto es la variación de la subrasante con cenizas de eucalipto.

La investigación tuvo un diseño experimental donde manipularan una o más variables que son la independiente y la dependiente, donde serán monitoreadas por el investigador.

Para obtener los resultados el autor realizó tres calicatas de 2m de profundidad donde agrego porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente. Obtuvo como resultados para suelo natural 3.23%, 4.36% para suelo natural más 5% de ceniza de eucalipto, 15.67%

para suelo natural más 10% de ceniza de eucalipto y 7.54% para el suelo natural más 15% de ceniza de eucalipto.

Finalmente, los autores concluyeron que el suelo con la adición de 10% de ceniza de eucalipto aumento las propiedades mecánicas del suelo, obteniendo mejores resultados que con las otras proporciones.

Se analizó que el eucalipto es un gran estabilizador para la subrasante, aumentando las propiedades mecánicas iniciales del suelo.

ANTECEDENTES NACIONALES

Según Perez (2021). Tuvo como objetivo determinar la incidencia de la ceniza de madera de fondo, producto de la ladrillera, en la estabilización del suelo arcilloso para su uso como subrasante mejorada de pavimento.

La investigación es de tipo experimental cuantitativa porque se comprobó mediante diferentes aplicaciones los efectos que produjo en la estabilización de suelos arcillosos para su uso como subrasante mejorada, además se analizó las propiedades físicas y mecánicas y sus mejoras, los datos que obtuvo en campo fueron objeto de estudio en laboratorio y así evidenciaron los resultados de manera directa.

Para la recolección de datos realizó cuatro calicatas en su estado de suelo natural, posteriormente lo mezclaron con cenizas de madera en proporciones de 10%, 20% y 30% obteniendo resultados favorables agregando 30% de cenizas de madera.

Finalmente concluyo que el suelo natural más 30% de cenizas de madera es favorable para la estabilización de suelos, obteniendo resultados de IP de 15.20%, MDS de 1.84 gr/cm³, OCH de 13.80% y un 53.30% en el ensayo de CBR.

Como aporte final de la investigación podemos decir que a mayor adición de cenizas volcánicas se produce un aumento a su resistencia de CBR.

Según Cruz (2021). Tuvo como objetivo determinar la variación del diseño de la subrasante blanca al ser modificada con cenizas de huarango.

Como metodología utilizo un diseño experimental. Con respecto a las muestras tomaron como referencia un tramo de la carretera departamental Collance – Providencia KM-11 ubicada en la provincia de luya por ser un suelo inestable, de allí hicieron dos calicatas de 1.50 m de profundidad. Obtuvieron resultados del ensayo CBR para suelo natural de 6.6% para C1 y 5.4% para C2. Posteriormente agregando porcentajes de cenizas de huarango de 5%, 10% y 15% obtuvieron los siguientes resultados en el ensayo de CBR para C1+5% = 7.3%, para C1+10% = 8.3%, para C1+15% = 10.1%, para C2+5% = 6.2%, para C2+10% = 7.7% y finalmente para C2+15% = 9.7%.

Finalmente, concluyo con el uso de la ceniza de huarango es una buena opción como estabilizante de la subrasante, mejorando la capacidad portante en una proporción de 15%.

Esta investigación se puede concluir que al usar otro tipo de madera los valores obtenidos serán efectivos en los suelos arcillosos, debido a que mejora su CBR desde una subrasante inadecuada a lograr una buena estabilización.

Según Camacllanqui y Rivera (2021). Según el autor tuvo como objetivo determinar cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la subrasante en su tramo de estudio.

Según el diseño de investigación fue de tipo aplicada cuasiexperimental que es derivado del diseño experimental, ya que el investigador definirá el lugar de donde se extraerá la muestra a evaluar. Siendo como muestra dos calicatas de 1.50 m de profundidad obtenidas de la Av. Andrés Avelino Cáceres.

Como resultados de la investigación los autores realizaron los estudios primero para las calicatas en estado natural obteniendo como resultado 31.10% para C-01 y C-02. Posteriormente agregaron al suelo natural proporciones de 7%, 13% y 18% de cenizas de madera, obteniendo para C-01+7% = 32.20%, C-01+13% = 26.90%, C-01+18% = 25.60%, C-02+7% = 29.20%, C-02+13% = 28.80% Y C-02+18% = 26.10%.

Los autores concluyeron que el objetivo general de la investigación no cumple debido a que al agregar cenizas de madera y fibra de coco en los porcentajes propuestos no mejora las propiedades mecánicas del suelo. Estos disminuyen su porcentaje CBR y por ese motivo no mejora la calidad de la subrasante.

Se comprobó en la siguiente investigación que al adicionar las cenizas de madera no genera mejoras en el suelo arcillo, esto puede ser por la calidad de la madera o el tipo de madera que han utilizado. Dejando claro que no todas las maderas actúan de manera favorable en la estabilización de suelo.

Según Espino (2021). Tuvo como objetivo general determinar la influencia de la adición de ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos aplicado a la subrasante en la ciudad de Satipo.

De acuerdo con el diseño de investigación fue de tipo experimental debido a que el autor manipula la variable de adición de ceniza de caña de azúcar en diferentes proporciones para determinar el efecto en la estabilización de suelos arcillosos.

Para obtener los resultados el autor realizó tres calicatas de 1.50 m de profundidad, posteriormente se realizaron los ensayos de laboratorio obteniendo agregando proporciones de 15%, 20% y 25% de cenizas de madera. Obteniendo como resultados de CBR para el SN de 7.75%, para C1+15% de 33.58%, para C2+ 20% de 50.57% y C3+25% de 40.60% respectivamente.

Finalmente, el autor concluyo que al adicionar cenizas de madera influye significativamente en la estabilización de suelos, mejorando su máxima densidad seca y su valor CBR.

Como aporte se determinó que a mayor porcentaje de adición de cenizas de madera derivados de la caña de azúcar produce un aumento en la máxima densidad seca y porcentaje CBR.

1.1.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES

SUELOS

Según Badillo y Rodríguez (2005), son partículas solidad de sedimentos no consolidados a causa de la alteración de rocas, agua, hielo o viento. Las fallas que podemos encontrar en un suelo son: deslizamiento, disgregamiento. Parámetros para identificar el suelo:

- a. Parámetros de identificación: La granulometría y la plasticidad.
- b. Parámetros de estado: La humedad y la densidad.
- c. Parámetros estrictamente geo mecánicos: Resistencia al esfuerzo cortante, deformidad o la permeabilidad

CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)

Describe el tamaño y la estructura del suelo basado en una gráfica de plasticidad. Además, se divide en 2 tipos de suelos:

✓ **Suelo grueso**

✓ **Suelo fino**

CLASIFICACION PARA SUELOS GRUESOS

Divididas en gravas y arena. Es grava si más del 50% retiene el tamiz No 4 perteneciendo al grupo arena. Por otro lado, es grueso si más del 50% es retenido en el tamiz N°. 200 y fino si más del 50% son menores al tamiz mencionado.

CLASIFICACION PARA SUELOS FINOS

✓ **GRAVA**

Generadas por minerales y rocas fragmentadas a causa de anomalías atmosféricas, de mayor tamaño que la arena. Conocidas como piedra triturada, mayormente utilizada para la construcción de caminos y carreteras.

✓ **ARENA**

Compuesta por pequeñas partículas de rocas trituradas, empleado para el hormigón, concreto y mortero. Es un tipo de agregado fino que dependiendo del uso varia en su tamaño.

✓ LIMO

Existen dos tipos: los limos orgánicos producidas en canteras y los limos inorgánicos que se encuentran en los ríos. Las dimensiones de estas varían entre 0.05 mm y 0.005 mm, es por ello que se considera granos finos.

✓ ARCILLA

Se caracteriza porque posee una alta capacidad de retención de agua y al mezclarse con esta se vuelve plástica. Sus partículas tienen un diámetro menor a 0.005mm.

ESTABILIZACION DE SUELOS

Según MTC (2013). Consiste en mejorar las propiedades físicas de un suelo mediante procesos mecánicos para cumplir un determinado fin. Por lo general se incorporan productos químicos, sintéticos o naturales; a esto se les llama estabilizadores agregadas en la subrasante inadecuada o pobre. El objetivo de la estabilización del suelo es tener una mayor resistencia mecánica.

PAVIMENTO

Según MTC (2013). Conformada por base, subbase y capa de rodadura.

CAPA DE RODADURA

Según MTC (2013). Es la capa principal del pavimento, tiene como objetivo absorber cargas y tensiones generadas por los vehículos con el fin de evitar deformaciones distribuyéndolo a las capas inferiores. Puede ser bituminoso (flexible) o de concreto (rígido).

BASE

Según MTC (2013). Compuesta por material granular drenante constituida con materiales tratado (asfalto, cal o cemento) o no tratados (agregados pétreos o finos naturales) o materiales reciclables, con el fin de transmitir las cargas generadas por los vehículos a las capas inferiores. Debe contar con una alta resistencia a la deformación para evitar cambios en su estructura.

SUB BASE

Según MTC (2013). Conformada por material seleccionado para brindar estabilidad en la estructura del pavimento, es una capa de drenaje y tiene como función controlar el movimiento ascendente del agua en los espacios vacíos del suelo.

SUBRASANTE

Según MTC (2013). Soporta la estructura del pavimento, con una profundidad establecida con el fin de no afectar la carga de diseño. Entre mejor calidad de esta capa, el espesor del pavimento ira reduciendo.

ENSAYOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 400.012 / ASTM C136

Según MTC (2016). Tiene como objetivo calcular las partículas en porcentaje de distintos tamaños que conforman la muestra del suelo procedente a investigar. El ensayo consiste en pasar la muestra por distintos tamices, después pesar lo retenido en cada tamiz y calcular el porcentaje con relación al peso seco. Para obtener dicho porcentaje se utilizó la fórmula propuesta por el reglamento:

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\%Pasa = 1 - \%Retenido$$

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127 / ASTM D2216

Según MTC (2016). Tiene como objetivo determinar la cantidad de agua presente del suelo natural con respecto al suelo seco. Esto se obtiene llevando la muestra natural al horno, posteriormente ya seco se observará la variación con respecto a su peso seco. El valor se expresa en porcentaje:

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

Donde:

- ✓ H% = contenido de humedad
- ✓ W_w = peso del agua
- ✓ W_s = peso del suelo seco

LIMITES DE ATTERBERG NTO 339.129 (ASTM D4318)

Según MTC (2016). Tiene como finalidad determinar los límites de estado del suelo, siendo estos: el límite de liquidez (LL), el límite de plasticidad (LP) y el límite de retracción o solido (LR). También pueden definirse por el sistema internacional como WL, WP y WS. (Díaz, 2018).

LIMITE LIQUIDO

Según MTC (2016). Se determina mediante la Copa de Casagrande agregando 200 gr. de muestra, después dejando caer la cuchara entre 15 y 35

golpes a una altura de 1cm. Finalmente, se lleva al diagrama de fluidez siendo una gráfica de humedad vs nro. de golpes.

LIMITE PLASTICO

Según MTC (2016). Utilizado para la identificación y clasificación de suelos, se obtiene cuando el suelo presenta grietas al formar pequeños cilindros. Para determinar este ensayo se utiliza el suelo previamente humedecido para el límite líquido y la siguiente formula

$$LP(\%) = \frac{W}{W_s} \times 100$$

Donde:

- ✓ W = peso del agua
- ✓ W_s = peso seco de la muestra en el horno

DENSIDAD RELATIVA ASTM D 2049

Según MTC (2016). Consiste en determinar la densidad de un suelo con respecto a sus densidades máximas y mínimas que presentan. Esta ha sido definida por Terzaghi:

$$Dr = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$$

Donde:

- ✓ e = Estado natural
- ✓ e max = Estado máxima natural
- ✓ e min = Estado densidade mínima

Empleando los pesos unitarios del suelo la densidad húmeda y seca puede expresarse como:

Densidad húmeda:

$$D_h = \frac{\text{Peso de suelo humedo}}{\text{Volumen}}$$

Densidad seca:

$$D_s = \frac{\text{Densidad humeda}}{1 + \left(\frac{\% \text{Humedad}}{100}\right)}$$

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883

Según MTC (2016). Tiene como finalidad determinar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, expuestas en condiciones de densidad y humedad examinadas en distintos periodos de tiempo, y así poder obtener la calidad del material de relleno. El ensayo se realiza según la norma ASTM D 1883, con lo obtenido del CBR podemos definir el comportamiento de la subrasante, base y subbase con respecto a su potencial de resistencia.

La clasificación de suelos lo podemos encontrar en el Manual de Ensayo de Materiales en Ingeniería Civil pág. 191.

DISEÑO DE ESTRUCTURAL VIAL CON METODOLOGIA AASHTO

Se diseña mediante la ecuación, expresada en número de repeticiones de EE:

$$e = \left[219 - 211x(\log 10 \text{ CBR}) + 58x(\log 10 \text{ CBR})^2 x \log 10 \left(\frac{N_{rep}}{120}\right) \right]$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

MADERA SHUNGO

Producto natural y renovable que se obtiene de los árboles. Es capaz de alcanzar los 6m de altura, compuestas por un tronco auto soportado, ramas a partir de 1.5m por encima del suelo y una copa. Según el tipo de crecimiento, estos se clasifican en endógenos cuando crecen con las fibras entrelazadas y exógenos cuando las fibras crecen de manera concéntricas alrededor del núcleo central. Los árboles endógenos no se utilizan para la ingeniería. (Mamlouk & Zaniewski, “Materiales para Ingeniería Civil”, 2009).

Según Valdiviezo (2002) los primeros hombres utilizaron la madera como primer material de construcción, en la fabricación de cabañas, cubiertas, puentes entre otros.

Por otro lado, Lecner (2002). Nombra algunas especies utilizadas en la construcción como el pino, abeto, poplar, cedro, cipres y tejo. Además, dispone que el pino es la más empleada en la construcción y que necesitan de aditivos para poder resistir a los microorganismos.

GRADO DE HUMEDAD

Expresado en porcentajes, es el peso de agua existente en la madera después de ser secada en el horno a temperaturas mayores a 100°C. Normalmente está comprendido en el rango del 21% al 32%. Cuando la humedad está por debajo del FSP tiene un gran efecto sus propiedades físicas y mecánicas.

Podemos concluir que el grado de humedad de la madera es una variación natural mediante un proceso lento con respecto a las condiciones atmosféricas que rodea a esta. (Mamlouk & Zaniewski, “Materiales para Ingeniería Civil”, 2009).

CURADO

La madera verde, en su estado natural contiene hasta un 300% de humedad. El curado elimina el exceso de humedad de la madera. Para la construcción es necesario entre un 5% y 15% de humedad. La madera tiene dos formas de curado al aire y en hornos de secado.

Secar al aire es económico, pero lento, ya que el tiempo varía de acuerdo al clima y la temperatura. Por lo general, tiende a demorarse entre 3 a 4 meses el secado.

Otro método a utilizar es el secado al horno donde se emplean hornos de gran tamaño. Las temperaturas dentro de ellas están entre 20°C y 50°C, requiriéndose entre 4 y 10 días para secar. Si no hay un adecuado secado puede producir grietas o deformaciones en la madera. (Mamlouk & Zaniewski, “Materiales para Ingeniería Civil”, 2009).

PROPIEDADES FISICAS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y DENSIDAD

Se puede decir que, es una característica que depende del tamaño, peso y dureza.

Es una propiedad relacionada entre la masa y el volumen del material.

(Mamlouk & Zaniewski, “Materiales para Ingeniería Civil”, 2009).

PROPIEDADES MECANICAS

MODULO DE ELASTICIDAD

Es la relación típica esfuerzo-deformación sometida bajo varias cargas midiendo así su resistencia a un cambio de forma o tamaño. (Timbersa, 2006)

PROPIEDADES DE RESISTENCIA

Varían dependiendo la orientación de la veta con la dirección de la fuerza. Entre las propiedades comunes de la madera se incluye el módulo de fractura en flexión, compresión paralela y perpendicular a la veta y la resistencia cortante paralela. (Mamlouk & Zaniewski, “Materiales para Ingeniería Civil”, 2009).

ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECANICAS

ENSAYO DE FLEXION ESTATICA

Realizadas con probetas a la cual se le aplica en el centro de estas una carga a una velocidad de 2.5 mm/min.

ENSAYO DE COMPRESION

Realizadas con probetas a la cual se le aplica en el centro de estas una carga a una velocidad de 0.003mm/mm por minuto.

ORGANISMOS QUE DEGRADAN LA MADERA

Pueden degradarse cuando son atacadas por hongos, bacterias, insectos u organismos marinos.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo es el análisis del comportamiento de la subrasante con la madera shungo para el tramo Chachapoyas – Tingo, Chachapoyas, 2022?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el comportamiento de la subrasante con la madera shungo para el tramo Chachapoyas – Tingo, Chachapoyas, 2022.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

OE1: Analizar las características mecánicas de la madera shungo.

OE2: Analizar las propiedades mecánicas del tipo de suelo a investigar.

OE3: Determinar el porcentaje óptimo de madera shungo en la subrasante.

OE4: Comparar las propiedades mecánicas de la subrasante y con la adición de la madera shungo.

OE5: Diseñar la estructura vial del tramo Chachapoyas – Tingo.

1.4. HIPOTESIS

La aplicación de la madera shungo en las cantidades optimas influye positivamente en la estabilización de suelos para mejorar la subrasante en el tramo Chachapoyas – Tingo, 2022.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

2.1. TIPO DE INVESTIGACION

2.1.1. POR EL PROPOSITO

Es de tipo aplicada, esta se caracteriza; en buscar la aplicación de los conocimientos adquiridos. Está vinculado con la investigación básica pues al recolectar y analizar los datos se obtendrá un resultado para finalizar respondiendo al planteamiento del problema. (Hernandez,2014).

2.1.2. SEGÚN EL DISEÑO

Según el diseño es de tipo experimental, debido a que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación de control para investigar (Hernandez,2014).

2.2. POBLACION Y MUESTRA

2.2.1. POBLACION

Camino vecinal del tramo Chachapoyas – Tingo que consta de 7 km, del distrito de Molinopampa de la Provincia de Chachapoyas.

2.2.2. MUESTRA

La muestra es de tipo no probabilístico y por conveniencia, debido que la muestra en este caso no se obtendrá por medio de un criterio estadístico, sino por un juicio técnico y conveniente de parte de los investigadores, con el fin de tener una mayor facilidad y accesibilidad de obtención y registro de datos de campo. Siendo así que la muestra quedo definida como 3 Km del camino vecinal del tramo Chachapoyas – Tingo.

2.2.3. TAMAÑO DE MUESTRA

Tabla 1

Tamaño de muestra

Elemento	Tipo de Pavimento	Tipo de Carretera	Ancho	Longitud	Clasificación
Camino Vecinal del tramo Chachapoyas – Tingo	Trocha	1 calzada con 2 carriles	6 m	3 km	Red vial, vecinal o rural

Fuente: Elaboración propia

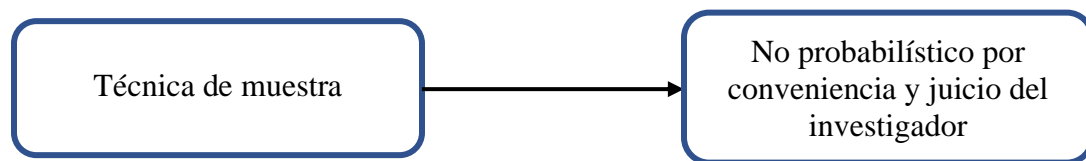


Figura 1. Tipo de muestreo.

Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2

Cuadro de Variables

Variables	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.	Herramienta	Instrumento
V. Independiente: Madera Shungo	Producto natural y renovable que se obtiene de los árboles. Es capaz de alcanzar los 6m de altura, compuestas por un tronco auto soportado, ramas a partir de 1.5m por encima del suelo y una copa. (Mamlouk & Zaniewski, 2009).	Para obtener las características de la madera se desarrolla mediante un sistema de cálculo con las dimensiones de la madera y las fórmulas con las que obtendremos las propiedades físicas de esta.	Propiedades Físicas	% de absorción	%	-Herramientas de laboratorio - Software Excel 2016	Hoja de ficha de datos
				Contracción	Kg/m ³		
				Densidad Compresión	M ³		
				Flexión	%.		
V. Dependiente: Propiedades mecánicas de Suelos Arcillosos	Son propiedades que el ingeniero utiliza en el diseño de cimentaciones o estructuras de tierras. Tienen como finalidad mostrar su: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia. (Badillo y Rodríguez, 2005)	El comportamiento mecánico del suelo se puede medir con diferentes ensayos, desde proctor modificado, ensayo CBR, permeabilidad y % de absorción.	Propiedades Mecánicas	Proctor modificado	%	Herramientas de laboratorio de suelo Software Excel 2016	Hoja de ficha de datos
				Ensayo CBR	%		
				Permeabilidad	Cm/seg		
				% de Absorción	%		

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 3

Cuadro matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	TECNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
<p>“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS – TINGO, CHACHAPOYAS, 2022”</p>	<p>¿Cómo es el análisis del comportamiento de la subrasante con la madera shungo para el tramo Chachapoyas – Tingo, Chachapoyas, 2022?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Analizar el comportamiento de la subrasante con la madera shungo para el tramo chachapoyas – Tingo, chachapoyas, 2022.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>OE1: Analizar las características mecánicas de la madera shungo.</p> <p>OE2: Analizar las propiedades mecánicas del tipo de suelo a investigar.</p> <p>OE3: Determinar el porcentaje óptimo de madera shungo en la subrasante.</p> <p>OE4: comparar las propiedades mecánicas tanto de la subrasante y luego adicionando la madera shungo</p> <p>OE5: Diseñar la estructura vial del tramo Chachapoyas – Tingo</p>	<p>La adición de madera shungo influye significativamente en el comportamiento de la subrasante en el tramo chachapoyas – Tingo, chachapoyas, 2022.</p>	<p>1.Variable dependiente:</p> <p>Propiedades mecánicas de los suelos arcillosos.</p> <p>2.Variable Independiente:</p> <p>Madera shungo.</p>	<p>Estudio de mecánica de suelos.</p> <p>Estudio de diseño de tráfico.</p> <p>Ensayos CBR.</p> <p>Fichas Técnicas.</p> <p>Estudio de las propiedades físicas de la madera Shungo.</p> <p>Fichas técnicas.</p> <p>Trabajos de investigación.</p> <p>Revisión documental de normas.</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Por el propósito:</p> <p>APLICADA</p> <p>Según el diseño:</p> <p>INVESTIGACION EXPERIMENTAL</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>EXPERIMENTAL PURO O VERDADERO</p> <p>Unidad de Estudio</p> <p>MADERA SHUNGO</p> <p>SUELO ARCILLOSO</p>

2.3. MATERIALES, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

2.3.1. MATERIALES DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se utilizó las siguientes herramientas:

- Palana, pico y barreta para realizar las calicatas.
- Baldes de 20L para la obtención de la muestra.
- Cámara fotográfica, cuadernos y lapiceros para apuntes.
- EPP, para realizar las calicatas y para realizar los ensayos en el laboratorio.
- Computadora.

2.3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la presente investigación se utilizará la técnica de observación de tipo directa, porque permite al investigador observar el comportamiento de la subrasante en estudio a la madera en distintos porcentajes añadidos. Este es un método muy utilizado en el campo de la ingeniería civil, dando como ventaja a que el investigador pueda estar en contacto real con el fenómeno que se está estudiando.

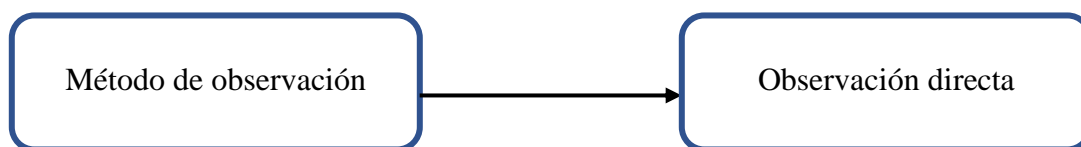


Figura 2. Técnica de recolección de datos.

Fuente: Elaboración propia.

2.3.3. UBICACIÓN

Está ubicada en el centro poblado El Tingo del distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas a 50 minutos de la ciudad de Rodríguez de Mendoza.

2.3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Los instrumentos serán Guía de Observación para la recolección de datos, serán los siguientes: equipos de laboratorio correctamente calibrados y en buen estado para realizar los ensayos a las muestras, equipos de cómputo, información bibliográfica, sugerencias e investigaciones de otros tesisistas, manuales de laboratorio (actualizados a la fecha). Cada ensayo será realizado según el Manual de ensayos de materiales y normativas tales como Sociedad Americana para pruebas y Materiales (ASTM) y Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Los datos serán validados por el Ing. German Sagastegui Vasquez, quien revisará que la ficha cuente con los requisitos necesarios para que los valores que se hallen en su contenido expresen de manera clara y precisa lo que representa.

Para esta investigación se ha tomado en cuenta la Tabla N 6° y 7° como referencias para estructurar la técnica, herramienta e instrumento.

Tabla 4

Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable independiente

RECOLECCIÓN DE DATOS				
VARIABLES				
	Fuente	Técnica	Herramienta	Instrumento
Madera shungo	Propiedades físicas	Observación directa	Herramientas de laboratorio Excel 2016	Hoja de ficha de datos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable dependiente

RECOLECCIÓN DE DATOS				
VARIABLES				
	Fuente	Técnica	Herramienta	Instrumento
Propiedades mecánicas de los suelos arcillosos	Propiedades mecánicas	Observación directa	Herramientas de laboratorio Excel 2016	Hoja de fichas de datos

Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Análisis de datos

Se utilizará cuadros comparativos, por lo que se empleará el software de Microsoft Excel. Estos cuadros son ilustraciones de tipo visuales que tienen como objetivo

recolectar diferentes datos obtenidos en los ensayos con el fin de facilitar su comprensión.

Registros anecdóticos, para detallar como se está resolviendo los procesos y validar que los procesos estén cumpliendo de acuerdo a las fechas programadas para realizarse.

2.4. ASPECTOS ETICOS

La investigación se realizó respetando los lineamientos propuestos por el Reglamento de la Universidad Privada del Norte. Con respecto a los resultados, se respetó las normas dadas por los manuales estandarizados dados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, así como el Manual de Laboratorio de Suelos y Geotecnia. Además, los resultados fueron abalados por el laboratorio del GRUPO IMG “Ingeniería, materiales y geotecnia”, laboratorio que cumple con los estándares calificados y los instrumentos para realizar los ensayos debidamente calibrados y certificados. Finalmente, con lo que respecta a la información colocada, citas y referencias; se tuvo en cuenta las normas APA, con el fin de respetar las ideas de los autores de los diferentes trabajos de investigación recolectados.

2.5. PROCEDIMIENTO

Tabla 6

Procedimientos para el desarrollo de la tesis

PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS			
Planeamiento y metodología de la investigación	Trabajo de campo	Trabajo de gabinete	Interpretación de los resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el título de investigación. • Identificar el lugar de estudio. • Identificar el problema y los objetivos de la investigación. • Identificar las variables de estudio • Identificar el tipo de investigación. • Detallar los materiales, instrumentos y técnicas para la recolección de datos. • Planeamiento para la recolección de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ir a la zona de estudio propuesta. • Analizar el terreno a estudiar. • Realizar el estudio de tráfico de la zona de estudio. • Conseguir las herramientas de trabajo para facilitar la extracción del material de las calicatas. • Equipos de protección personal. • Realizar calicatas con dimensiones de 1 x 1 x 2m. • Extraer la madera seleccionada. • Trasladar el material al laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de contracción, densidad, resistencia a la compresión y flexión de la madera. • Determinar contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia y clasificación de suelos de la muestra • Ensayos de Proctor modificado • Ensayos de CBR de suelos y CBR + viruta. • Diseño vial de la zona de estudio. • Análisis de datos de los resultados obtenidos. • Elaboración de gráficos y cuadros estadísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar los resultados. • Analizar el beneficio y estimar las ventajas de las propiedades físicas de la madera con respecto al suelo. • Dar recomendaciones para futuras investigaciones. • Finalizar con las conclusiones de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Procedimiento de recolección de datos

El primer paso fue la observación del lugar e identificar el problema, después se realizó las calicatas a cada 1000 mts del tramo, con las muestras ya obtenidas, estas fueron trasladadas al laboratorio de mecánica de suelos del GRUPO IMG “Ingeniería, materiales y geotecnia”, donde se realizaron los ensayos de mecánica de suelos bajo las normativas mencionada anteriormente.

Finalmente, con los resultados obtenidos realizamos su comparación y analizamos su comportamiento del estabilizante en diferentes porcentajes añadidas.

Equipos de protección personal

- Mascarillas desechables KN95
- Chalecos de seguridad
- Botas de seguridad
- Guantes de seguridad
- Conos de señalización

Inspección visual del lugar

El día 15 de junio del 2022 visitamos el lugar Tingo de la localidad de Chachapoyas a 18 horas de la ciudad de Trujillo. En primer lugar, lo que pudimos observar fue que el trayecto desde la ciudad de Chachapoyas hacia el Tingo era muy accidentado lo que conllevaba a producir mucha contaminación ambiental, debido al polvo que hacían los vehículos y camiones; conversando con los moradores de la zona tuvimos conocimiento que en el tramo ocurrían accidentes esto debido a los huecos producto

de las lluvias. Por otro lado, nos dimos cuenta que la zona era muy transitada por motos, autos, camionetas, volquetes y tráileres; esto debido a que a una hora más de viaje se encuentra la ciudad de Rodríguez de Mendoza, una ciudad con bastante movimiento comercial. Además, en la zona de estudio pudimos observar que era zona agrícola, por tal motivo en la zona transcurre transporte pesado.

Extracción de la muestra

Para obtener de las muestras se realizaron 3 calicatas en el tramo de Chachapoyas - Tingo, Chachapoyas a cada 1000 metros. Las dimensiones de las calicatas fueron de 1m x 1m x 2 m de profundidad. El material obtenido de las calicatas fue puesto en baldes de 20L, luego fueron llevados al laboratorio para los respectivos estudios correspondientes.

2.5.2. DESCRIPCION DE LOS ENSAYOS

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

Equipos:

- ✓ Balanza digital de precisión 0.1 gr.
- ✓ Estufa con control de temperatura $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Copa de Casagrande
- ✓ Recipientes

Procedimiento:

A. Contenido de humedad:

- Extraemos la muestra de arena a 2.00 m de profundidad.
- Pesamos el recipiente en donde se pondrá la arena.

- Pesamos el recipiente con la arena.
- Llevamos al horno durante 24 hrs.
- Finalmente se emplea las fórmulas para poder encontrar los resultados.

B. Limite liquido:

- Pulverizamos la muestra de arena con un martillo.
- Tamizamos la muestra por la malla N°40.
- Tomar 200 gr. De muestra para poder realizar el ensayo.
- Agregamos 20 ml de agua a la muestra.
- Mezclamos con agua la muestra, hasta que tome consistencia, generando una pasta.
- Colocamos una parte de la muestra en la Copa de Casagrande.
- Con el acanalador separar 13 mm.
- Empezamos a contar los golpes dados con el cono de Casagrande, hasta que el canal se cierre.

C. Limite plástico:

- Tomamos las muestras de arena con diferentes cantidades de humedad.
- Amasamos hasta poder hacer una esfera.
- Hacemos pequeños barriles en tiras girando sobre un vidrio.
- Finalmente anotamos los datos obtenidos.

Cálculos:**Calculo porcentaje de humedad:**

Los resultados obtenidos se colocaron en la ficha para contenido de humedad. (Ver anexo 59).

$$H\% = \frac{W_w}{W_s}$$

Calculamos el límite líquido con las siguientes ecuaciones:

$$LL = \left[\frac{N}{25} \right]^{0.121}$$

$$LL = kV^n$$

Donde:

- ✓ **N** = número de golpes
- ✓ **W** = Contenido de humedad del suelo para N golpes.
- ✓ **K** = Factor (ver en Tabla A-1 en el Manual de Ensayo de Materiales, pag. 71).

Los resultados obtenidos se colocaron en la ficha para determinación de límites de consistencia. (Ver anexo 59).

Calculo Índice de plasticidad (IP):

$$IP = LL - LP$$

Cálculo de liquidez o fluidez (IL):

$$IL = \frac{W - LP}{LL - LP} \times 100\%$$

Cálculo Índice de consistencia (**IC**):

$$IC = \frac{ll - w}{LL - LP} \times 100\%$$

Cálculo Índice de contracción (**IS**):

$$IS = LP - LC$$

Donde:

- ✓ **IL** = Índice líquido.
- ✓ **W** = Humedad del suelo.
- ✓ **LL** = Limite liquido del suelo.
- ✓ **LP** = Limite plástico del suelo.

ENSAYO GRANULOMETRICO

Equipos:

- ✓ Balanza digital de precisión 0.1 gr.
- ✓ Horno a temperaturas $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ Juego de tamices: N°4, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N° 40, N°50,
N°60, N°100, N°200 + tapa y fondo.
- ✓ Bandeja y cepillo metálico

Procedimientos:

- ✓ Pesar el recipiente de la muestra.
- ✓ Llevar la muestra al horno por 24 hrs.
- ✓ Pasada las 24hrs retirar la muestra y pesar para calcular el contenido de humedad.

- ✓ Lavar la muestra con ayuda de la malla N°200 y posteriormente llevar al horno por 24 hrs.
- ✓ Extraer el material y pesar para obtener el porcentaje de finos.

Cálculos:

Los resultados obtenidos se colocaron en la ficha para análisis granulométrico. (Ver anexo 60).

Ya obtenido los porcentajes del tamiz, se procede a calcular su porcentaje:

$$\%RETENIDO = \frac{\text{Peso material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\%Pasa = 1 - \%Retenido$$

Calculo Cu y Cc con interpolación:

$$\frac{X - X1}{X2 - X1} = \frac{Y - Y1}{Y2 - Y1}$$

Calculo para D10:

$$D10 = \frac{D2 - D1}{\text{Log}\%2 - \text{Log}\%1} \times \text{Log}10 - \text{Log}1$$

Calculo para D30:

$$D30 = \frac{D2 - D1}{\text{Log}\%2 - \text{Log}\%1} \times \text{Log}30 - \text{Log}1$$

Calculo para D60:

$$D60 = \frac{D2 - D1}{\text{Log}\%2 - \text{Log}\%1} \times \text{Log}60 - \text{Log}1$$

Calculo Cu y Cc:

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

$$Cc = \frac{D30^2}{(D10 \times D60)}$$

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Equipos:

- ✓ Moldes Cilíndricos 4"
- ✓ Pisón o martillo
- ✓ Horno a temperaturas $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ Balanza digital de precisión 0.1 gr.
- ✓ Tamices ($\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", n°4)
- ✓ Bandejas

Procedimiento:

- ✓ Procedemos a pesar el molde, sin el collarín.
- ✓ Tomamos la muestra obtenida.
- ✓ Escogemos 3kg a 5kg de la muestra a cada recipiente previamente ensayados.
- ✓ Agregamos agua en pequeños porcentajes a cada muestra, homogenizándolo.
- ✓ Compactamos con el pisón en 3 capas (Estándar) y 5 capas (Modificado), dejando caer 25 golpes a cada capa.
- ✓ Terminando la compactación retiramos el material, enrazando con regla metálica la superficie del molde, después pesar el molde.

- ✓ Llevar la muestra al horno.

Cálculos:

Calculo contenido de humedad:

$$h\% = \frac{(Rec + Suelo humedo) - (Rec + Suelo seco)}{(Rec + Suelo seco) - (Peso recipienteo)} \times 100$$

Calculo densidad seca:

$$Dsm = \frac{Pms}{V}$$

Donde:

- ✓ **Dsm** = Densidad seca de la muestra.
- ✓ **Pms** = Peso suelo húmedo.
- ✓ **V** = Volumen del molde.

Calculo densidad húmeda:

$$Dhm = \frac{(Peso del molde + suelo humedo) - wmolde}{V}$$

Donde:

- ✓ **Dhm** = Densidad húmeda de la muestra.
- ✓ **W molde** = Peso del molde.
- ✓ **V** = Volumen del molde.

Los resultados obtenidos se colocaron en sus respectivas fichas. (Ver anexo 61 y 62)

ENSAYO DE CBR

Equipos:

- ✓ Pisón o martillo
- ✓ Placa perforada + vástago
- ✓ Collarín
- ✓ Espaciador
- ✓ Pesas en forma de anillos
- ✓ Dial de deformación
- ✓ Indicador de presión

Procedimientos:

Para compactación:

- ✓ Pesamos el molde con la base y después colocamos el collarín con el disco espaciador.
- ✓ Colocamos el papel filtro, para evitar el tapado de suelo en futuros ensayos.
- ✓ Calcamos la muestra en la bandeja, y luego a cada molde en diferentes grados de compactación con golpes de 12, 25 y 56 para cada capa.
- ✓ Terminando la compactación, retiramos el collarín, para luego enrasar la superficie del molde.

Para inmersión:

- ✓ Colocamos la superficie de la muestra invertida, en la placa perforada con vástago, y con los anillos.
- ✓ Luego colocamos el dial de deformación sobre el molde.
- ✓ Registramos lectura antes de sumergir en la tina.

Para expansión:

- ✓ Sumergimos el molde en un pozo o tina, durante 4 días.
- ✓ Luego sacamos el molde del agua dejamos secar 15 minutos, y procedemos a pesar el molde.
- ✓ Luego procedemos al ensayo de penetración.

Para penetración:

- ✓ Colocamos las pesas de sobrecarga sobre la muestra.
- ✓ Colocamos el pisón de penetración.
- ✓ Aplicamos a 44 N. de carga en el indicador de presión y el dial de deformación.
- ✓ Finalmente desmontamos el molde, escogemos una muestra para luego determinar su humedad y anotación de datos.

Cálculos:

Los datos obtenidos se colocaron en las fichas elaboradas. (Ver anexo 63 y 64)

Calculo contenido de humedad H%:

$$H\% = \frac{W_{agua}}{M_s} \times 100$$

Donde:

- ✓ **H%** = Contenido de humedad.
- ✓ **W agua** = Peso del agua.
- ✓ **Ms** = Muestra seca.

Calculo densidad húmeda:

$$D_{hm} = \frac{(\text{Peso del molde} + \text{suelo humedo}) - w_{\text{molde}}}{V}$$

Donde:

- ✓ **D_{hm}** = Densidad húmeda de la muestra.
- ✓ **W molde** = Peso del molde.
- ✓ **V** = Volumen del molde.

Calculo densidad seca:

$$D_{sm} = \frac{D_{hm}}{1 + \left(\frac{H\%}{100}\right)}$$

Donde:

- ✓ **D_{sm}** = Densidad seca de la muestra.
- ✓ **D_{hm}** = Densidad húmeda de la muestra.
- ✓ **H%** = Contenido de humedad.

Los resultados obtenidos del ensayo CBR se colocaron en las fichas elaboradas. (Ver anexo 65, 66, 67 y 68)

DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE

Estudio de tráfico:

Se realizó en la vía Tingo – Chachapoyas de la ciudad de Chachapoyas durante 7 días empezando el día lunes hasta el día domingo.

Índice medio diario semanal (IMDS):

Se calcula el promedio vehicular durante la semana.

$$IMDS = \sum \frac{V_i}{7}; \text{ (promedio de los 7 días)}$$

Donde:

V_i = Volumen vehicular diario

Índice medio diario anual (IDMA):

Se calcula la cantidad de cada tipo de vehículos que pasara durante el año.

Factor carril y factor dirección:

Nuestro factor fue de 0.50. Para obtener el valor $F_c * F_d$ se utilizó el Cuadro 6.1 “Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño” del Manual de Carreteras pág. 75.

Tasa de crecimiento:

Se obtiene con la fórmula:

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Diseño de pavimento flexible con Método ASSTHO 93:

Parámetros de diseño:

Tipo de tráfico:

La presente investigación se obtuvo un EE de 5'823,504 para este resultado se utilizó la categoría "b" Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, obteniendo TP8 . El valor se obtiene del Cuadro 12.2 "Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño" del Manual de Carreteras pág. 150.

Periodo de diseño:

Se designo 20 años como periodo de diseño.

Módulo de resiliencia (MR):

Expresada por la siguiente formula.

$$Mr (psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Confiabilidad (%R):

Segun nuestro proyecto el rango de confiabilidad a elegir es de una etapa de diseño que nos da un 90% de confiabilidad. El valor se obtiene del Cuadro 12.6 "Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de tráfico." del Manual de Carreteras pág. 154.

Coefficiente estadístico de desviación estándar normal (Z_r):

El coeficiente de desviación estándar fue de -1.282. El valor se obtiene del Cuadro 12.8 “Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (z_r) para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según el nivel de confiabilidad seleccionado y el rango de tráfico.” Del Manual de Carreteras pág. 156

Desviación estándar combinada (S_o):

Según el Manual el valor recomendado es de 0.45.

Índice de serviciabilidad inicial:

Para nuestra investigación se tomó para TP8 un índice de 4. El valor se obtiene del Cuadro 12.10 “Índice de serviciabilidad inicial (p_i) según rango de tráfico.” ver Manual de Carreteras pág. 158.

Índice de serviciabilidad final:

Para nuestra investigación se tomó para TP8 un índice de 2.5. El valor se obtiene del Cuadro 12.11 “Índice de Serviciabilidad Final (P_t) Según Rango de Tráfico.” ver Manual de Carreteras pág. 159.

Variación de serviciabilidad (ΔPSI):

Para nuestra investigación fue de 1.5.

Número estructural requerido (SNR):

Es la ecuación con la que se diseña un pavimento flexible.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número estructural propuesto (SNR):

Según AASTHO se utiliza la siguiente fórmula, esta ecuación por lo general no tiene una sola solución, porque los espesores asignados para las capas varían de acuerdo al proyectista.

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Donde:

- a_1, a_2, a_3 : Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.
- d_1, d_2, d_3 : Espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.
- m_2, m_3 : Coeficientes de drenaje para las capas: superficial, base y sub base.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYOS A LA MADERA:

✓ ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LA MADERA SHUNGO NTP 251.010

Tabla 7

Ensayo de absorción de la madera shungo

MUESTRA	PESO MUESTRA SECA D(g)	PESO MUESTRA SATURADA M(g)	ABSORCIÓN (g)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
A	16.68	23.83	0.43	
B	14.75	21.78	0.48	42
C	15.44	21.09	0.37	

Nota. En la Tabla 7 muestra la absorción promedio obtenida del ensayo realizado.

✓ ENSAYO DE CONTRACCIÓN DE MADERA SHUNGO NTP 251.012

Tabla 8

Ensayo de contracción de madera shungo

MUESTRA	DIAMETRO	DIAMETRO	CONTRACCIÓN	ALTURA	ALTURA	CONTRACCIÓN
	I mm	F mm	DIAMETRO %	I mm	F mm	ALTURA %
A	26.30	26.10	0.76	50.50	50.30	0.40
B	26.90	26.60	1.12	50.20	50.20	0.00
C	26.60	26.20	1.50	51.00	50.60	0.78
PROMEDIO			1.13	PROMEDIO		0.39

Nota. En la Tabla 8 muestra los valores obtenidos del ensayo de contracción radial y

longitudinal

✓ ENSAYO DE CONTRACCIÓN DE MADERA SHUNGO NTP 251.012

Tabla 9

Ensayo de contracción de madera

MUESTRA	DIAMETRO	DIAMETRO	CONTRACCIÓN	ALTURA	ALTURA	CONTRACCIÓN
	I mm	F mm	DIAMETRO %	I mm	F mm	ALTURA %
A	26.20	25.70	1.91	50.30	50.00	0.60
B	26.40	26.20	0.76	50.40	50.10	0.60
C	26.30	26.00	1.14	51.30	50.20	0.20
PROMEDIO			1.27	PROMEDIO		0.46

Nota. En la Tabla 9 muestra los valores obtenidos del ensayo de contracción radial y longitudinal

✓ ENSAYO DE DENSIDAD DE LA MADERA SHUNGO NTP 251.011

Tabla 10

Ensayo de densidad de la madera shungo

MUESTRA	PESO	DIMENSIONES		VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)	DENSIDAD PROMEDIO (g/cm ³)
	INCIAL (grs)	RADIO (cm)	ALTURA (cm)			
A	14.37	1.313	5.03	27.24	0.53	0.51
B	13.66	1.313	5.00	27.08	0.50	
C	13.05	1.283	5.05	26.12	0.50	

Nota. En la Tabla 10 muestra los valores obtenidos del ensayo de densidad de la madera shungo, además del promedio el cual es 0.51 (g/cm³).

✓ **ENSAYO DE DENSIDAD DE LA MADERA SHUNGO NTP 251.011**

Tabla 11

Ensayo de densidad de la madera shungo

MUESTRA	PESO INCIAL (grs)	DIMENSIONES		VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)	DENSIDAD PROMEDIO (g/cm ³)
		RADIO (cm)	ALTURA (cm)			
A	16.72	1.32	5.00	27.37	0.61	0.60
B	16.86	1.33	5.03	27.95	0.60	
C	16.39	1.32	5.05	27.64	0.59	

Nota. En la Tabla 11 muestra los valores obtenidos del ensayo de densidad de la madera shungo.

✓ **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MADERA SHUNGO NTP 251.104**

Tabla 12

Ensayo de resistencia a la compresión de la madera shungo

MUESTRA	ANCHO mm	DIAMETRO mm	AREA mm ²	CARGA N	RESISTENCIA Mpa
A	50.60	26.10	1320.66	18580	14.07
B	50.40	26.70	1345.68	21100	15.68
C	50.60	26.80	1356.08	20600	15.19
PROMEDIO					14.98

Nota. En la Tabla 12 muestra los valores obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de la madera shungo.

✓ **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MADERA
SHUNGO NTP 251.104**

Tabla 13

Ensayo de resistencia a la compresión de la madera

MUESTRA	ANCHO mm	DIAMETRO mm	AREA mm²	CARGA N	RESISTENCIA Mpa
A	50.20	26.00	1305.20	32260	24.72
B	50.40	26.60	1340.64	31580	23.56
C	50.40	26.80	1350.72	32200	23.84
PROMEDIO					24.04

Nota. En la Tabla 13 muestra los valores obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de la madera shungo.

✓ **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE LA MADERA SHUNGO
NTP 251.107**

Tabla 14

Ensayo de resistencia a la flexión de la madera shungo

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm²	CARGA N	RESISTENCIA Mpa
A	19.40	10.20	70	197.88	1860	96.76
B	19.20	10.40	70	199.68	2160	109.21
C	19.50	10.20	70	198.90	1660	85.91
PROMEDIO						97.30

Nota. En la Tabla 14 muestra los valores obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de la madera shungo.

✓ **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE LA MADERA SHUNGO**

NTP 251.107

Tabla 15

Ensayo de resistencia a la flexión de la madera

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm²	CARGA N	RESISTENCIA Mpa
A	19.80	10.50	70	207.90	1490	71.67
B	19.90	10.40	70	206.96	1810	88.30
C	19.80	10.50	70	207.90	1460	70.23
PROMEDIO						76.73

Nota. En la Tabla 15 muestra los valores obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de la madera shungo.

ENSAYOS DE LABORATORIO C-1:

✓ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO C-1:

Tabla 16

Análisis granulométrico C-1

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP.339.128(99)				
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	%RET. PARCIAL	%RET ACUMULADO	%QUE PASA
3"	75				100.00
2"	50				100.00
1 1/2"	38.5				100.00
1"	25				100.00
3/4"	19				100.00
1/2"	12.5				100.00
3/8"	9.5				100.00
N° 4	4.75				100.00
N° 10	2				100.00
N° 16	1.1				100.00
N° 30	0.6				100.00
N° 40	0.425	3.10	1.50	1.50	98.50
N° 50	0.297	1.70	0.80	2.30	97.70
N° 100	0.149	1.40	0.70	3.00	97.00
N° 200	0.075	2.60	1.20	4.20	95.80
<N° 200	FONDO	200.9	95.80	100.00	
TOTAL		209.80	100.00		

Nota. En la Tabla 16 podemos observar los resultados obtenidos del ensayo de análisis granulométrico para la C1.

Tabla 17

Clasificación granulométrica para C-1

Clasificación granulométrica	
Arena %	4.20
Finos %	95.80
D30	NP
D60	NP
D10	NP
Cu	NP
Cc	NP

Nota. En la Tabla 17 podemos observar los resultados de la clasificación granulométrica.

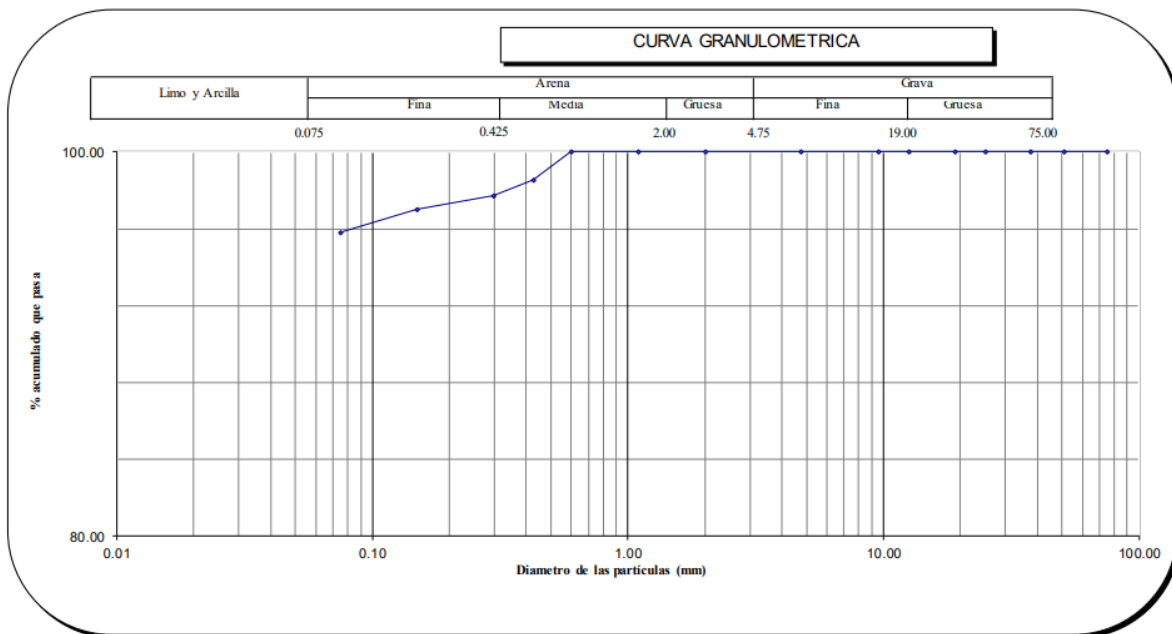


Figura 3. Representación gráfica curva granulométrica para C-1.

Nota. En la Figura 3 podemos observar la curva granulométrica obtenida de C-1.

✓ **ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD PARA C-1:**

Tabla 18

Contenido de humedad para C-1

N°	1	2	3
Wh + Tara	80.30	80.35	80.34
Ws + Tara	76.20	76.35	76.15
W Tara	35.80	35.81	35.81
W agua	4.10	4.00	4.19
Ws	40.40	40.54	40.34
Humedad (%)	10.15	9.87	10.39
Humedad (%)		10.13	

Nota. En la Tabla 18 se representa los ensayos de humedad para C-1, utilizando el material del suelo natural, como resultado se obtuvo el promedio para el porcentaje de humedad, teniendo como resultado 10.13% de contenido de humedad.

✓ **DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA PARA C-1:**

Tabla 19

Determinación de los límites de consistencia para C-1

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (grs)	No. GOLPES
LIMITE LIQUIDO							
1	83.35	81.57	1.78	76.25	5.32	33.50	17
2	82.14	80.67	1.47	76.25	4.42	33.30	22
3	81.28	80.10	1.18	76.25	3.85	30.60	32
LIMITE PLASTICO							
1	45.35	44.09	1.26	35.55	8.54	14.80	
2	63.75	59.29	4.46	35.55	23.74	18.80	
3	57.75	55.35	2.40	35.55	19.80	12.10	

Nota. En la Tabla 19 se representa los resultados obtenidos para determinar los límites consistencia para C1.

Tabla 20

Límites de consistencia para C-1

Límites de consistencia	
LL	32.50
LP	15.20
IP	17.20

Nota. En la Tabla 20 se representa los valores para el LL, LP y IP para C1.

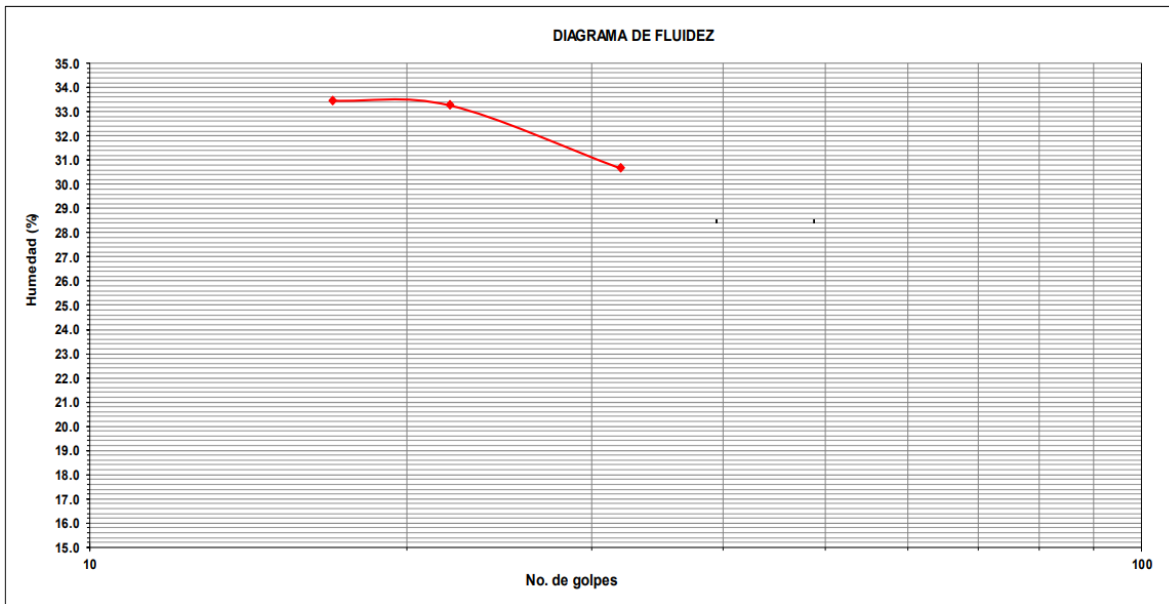


Figura 4. Diagrama de fluidez para C-1.

Nota. En la Figura 4 podemos observar el diagrama de fluidez para C1.

Tabla 21

Clasificación de suelos para C-1

Límites de consistencia	
SUCS	CL
AASHTO	A-6

Nota. En la Tabla 21 podemos observar la clasificación de suelos para la C-1 en SUCS se clasifico como CL = Arcilla media plasticidad arenosa y en AASHTO como A-6 = Suelo arcilloso.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-1 + SUELO**

NATURAL:

Datos C-1:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 22

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-1

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	4810.32	4935.65	5011.78	5151.39	5175.88
Peso del suelo húmedo	g	1250.32	1375.65	1451.78	1591.39	1615.88
Humedad calculada	%	0.56	5.61	8.33	16.70	27.74
Densidad húmeda	g/cm ³	1.330	1.463	1.544	1.692	1.718
Densidad seca	g/cm ³	1.322	1.385	1.425	1.450	1.345

Nota. En la Tabla 22 presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del gráfico de densidades (Curva) para C-1.

Tabla 23

Contenido de humedad Proctor C-1

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	125.48	136.74	135.83	143.55	137.99	129.84	120.99	135.62	142.55	127.48
Rec + suelo seco	g	125.02	136.40	132.12	139.80	132.62	124.40	110.98	125.72	126.09	113.19
Peso del recipiente	g	53.56	65.96	66.35	72.49	68.78	58.41	52.63	64.77	71.49	56.78
Peso del suelo seco	g	71.47	70.44	65.77	67.31	63.84	65.99	58.35	60.95	54.60	56.41
Peso del agua	g	0.45	0.34	3.71	3.75	5.37	5.44	10.01	9.90	16.46	14.29
Contenido de humedad	%	0.63	0.48	5.64	5.57	8.41	8.24	17.16	16.24	30.15	25.33
Humedad promedio	%	0.56	5.61	8.33	16.70	27.74					

Nota. La Tabla 23 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-1.

Como resultado para C-1 obtuvimos 1.450 g/cm³ de Densidad Máxima y 15% en su Humedad Optima. Ver Anexo 36.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-1 + 3%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-1 + 3% viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 24

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-1 + 3% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	4956.55	5104.88	5166.91	5218.36	5232.81
Peso del suelo húmedo	g	1425.10	1544.88	1606.91	1658.36	1672.81
Humedad calculada	%	0.55	6.26	10.51	16.79	23.63
Densidad húmeda	g/cm ³	1.515	1.643	1.709	1.763	1.779
Densidad seca	g/cm ³	1.502	1.577	1.652	1.670	1.625

Nota. En la Tabla 24 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del gráfico de densidades (Curva) para C-1 + 3% viruta de madera.

Tabla 25

Contenido de humedad Proctor C-1 + 3% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	128.97	138.92	136.86	145.26	138.12	134.84	129.20	142.55	139.15	138.77
Rec + suelo seco	g	128.50	138.59	133.06	140.81	130.41	128.75	119.31	132.75	125.88	122.40
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	69.76	76.24	58.17	74.43	66.29	64.88	47.85	75.90	67.92	59.03
Peso del agua	g	0.47	0.33	3.80	4.45	7.71	6.09	9.89	9.80	13.27	16.37
Contenido de humedad	%	0.67	0.43	6.53	5.98	11.63	9.39	20.67	12.91	19.54	27.73
Humedad promedio	%	0.55	6.26	10.51	16.79	23.63					

Nota. En la Tabla 25 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-1 + 3% viruta de madera.

Como resultado para C-1 + 3% viruta de madera obtuvimos 1.666 g/cm³ de Densidad Máxima y 16.40% en su Humedad Óptima. Ver Anexo 37.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-1 + 4%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-1 + 4%viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 26

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-1 +4% viruta de madera

MUESTRA	1	2	3	4	5	
Peso del molde + suelo húmedo	g	5091.44	5199.46	5295.41	5371.85	5404.12
Peso del suelo húmedo	g	1531.44	1639.46	1735.41	1811.85	1844.12
Humedad calculada	%	0.53	6.41	12.37	17.11	21.73
Densidad húmeda	g/cm ³	1.628	1.743	1.845	1.927	1.961
Densidad seca	g/cm ³	1.569	1.667	1.716	1.698	1.653

Nota. En Tabla 26 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del grafico de densidades (Curva) para C-1 +4% viruta de madera.

Tabla 27

Contenido de humedad Proctor C-1 + 4% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	128.87	138.92	139.86	145.26	140.52	137.84	137.61	143.21	137.15	139.77
Rec + suelo seco	g	128.40	138.62	135.80	140.69	132.41	128.41	126.52	132.55	123.54	125.63
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.81	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	69.66	76.27	60.91	74.31	68.29	65.54	55.06	75.70	65.58	62.26
Peso del agua	g	0.47	0.30	4.06	4.57	8.11	8.43	11.09	10.66	13.61	14.14
Contenido de humedad	%	0.67	0.39	6.67	6.15	11.88	12.86	20.14	14.08	20.75	22.71
Humedad promedio	%	0.53	6.41	12.37	17.11	21.73					

Nota. En la Tabla 27 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-1 + 4% viruta de madera.

Como resultado para C-1 + 4% viruta de madera obtuvimos 1.713 g/cm³ de Densidad Máxima y 13.40% en su Humedad Optima. Ver Anexo 38.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-1 + 5%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-1 + 5%viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 28

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-1 +5% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5137.93	5268.04	5398.90	5446.81	5485.58
Peso del suelo húmedo	g	1577.93	1708.04	1838.90	1886.81	1925.58
Humedad calculada	%	0.51	6.48	13.70	17.29	20.60
Densidad húmeda	g/cm ³	1.678	1.816	1.955	2.006	2.048
Densidad seca	g/cm ³	1.669	1.706	1.720	1.711	1.698

Nota. En Tabla 28 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del gráfico de densidades (Curva) para C-1 +5% viruta de madera.

Tabla 29

Contenido de humedad Proctor C-1 + 5% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	139.98	133.99	143.77	135.98	135.65	132.97	141.37	125.19	128.04	131.42
Rec + suelo seco	g	139.65	133.56	140.87	130.49	125.28	126.43	131.99	114.24	114.98	120.90
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	80.91	71.21	65.98	64.11	61.16	62.56	60.53	57.39	57.02	57.53
Peso del agua	g	0.33	0.43	2.90	5.49	10.37	6.54	9.38	10.95	13.06	10.52
Contenido de humedad	%	0.41	0.60	4.40	8.56	16.96	10.45	15.50	19.08	22.90	18.29
Humedad promedio	%	0.51	6.48	13.70	17.29	20.60					

Nota. En la Tabla 29 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-1 + 5% viruta de madera.

Como resultado para C-1 + 5% viruta de madera obtuvimos 1.719 g/cm³ de Densidad Máxima y 12.70% en su Humedad Óptima. Ver Anexo 39.

✓ ENSAYO DE CBR PARA C-1

Tabla 30

Datos del ensayo CBR para C-1

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	10975	11091	11237
Peso suelo húmedo	g	3042	3164	3316
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.43	1.49	1.56
Densidad seca	g/cm³	1.36	1.41	1.48
Contenido de humedad	%	5.61	5.39	5.59

Nota. En la Tabla 30 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-1, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.56 g/cm³, densidad seca en 1.48 g/cm³ y su contenido de humedad en 5.59%.

Tabla 31

Datos de humedad del ensayo CBR para C-1

MUESTRA		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	99.56	91.44	90.55	94.36	97.35	83.29
Rec + suelo seco	g	98.56	90.25	89.25	93.11	95.78	82.00
Peso del recipiente	g	80.74	69.00	63.51	71.26	68.00	58.69
Peso del suelo seco	g	17.82	21.25	25.74	21.85	27.78	23.31
Peso del agua	g	1.00	1.19	1.30	1.25	1.57	1.29
Contenido de humedad	%	5.61	5.60	5.05	5.72	5.65	5.53
Humedad promedio	%	5.61	5.39	5.59			

Nota. En la Tabla 31 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-1.

Tabla 32

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-1

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.30	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.40	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.50	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.60	0.001932	0.31
0.150	3.81	0.68	0.001932	0.35
0.175	4.45	0.74	0.001932	0.38
0.200	5.08	0.85	0.001932	0.44
0.300	7.62	1.09	0.001932	0.56
0.400	10.16	1.22	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.24	0.001932	0.64

Nota. En la Tabla 32 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-1.

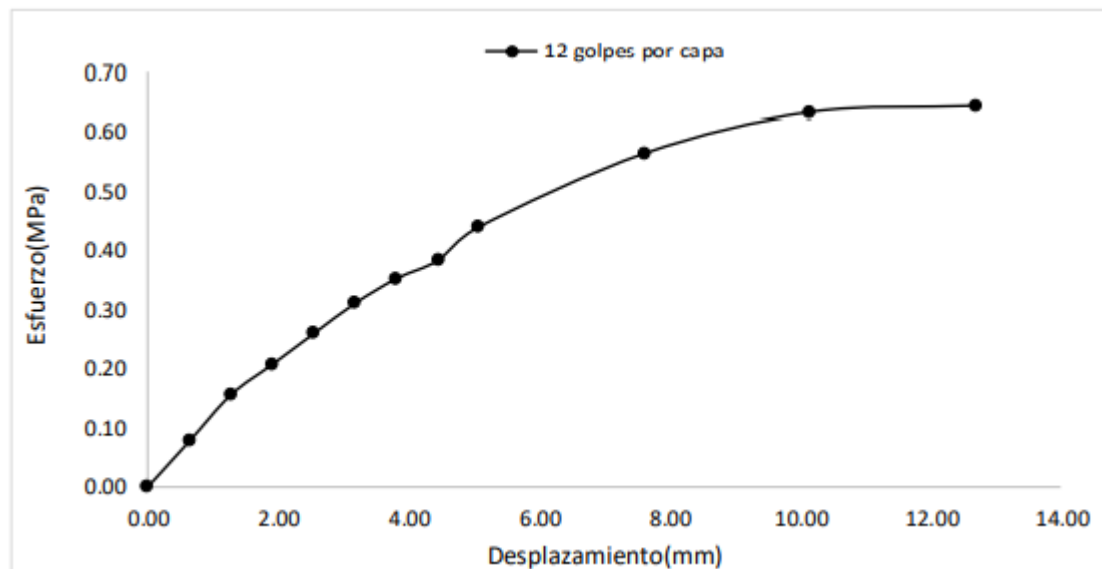


Figura 5. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-1.

Nota. En la Figura 5 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-1.

Tabla 33

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-1

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.25	0.001932	0.13
0.075	1.91	0.41	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.58	0.001932	0.30
0.125	3.18	0.69	0.001932	0.36
0.150	3.81	0.78	0.001932	0.40
0.175	4.45	0.87	0.001932	0.45
0.200	5.08	0.94	0.001932	0.49
0.300	7.62	1.15	0.001932	0.60
0.400	10.16	1.22	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.27	0.001932	0.66

Nota. En la Tabla 33 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-1.

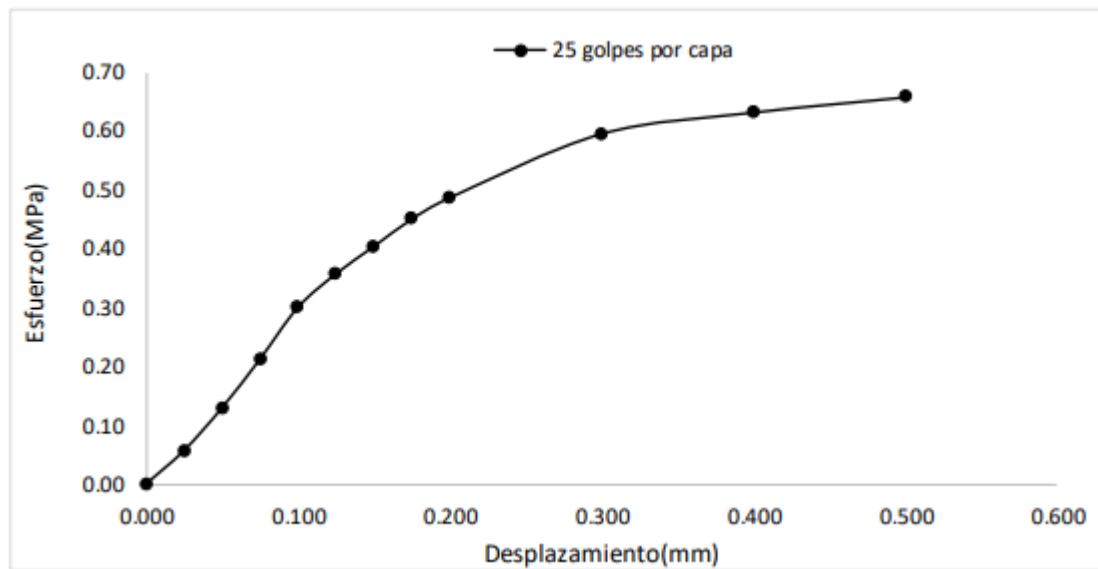


Figura 6. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-1.

Nota. En la Figura 6 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-1.

Tabla 34

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-1

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.30	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.45	0.001932	0.23
0.100	2.54	0.61	0.001932	0.32
0.125	3.18	0.68	0.001932	0.35
0.150	3.81	0.76	0.001932	0.39
0.175	4.45	0.86	0.001932	0.45
0.200	5.08	0.99	0.001932	0.51
0.300	7.62	1.24	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.30	0.001932	0.67
0.500	12.70	1.33	0.001932	0.69

Nota. En la Tabla 34 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-1.

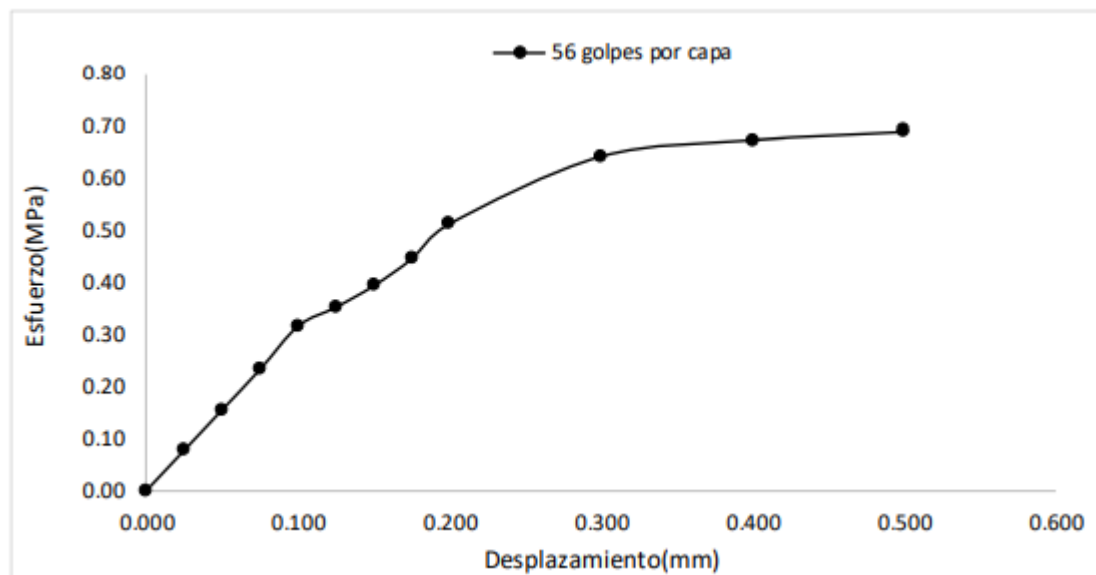


Figura 7. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-1.

Nota. En la Figura 7 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-1.

Tabla 35

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	0.26	6.90	3.75
12	0.20	0.44	10.30	4.27
25	0.10	0.30	6.90	4.35
25	0.20	0.49	10.30	4.72
56	0.10	0.32	6.90	4.58
56	0.20	0.51	10.30	4.97

Nota. En la Tabla 35 observamos los porcentajes obtenidos del CBR máximo a 4.97% a 56 golpes y el CBR mínimo a 3.75% a 12 golpes.

Tabla 36

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.36	3.75	4.27
56	1.41	4.35	4.72
56	1.48	4.58	4.97

Nota. En la Tabla 36 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 4.58% y el CBR 0.1'' mínimo a 3.75%, además para CBR 0.2'' máximo a 4.97% y el CBR 0.2'' mínimo a 4.27%.

Tabla 37

Resultados máxima densidad seca para C-1

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.45 g/cm ³
95% M. D. S	1.38 g/cm ³
CBR (M.D.S) 0.1''	4.50 %
CBR (M.D.S) 0.2''	4.80 %

Nota. En la Tabla 37 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-1.

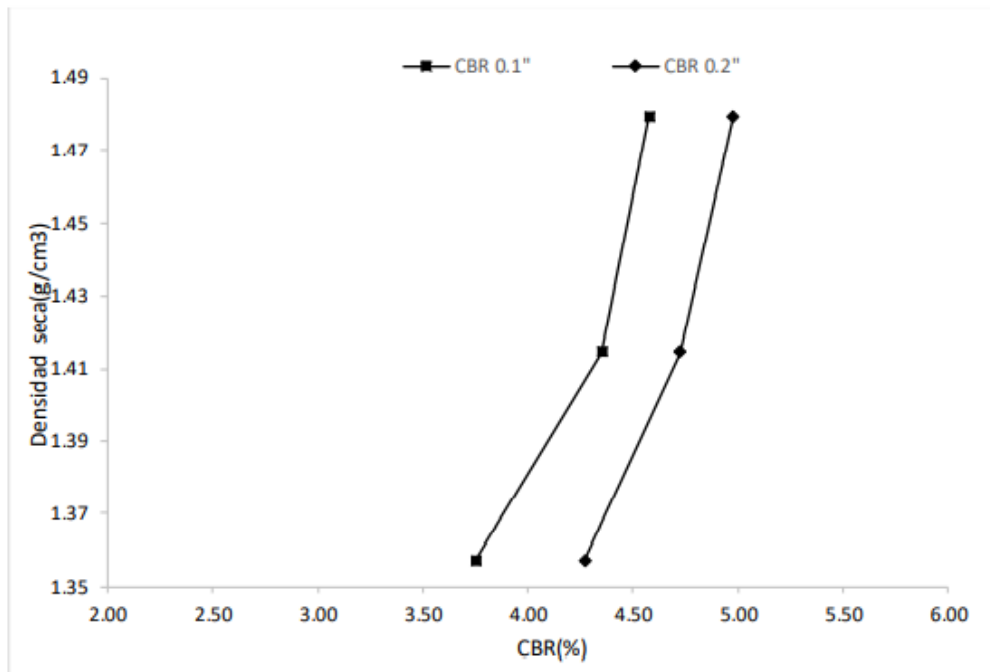


Figura 8. Densidad seca vs CBR para C-1.

Nota. En la Figura 8 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-1 en 0.1'' y 0.2''.

✓ ENSAYO DE CBR PARA C-1 + 3% viruta de madera

Tabla 38

Datos del ensayo CBR para C-1 + 3% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11205	11451	11724
Peso suelo húmedo	g	3278	3516	3803
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.54	1.66	1.79
Densidad seca	g/cm³	1.36	1.46	1.58
Contenido de humedad	%	13.12	13.17	13.20

Nota. En la Tabla 38 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-1 + 3% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.79 g/cm³, densidad seca en 1.58 g/cm³ y su contenido de humedad en 13.20%.

Tabla 39

Datos de humedad del ensayo CBR para C-1 + 3% viruta de madera.

MUESTRA		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	98.54	88.53	89.10	94.54	87.84	84.58
Rec + suelo seco	g	96.37	85.85	86	91.83	85.42	81.32
Peso del recipiente	g	79.92	65.31	62.46	71.24	67.12	56.59
Peso del suelo seco	g	16.45	20.54	23.54	20.59	18.30	24.73
Peso del agua	g	2.17	2.68	3.10	2.71	2.42	3.26
Contenido de humedad	%	13.19	13.05	13.17	13.16	13.22	13.18
Humedad promedio	%	13.12	13.17	13.20			

Nota. En la Tabla 39 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-1 + 3% viruta de madera.

Tabla 40

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.61	0.001932	0.32
0.075	1.91	1.04	0.001932	0.54
0.100	2.54	1.35	0.001932	0.70
0.125	3.18	1.56	0.001932	0.81
0.150	3.81	1.81	0.001932	0.94
0.175	4.45	2.12	0.001932	1.10
0.200	5.08	2.34	0.001932	1.21
0.300	7.62	2.51	0.001932	1.30
0.400	10.16	2.62	0.001932	1.36
0.500	12.70	2.71	0.001932	1.40

Nota. En la Tabla 40 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-1 + 3% viruta de madera.

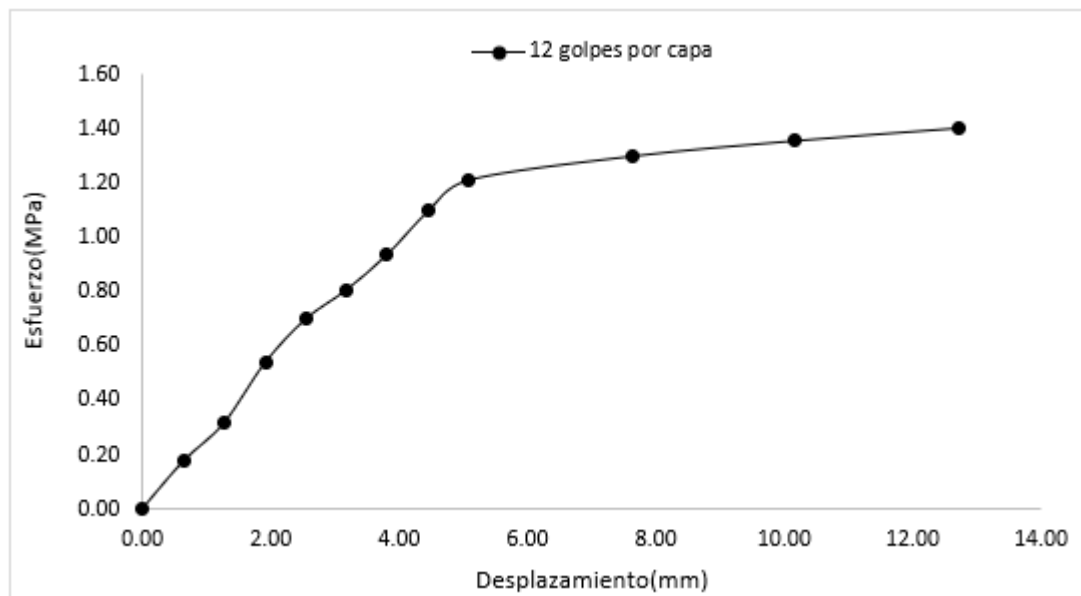


Figura 9. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 9 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-1 + 3% viruta de madera.

Tabla 41

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.41	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.75	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.24	0.001932	0.64
0.100	2.54	1.74	0.001932	0.90
0.125	3.18	2.02	0.001932	1.05
0.150	3.81	2.41	0.001932	1.25
0.175	4.45	2.68	0.001932	1.39
0.200	5.08	3.02	0.001932	1.56
0.300	7.62	3.25	0.001932	1.68
0.400	10.16	3.51	0.001932	1.82
0.500	12.70	3.69	0.001932	1.91

Nota. En la Tabla 41 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-1 + 3% viruta de madera.

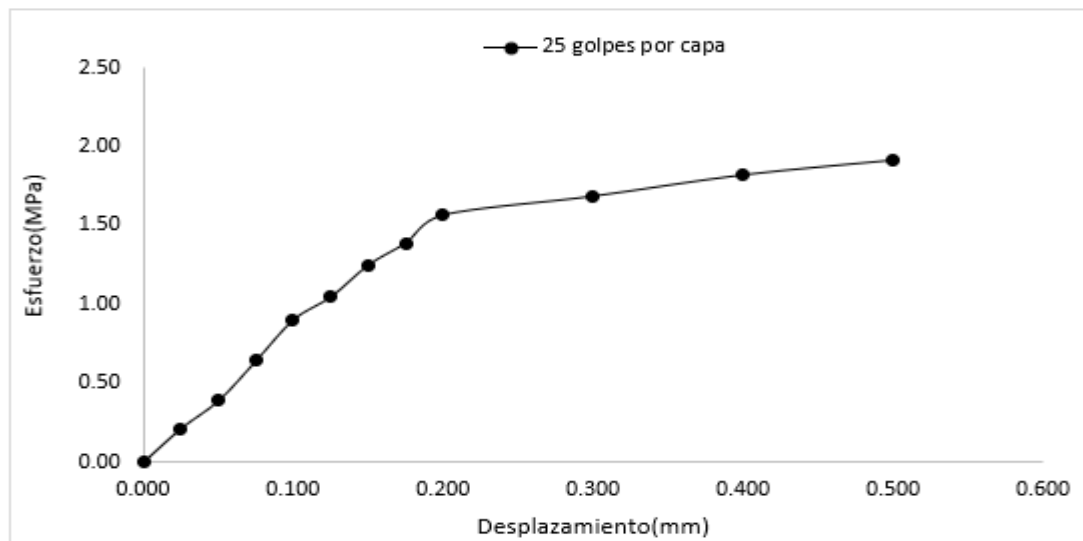


Figura 10. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 10 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-1 + 3% viruta de madera.

Tabla 42

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-1 +3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.37
0.050	1.27	1.47	0.001932	0.76
0.075	1.91	1.85	0.001932	0.96
0.100	2.54	2.24	0.001932	1.16
0.125	3.18	2.54	0.001932	1.31
0.150	3.81	3.05	0.001932	1.58
0.175	4.45	3.42	0.001932	1.77
0.200	5.08	3.74	0.001932	1.94
0.300	7.62	4.01	0.001932	2.08
0.400	10.16	4.25	0.001932	2.20
0.500	12.70	4.35	0.001932	2.25

Nota. En la Tabla 42 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-1 + 3% viruta de madera.

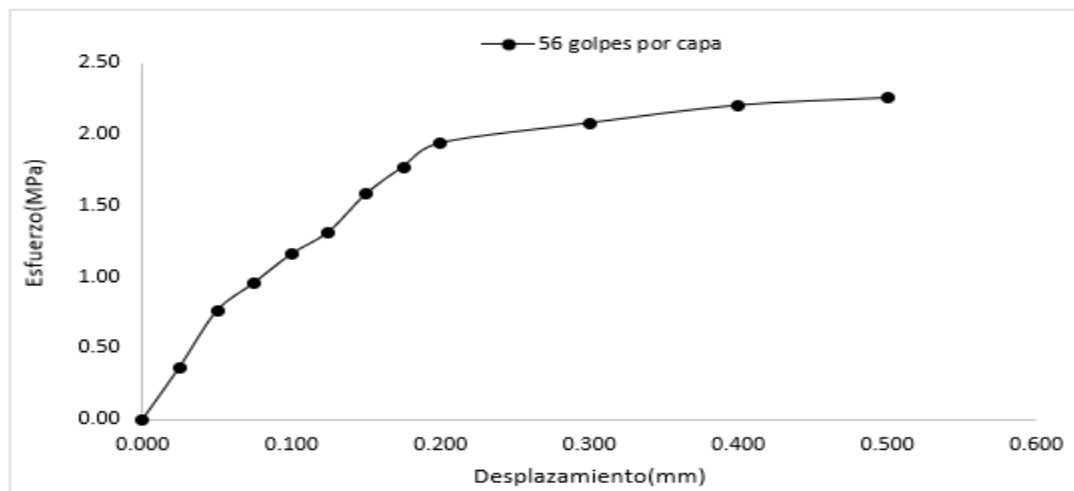


Figura 11. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-1 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 11 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-1 + 3% viruta de madera.

Tabla 43

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 +3% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	0.70	6.90	10.13
12	0.20	1.21	10.30	11.76
25	0.10	0.90	6.90	13.05
25	0.20	1.56	10.30	15.18
56	0.10	1.16	6.90	16.80
56	0.20	1.94	10.30	18.79

Nota. En la Tabla 43 para la C-1 + 3% viruta de madera obtenemos el CBR máximo a 18.79% a 56 golpes y el CBR mínimo a 10.13% a 12 golpes.

Tabla 44

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 3% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.37	10.13	11.76
25	1.46	13.05	15.18
56	1.58	16.80	18.79

Nota. En la Tabla 44 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 16.80% y el CBR 0.1'' mínimo a 10.13%, además para CBR 0.2'' máximo a 18.79% y el CBR 0.2'' mínimo a 11.76%.

Tabla 45

Resultados máxima densidad seca para C-1 + 3% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.666 g/cm ³
95% M. D. S	1.58 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	16.78 %
CBR AL 100% MDS	19.34 %

Nota. En la Tabla 45 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-1 + 3% viruta de madera.

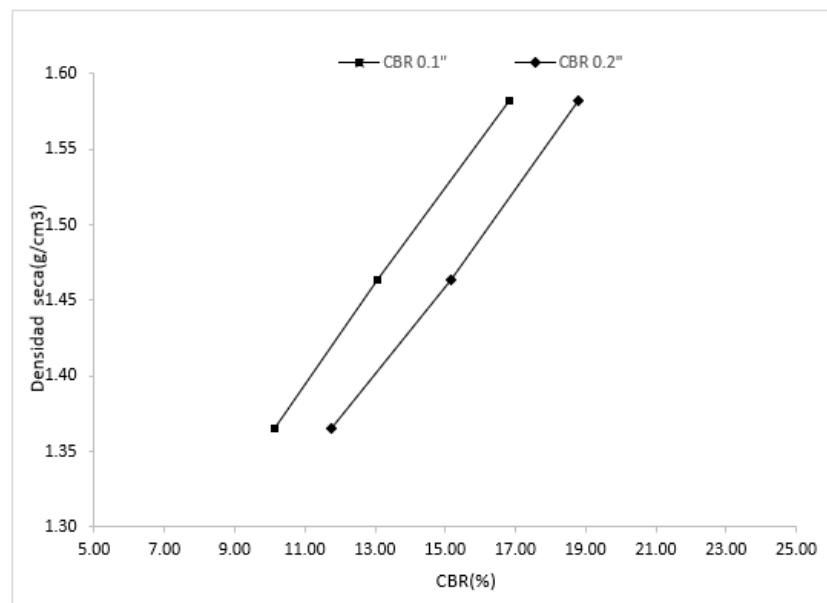


Figura 12. Densidad seca vs CBR para C-1 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 13 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-1 + 3% viruta de madera en 0.1" y 0.2".

✓ **ENSAYO DE CBR PARA C-1 + 4% viruta de madera**

Tabla 46

Datos del ensayo CBR para C-1 + 4% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11223	11750	12245
Peso suelo húmedo	g	3296	3815	4324
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.55	1.80	2.04
Densidad seca	g/cm³	1.36	1.57	1.78
Contenido de humedad	%	13.91	14.39	14.50

Nota. En la Tabla 46 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-1 + 4% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 2.04 g/cm³, densidad seca en 1.78 g/cm³ y su contenido de humedad en 14.50%.

Tabla 47

Datos de humedad del ensayo CBR para C-1 + 4% viruta de madera.

MUESTRA		12		25		56	
Rec + suelo húmedo	g	97.55	88.69	89.39	97.85	88.23	87.79
Rec + suelo seco	g	95.46	86.74	86.33	93.92	85.26	85.51
Peso del recipiente	g	78.55	74.12	66.10	65.12	68.14	65.93
Peso del suelo seco	g	16.91	12.62	20.23	28.80	17.12	19.58
Peso del agua	g	2.09	1.95	3.06	3.93	2.97	2.28
Contenido de humedad	%	12.36	15.45	15.13	13.65	17.35	11.64
Humedad promedio	%	13.91		14.39		14.50	

Nota. En la Tabla 47 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-1 + 4% viruta de madera.

Tabla 48

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.72	0.001932	0.37
0.050	1.27	1.12	0.001932	0.58
0.075	1.91	1.89	0.001932	0.98
0.100	2.54	2.41	0.001932	1.25
0.125	3.18	2.97	0.001932	1.54
0.150	3.81	3.65	0.001932	1.89
0.175	4.45	4.14	0.001932	2.14
0.200	5.08	4.56	0.001932	2.36
0.300	7.62	4.91	0.001932	2.54
0.400	10.16	5.42	0.001932	2.81
0.500	12.70	6.05	0.001932	3.13

Nota. En la Tabla 40 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-1 + 4% viruta de madera.

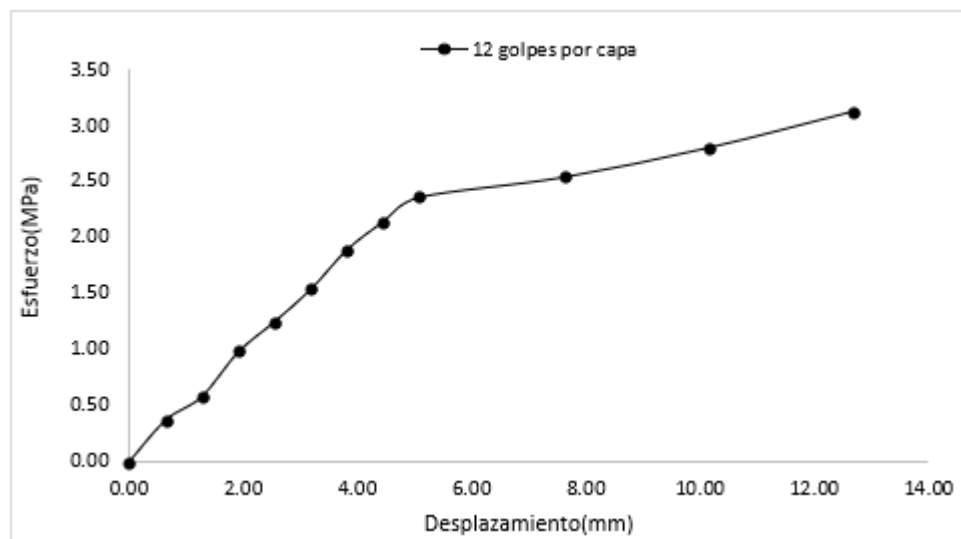


Figura 13. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 13 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-1 + 4% viruta de madera.

Tabla 49

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.59	0.001932	0.31
0.050	1.27	1.27	0.001932	0.66
0.075	1.91	2.48	0.001932	1.28
0.100	2.54	3.51	0.001932	1.82
0.125	3.18	4.09	0.001932	2.12
0.150	3.81	4.83	0.001932	2.50
0.175	4.45	5.52	0.001932	2.86
0.200	5.08	6.08	0.001932	3.15
0.300	7.62	6.97	0.001932	3.61
0.400	10.16	7.22	0.001932	3.74
0.500	12.70	7.45	0.001932	3.86

Nota. En la Tabla 49 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-1 + 4% viruta de madera.

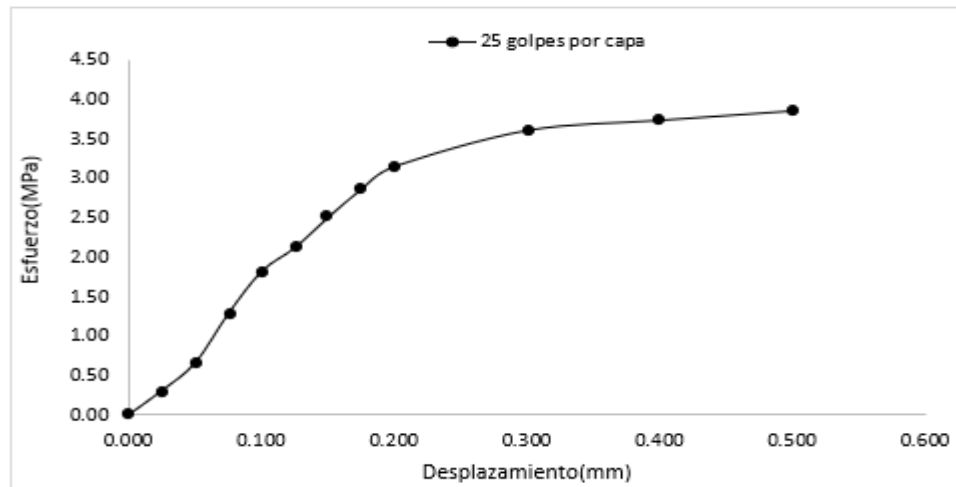


Figura 14. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 14 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-1 + 4% viruta de madera.

Tabla 50

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.03	0.001932	0.53
0.050	1.27	1.98	0.001932	1.02
0.075	1.91	3.04	0.001932	1.57
0.100	2.54	4.09	0.001932	2.12
0.125	3.18	4.83	0.001932	2.50
0.150	3.81	5.86	0.001932	3.03
0.175	4.45	6.39	0.001932	3.31
0.200	5.08	7.15	0.001932	3.70
0.300	7.62	8.01	0.001932	4.15
0.400	10.16	8.21	0.001932	4.25
0.500	12.70	8.56	0.001932	4.43

Nota. En la Tabla 50 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-1 + 4% viruta de madera.

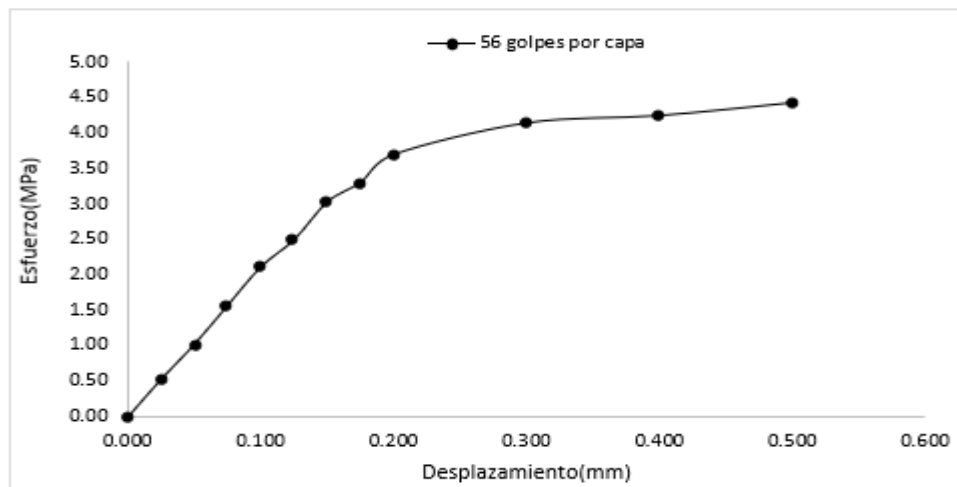


Figura 15. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-1 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 15 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-1 + 4% viruta de madera.

Tabla 51

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 4% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	1.25	6.90	18.08
12	0.20	2.36	10.30	22.92
25	0.10	1.82	6.90	26.33
25	0.20	3.15	10.30	30.55
56	0.10	2.12	6.90	30.68
56	0.20	3.70	10.30	35.93

Nota. En la Tabla 51 para la C-1 + 4% viruta de madera obtenemos el CBR máximo a 35.93% a 56 golpes y el CBR mínimo a 18.08% a 12 golpes.

Tabla 52

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 4% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.36	18.08	22.92
56	1.57	26.33	30.55
56	1.78	30.68	35.93

Nota. En la Tabla 52 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 30.68% y el CBR 0.1'' mínimo a 18.08%, además para CBR 0.2'' máximo a 35.93% y el CBR 0.2'' mínimo a 22.92%.

Tabla 53

Resultados máxima densidad seca para C-1 + 4% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.713 g/cm ³
95% M. D. S	1.63 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	26.73 %
CBR AL 100% MDS	29.33 %

Nota. En la Tabla 53 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-1 + 4% viruta de madera.

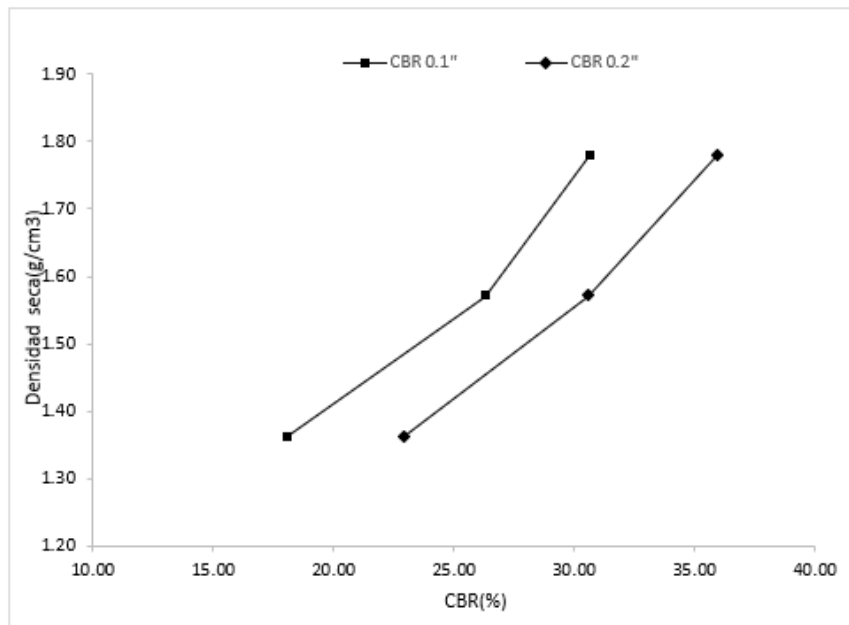


Figura 16. Densidad seca vs CBR para C-1 + viruta de madera.

Nota. En la Figura 16 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-1 + 4% viruta de madera en 0.1" y 0.2".

✓ ENSAYO DE CBR PARA C-1 + 5% viruta de madera

Tabla 54

Datos del ensayo CBR para C-1 + 5% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11457	11741	11954
Peso suelo húmedo	g	3530	3806	4033
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.66	1.79	1.90
Densidad seca	g/cm³	1.45	1.57	1.66
Contenido de humedad	%	14.55	14.53	14.57

Nota. En la Tabla 54 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-1 + 5% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.90 g/cm³, densidad seca en 1.66 g/cm³ y su contenido de humedad en 14.57%.

Tabla 55

Datos de humedad del ensayo CBR para C-1 + 5% viruta de madera.

MUESTRA		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	85.12	79.21	101.42	98.21	98.45	108.34
Rec + suelo seco	g	82.69	76.77	97.61	94.34	94.58	103.57
Peso del recipiente	g	66	60	71.34	67.74	68	70.86
Peso del suelo seco	g	16.69	16.77	26.27	26.60	26.58	32.71
Peso del agua	g	2.43	2.44	3.81	3.87	3.87	4.77
Contenido de humedad	%	14.56	14.55	14.50	14.55	14.56	14.58
Humedad promedio	%	14.55	14.53	14.57			

Nota. En la Tabla 55 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-1 + 5% viruta de madera.

Tabla 56

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-1 + 5%viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.84	0.001932	0.43
0.050	1.27	1.41	0.001932	0.73
0.075	1.91	2.21	0.001932	1.14
0.100	2.54	2.95	0.001932	1.53
0.125	3.18	3.54	0.001932	1.83
0.150	3.81	4.15	0.001932	2.15
0.175	4.45	4.54	0.001932	2.35
0.200	5.08	4.85	0.001932	2.51
0.300	7.62	5.64	0.001932	2.92
0.400	10.16	5.97	0.001932	3.09
0.500	12.70	6.24	0.001932	3.23

Nota. En la Tabla 56 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-1 + 5% viruta de madera.

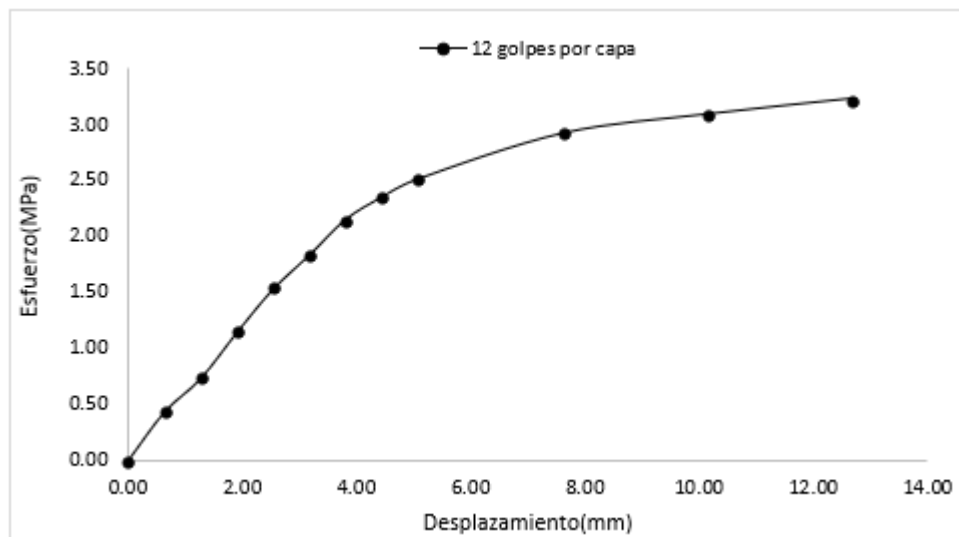


Figura 17. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 17 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-1 + 5% viruta de madera.

Tabla 57

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.62	0.001932	0.32
0.050	1.27	1.67	0.001932	0.86
0.075	1.91	2.81	0.001932	1.45
0.100	2.54	3.78	0.001932	1.96
0.125	3.18	4.67	0.001932	2.42
0.150	3.81	5.21	0.001932	2.70
0.175	4.45	5.94	0.001932	3.07
0.200	5.08	6.41	0.001932	3.32
0.300	7.62	7.05	0.001932	3.65
0.400	10.16	7.34	0.001932	3.80
0.500	12.70	7.64	0.001932	3.95

Nota. En la Tabla 57 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-1 + 5% viruta de madera.

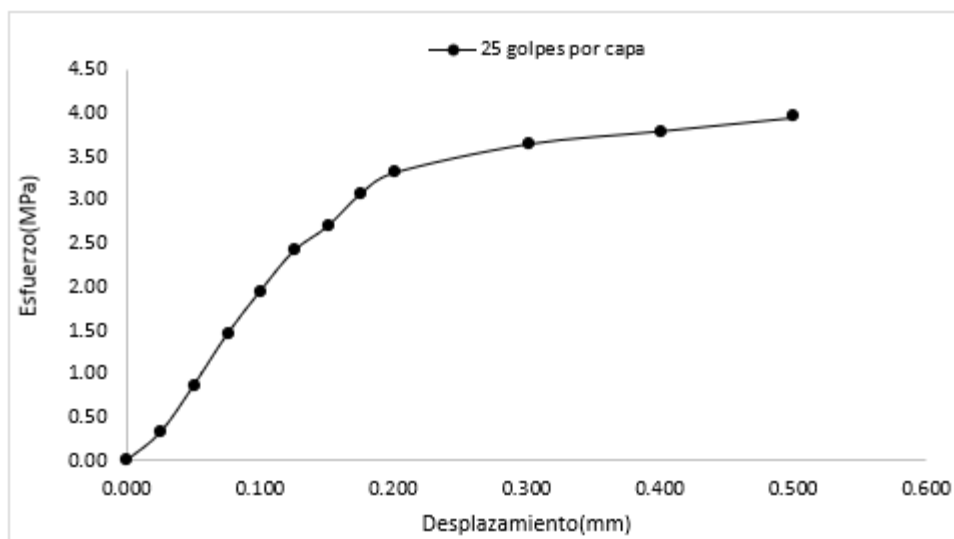


Figura 18. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 18 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-1 + 5% viruta de madera.

Tabla 58

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.05	0.001932	0.54
0.050	1.27	2.41	0.001932	1.25
0.075	1.91	3.54	0.001932	1.83
0.100	2.54	4.54	0.001932	2.35
0.125	3.18	5.34	0.001932	2.76
0.150	3.81	6.21	0.001932	3.21
0.175	4.45	6.84	0.001932	3.54
0.200	5.08	7.41	0.001932	3.84
0.300	7.62	8.21	0.001932	4.25
0.400	10.16	8.34	0.001932	4.32
0.500	12.70	8.74	0.001932	4.52

Nota. En la Tabla 58 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-1 + 5% viruta de madera.

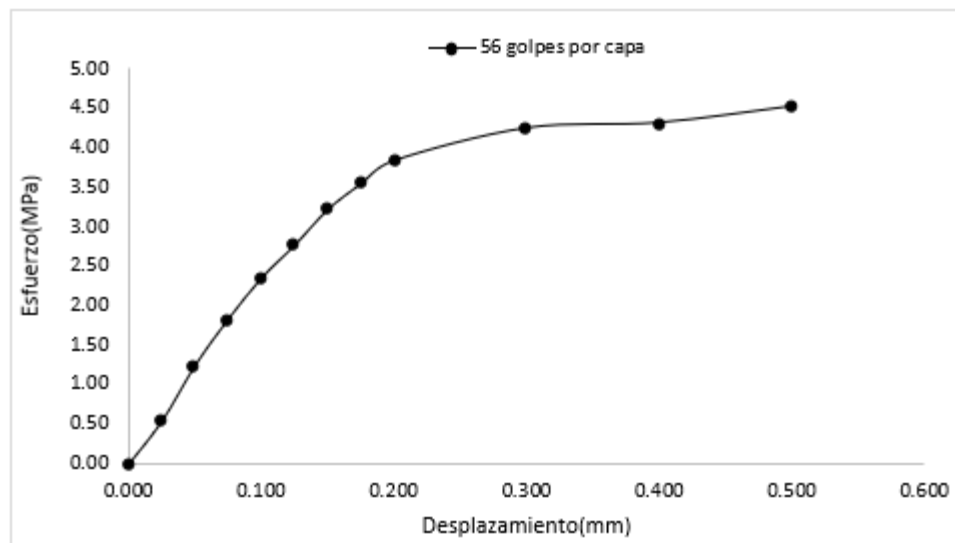


Figura 19. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-1 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 19 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-1 + 5% viruta de madera.

Tabla 59

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 5% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	1.53	6.90	22.13
12	0.20	2.51	10.30	24.37
25	0.10	1.96	6.90	28.36
25	0.20	3.32	10.30	32.21
56	0.10	2.35	6.90	34.06
56	0.20	3.84	10.30	37.24

Nota. En la Tabla 59 para la C-1 + 5% viruta de madera obtenemos el CBR máximo a 37.24% a 56 golpes y el CBR mínimo a 22.13% a 12 golpes.

Tabla 60

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-1 + 5% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.45	22.13	24.37
56	1.57	28.36	32.21
56	1.66	34.06	37.24

Nota. En la Tabla 60 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 34.06% y el CBR 0.1'' mínimo a 22.13%, además para CBR 0.2'' máximo a 37.24% y el CBR 0.2'' mínimo a 24.37%.

Tabla 61

Resultados máxima densidad seca para C-1 + 5% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.719 g/cm ³
95% M. D. S	1.63 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	32.47 %
CBR AL 100% MDS	37.43 %

Nota. En la Tabla 61 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-1 + 5% viruta de madera.

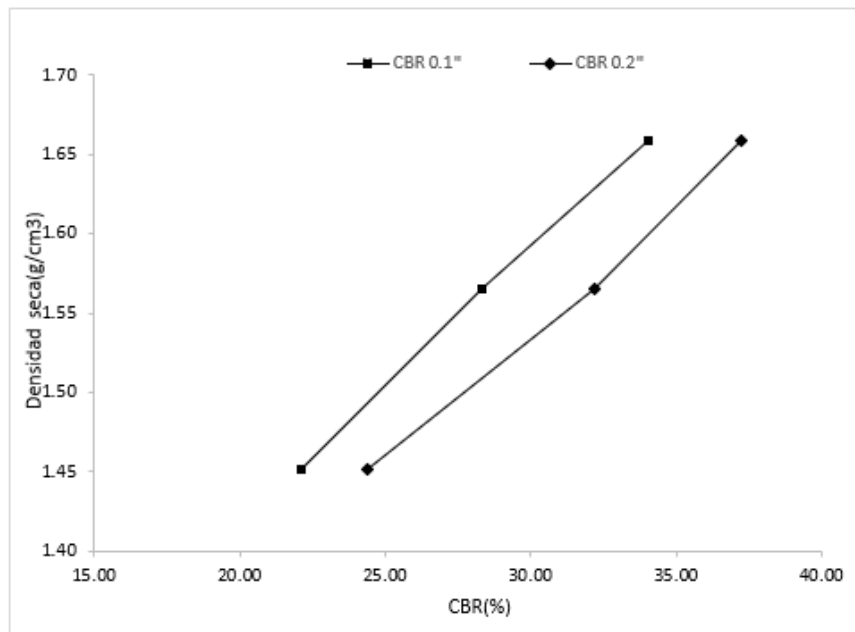


Figura 20. Densidad seca vs CBR para C-1 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 20 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-1 + 5% viruta de madera en 0.1" y 0.2".

ENSAYOS DE LABORATORIO C-2:

✓ Análisis granulométrico de los suelos por tamizado C-2:

Tabla 62

Análisis granulométrico C-2

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP.339.128(99)				
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	%RET. PARCIAL	%RET ACUMULADO	%QUE PASA
3"	75				100.00
2"	50				100.00
1 1/2"	38.5				100.00
1"	25				100.00
3/4"	19				100.00
1/2"	12.5				100.00
3/8"	9.5				100.00
N° 4	4.75				100.00
N° 10	2				100.00
N° 16	1.1				100.00
N° 30	0.6				100.00
N° 40	0.425	1.10	0.50	0.50	99.50
N° 50	0.297	1.70	0.80	1.30	98.70
N° 100	0.149	1.40	0.70	1.90	98.10
N° 200	0.075	2.60	1.20	3.10	96.90
<N° 200	FONDO	210.90	96.90	100.00	
TOTAL		217.80	100.00		

Nota. En la Tabla 62 podemos observar los resultados obtenidos del ensayo de análisis granulométrico para la C2.

Tabla 63

Clasificación granulométrica para C-2

Clasificación granulométrica	
Arena %	3.10
Finos %	96.90
D30	NP
D60	NP
D10	NP
Cu	NP
Cc	NP

Nota. En la Tabla 63 podemos observar los resultados de la clasificación granulométrica.

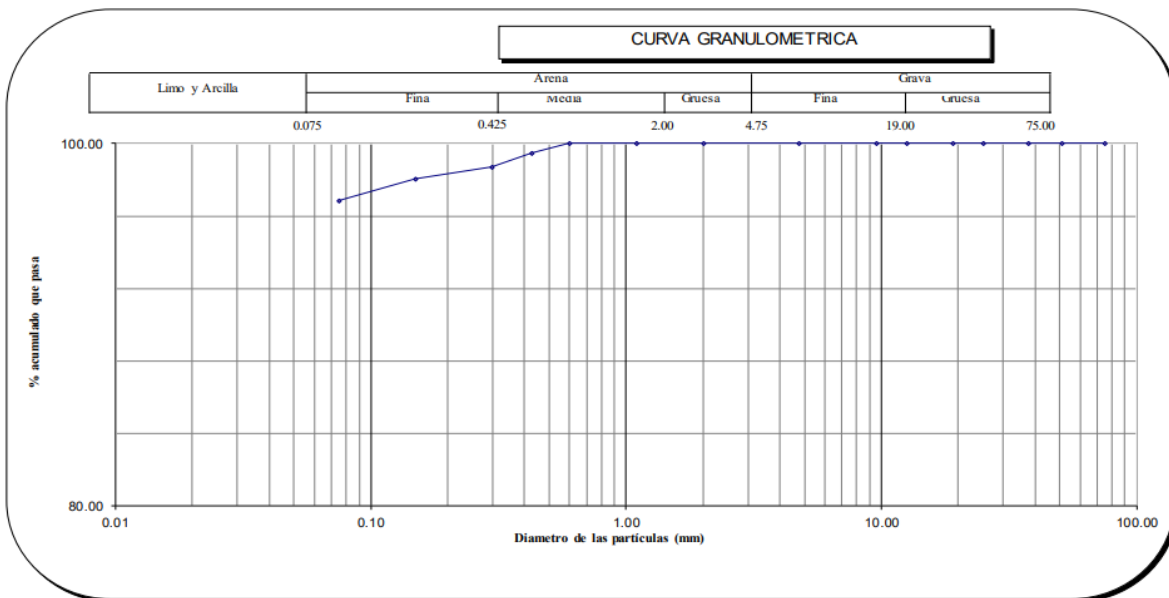


Figura 21. Representación gráfica curva granulométrica para C-2.

Nota. En la Figura 21 podemos observar la curva granulométrica obtenida de C-2.

✓ **ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD PARA C-2:**

Tabla 64

Contenido de humedad para C-2

N°	1	2	3
Wh + Tara	95.30	95.25	95.20
Ws + Tara	89.43	89.55	89.52
W Tara	35.90	35.80	35.90
W agua	5.87	5.70	5.68
Ws	53.53	53.75	53.62
Humedad (%)	10.97	10.60	10.59
Humedad (%)		10.72	

Nota. En la Tabla 64 representa los ensayos de humedad para C-2, utilizando el material del suelo natural, como resultado se obtuvo el promedio para el porcentaje de humedad, teniendo como resultado 10.72% de contenido de humedad.

✓ **DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA PARA C-2:**

Tabla 65

Determinación de los límites de consistencia para C-2

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (grs)	No. GOLPES
LÍMITE LIQUIDO							
1	93.35	89.02	4.33	76.35	12.67	34.20	18
2	92.14	88.27	3.87	76.35	11.92	32.50	25
3	89.99	87.01	2.98	76.35	10.66	28.00	34
LÍMITE PLASTICO							
1	48.35	46.91	1.44	35.75	11.16	12.90	
2	55.75	53.09	2.66	35.75	17.34	15.30	
3	55.75	53.01	2.74	35.75	17.26	15.90	

Nota. En la Tabla 65 se representa los resultados obtenidos para determinar los límites consistencia para C2.

Tabla 66

Límites de consistencia para C-2

Límites de consistencia	
LL	31.50
LP	14.70
IP	16.80

Nota. En la Tabla 66 se representa los valores para el LL, LP y IP para C2.

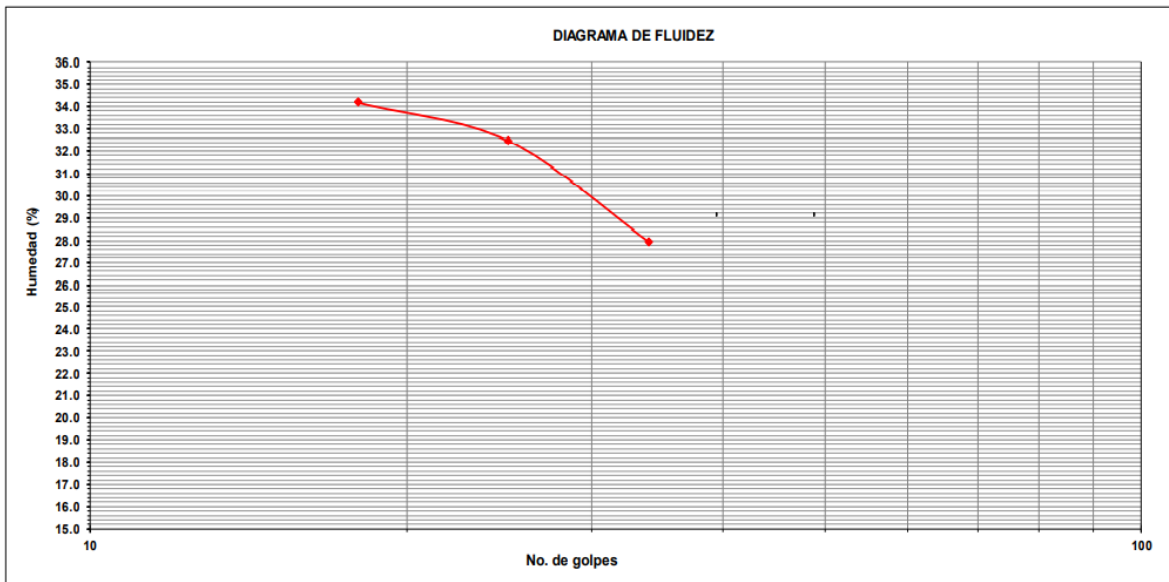


Figura 22. Diagrama de fluidez para C-2.

Nota. En la Figura 22 podemos observar el diagrama de fluidez para C2.

Tabla 67

Clasificación de suelos para C-2

Límites de consistencia	
SUCS	CL
AASHTO	A-6

Nota. En la Tabla 67 podemos observar la clasificación de suelos para la C-2 en SUCS se clasifico como CL = Arcilla media plasticidad arenosa y en AASHTO como A-6 = Suelo arcilloso.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-2 + SUELO**

NATURAL:

Datos C-2:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 68

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-2

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	4810.32	4945.96	5014.78	5169.09	5185.48
Peso del suelo húmedo	g	1250.32	1385.96	1454.78	1609.09	1625.48
Humedad calculada	%	0.49	5.54	8.61	17.47	27.42
Densidad húmeda	g/cm ³	1.330	1.474	1.547	1.711	1.728
Densidad seca	g/cm ³	1.323	1.396	1.424	1.457	1.356

Nota. La tabla 68 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del grafico de densidades (Curva) para C-2.

Tabla 69

Contenido de humedad Proctor C-2

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	125.58	136.55	135.84	143.55	137.95	129.99	120.97	135.82	142.55	127.48
Rec + suelo seco	g	125.24	136.20	132.12	139.90	132.20	124.59	110.78	125.28	128.49	111.09
Peso del recipiente	g	53.56	65.96	66.35	72.49	68.78	58.41	52.63	64.77	71.49	56.78
Peso del suelo seco	g	71.68	70.24	65.77	67.41	63.42	66.18	58.15	60.51	57.00	54.31
Peso del agua	g	0.34	0.35	3.72	3.65	5.75	5.40	10.19	10.54	14.06	16.39
Contenido de humedad	%	0.47	0.50	5.66	5.41	9.07	8.16	17.52	17.42	24.67	30.18
Humedad promedio	%	0.49	5.54	8.61	17.47	27.42					

Nota. En la Tabla 69 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-2.

Como resultado para C-2 obtuvimos 1.455 g/cm³ de Densidad Máxima y 15.20% en su Humedad Optima.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-2 + 3%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-2 + 3% viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 70

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-2 + 3% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	4966.66	5128.11	5166.91	5291.72	5349.12
Peso del suelo húmedo	g	1425.10	1568.11	1606.91	1731.72	1789.12
Humedad calculada	%	0.55	5.56	9.46	13.98	23.96
Densidad húmeda	g/cm ³	1.515	1.667	1.709	1.841	1.902
Densidad seca	g/cm ³	1.484	1.605	1.632	1.666	1.658

Nota. En Tabla 70 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del gráfico de densidades (Curva) para C-2 + 3% viruta de madera.

Tabla 71

Contenido de humedad Proctor C-2 + 3% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	128.97	138.92	136.86	145.26	138.12	134.84	129.20	142.55	141.15	140.77
Rec + suelo seco	g	128.51	138.59	132.98	141.91	132.31	128.15	124.01	129.43	127.88	123.40
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	69.77	76.24	58.09	75.53	68.19	64.28	52.55	72.58	69.92	60.03
Peso del agua	g	0.46	0.33	3.88	3.35	5.81	6.69	5.19	13.12	13.27	17.37
Contenido de humedad	%	0.66	0.43	6.68	4.44	8.52	10.41	9.88	18.08	18.98	28.94
Humedad promedio	%	0.55	5.56	9.46	13.98	23.96					

Nota. En la Tabla 71 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-2 + 3% viruta de madera.

Como resultado para C-2 + 3% viruta de madera obtuvimos 1.681 g/cm³ de Densidad Máxima y 16.80% en su Humedad Óptima. Ver Anexo 40.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-2 + 4%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-2 + 4%viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 72

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-2 +4% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5091.61	5196.46	5292.88	5411.85	5419.12
Peso del suelo húmedo	g	1531.61	1636.46	1732.88	1851.85	1859.12
Humedad calculada	%	0.55	6.12	12.53	17.00	21.50
Densidad húmeda	g/cm ³	1.629	1.740	1.843	1.969	1.977
Densidad seca	g/cm ³	1.569	1.664	1.713	1.719	1.669

Nota. En Tabla 72 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del grafico de densidades (Curva) para C-2 +4% viruta de madera.

Tabla 73

Contenido de humedad Proctor C-2 + 4% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	128.87	138.62	139.86	145.26	140.52	137.84	137.61	143.21	137.05	139.57
Rec + suelo seco	g	128.39	138.31	135.15	141.92	132.21	129.41	126.62	132.55	123.54	125.63
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	69.65	75.96	60.26	75.54	68.09	65.54	55.16	75.70	65.58	62.26
Peso del agua	g	0.48	0.31	4.71	3.34	8.31	8.43	10.99	10.66	13.51	13.94
Contenido de humedad	%	0.69	0.41	7.82	4.42	12.20	12.86	19.92	14.08	20.60	22.39
Humedad promedio	%	0.55	6.12	12.53	17.00	21.50					

Nota. En la Tabla 73 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-2 + 4% viruta de madera.

Como resultado para C-2 + 4% viruta de madera obtuvimos 1.724 g/cm³ de Densidad Máxima y 14% en su Humedad Optima. Ver Anexo 41.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-2 + 5%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-2 + 5%viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 74

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-2 +5% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5136.93	5269.04	5399.90	5447.81	5473.58
Peso del suelo húmedo	g	1576.93	1709.04	1839.90	1887.81	1913.58
Humedad calculada	%	0.44	6.42	13.70	17.18	20.16
Densidad húmeda	g/cm ³	1.677	1.817	1.956	2.007	2.035
Densidad seca	g/cm ³	1.669	1.708	1.721	1.716	1.693

Nota. En Tabla 74 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del gráfico de densidades (Curva) para C-2 +5% viruta de madera.

Tabla 75

Contenido de humedad Proctor C-2 + 5% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	139.88	133.99	143.69	135.98	135.65	132.97	141.37	125.19	128.01	131.10
Rec + suelo seco	g	139.65	133.56	140.87	130.49	125.28	126.43	131.99	114.34	116.01	119.98
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	80.91	71.21	65.98	64.11	61.16	62.56	60.53	57.49	58.05	56.61
Peso del agua	g	0.23	0.43	2.82	5.49	10.37	6.54	9.38	10.85	12.00	11.12
Contenido de humedad	%	0.28	0.60	4.27	8.56	16.96	10.45	15.50	18.87	20.67	19.65
Humedad promedio	%	0.44	6.42	13.70	17.18	20.16					

Nota. En la Tabla 75 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-2 + 5% viruta de madera.

Como resultado para C-2 + 5% viruta de madera obtuvimos 1.722 g/cm³ de Densidad Máxima y 12% en su Humedad Optima. Ver Anexo 42.

✓ ENSAYO DE CBR PARA C-2

Tabla 76

Datos del ensayo CBR para C-2

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	10981	11099	11244
Peso suelo húmedo	g	3048	3172	3323
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.44	1.49	1.57
Densidad seca	g/cm³	1.36	1.42	1.49
Contenido de humedad	%	5.57	5.34	5.10

Nota. En la Tabla 76 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-2, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.57 g/cm³, densidad seca en 1.49 g/cm³ y su contenido de humedad en 5.10%.

Tabla 77

Datos de humedad del ensayo CBR para C-2

MUESTRA		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	83.74	77.88	98.89	95.84	95.95	105.69
Rec + suelo seco	g	82.80	76.94	97.49	94.42	94.61	103.98
Peso del recipiente	g	66	60	71.34	67.74	68	70.86
Peso del suelo seco	g	16.80	16.94	26.15	26.68	26.61	33.12
Peso del agua	g	0.94	0.94	1.40	1.42	1.34	1.71
Contenido de humedad	%	5.60	5.55	5.35	5.32	5.04	5.16
Humedad promedio	%	5.57	5.34	5.10			

Nota. En la Tabla 77 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-2.

Tabla 78

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-2

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.17	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.42	0.001932	0.22
0.100	2.54	0.52	0.001932	0.27
0.125	3.18	0.62	0.001932	0.32
0.150	3.81	0.70	0.001932	0.36
0.175	4.45	0.76	0.001932	0.39
0.200	5.08	0.84	0.001932	0.43
0.300	7.62	1.08	0.001932	0.56
0.400	10.16	1.20	0.001932	0.62
0.500	12.70	1.26	0.001932	0.65

Nota. En la Tabla 78 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-2.

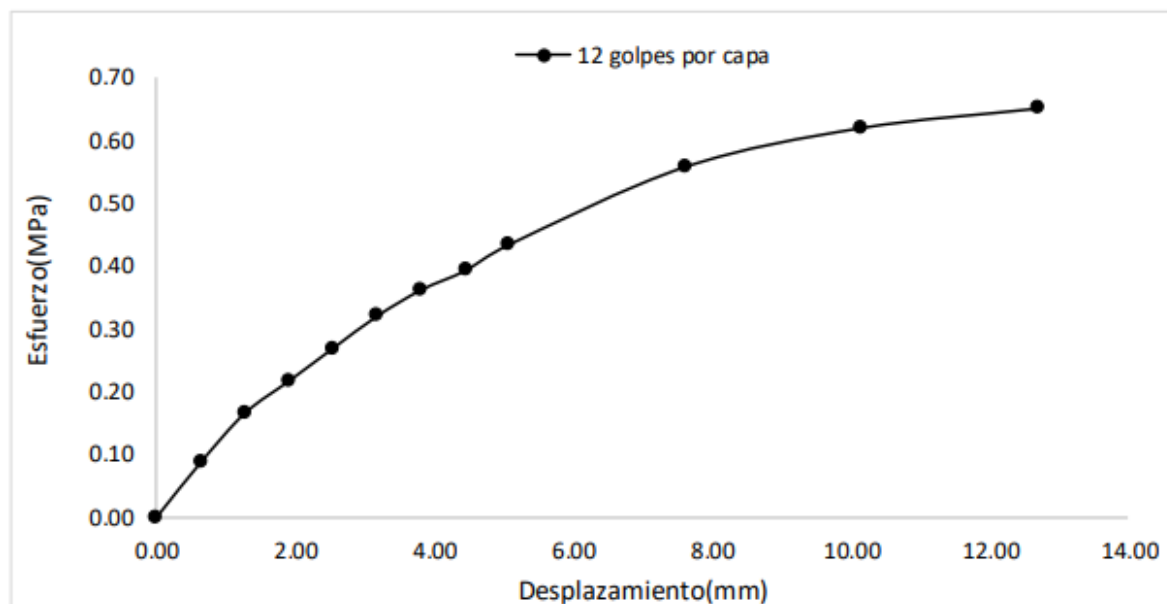


Figura 23. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-2.

Nota. En la Figura 23 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-2.

Tabla 79

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-2

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.14	0.001932	0.07
0.050	1.27	0.30	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
0.100	2.54	0.60	0.001932	0.31
0.125	3.18	0.68	0.001932	0.35
0.150	3.81	0.80	0.001932	0.41
0.175	4.45	0.88	0.001932	0.46
0.200	5.08	0.96	0.001932	0.50
0.300	7.62	1.16	0.001932	0.60
0.400	10.16	1.23	0.001932	0.64
0.500	12.70	1.28	0.001932	0.66

Nota. En la Tabla 79 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-2.

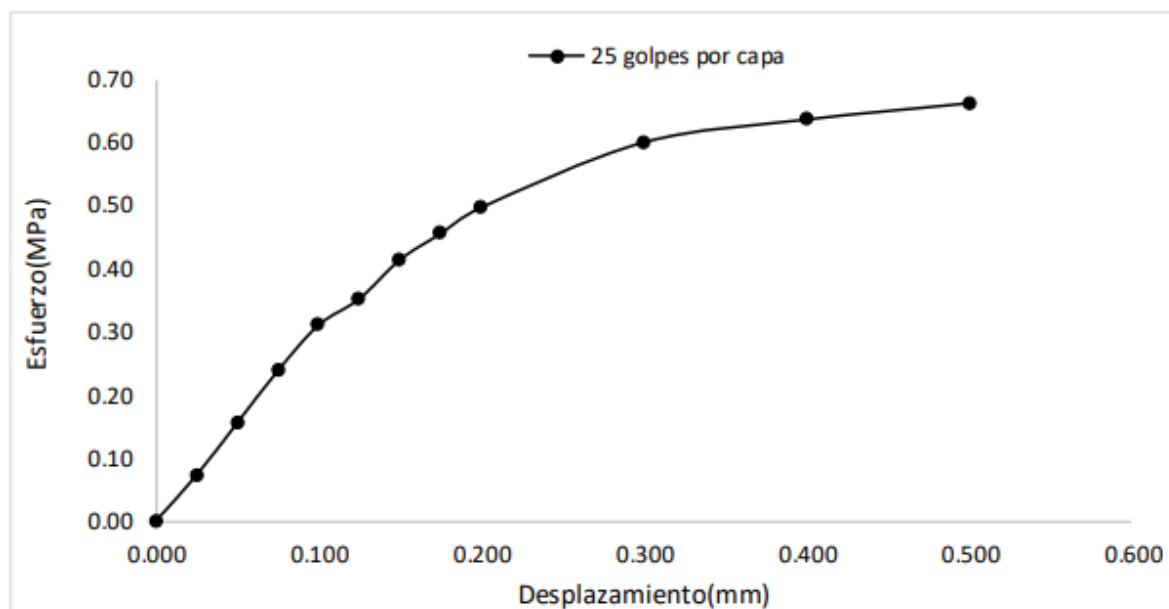


Figura 24. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-2.

Nota. En la Figura 24 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-2.

Tabla 80

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-2

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.16	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
0.100	2.54	0.62	0.001932	0.32
0.125	3.18	0.70	0.001932	0.36
0.150	3.81	0.81	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.90	0.001932	0.47
0.200	5.08	0.99	0.001932	0.51
0.300	7.62	1.25	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.32	0.001932	0.68
0.500	12.70	1.34	0.001932	0.69

Nota. En la Tabla 80 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-2.

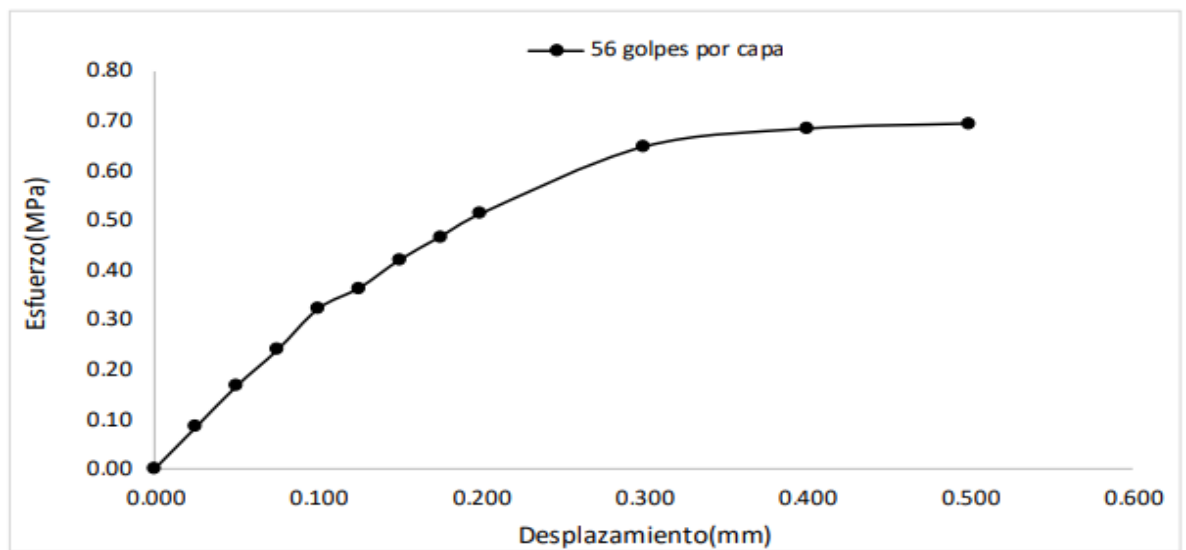


Figura 25. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-2.

Nota. En la Figura 25 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-2.

Tabla 81

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	0.27	6.90	3.90
12	0.20	0.43	10.30	4.22
25	0.10	0.31	6.90	4.50
25	0.20	0.50	10.30	4.82
56	0.10	0.32	6.90	4.65
56	0.20	0.51	10.30	4.97

Nota. En la tabla 81 observamos los porcentajes obtenidos del CBR máximo a 4.97%

a 56 golpes y el CBR mínimo a 3.90% a 12 golpes.

Tabla 82

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.36	3.90	4.22
25	1.41	4.50	4.82
56	1.48	4.65	4.97

Nota. En la Tabla 82 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 4.65% y el CBR 0.1''

mínimo a 3.90%, además para CBR 0.2'' máximo a 4.97% y el CBR 0.2'' mínimo

a 4.22%.

Tabla 83

Resultados máxima densidad seca para C-2

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.45 g/cm ³
95% M. D. S	1.38 g/cm ³
CBR (M.D.S) 0.1''	4.50 %
CBR (M.D.S) 0.2''	4.70 %

Nota. En la Tabla 83 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-2.

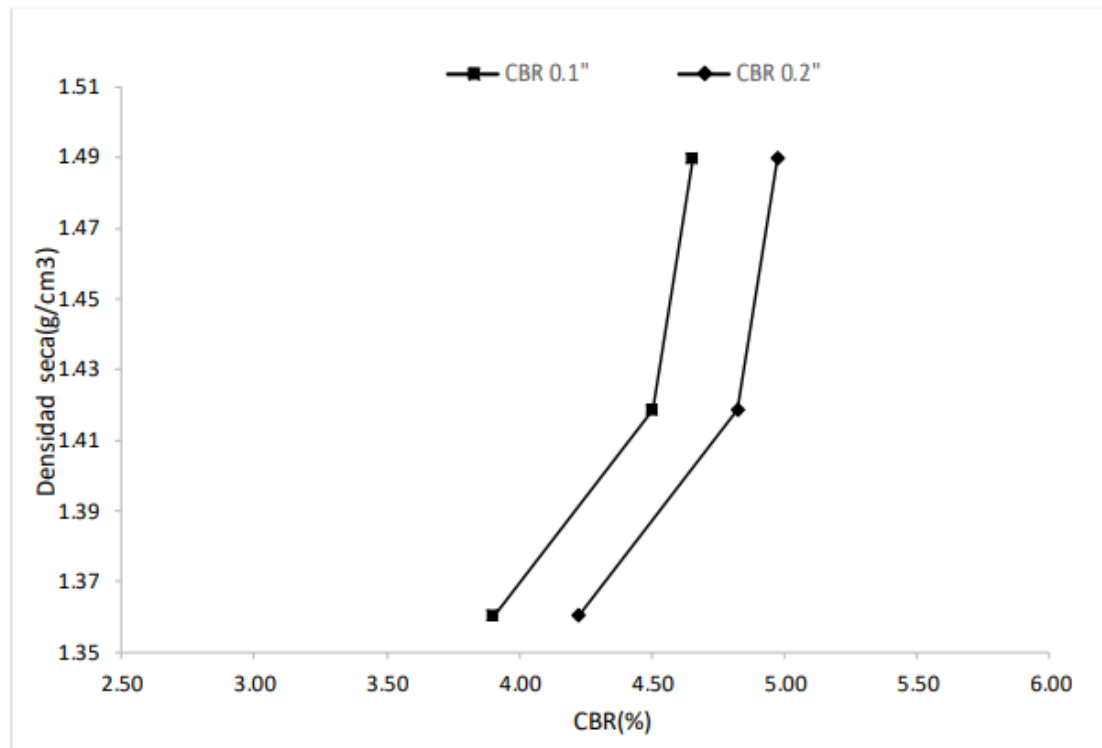


Figura 26. Densidad seca vs CBR para C-2.

Nota. En la Figura 27 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-2 en 0.1'' y 0.2''.

✓ **ENSAYO DE CBR PARA C-2 + 3% viruta de madera**

Tabla 84

Datos del ensayo CBR para C-2 + 3% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11204	11542	11847
Peso suelo húmedo	g	3277	3607	3926
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.54	1.70	1.85
Densidad seca	g/cm³	1.34	1.47	1.60
Contenido de humedad	%	15.28	15.26	15.42

Nota. En la Tabla 84 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-2 + 3% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.85 g/cm³, densidad seca en 1.60 g/cm³ y su contenido de humedad en 15.42%.

Tabla 85

Datos de humedad del ensayo CBR para C-2 + 3% viruta de madera.

MUESTRA		12		25		56	
Rec + suelo húmedo	g	96.56	88.86	89.56	103.25	89.28	88.32
Rec + suelo seco	g	94.52	86.72	87.31	101.05	86.98	85.97
Peso del recipiente	g	81.10	72.78	72.55	86.65	72.12	70.68
Peso del suelo seco	g	13.42	13.94	14.76	14.40	14.86	15.29
Peso del agua	g	2.04	2.14	2.25	2.20	2.30	2.35
Contenido de humedad	%	15.20	15.35	15.24	15.28	15.48	15.37
Humedad promedio	%	15.28		15.26		15.42	

Nota. En la Tabla 85 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-2 + 3% viruta de madera.

Tabla 86

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.29	0.001932	0.15
0.050	1.27	0.72	0.001932	0.37
0.075	1.91	1.11	0.001932	0.57
0.100	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.62	0.001932	0.84
0.150	3.81	1.91	0.001932	0.99
0.175	4.45	2.18	0.001932	1.13
0.200	5.08	2.39	0.001932	1.24
0.300	7.62	2.51	0.001932	1.30
0.400	10.16	2.61	0.001932	1.35
0.500	12.70	2.63	0.001932	1.36

Nota. En la Tabla 86 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-2 + 3% viruta de madera.

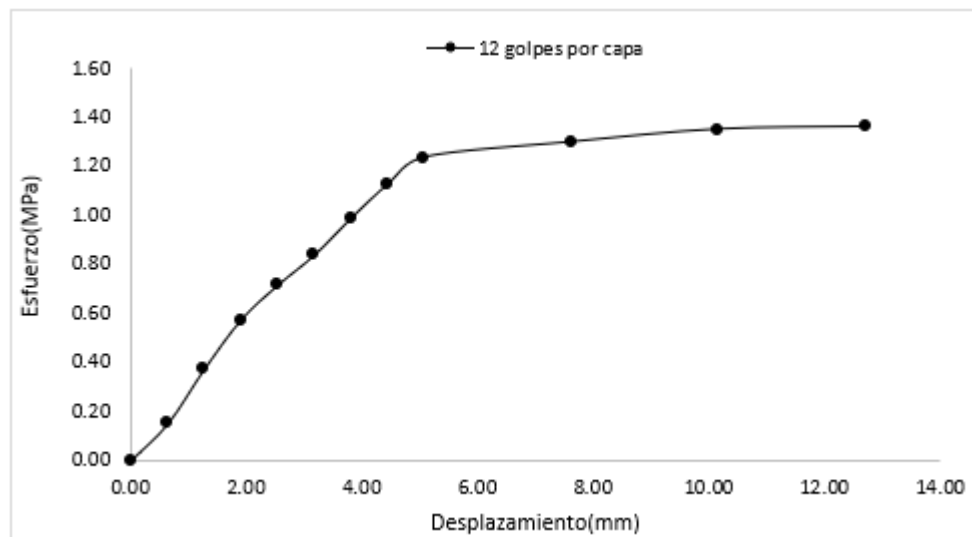


Figura 27. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 27 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-2 + 3% viruta de madera.

Tabla 87

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.38	0.001932	0.20
0.050	1.27	0.84	0.001932	0.43
0.075	1.91	1.36	0.001932	0.70
0.100	2.54	1.78	0.001932	0.92
0.125	3.18	2.19	0.001932	1.13
0.150	3.81	2.54	0.001932	1.31
0.175	4.45	2.85	0.001932	1.48
0.200	5.08	3.09	0.001932	1.60
0.300	7.62	3.35	0.001932	1.73
0.400	10.16	3.51	0.001932	1.82
0.500	12.70	3.69	0.001932	1.91

Nota. En la Tabla 87 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-2 + 3% viruta de madera.

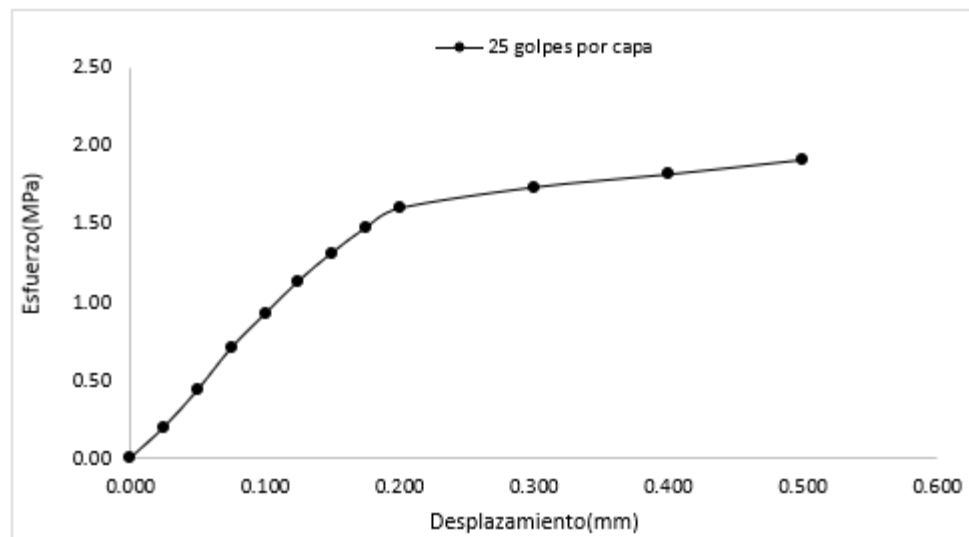


Figura 28. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 28 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-2 + 3% viruta de madera.

Tabla 88

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.35
0.050	1.27	1.35	0.001932	0.70
0.075	1.91	1.81	0.001932	0.94
0.100	2.54	2.21	0.001932	1.14
0.125	3.18	2.61	0.001932	1.35
0.150	3.81	3.01	0.001932	1.56
0.175	4.45	3.38	0.001932	1.75
0.200	5.08	3.72	0.001932	1.93
0.300	7.62	3.92	0.001932	2.03
0.400	10.16	4.10	0.001932	2.12
0.500	12.70	4.21	0.001932	2.18

Nota. En la Tabla 88 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-2 + 3% viruta de madera.

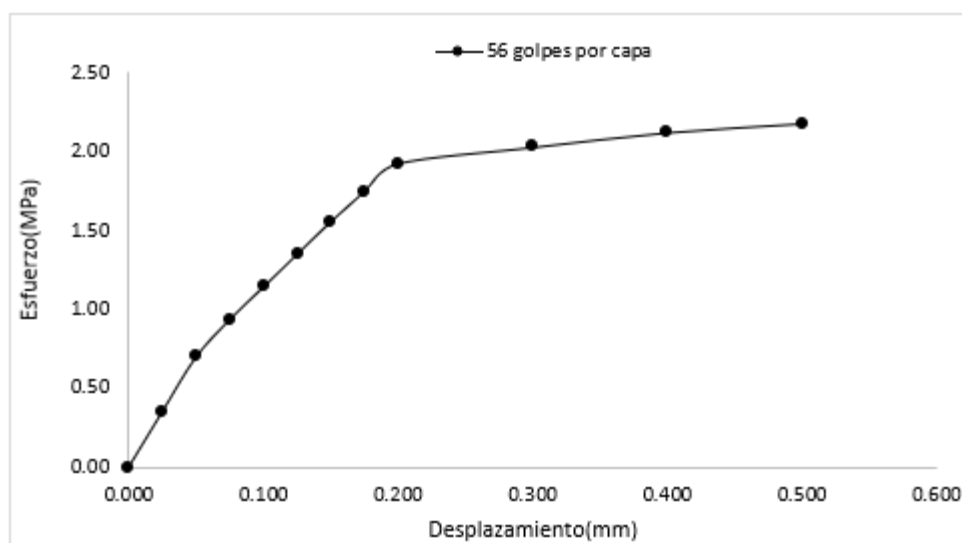


Figura 29. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-2 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 29 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-2 + 3% viruta de madera.

Tabla 89

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 +3% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	0.71	6.90	10.35
12	0.20	1.24	10.30	12.01
25	0.10	0.92	6.90	13.35
25	0.20	1.60	10.30	15.53
56	0.10	1.14	6.90	16.58
56	0.20	1.93	10.30	18.69

Nota. En la Tabla 89 para la C-2 + 3% viruta de madera obtenemos el CBR máximo a 18.69% a 56 golpes y el CBR mínimo a 10.35% a 12 golpes.

Tabla 90

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 3% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.34	10.35	12.01
25	1.47	13.35	15.53
56	1.60	16.58	18.69

Nota. En la Tabla 90 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 16.58% y el CBR 0.1'' mínimo a 10.35%, además para CBR 0.2'' máximo a 18.69% y el CBR 0.2'' mínimo a 12.01%.

Tabla 91

Resultados máxima densidad seca para C-2 + 3% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.681 g/cm ³
95% M. D. S	1.60 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	16.38 %
CBR AL 100% MDS	18.37 %

Nota. En la Tabla 91 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-2 + 3% viruta de madera.

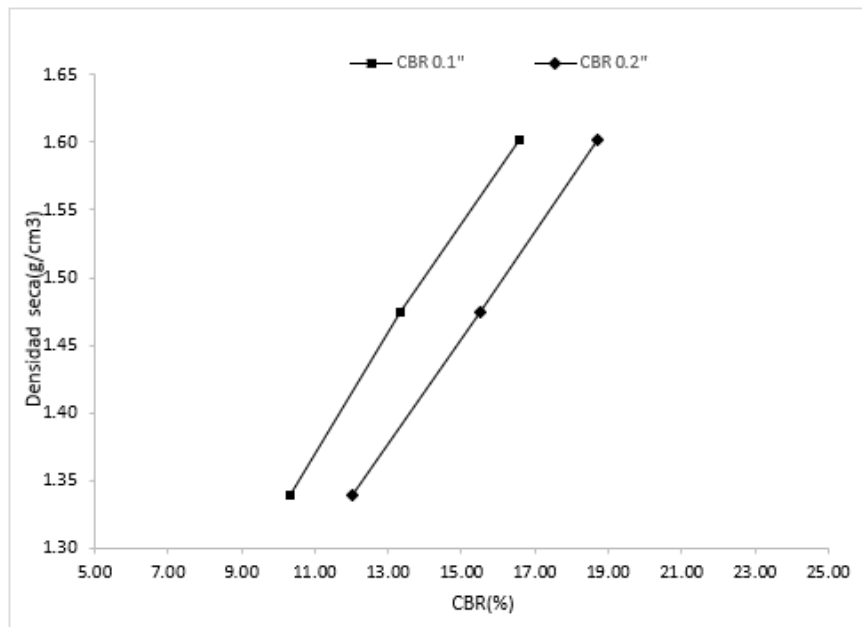


Figura 30. Densidad seca vs CBR para C-2 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 30 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-2 + 3% viruta de madera en 0.1" y 0.2".

✓ **ENSAYO DE CBR PARA C-2 + 4% viruta de madera**

Tabla 92

Datos del ensayo CBR para C-2 + 4% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11231	11706	12085
Peso suelo húmedo	g	3304	3771	4164
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.56	1.78	1.96
Densidad seca	g/cm³	1.35	1.54	1.70
Contenido de humedad	%	15.34	15.44	15.36

Nota. En la Tabla 92 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-2 + 4% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.96 g/cm³, densidad seca en 1.70 g/cm³ y su contenido de humedad en 15.36%.

Tabla 93

Datos de humedad del ensayo CBR para C-2 + 4% viruta de madera.

MUESTRA		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	88.33	84.20	89.31	94.04	87.99	83.64
Rec + suelo seco	g	87.45	82.84	88.21	92.94	86.91	82.46
Peso del recipiente	g	76.71	76.79	82.95	81.90	77.30	76.35
Peso del suelo seco	g	10.74	6.05	5.26	11.04	9.61	6.11
Peso del agua	g	0.88	1.36	1.10	1.10	1.08	1.19
Contenido de humedad	%	8.19	22.48	20.91	9.96	11.24	19.48
Humedad promedio	%	15.34	15.44	15.36			

Nota. En la Tabla 93 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-2 + 4% viruta de madera.

Tabla 94

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.53	0.001932	0.27
0.050	1.27	0.88	0.001932	0.46
0.075	1.91	1.67	0.001932	0.86
0.100	2.54	2.21	0.001932	1.14
0.125	3.18	2.92	0.001932	1.51
0.150	3.81	3.46	0.001932	1.79
0.175	4.45	4.01	0.001932	2.08
0.200	5.08	4.42	0.001932	2.29
0.300	7.62	4.89	0.001932	2.53
0.400	10.16	5.22	0.001932	2.70
0.500	12.70	5.87	0.001932	3.04

Nota. En la Tabla 94 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-2 + 4% viruta de madera.

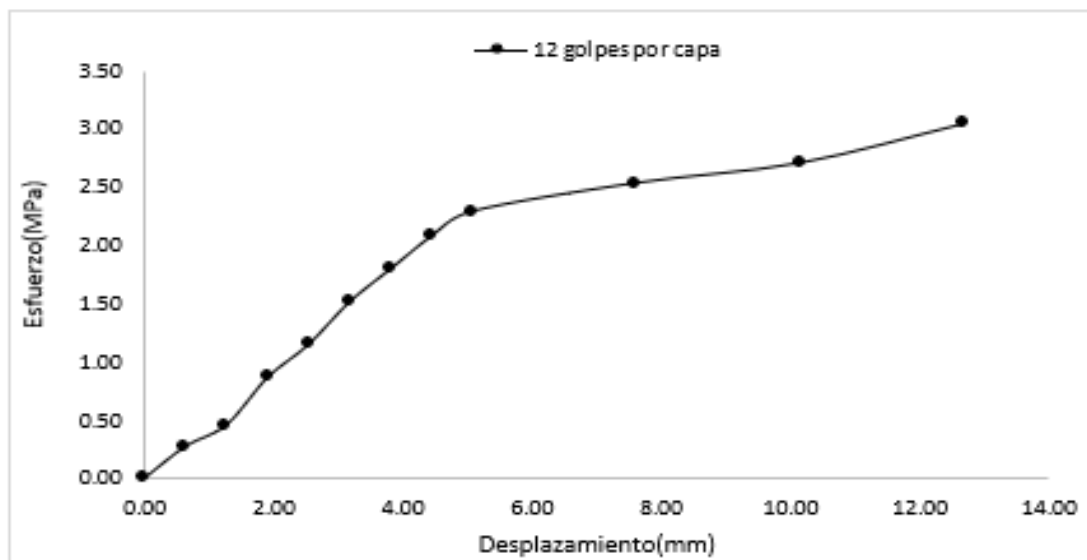


Figura 31. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 31 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-2 + 4% viruta de madera.

Tabla 95

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.79	0.001932	0.41
0.050	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	2.45	0.001932	1.27
0.100	2.54	3.36	0.001932	1.74
0.125	3.18	3.92	0.001932	2.03
0.150	3.81	4.49	0.001932	2.32
0.175	4.45	5.35	0.001932	2.77
0.200	5.08	5.99	0.001932	3.10
0.300	7.62	6.67	0.001932	3.45
0.400	10.16	7.02	0.001932	3.63
0.500	12.70	7.41	0.001932	3.84

Nota. En la Tabla 95 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-2 + 4% viruta de madera.

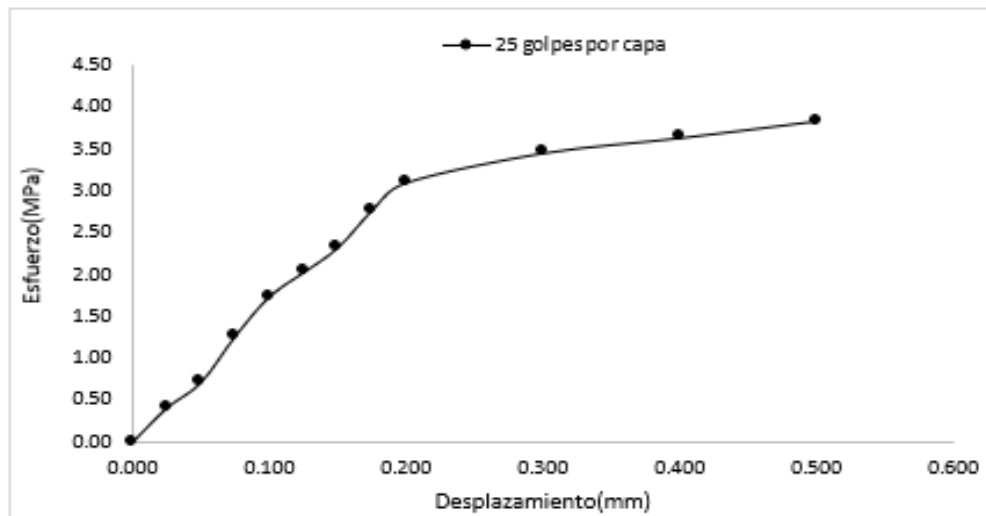


Figura 32. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 32 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-2 + 4% viruta de madera.

Tabla 96

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.02	0.001932	0.53
0.050	1.27	1.95	0.001932	1.01
0.075	1.91	2.87	0.001932	1.49
0.100	2.54	3.79	0.001932	1.96
0.125	3.18	4.61	0.001932	2.39
0.150	3.81	5.67	0.001932	2.93
0.175	4.45	6.35	0.001932	3.29
0.200	5.08	7.03	0.001932	3.64
0.300	7.62	7.98	0.001932	4.13
0.400	10.16	8.11	0.001932	4.20
0.500	12.70	8.39	0.001932	4.34

Nota. En la Tabla 96 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-2 + 4% viruta de madera.

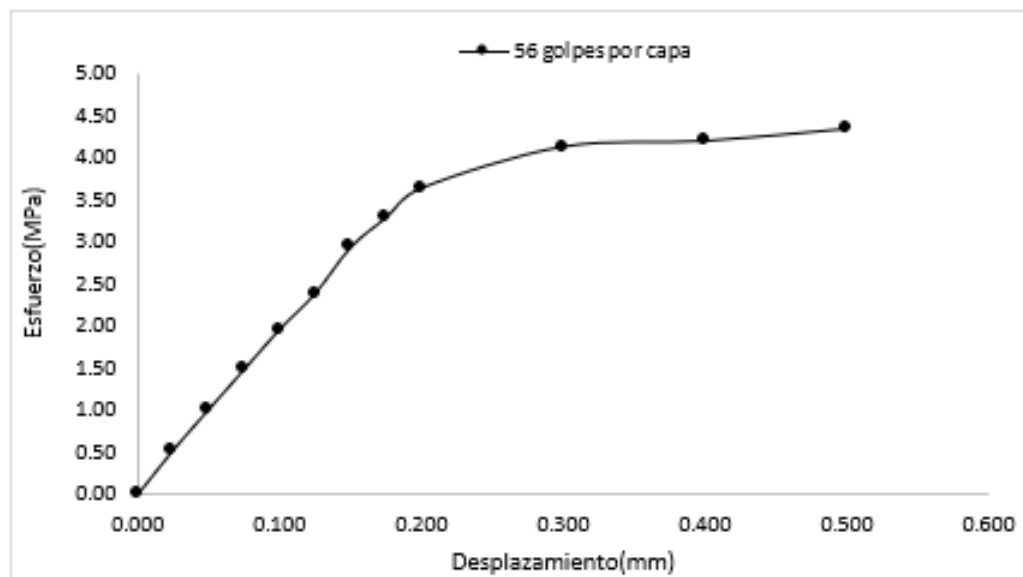


Figura 33. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-2 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 33 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-2 + 4% viruta de madera.

Tabla 97

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 4% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	1.14	6.90	16.58
12	0.20	2.29	10.30	22.21
25	0.10	1.74	6.90	25.20
25	0.20	3.10	10.30	30.10
56	0.10	1.96	6.90	28.43
56	0.20	3.64	10.30	35.33

Nota. En la Tabla 97 para la C-2 + 4% viruta de madera obtenemos el CBR máximo a 35.33% a 56 golpes y el CBR mínimo a 16.58% a 12 golpes.

Tabla 98

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 4% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.35	16.58	22.21
56	1.54	25.20	30.10
56	1.70	28.43	35.33

Nota. En la Tabla 98 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 28.43% y el CBR 0.1'' mínimo a 16.58%, además para CBR 0.2'' máximo a 35.33% y el CBR 0.2'' mínimo a 22.21%.

Tabla 99

Resultados máxima densidad seca para C-2 + 4% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.724 g/cm ³
95% M. D. S	1.64 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	27.09 %
CBR AL 100% MDS	30.03 %

Nota. En la Tabla 99 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-2 + 4% viruta de madera.

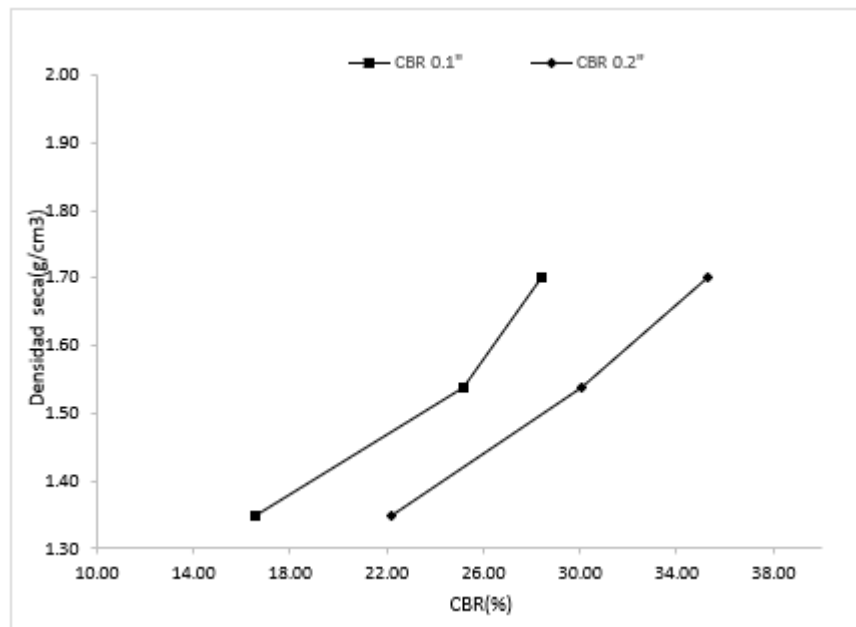


Figura 34. Densidad seca vs CBR para C-2 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 35 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-2 + 4% viruta de madera en 0.1'' y 0.2''.

✓ **ENSAYO DE CBR PARA C-2 + 5% viruta de madera**

Tabla 100

Datos del ensayo CBR para C-2 + 5% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11315	11684	11974
Peso suelo húmedo	g	3388	3749	4053
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.60	1.77	1.91
Densidad seca	g/cm³	1.38	1.53	1.65
Contenido de humedad	%	15.37	15.58	15.40

Nota. En la Tabla 100 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-2 + 5% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.91 g/cm³, densidad seca en 1.65 g/cm³ y su contenido de humedad en 15.40%.

Tabla 101

Datos de humedad del ensayo CBR para C-2 + 5% viruta de madera.

MUESTRA		12		25		56	
Rec + suelo húmedo	g	89.14	89.64	112.77	97.18	109.67	117.21
Rec + suelo seco	g	86.18	86.99	109.98	94.69	106.29	114.29
Peso del recipiente	g	66.78	69.87	92.21	78.59	84.32	95.35
Peso del suelo seco	g	19.40	17.12	17.77	16.10	21.97	18.94
Peso del agua	g	2.96	2.65	2.79	2.49	3.38	2.92
Contenido de humedad	%	15.26	15.48	15.70	15.47	15.38	15.42
Humedad promedio	%	15.37		15.58		15.40	

Nota. En la Tabla 101 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-2 + 5% viruta de madera.

Tabla 102

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-2 + 5%viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.86	0.001932	0.45
0.050	1.27	1.46	0.001932	0.76
0.075	1.91	2.25	0.001932	1.16
0.100	2.54	3.02	0.001932	1.56
0.125	3.18	3.57	0.001932	1.85
0.150	3.81	4.19	0.001932	2.17
0.175	4.45	4.67	0.001932	2.42
0.200	5.08	5.02	0.001932	2.60
0.300	7.62	5.61	0.001932	2.90
0.400	10.16	5.87	0.001932	3.04
0.500	12.70	6.17	0.001932	3.19

Nota. En la Tabla 102 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-2 + 5% viruta de madera.

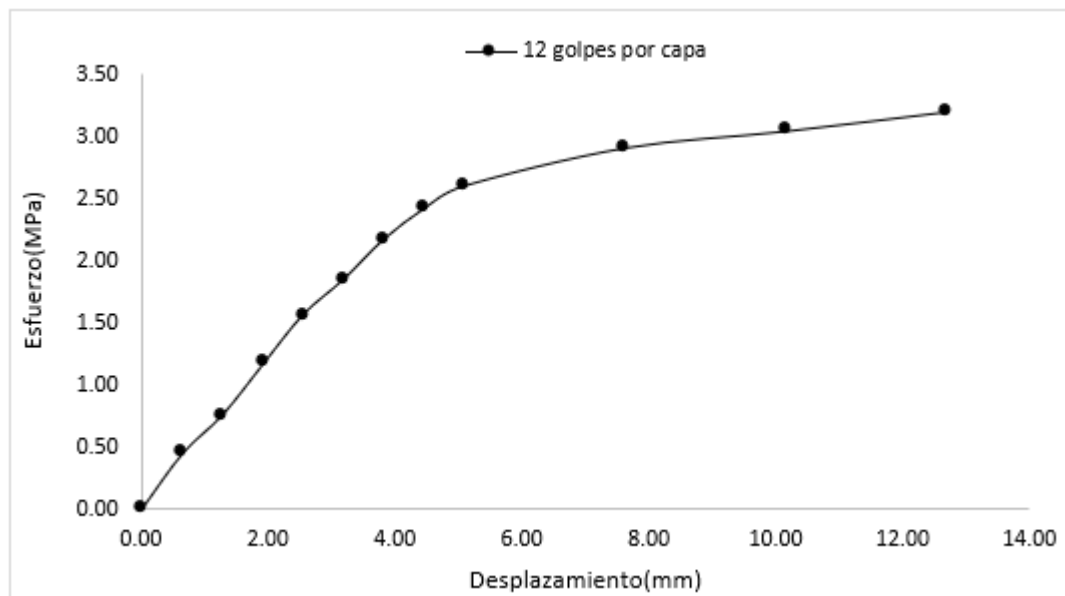


Figura 35. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 35 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-2 + 5% viruta de madera.

Tabla 103

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.78	0.001932	0.92
0.075	1.91	2.84	0.001932	1.47
0.100	2.54	3.85	0.001932	1.99
0.125	3.18	4.69	0.001932	2.43
0.150	3.81	5.31	0.001932	2.75
0.175	4.45	5.99	0.001932	3.10
0.200	5.08	6.47	0.001932	3.35
0.300	7.62	7.12	0.001932	3.69
0.400	10.16	7.31	0.001932	3.78
0.500	12.70	7.59	0.001932	3.93

Nota. En la Tabla 103 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-2 + 5% viruta de madera.

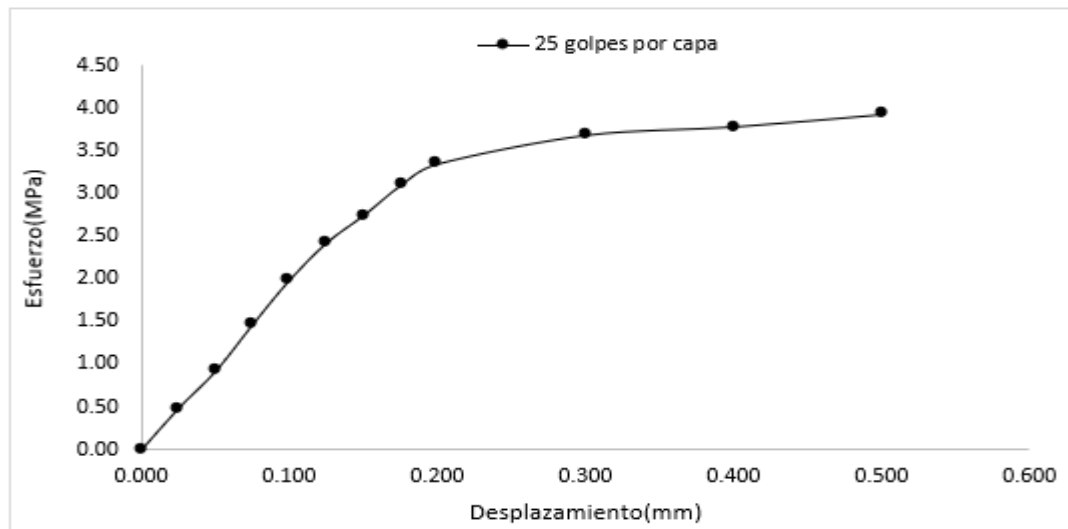


Figura 36. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 36 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-2 + 5% viruta de madera.

Tabla 104

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.12	0.001932	0.58
0.050	1.27	2.48	0.001932	1.28
0.075	1.91	3.56	0.001932	1.84
0.100	2.54	4.57	0.001932	2.37
0.125	3.18	5.34	0.001932	2.76
0.150	3.81	6.25	0.001932	3.23
0.175	4.45	6.91	0.001932	3.58
0.200	5.08	7.46	0.001932	3.86
0.300	7.62	8.22	0.001932	4.25
0.400	10.16	8.36	0.001932	4.33
0.500	12.70	8.54	0.001932	4.42

Nota. En la Tabla 104 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-2 + 5% viruta de madera.

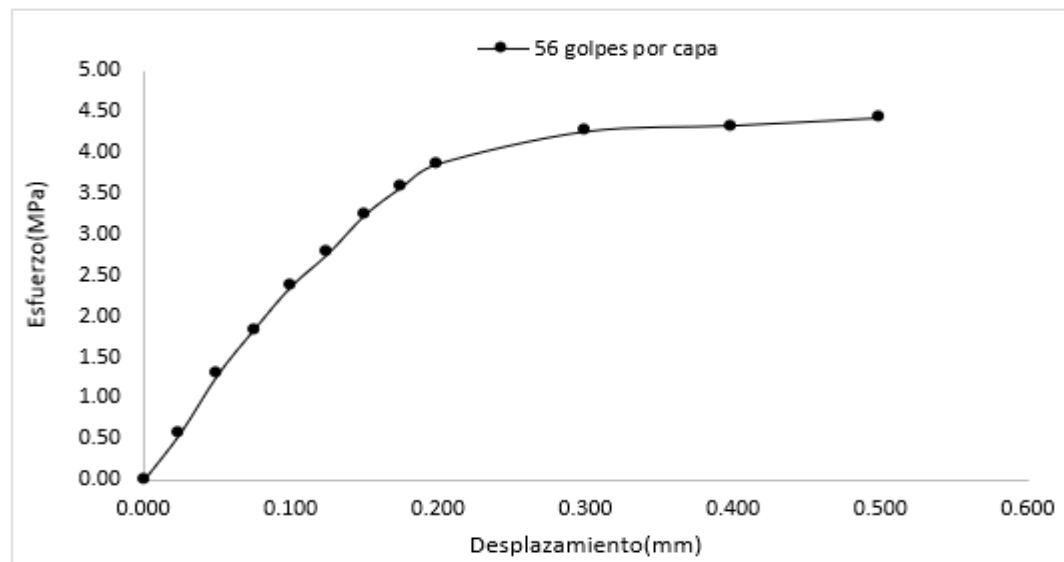


Figura 37. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-2 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 37 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-2 + 5% viruta de madera.

Tabla 105

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 5% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	1.56	6.90	22.65
12	0.20	2.60	10.30	25.23
25	0.10	1.99	6.90	28.88
25	0.20	3.35	10.30	32.51
56	0.10	2.37	6.90	34.28
56	0.20	3.86	10.30	37.49

Nota. En la Tabla 105 para la C-2 + 5% viruta de madera obtenemos el CBR máximo a 37.49% a 56 golpes y el CBR mínimo a 22.65% a 12 golpes.

Tabla 106

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-2 + 5% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.38	22.65	25.23
56	1.53	28.88	32.51
56	1.65	34.28	37.49

Nota. En la Tabla 106 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 34.28% y el CBR 0.1'' mínimo a 22.65%, además para CBR 0.2'' máximo a 37.49% y el CBR 0.2'' mínimo a 25.23%.

Tabla 107

Resultados máxima densidad seca para C-2 + 5% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.722 g/cm ³
95% M. D. S	1.64 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	33.49 %
CBR AL 100% MDS	37.18 %

Nota. En la Tabla 107 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-2 + 5% viruta de madera.

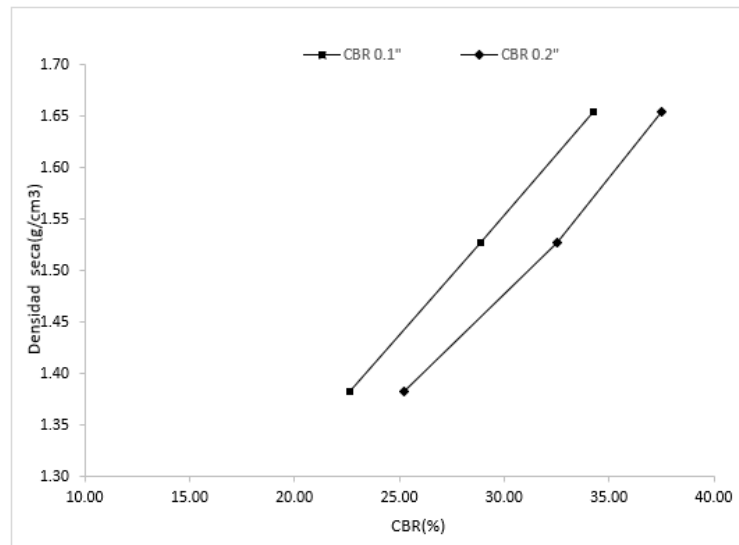


Figura 38. Densidad seca vs CBR para C-2 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 38 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-2 + 5% viruta de madera en 0.1'' y 0.2''.

ENSAYOS DE LABORATORIO C-3:

- ✓ Análisis granulométrico de los suelos por tamizado C-3:

Tabla 108

Análisis granulométrico C-3

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP.339.128(99)				
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	%RET. PARCIAL	%RET ACUMULADO	%QUE PASA
3"	75				100.00
2"	50				100.00
1 1/2"	38.5				100.00
1"	25				100.00
3/4"	19				100.00
1/2"	12.5				100.00
3/8"	9.5				100.00
N° 4	4.75				100.00
N° 10	2				100.00
N° 16	1.1				100.00
N° 30	0.6				100.00
N° 40	0.425	2.10	1.00	1.00	99.00
N° 50	0.297	1.70	0.80	1.70	98.30
N° 100	0.149	2.40	1.10	2.80	97.20
N° 200	0.075	2.60	1.20	4.00	96.00
<N° 200	FONDO	210.90	96.00	100.00	
TOTAL		219.80	100.00		

Nota. En la Tabla 108 podemos observar los resultados obtenidos del ensayo de análisis granulométrico para la C3.

Tabla 109

Clasificación granulométrica para C-3

Clasificación granulométrica	
Arena %	4.00
Finos %	96.00
D30	NP
D60	NP
D10	NP
Cu	NP
Cc	NP

Nota. En la Tabla 109 podemos observar los resultados de la clasificación granulométrica.

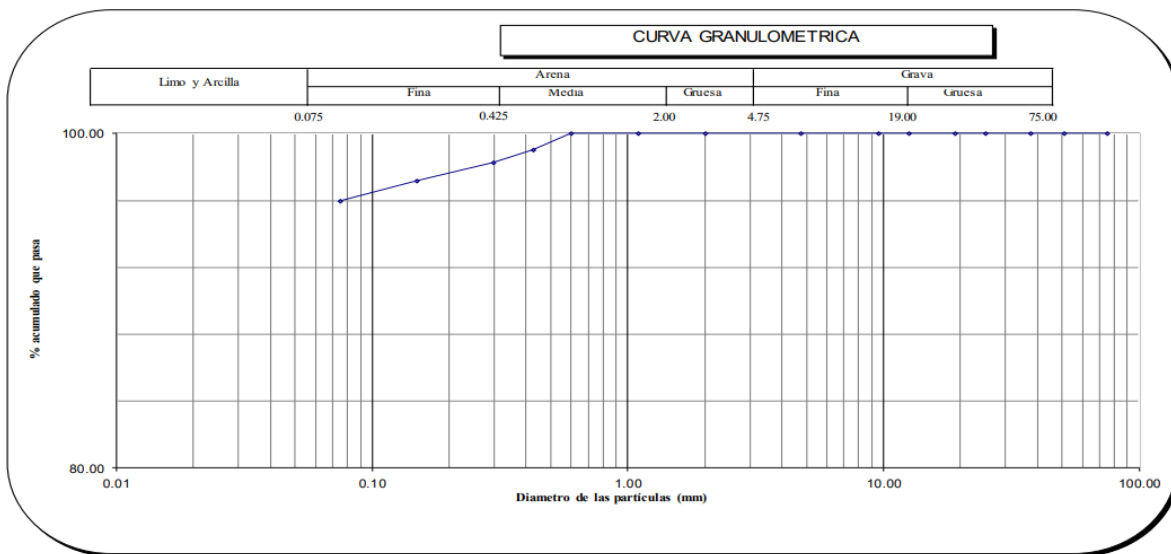


Figura 39. Representación gráfica curva granulométrica para C-3.

Nota. En la Figura 39 podemos observar la curva granulométrica obtenida de C-3.

✓ **ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD PARA C-3:**

Tabla 110

Contenido de humedad para C-3

N°	1	2	3
Wh + Tara	89.90	89.95	89.96
Ws + Tara	84.82	84.71	85.53
W Tara	35.90	35.80	35.80
W agua	5.08	5.24	4.43
Ws	48.92	48.91	49.73
Humedad (%)	10.38	10.71	8.91
Humedad (%)		10.00	

Nota. En la Tabla 110 representa los ensayos de humedad para C-3, utilizando el material del suelo natural, como resultado se obtuvo el promedio para el porcentaje de humedad, teniendo como resultado 10.00% de contenido de humedad.

✓ **DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA PARA C-3:**

Tabla 111

Determinación de los límites de consistencia para C-3

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (grs)	No. GOLPES
LÍMITE LIQUIDO							
1	79.35	76.02	3.33	66.35	9.67	34.40	18
2	76.54	73.99	2.55	66.35	7.64	33.40	25
3	78.99	75.89	3.10	66.35	9.54	32.50	34
LÍMITE PLASTICO							
1	48.35	46.91	1.44	35.65	11.26	12.80	
2	56.35	53.09	3.26	35.65	17.44	18.70	
3	55.75	53.01	2.74	35.65	17.36	15.80	

Nota. En la Tabla 111 se representa los resultados obtenidos para determinar los límites de consistencia para C3.

Tabla 112

Límites de consistencia para C-3

Límites de consistencia	
LL	33.40
LP	15.80
IP	17.70

Nota. En la Tabla 112 se representa los valores para el LL, LP y IP para C3.

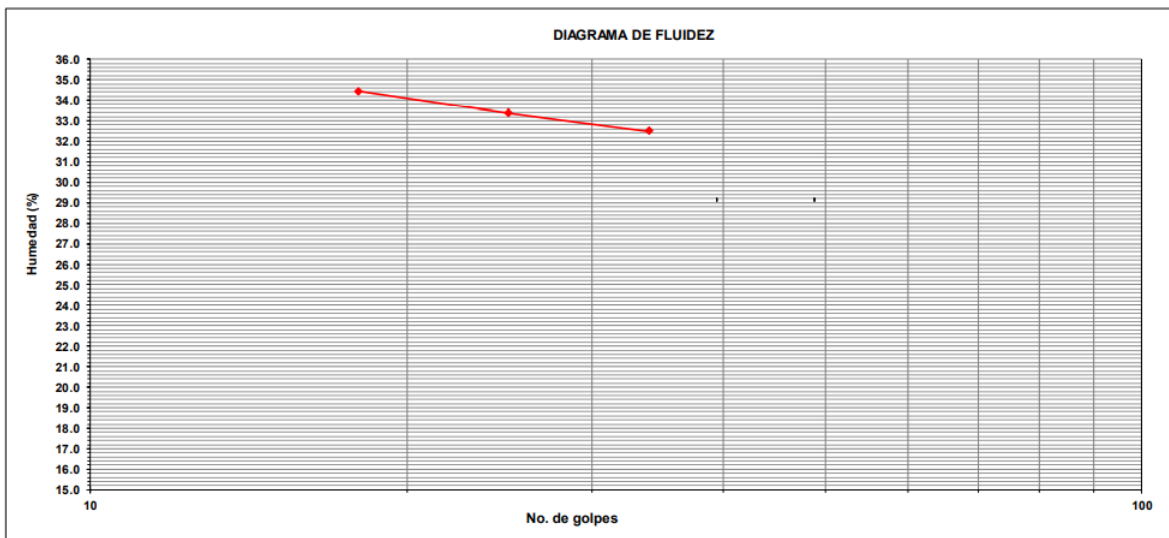


Figura 40. Diagrama de fluidez para C-3.

Nota. En la Figura 40 podemos observar el diagrama de fluidez para C3.

Tabla 113

Clasificación de suelos para C-3

Límites de consistencia	
SUCS	CL
AASHTO	A-6

Nota. En la Tabla 113 podemos observar la clasificación de suelos para la C-3 en SUCS se clasifico como CL = Arcilla media plasticidad arenosa y en AASHTO como A-6 = Suelo arcilloso.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-3 + SUELO**

NATURAL:

Datos C-3:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 114

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-3

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	4819.32	4935.86	5014.78	5169.09	5185.48
Peso del suelo húmedo	g	1259.32	1375.86	1454.78	1609.09	1625.48
Humedad calculada	%	0.65	5.69	8.53	17.32	28.75
Densidad húmeda	g/cm ³	1.339	1.463	1.547	1.711	1.728
Densidad seca	g/cm ³	1.330	1.384	1.425	1.458	1.342

Nota. En la Tabla 114 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del grafico de densidades (Curva) para C-3.

Tabla 115

Contenido de humedad Proctor C-3.

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	125.72	136.64	135.94	143.65	137.99	129.84	120.99	135.62	142.55	127.48
Rec + suelo seco	g	125.24	136.20	132.12	139.90	132.20	124.59	110.78	125.28	126.19	112.19
Peso del recipiente	g	53.56	65.96	66.35	72.49	68.78	58.41	52.63	64.77	71.49	56.78
Peso del suelo seco	g	71.68	70.24	65.77	67.41	63.42	66.18	58.15	60.51	54.70	55.41
Peso del agua	g	0.48	0.44	3.82	3.75	5.79	5.25	10.21	10.34	16.36	15.29
Contenido de humedad	%	0.67	0.63	5.81	5.56	9.13	7.93	17.56	17.09	29.91	27.59
Humedad promedio	%	0.65	5.69	8.53	17.32	28.75					

Nota. En la Tabla 115 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-3.

Como resultado para C-3 obtuvimos 1.454 g/cm³ de Densidad Máxima y 15.50% en su Humedad Optima.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-3 + 3%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-3 + 3% viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 116

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-3 + 3% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	4966.99	5126.81	5194.91	5297.52	5334.12
Peso del suelo húmedo	g	1425.10	1566.81	1634.91	1737.52	1774.12
Humedad calculada	%	0.61	5.59	11.14	17.19	25.71
Densidad húmeda	g/cm ³	1.515	1.666	1.739	1.848	1.887
Densidad seca	g/cm ³	1.484	1.600	1.662	1.672	1.642

Nota. En Tabla 116 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del gráfico de densidades (Curva) para C-3 + 3% viruta de madera.

Tabla 117

Contenido de humedad Proctor C-3 + 3% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	128.97	138.92	136.86	145.28	138.12	134.84	130.20	142.55	141.15	140.77
Rec + suelo seco	g	128.51	138.49	132.97	141.90	134.84	127.15	120.01	132.43	125.88	123.40
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	127.15	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	69.77	76.14	58.08	75.52	64.12	63.28	48.55	75.58	67.92	60.03
Peso del agua	g	0.46	0.43	3.89	3.38	67.19	7.69	10.19	10.12	15.27	17.37
Contenido de humedad	%	0.66	0.56	6.70	4.48	6.81	12.15	20.99	13.39	22.48	28.94
Humedad promedio	%	0.61	5.59	10.14	17.19	25.71					

Nota. En la Tabla 117 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-3 + 3% viruta de madera.

Como resultado para C-3 + 3% viruta de madera obtuvimos 1.683 g/cm³ de Densidad Máxima y 17% en su Humedad Optima. Ver Anexo 43.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-3 + 4%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-3 + 4%viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 118

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-3 +4% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5093.61	5192.46	5333.88	5402.85	5451.12
Peso del suelo húmedo	g	1533.61	1632.46	1773.88	1842.85	1891.12
Humedad calculada	%	0.55	6.12	12.53	17.00	20.59
Densidad húmeda	g/cm ³	1.631	1.736	1.886	1.960	2.011
Densidad seca	g/cm ³	1.582	1.698	1.721	1.683	1.660

Nota. En Tabla 118 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del grafico de densidades (Curva) para C-3 +4% viruta de madera.

Tabla 119

Contenido de humedad Proctor C-3 + 4% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	128.87	138.62	139.86	145.26	140.52	137.84	137.61	143.21	137.05	139.57
Rec + suelo seco	g	128.39	138.31	135.15	141.92	132.21	129.41	126.62	132.55	124.54	125.63
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	69.65	75.96	60.26	75.54	68.09	65.54	55.16	75.70	66.58	62.26
Peso del agua	g	0.48	0.31	4.71	3.34	8.31	8.43	10.99	10.66	12.51	13.94
Contenido de humedad	%	0.69	0.41	7.82	4.42	12.20	12.86	19.92	14.08	18.79	22.39
Humedad promedio	%	0.55	6.12	12.53	17.00	20.59					

Nota. En la Tabla 119 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-3 + 4% viruta de madera.

Como resultado para C-3 + 4% viruta de madera obtuvimos 1.722 g/cm³ de Densidad Máxima y 12.4% en su Humedad Optima. Ver Anexo 44.

✓ **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO C-3 + 5%**

VIRUTA DE MADERA:

Datos C-3 + 5%viruta de madera:

- Volumen del molde: 940.41 cm³
- Peso del molde: 3560 g
- # de capas: 5
- Golpes por capa: 25

Tabla 120

Datos de ensayo de Proctor modificado para curva C-3 +5% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5136.93	5269.04	5399.90	5447.81	5473.58
Peso del suelo húmedo	g	1576.93	1709.04	1839.90	1887.81	1913.59
Humedad calculada	%	0.38	6.34	13.54	17.27	20.06
Densidad húmeda	g/cm ³	1.677	1.817	1.956	2.007	2.035
Densidad seca	g/cm ³	1.670	1.709	1.723	1.712	1.695

Nota. En Tabla 120 se presenta los resultados de Proctor hallados para la realización del gráfico de densidades (Curva) para C-3 +5% viruta de madera.

Tabla 121

Contenido de humedad Proctor C-3 + 5% viruta de madera

MUESTRA		1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo	g	139.78	133.99	143.59	135.98	135.65	132.77	141.37	125.29	126.01	131.12
Rec + suelo seco	g	139.65	133.56	140.87	130.49	125.28	126.43	131.99	114.34	115.48	118.99
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	80.91	71.21	65.98	64.11	61.16	62.56	60.53	57.49	57.52	55.62
Peso del agua	g	0.13	0.43	2.72	5.49	10.37	6.34	9.38	10.95	10.53	12.13
Contenido de humedad	%	0.16	0.60	4.12	8.56	16.96	10.13	15.50	19.05	18.31	21.81
Humedad promedio	%	0.38	6.34	13.54	17.27	20.06					

Nota. En la Tabla 121 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad en las 5 muestras ensayadas para C-3 + 5% viruta de madera.

Como resultado para C-3 + 5% viruta de madera obtuvimos 1.723 g/cm³ de Densidad Máxima y 11.90% en su Humedad Optima. Ver Anexo 45.

✓ ENSAYO DE CBR PARA C-3

Tabla 122

Datos del ensayo CBR para C-3

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	10985	11097	11241
Peso suelo húmedo	g	3052	3170	3320
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.44	1.49	1.56
Densidad seca	g/cm³	1.36	1.42	1.48
Contenido de humedad	%	5.37	5.22	5.73

Nota. En la Tabla 122 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-3, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.56 g/cm³, densidad seca en 1.48 g/cm³ y su contenido de humedad en 5.73%.

Tabla 123 *Datos de humedad del ensayo CBR para C-3*

MUESTRA		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	86.39	79.48	78.15	97.26	97.05	96.66
Rec + suelo seco	g	85.75	78.75	77.48	96.57	96.19	95.89
Peso del recipiente	g	73.24	65.78	64.54	83.45	81.42	82.22
Peso del suelo seco	g	12.51	12.97	12.94	13.12	14.77	13.67
Peso del agua	g	0.64	0.73	0.67	0.69	0.86	0.77
Contenido de humedad	%	5.12	5.63	5.18	5.26	5.82	5.63
Humedad promedio	%	5.37	5.22	5.73			

Nota. En la Tabla 123 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-3.

Tabla 124

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-3

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.30	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.41	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.50	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.60	0.001932	0.31
0.150	3.81	0.71	0.001932	0.37
0.175	4.45	0.78	0.001932	0.40
0.200	5.08	0.85	0.001932	0.44
0.300	7.62	1.11	0.001932	0.57
0.400	10.16	1.21	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.28	0.001932	0.66

Nota. En la Tabla 124 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-3.

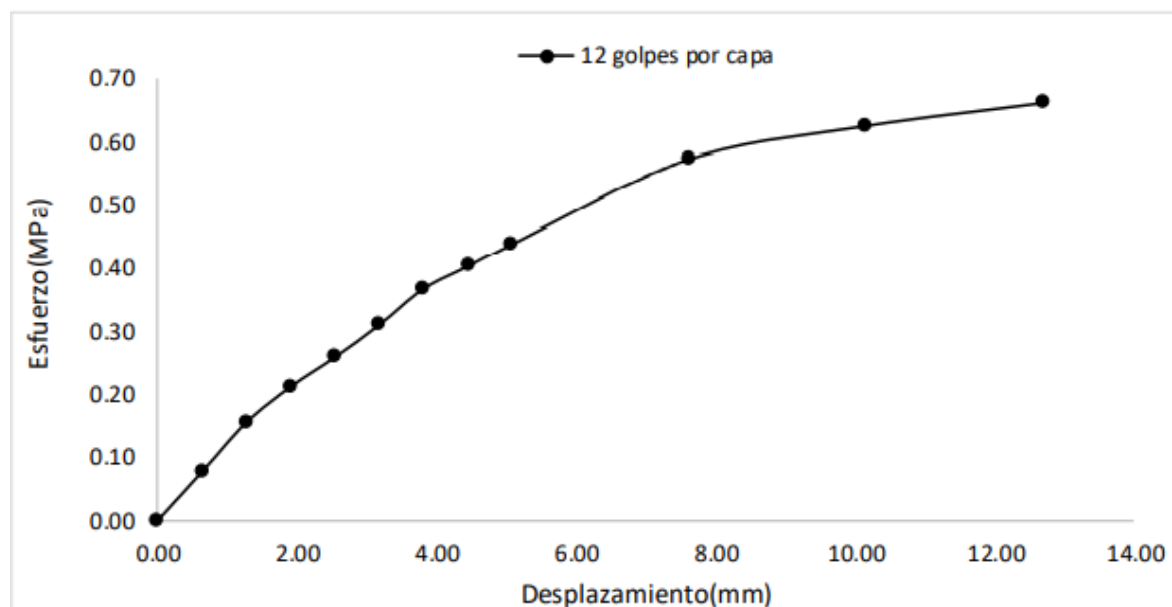


Figura 41. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-3.

Nota. En la Figura 41 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-3.

Tabla 125 Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-3

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.16	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.48	0.001932	0.25
0.100	2.54	0.61	0.001932	0.32
0.125	3.18	0.71	0.001932	0.37
0.150	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.90	0.001932	0.47
0.200	5.08	0.98	0.001932	0.51
0.300	7.62	1.18	0.001932	0.61
0.400	10.16	1.25	0.001932	0.65
0.500	12.70	1.30	0.001932	0.67

Nota. En la Tabla 125 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-3.

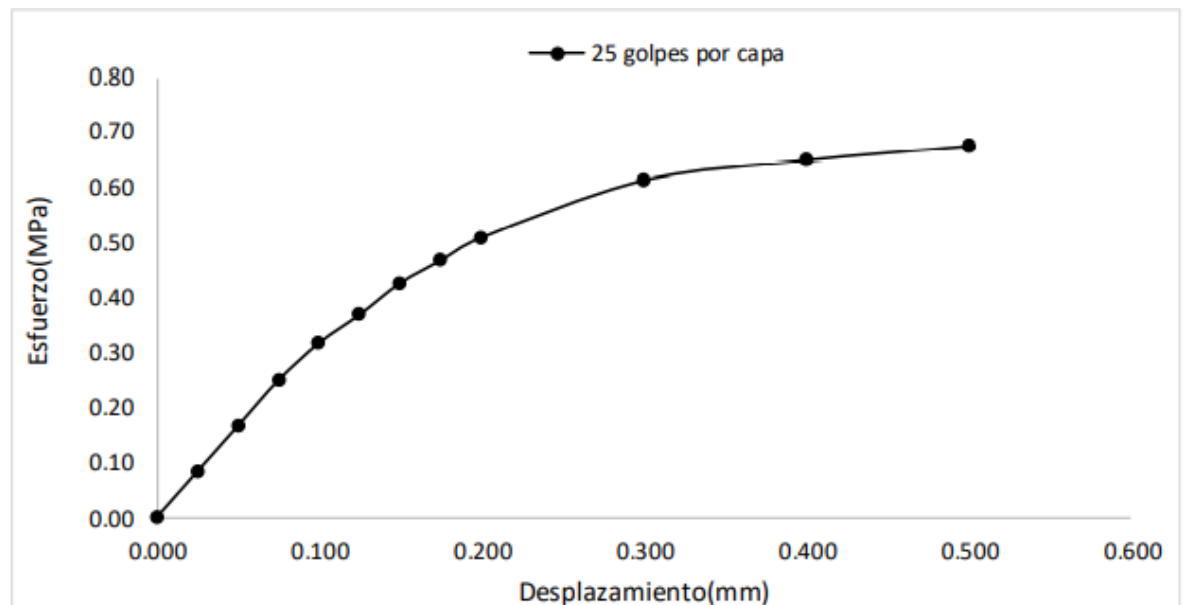


Figura 42. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-3.

Nota. En la Figura 42 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-3.

Tabla 126 Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-3

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.18	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.37	0.001932	0.19
0.075	1.91	0.52	0.001932	0.27
0.100	2.54	0.67	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.75	0.001932	0.39
0.150	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.92	0.001932	0.48
0.200	5.08	1.05	0.001932	0.54
0.300	7.62	1.26	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.33	0.001932	0.69
0.500	12.70	1.35	0.001932	0.70

Nota. En la Tabla 126 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-3.

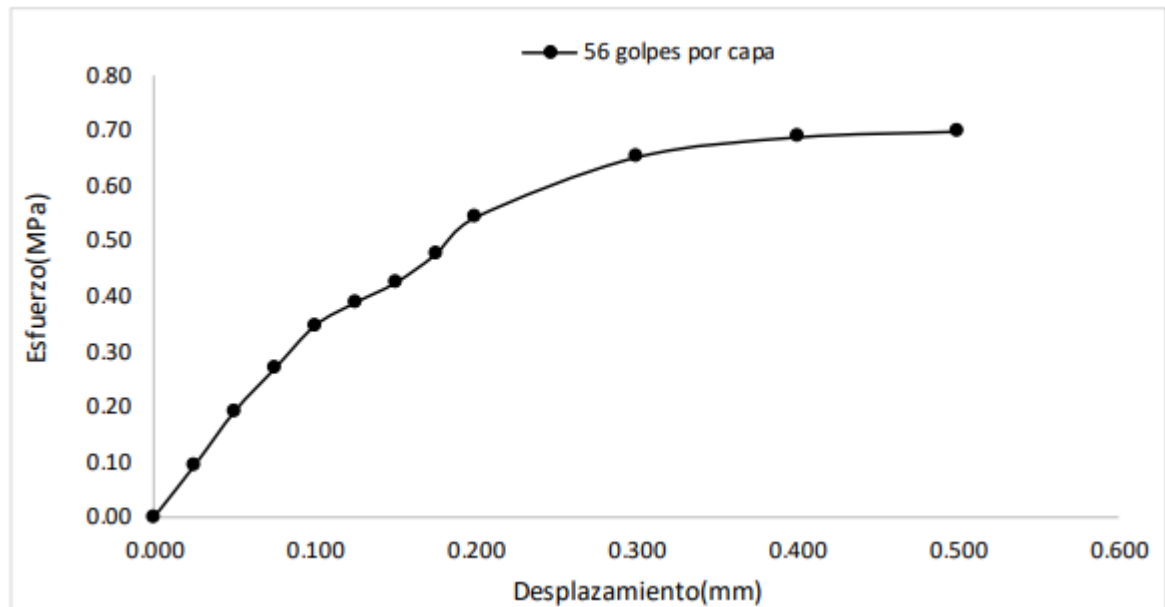


Figura 43. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-3.

Nota. En la Figura 43 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-3.

Tabla 127

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	0.26	6.90	3.75
12	0.20	0.44	10.30	4.27
25	0.10	0.32	6.90	4.58
25	0.20	0.51	10.30	4.92
56	0.10	0.35	6.90	5.03
56	0.20	0.54	10.30	5.28

Nota. En la Tabla 35 observamos los porcentajes obtenidos del CBR máximo a 5.28% a 56 golpes y el CBR mínimo a 3.75% a 12 golpes.

Tabla 128

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.36	3.75	4.27
25	1.42	4.58	4.92
56	1.48	5.03	5.28

Nota. En la Tabla 128 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 5.03% y el CBR 0.1'' mínimo a 3.75%, además para CBR 0.2'' máximo a 5.28% y el CBR 0.2'' mínimo a 4.27%.

Tabla 129

Resultados máxima densidad seca para C-3

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.45 g/cm ³
95% M. D. S	1.38 g/cm ³
CBR (M.D.S) 0.1"	4.50 %
CBR (M.D.S) 0.2"	4.90 %

Nota. En la Tabla 129 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-3.

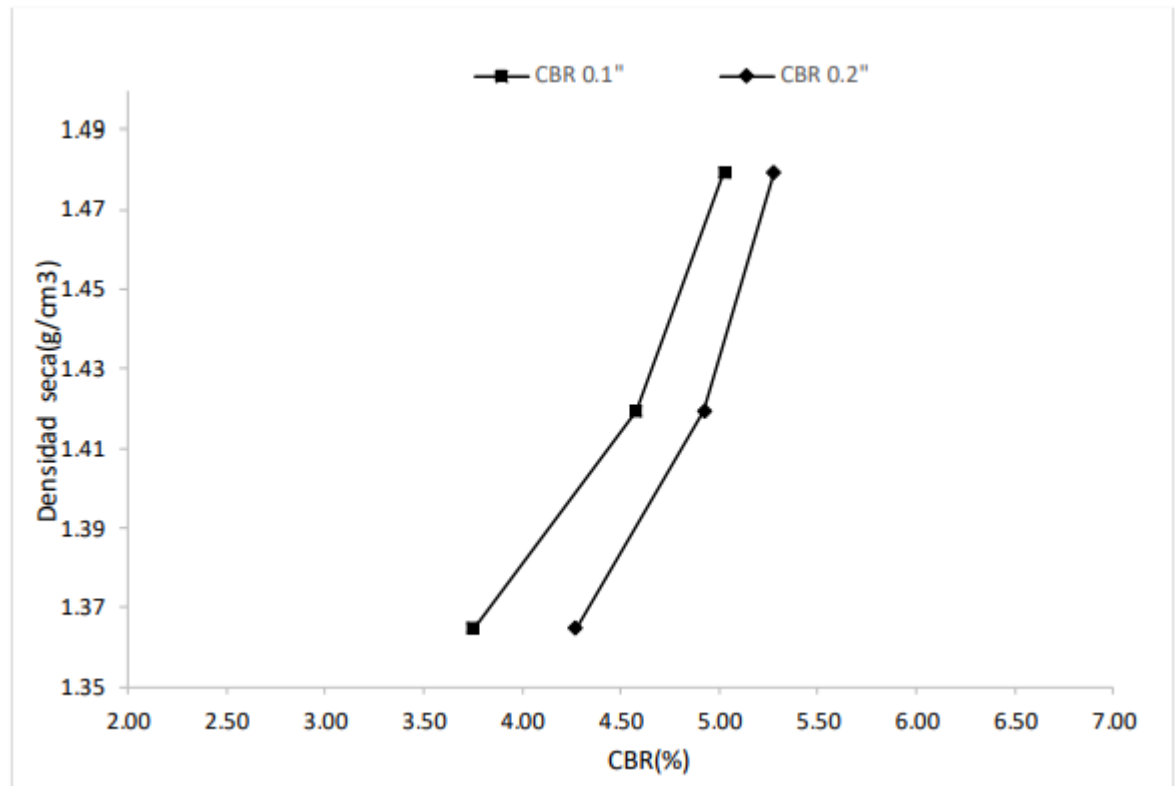


Figura 44. Densidad seca vs CBR para C-3.

Nota. En la Figura 44 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-3 en 0.1" y 0.2".

✓ **ENSAYO DE CBR PARA C-3 + 3% viruta de madera**

Tabla 130

Datos del ensayo CBR para C-3 + 3% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11258	11684	11924
Peso suelo húmedo	g	3331	3749	4003
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.57	1.77	1.89
Densidad seca	g/cm³	1.36	1.53	1.64
Contenido de humedad	%	15.58	15.20	15.22

Nota. En la Tabla 130 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-3 + 3% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.89 g/cm³, densidad seca en 1.64 g/cm³ y su contenido de humedad en 15.22%.

Tabla 131

Datos de humedad del ensayo CBR para C-3 + 3% viruta de madera.

MUESTRA		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	87.69	80.78	79.45	98.56	98.45	97.96
Rec + suelo seco	g	85.75	78.75	77.48	96.57	96.19	95.89
Peso del recipiente	g	73.24	65.78	64.54	83.45	81.42	82.22
Peso del suelo seco	g	12.51	12.97	12.94	13.12	14.77	13.67
Peso del agua	g	1.94	2.03	1.97	1.99	2.26	2.07
Contenido de humedad	%	15.51	15.65	15.22	15.17	15.30	15.14
Humedad promedio	%	15.58	15.20	15.22			

Nota. En la Tabla 131 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-3 + 3% viruta de madera.

Tabla 132

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.38	0.001932	0.20
0.050	1.27	0.75	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.15	0.001932	0.60
0.100	2.54	1.45	0.001932	0.75
0.125	3.18	1.72	0.001932	0.89
0.150	3.81	2.01	0.001932	1.04
0.175	4.45	2.22	0.001932	1.15
0.200	5.08	2.39	0.001932	1.24
0.300	7.62	2.56	0.001932	1.33
0.400	10.16	2.67	0.001932	1.38
0.500	12.70	2.71	0.001932	1.40

Nota. En la Tabla 132 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-3 + 3% viruta de madera.

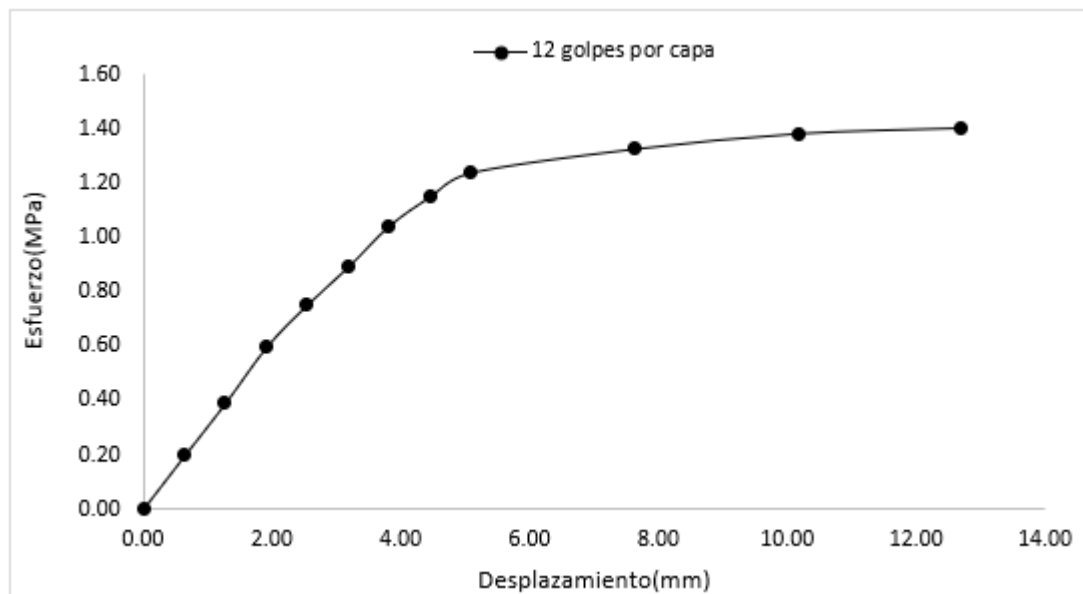


Figura 45. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 45 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-3 + 3% viruta de madera.

Tabla 133

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.48	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.92	0.001932	0.48
0.075	1.91	1.45	0.001932	0.75
0.100	2.54	1.87	0.001932	0.97
0.125	3.18	2.26	0.001932	1.17
0.150	3.81	2.64	0.001932	1.37
0.175	4.45	2.94	0.001932	1.52
0.200	5.08	3.15	0.001932	1.63
0.300	7.62	3.41	0.001932	1.77
0.400	10.16	3.56	0.001932	1.84
0.500	12.70	3.74	0.001932	1.94

Nota. En la Tabla 133 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-3 + 3% viruta de madera.

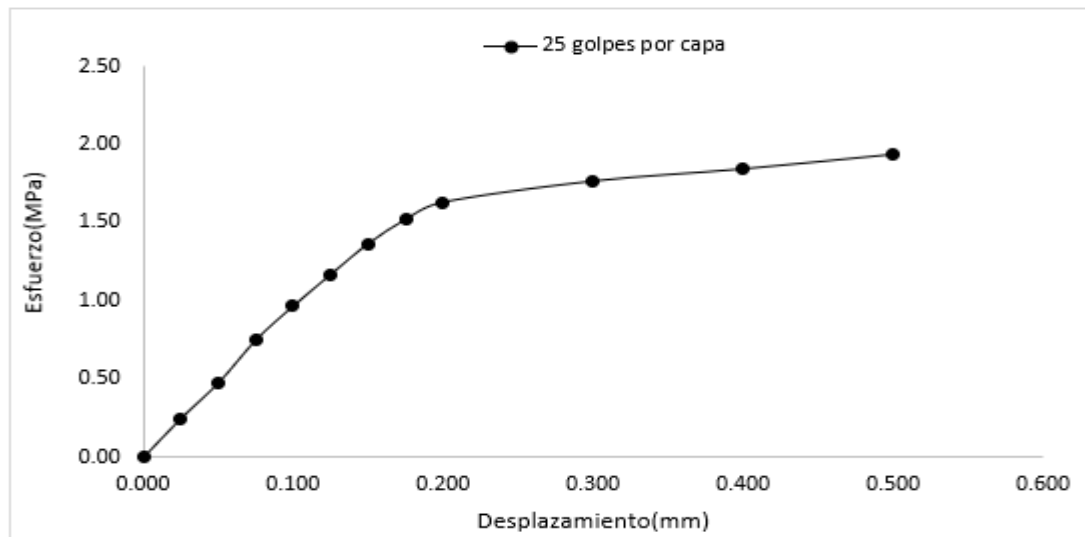


Figura 46. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 46 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-3 + 3% viruta de madera.

Tabla 134

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.74	0.001932	0.38
0.050	1.27	1.45	0.001932	0.75
0.075	1.91	1.96	0.001932	1.01
0.100	2.54	2.34	0.001932	1.21
0.125	3.18	2.85	0.001932	1.48
0.150	3.81	3.27	0.001932	1.69
0.175	4.45	3.59	0.001932	1.85
0.200	5.08	3.81	0.001932	1.97
0.300	7.62	4.05	0.001932	2.10
0.400	10.16	4.19	0.001932	2.17
0.500	12.70	4.31	0.001932	2.23

Nota. En la Tabla 134 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-3 + 3% viruta de madera.

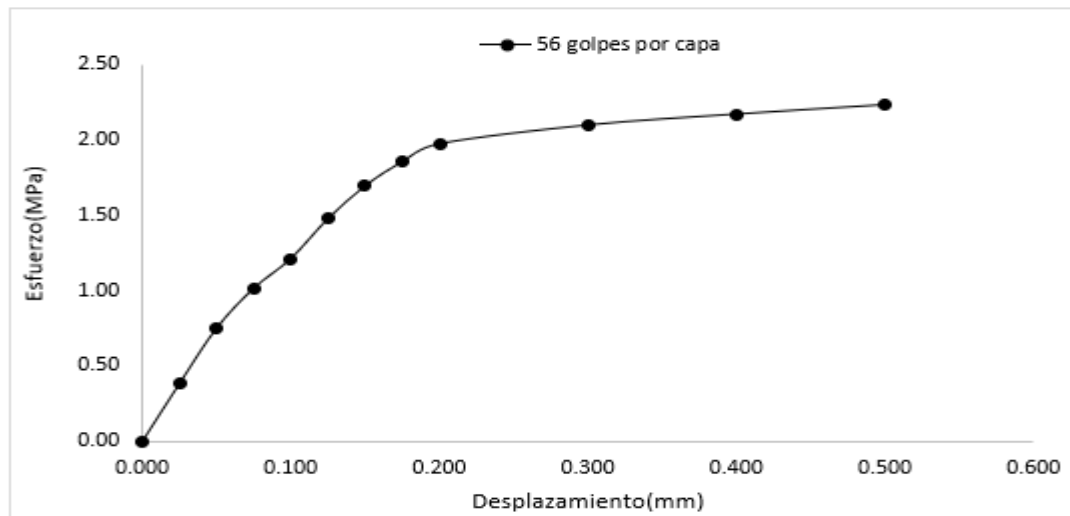


Figura 47. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-3 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 47 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-3 + 3% viruta de madera.

Tabla 135

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 +3% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	0.75	6.90	10.88
12	0.20	1.24	10.30	12.01
25	0.10	0.97	6.90	14.03
25	0.20	1.63	10.30	15.83
56	0.10	1.21	6.90	17.55
56	0.20	1.97	10.30	19.12

Nota. En la Tabla 135 para la C-3 + 3% viruta de madera obtenemos el CBR máximo

a 19.12% a 56 golpes y el CBR mínimo a 10.88% a 12 golpes.

Tabla 136

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 3% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.36	10.88	12.01
25	1.53	14.03	15.83
56	1.67	17.55	19.15

Nota. En la Tabla 136 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 17.55% y el CBR 0.1''

mínimo a 10.88%, además para CBR 0.2'' máximo a 19.15% y el CBR 0.2''

mínimo a 12.01%.

Tabla 137

Resultados máxima densidad seca para C-3 + 3% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.683 g/cm ³
95% M. D. S	1.60 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	16.24 %
CBR AL 100% MDS	18.20 %

Nota. En la Tabla 137 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-3 + 3% viruta de madera.

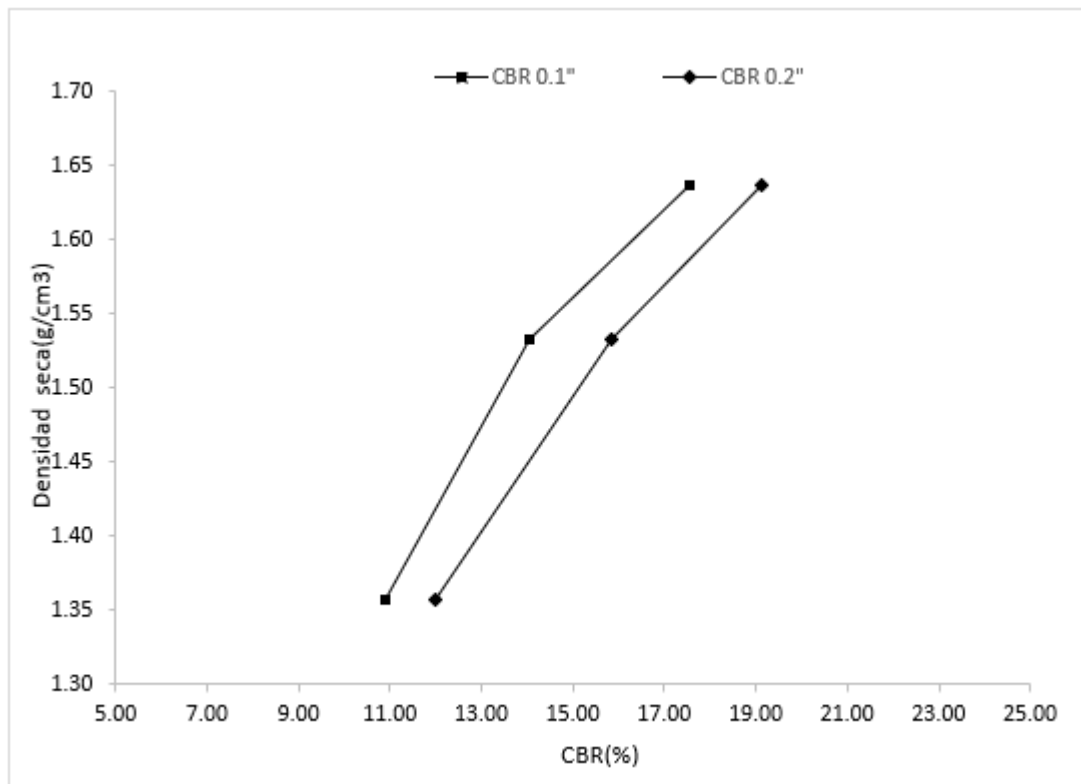


Figura 48. Densidad seca vs CBR para C-3 + 3% viruta de madera.

Nota. En la Figura 48 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-3 + 3% viruta de madera en 0.1" y 0.2".

✓ **ENSAYO DE CBR PARA C-3 + 4% viruta de madera**

Tabla 138

Datos del ensayo CBR para C-3 + 4% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7917	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11097	11795	12286
Peso suelo húmedo	g	3180	3860	4365
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.50	1.82	2.06
Densidad seca	g/cm³	1.30	1.58	1.79
Contenido de humedad	%	15.29	14.99	15.09

Nota. En la Tabla 138 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-3 + 4% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 2.06 g/cm³, densidad seca en 1.79 g/cm³ y su contenido de humedad en 15.09%.

Tabla 139

Datos de humedad del ensayo CBR para C-3 + 4% viruta de madera.

MUESTRA		12		25		56	
Rec + suelo húmedo	g	96.87	79.95	87.97	95.53	94.72	103.71
Rec + suelo seco	g	95.83	78.99	86.54	94.03	93.17	102.16
Peso del recipiente	g	74.50	75.25	79.50	78.50	85.81	85.15
Peso del suelo seco	g	21.33	3.74	7.04	15.53	7.36	17.01
Peso del agua	g	1.047	0.96	1.43	1.50	1.55	1.55
Contenido de humedad	%	4.91	25.67	20.31	9.66	21.06	9.11
Humedad promedio	%	15.29		14.99		15.09	

Nota. En la Tabla 139 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-3 + 4% viruta de madera.

Tabla 140

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.64	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.04	0.001932	0.54
0.075	1.91	1.47	0.001932	0.76
0.100	2.54	2.17	0.001932	1.12
0.125	3.18	2.72	0.001932	1.41
0.150	3.81	3.53	0.001932	1.83
0.175	4.45	4.08	0.001932	2.11
0.200	5.08	4.54	0.001932	2.35
0.300	7.62	4.95	0.001932	2.56
0.400	10.16	5.12	0.001932	2.65
0.500	12.70	5.67	0.001932	2.93

Nota. En la Tabla 140 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-3 + 4% viruta de madera.

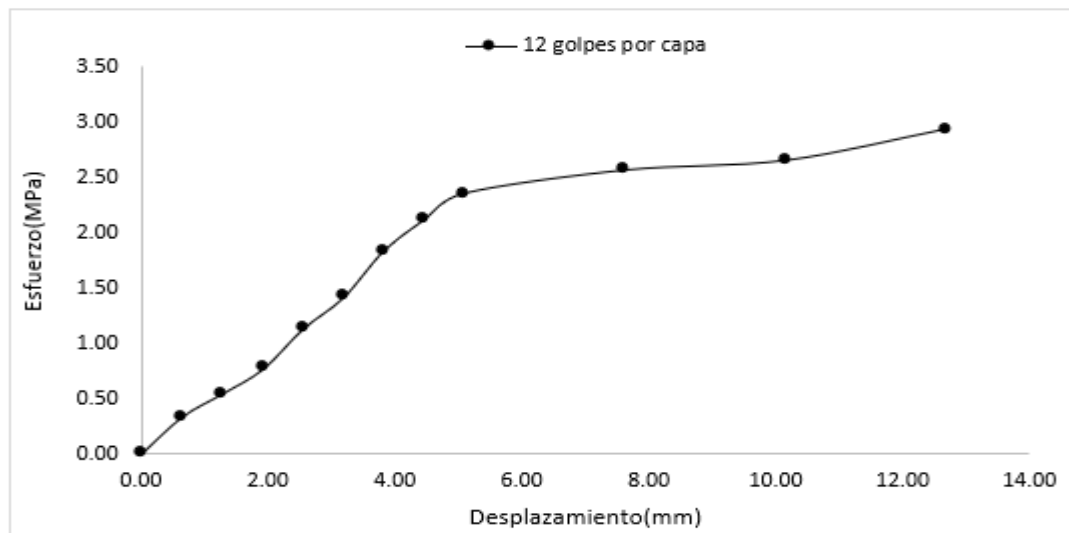


Figura 49. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 49 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-3 + 4% viruta de madera.

Tabla 141

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.81	0.001932	0.42
0.050	1.27	1.48	0.001932	0.77
0.075	1.91	2.39	0.001932	1.24
0.100	2.54	3.53	0.001932	1.83
0.125	3.18	4.02	0.001932	2.08
0.150	3.81	4.79	0.001932	2.48
0.175	4.45	5.62	0.001932	2.91
0.200	5.08	6.26	0.001932	3.24
0.300	7.62	6.87	0.001932	3.56
0.400	10.16	7.02	0.001932	3.63
0.500	12.70	7.31	0.001932	3.78

Nota. En la Tabla 141 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-3 + 4% viruta de madera.

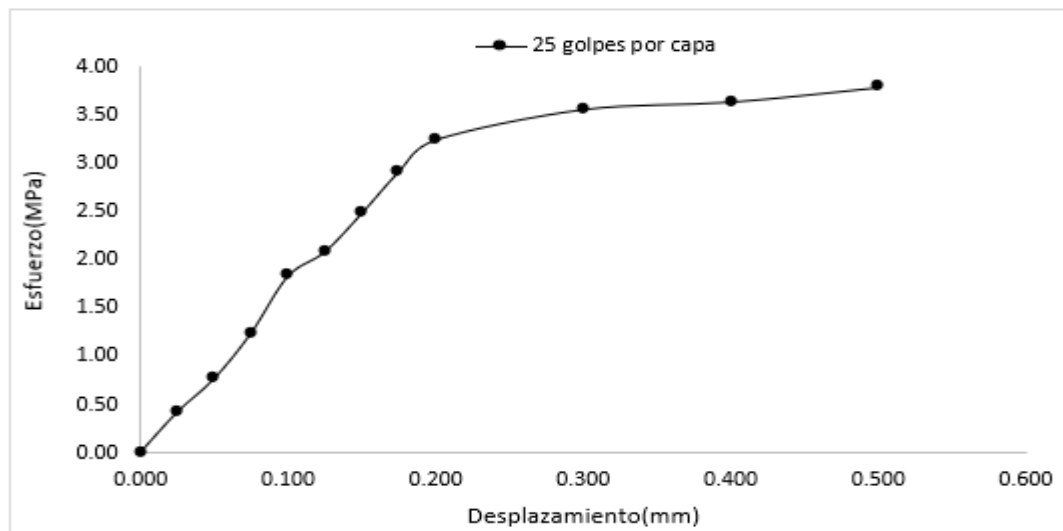


Figura 50. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 50 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-3 + 4% viruta de madera.

Tabla 142

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.01	0.001932	0.52
0.050	1.27	1.86	0.001932	0.96
0.075	1.91	2.94	0.001932	1.52
0.100	2.54	3.89	0.001932	2.01
0.125	3.18	4.75	0.001932	2.46
0.150	3.81	5.80	0.001932	3.00
0.175	4.45	6.41	0.001932	3.32
0.200	5.08	7.08	0.001932	3.66
0.300	7.62	8.01	0.001932	4.15
0.400	10.16	8.13	0.001932	4.21
0.500	12.70	8.55	0.001932	4.43

Nota. En la Tabla 142 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-3 + 4% viruta de madera.

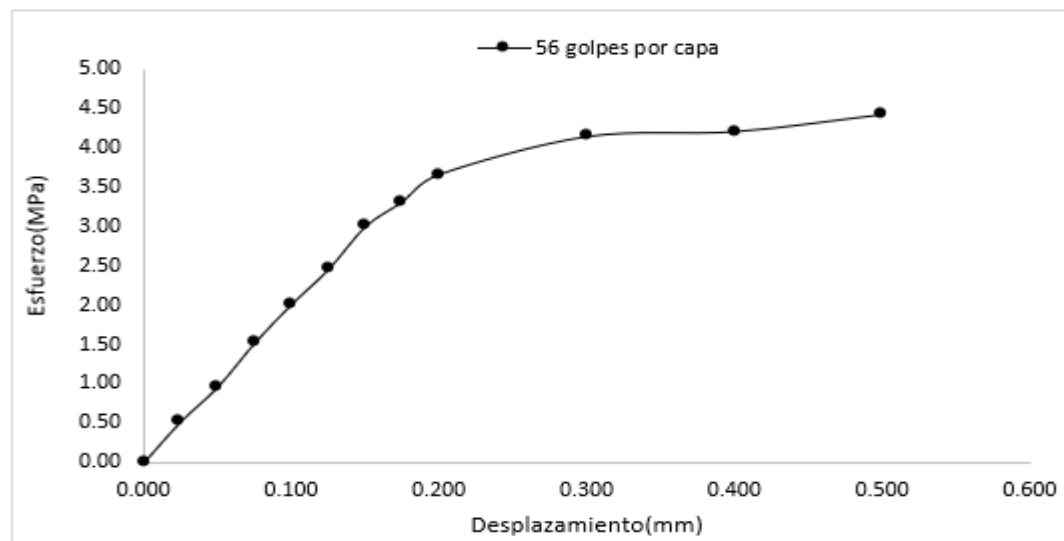


Figura 51. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-3 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 51 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-3 + 4% viruta de madera.

Tabla 143

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 4% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	1.12	6.90	16.28
12	0.20	2.35	10.30	22.82
25	0.10	1.83	6.90	26.48
25	0.20	3.24	10.30	31.46
56	0.10	2.01	6.90	29.18
56	0.20	3.66	10.30	35.58

Nota. En la Tabla 143 para la C-3 + 4% viruta de madera obtenemos el CBR máximo

a 35.58% a 56 golpes y el CBR mínimo a 16.28% a 12 golpes.

Tabla 144

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 4% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.30	16.28	22.82
56	1.58	26.48	31.46
56	1.79	29.18	35.58

Nota. En la Tabla 144 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 29.18% y el CBR 0.1''

mínimo a 16.28%, además para CBR 0.2'' máximo a 35.58% y el CBR 0.2''

mínimo a 22.82%.

Tabla 145

Resultados máxima densidad seca para C-3 + 4% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.722 g/cm ³
95% M. D. S	1.64 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	26.14 %
CBR AL 100% MDS	28.47 %

Nota. En la Tabla 145 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-3 + 4% viruta de madera.

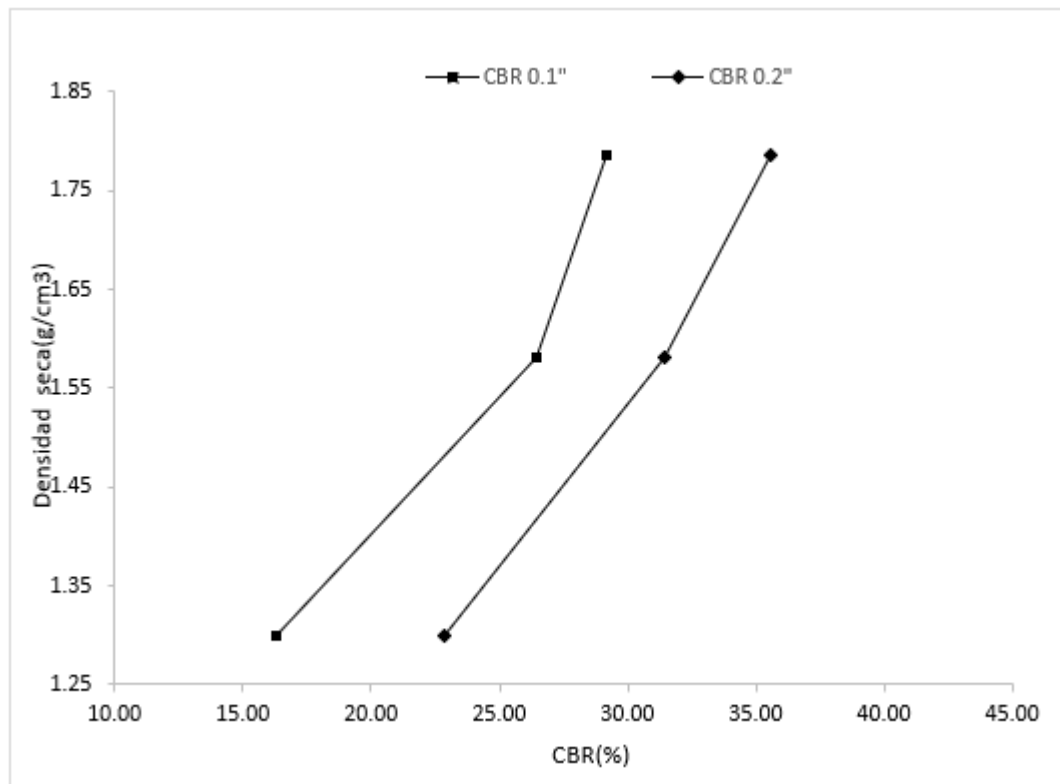


Figura 52. Densidad seca vs CBR para C-3 + 4% viruta de madera.

Nota. En la Figura 52 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-3 + 4% viruta de madera en 0.1'' y 0.2''.

✓ ENSAYO DE CBR PARA C-3 + 5% viruta de madera

Tabla 146

Datos del ensayo CBR para C-3 + 5% viruta de madera.

MUESTRA #		1	2	3
N° de golpes		12	25	56
Peso del molde	g	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo	g	11348	11624	11987
Peso suelo húmedo	g	3421	3689	4066
Volumen	cm ³	2122.70	2122.70	2122.70
Densidad húmeda	g/cm ³	1.61	1.74	1.92
Densidad seca	g/cm³	1.41	1.52	1.68
Contenido de humedad	%	14.46	14.42	14.33

Nota. En la Tabla 146 se presentan los resultados hallados para la realización del ensayo CBR para C-3 + 5% viruta de madera, obteniendo mayor resultado para densidad húmeda en 1.92 g/cm³, densidad seca en 1.68 g/cm³ y su contenido de humedad en 14.33%.

Tabla 147

Datos de humedad del ensayo CBR para C-3 + 5% viruta de madera.

MUESTRA		12	25	56			
Rec + suelo húmedo	g	85.24	79.38	101.29	98.24	98.45	108.69
Rec + suelo seco	g	82.80	76.94	97.49	94.42	94.61	103.98
Peso del recipiente	g	66.00	60.00	71.34	67.74	68.00	70.86
Peso del suelo seco	g	16.80	16.94	26.15	26.68	26.61	33.12
Peso del agua	g	2.44	2.44	3.80	3.82	3.84	4.71
Contenido de humedad	%	14.52	14.40	14.53	14.32	14.43	14.22
Humedad promedio	%	14.46	14.42	14.33			

Nota. En la Tabla 147 se presenta los resultados obtenidos para realizar el ensayo CBR para C-3 + 5% viruta de madera.

Tabla 148

Ensayo de CBR 12 golpes por capa para C-3 + 5%viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.84	0.001932	0.43
0.050	1.27	1.54	0.001932	0.80
0.075	1.91	2.23	0.001932	1.15
0.100	2.54	2.99	0.001932	1.55
0.125	3.18	3.56	0.001932	1.84
0.150	3.81	4.18	0.001932	2.16
0.175	4.45	4.57	0.001932	2.37
0.200	5.08	4.95	0.001932	2.56
0.300	7.62	5.67	0.001932	2.93
0.400	10.16	5.84	0.001932	3.02
0.500	12.70	6.12	0.001932	3.17

Nota. En la Tabla 148 se presenta los valores obtenidos para 12 golpes para C-3 + 5% viruta de madera.

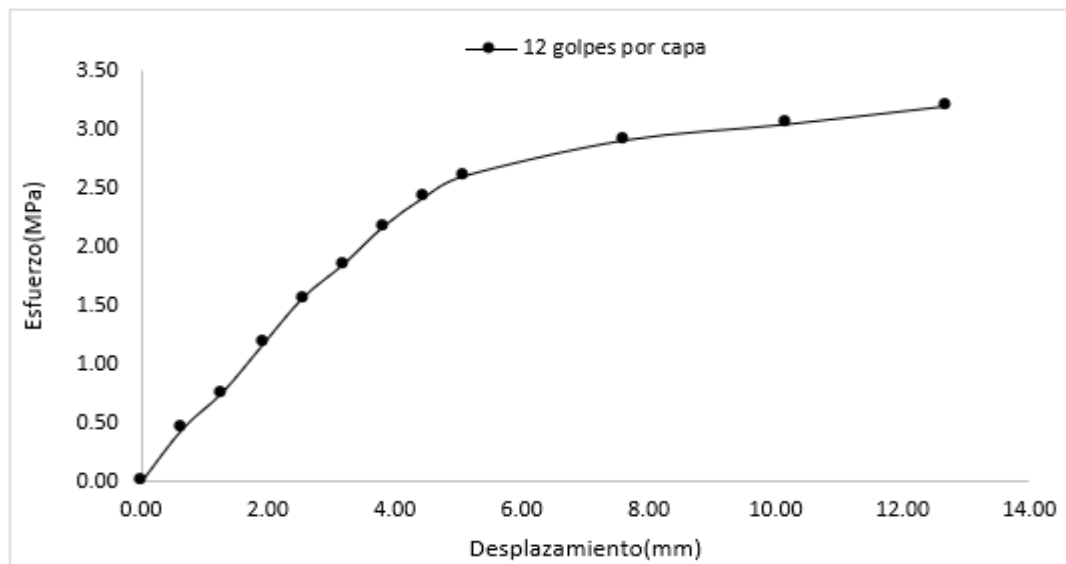


Figura 53. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 12 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 53 podemos observar el grafico Esfuerzo vs Desplazamiento (12 golpes) para C-3 + 5% viruta de madera.

Tabla 149

Ensayo de CBR 25 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.81	0.001932	0.94
0.075	1.91	2.84	0.001932	1.47
0.100	2.54	3.82	0.001932	1.98
0.125	3.18	4.78	0.001932	2.47
0.150	3.81	5.39	0.001932	2.79
0.175	4.45	6.02	0.001932	3.12
0.200	5.08	6.45	0.001932	3.34
0.300	7.62	7.06	0.001932	3.65
0.400	10.16	7.28	0.001932	3.77
0.500	12.70	7.54	0.001932	3.90

Nota. En la Tabla 149 se presenta los valores obtenidos para 25 golpes para C-3 + 5% viruta de madera.

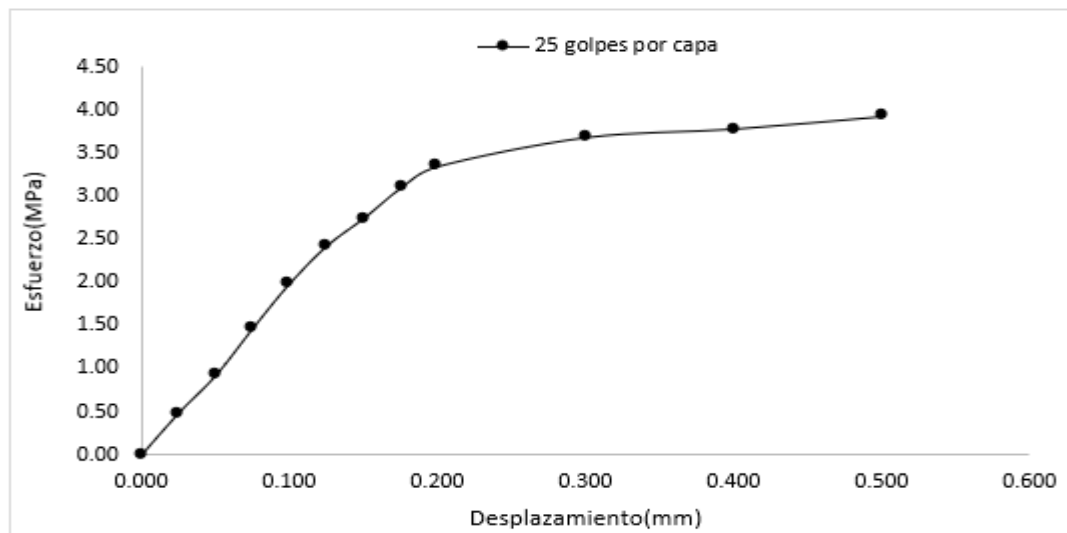


Figura 54. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 25 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 54 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (25 golpes) para C-3 + 5% viruta de madera.

Tabla 150

Ensayo de CBR 56 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.

PENETRACION (Pulg)	PENETRACION (mm)	CARGA (KN)	AREA (m²)	ESFUERZO (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.05	0.001932	0.54
0.050	1.27	2.41	0.001932	1.25
0.075	1.91	3.54	0.001932	1.83
0.100	2.54	4.54	0.001932	2.35
0.125	3.18	5.34	0.001932	2.76
0.150	3.81	6.21	0.001932	3.21
0.175	4.45	6.84	0.001932	3.54
0.200	5.08	7.41	0.001932	3.84
0.300	7.62	8.21	0.001932	4.25
0.400	10.16	8.34	0.001932	4.32
0.500	12.70	8.74	0.001932	4.52

Nota. En la Tabla 150 se presenta los valores obtenidos para 56 golpes para C-3 + 5% viruta de madera.

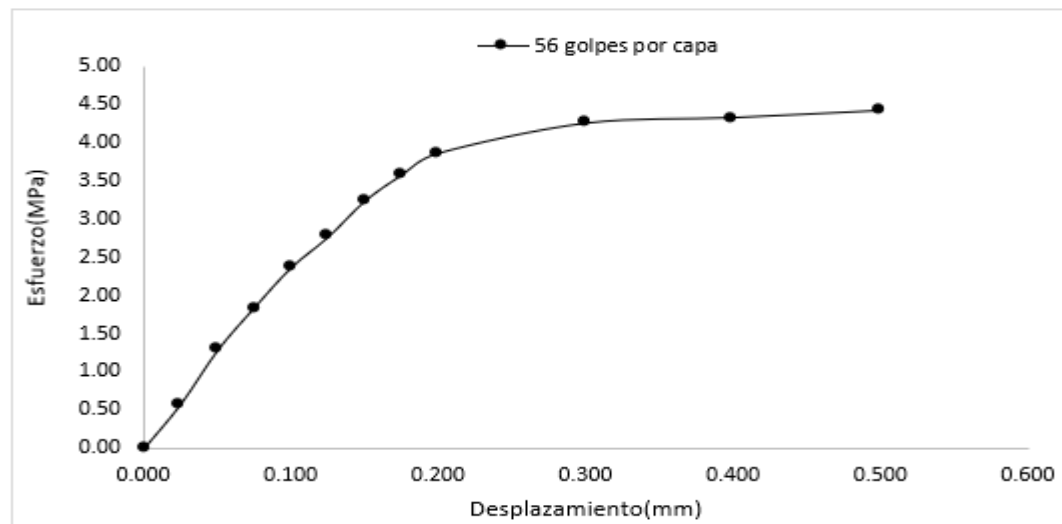


Figura 55. Esfuerzo vs desplazamiento CBR 56 golpes por capa para C-3 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 56 podemos observar el gráfico Esfuerzo vs Desplazamiento (56 golpes) para C-3 + 5% viruta de madera.

Tabla 151

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 5% viruta de madera.

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
12	0.10	1.55	6.90	22.43
12	0.20	2.56	10.30	24.87
25	0.10	1.98	6.90	28.66
25	0.20	3.34	10.30	32.41
56	0.10	2.35	6.90	34.06
56	0.20	3.84	10.30	37.24

Nota. En la Tabla 151 para la C-3 + 5% viruta de madera obtenemos el CBR

máximo a 37.24% a 56 golpes y el CBR mínimo a 22.43% a 12 golpes.

Tabla 152

Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR para C-3 + 5% viruta de madera.

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1'' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.41	22.43	24.87
56	1.52	28.66	32.41
56	1.68	34.06	37.24

Nota. En la Tabla 152 obtenemos el CBR 0.1'' máximo a 34.06% y el CBR 0.1''

mínimo a 22.43%, además para CBR 0.2'' máximo a 37.24% y el CBR 0.2''

mínimo a 24.87%.

Tabla 153

Resultados máxima densidad seca para C-3 + 5% viruta de madera.

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	1.723 g/cm ³
95% M. D. S	1.64 g/cm ³
CBR AL 95% MDS	32.79 %
CBR AL 100% MDS	36.48 %

Nota. En la Tabla 153 se presenta los resultados de máxima densidad seca mediante el ensayo de Proctor CBR para C-3 + 5% viruta de madera.

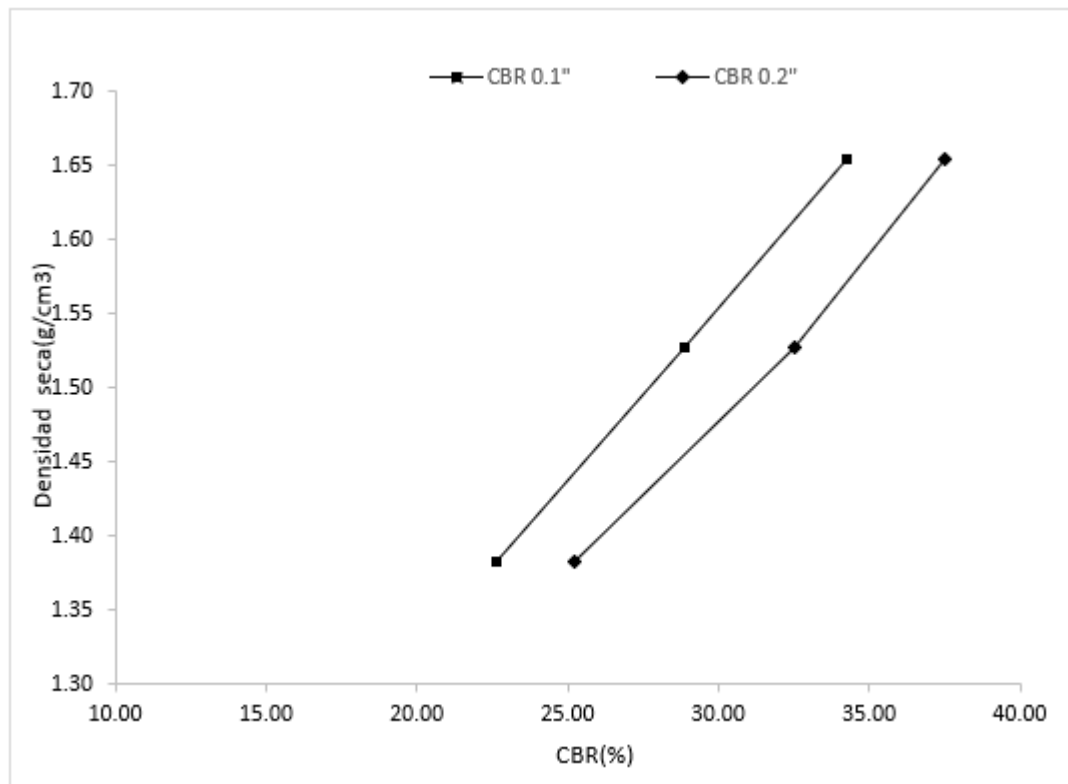


Figura 56. Densidad seca vs CBR para C-3 + 5% viruta de madera.

Nota. En la Figura 56 se presenta graficado los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C-3 + 5% viruta de madera en 0.1\"/>

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Tabla 154

Índice Medio Diario Semanal – Promedio de vehículos diarios

DIA	Auto	S. Wagon	Camionetas			Ómnibus			Camión			Semitraylers					Traylers					
			Pick up	Panel	Rural	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
Domingo	Ida	35	44	28	22	28	12	20	10	3	6	7	4	0	11	0	3	3	1	1	2	2
	Vuelta	48	41	37	12	25	18	30	9	6	10	9	0	4	7	1	5	4	0	2	2	2
	Total	83	85	65	34	53	30	50	19	9	16	16	4	4	18	1	8	7	1	3	4	4
Lunes	Ida	77	63	84	24	36	11	15	6	9	6	9	3	0	3	1	8	0	2	2	2	3
	Vuelta	98	74	69	54	24	17	18	9	8	10	7	1	4	5	1	3	3	3	3	2	2
	Total	175	137	153	78	60	28	33	15	17	16	16	4	4	8	2	11	3	5	5	4	5
Martes	Ida	42	76	114	37	40	22	19	5	6	9	3	4	1	2	1	7	3	2	2	1	1
	Vuelta	52	85	98	29	55	28	23	7	8	7	5	1	3	1	0	9	8	2	3	1	1
	Total	94	161	212	66	95	50	42	12	14	16	8	5	4	3	1	16	11	4	5	2	2
Miércoles	Ida	105	114	98	30	72	40	28	11	9	4	7	3	1	0	1	4	5	2	2	3	2
	Vuelta	98	102	109	44	65	43	35	13	9	6	5	1	2	3	0	3	5	4	2	1	2
	Total	203	216	207	74	137	83	63	24	18	10	12	4	3	3	1	7	10	6	4	4	4
Jueves	Ida	75	128	137	33	88	54	43	18	8	4	9	4	0	3	1	9	0	2	1	2	2
	Vuelta	90	116	144	43	96	42	35	17	9	9	3	1	4	5	0	8	3	0	3	2	2
	Total	165	244	281	76	184	96	78	35	17	13	12	5	4	8	1	17	3	2	4	4	4
Viernes	Ida	68	85	124	24	36	64	35	12	9	11	8	3	1	8	1	5	7	2	2	2	3
	Vuelta	96	102	93	44	40	47	42	17	7	10	5	1	5	3	0	3	0	0	0	2	2
	Total	164	187	217	68	76	111	77	29	16	21	13	4	6	11	1	8	7	2	2	4	5
Sábado	Ida	85	87	111	31	44	61	38	12	7	3	9	3	1	1	1	4	2	1	3	1	
	Vuelta	66	63	99	38	65	45	33	15	4	10	3	1	5	3	1	4	5	3	3	3	1
	Total	151	150	210	69	109	106	71	27	11	13	12	4	6	4	2	5	9	5	4	6	2
IMDs	Ida	69.6	85.30	99.40	28.70	49.10	37.70	28.30	10.60	7.30	6.10	7.40	3.40	0.6	4.00	0.90	5.30	3.10	1.90	1.60	2.10	2.00
	Vuelta	78.30	83.30	92.70	37.70	52.90	34.30	30.90	12.40	7.30	8.90	5.30	0.90	3.90	3.90	0.40	5.00	4.00	1.70	2.30	1.90	1.70
	Total	147.90	168.60	192.10	66.40	102.00	72.00	59.10	23.00	14.60	15.00	12.70	4.30	4.40	7.90	1.30	10.30	7.10	3.60	3.90	4.00	3.70

IMDa	Ida	67.09	82.24	95.88	27.69	47.39	36.34	27.25	10.19	7.02	5.92	7.16	3.30	0.55	3.85	0.83	5.09	3.03	1.79	1.51	2.06	1.93
	Vuelta	75.49	80.31	89.40	36.37	50.97	33.03	29.73	11.97	7.02	8.53	5.09	0.83	3.72	3.72	0.41	4.82	3.85	1.65	2.20	1.79	1.65
	Total	142.58	162.55	185.28	64.06	98.36	69.37	56.98	22.16	14.04	14.45	12.25	4.13	4.27	7.57	1.24	9.91	6.88	3.44	3.72	3.85	3.58
IMDa 2022	Total, Veh.	143	163	185	64	98	69	57	22	14	14	12	4	4	8	1	10	7	3	4	4	4

Nota. En la Tabla 154 se observa el total de vehículos livianos y pesados contados en los respectivos días de estudio propuesto.

Tabla 155

Población futura de vehículos

VEHICULO		IMDa	r%	n	IMDa "n"
	Auto	143	0.62	4	145.68
	S. Wagon	163	0.62	4	166.05
Camionetas	Pick up	185	0.62	4	188.46
	Panel	64	0.62	4	65.198
	Rural	98	0.62	4	99.834
Ómnibus	2E	69	3.42	4	76.324
	3E	57	3.42	4	63.05
	4E	22	3.42	4	24.335
Camión	2E	14	3.42	4	15.486
	3E	14	3.42	4	15.486
	4E	12	3.42	4	13.274
Semitraylers	2S1	4	3.42	4	4.4246
	2S2	4	3.42	4	4.4246
	2S3	8	3.42	4	8.8492
	3S1	1	3.42	4	1.1061
	3S2	10	3.42	4	11.061
	>=3S3	7	3.42	4	7.743
Traylers	2T2	3	3.42	4	3.3184
	2T3	4	3.42	4	4.4246
	3T2	4	3.42	4	4.4246
	>=3T3	4	3.42	4	4.4246

Nota. En la Tabla 155 se obtuvo la población futura de vehículos, esto se obtuvo multiplicando el tránsito actual (año base) de vehículos por la tasa anual de crecimiento de vehículos livianos y pesados todo esto elevado al año futuro de proyección.

Tabla 156

Ejes Equivalentes y Factor Camión

TIPO DE VEHICULO	IMDA 2026	TIPO EJE	NUMERO LLANTAS	CARGA EJE Tn	"F" P. FLEXIBLE	F. IMDA FLEXIBLE	
VEHICULOS LIGEROS	Autos	145.68	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.07677383
		145.68	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.07677383
	S. Wagon	166.05	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.08751143
		166.05	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.08751143
	Pick Up	188.46	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.09932279
		188.46	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.09932279
	Panel	65.20	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.03436032
		65.20	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.03436032
	Rural	99.83	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.05261424
		99.83	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.05261424
	Micros	0.00	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00
		0.00	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00
OMNIBUS	2E	76.32	SIMPLE	2	7	1.26536675	96.5782005
		76.32	SIMPLE	4	11	3.23828696	247.159906
	3E	63.05	SIMPLE	2	7	1.26536675	79.7819917
		63.05	TANDEM	6	16	1.36594455	86.1234711
	4E	24.34	TANDEM	4	14	2.19644727	53.4511511
		24.34	TANDEM	6	16	1.36594455	33.240638
CAMIÓN	2E	15.49	SIMPLE	2	7	1.26536675	19.5955769
		15.49	SIMPLE	4	11	3.23828696	50.1483868
	3E	15.49	SIMPLE	2	7	1.26536675	19.5955769
		15.49	TANDEM	8	18	2.01921345	31.269711
	4E	13.27	SIMPLE	2	7	1.26536675	16.7962088
		13.27	TRIDEM	10	23	1.5081836	20.0193079
SEMITRAYLERS	2S1	4.42	SIMPLE	2	7	1.26536675	5.59873626
		4.42	SIMPLE	4	11	3.23828696	14.3281105
		4.42	SIMPLE	4	11	3.23828696	14.3281105
SEMITRAYLERS	2S2	4.42	SIMPLE	2	7	1.26536675	5.59873626
		4.42	SIMPLE	4	11	3.23828696	14.3281105
		4.42	TANDEM	8	18	2.01921345	8.93420314
	2S3	8.85	SIMPLE	2	7	1.26536675	11.1974725
		8.85	SIMPLE	4	11	3.23828696	28.656221
		8.85	TRIDEM	12	25	1.70602625	15.0969528
	3S1	1.11	SIMPLE	2	7	1.26536675	1.39968406
		1.11	TANDEM	8	18	2.01921345	2.23355078
		1.11	SIMPLE	4	11	3.23828696	3.58202763
	3S2	11.06	SIMPLE	2	7	1.26536675	13.9968406

		11.06	TANDEM	8	18	2.01921345	22.3355078
		11.06	TANDEM	8	18	2.01921345	22.3355078
	>=S3	7.74	SIMPLE	2	7	1.26536675	9.79778845
		7.74	TANDEM	8	18	2.01921345	15.6348555
		7.74	TRIDEM	12	25	1.70602625	13.2098337
TRAYLERS	2T2	3.32	SIMPLE	2	7	1.26536675	4.19905219
		3.32	SIMPLE	4	11	3.23828696	10.7460829
		3.32	SIMPLE	4	11	3.23828696	10.7460829
		3.32	SIMPLE	4	11	3.23828696	10.7460829
	2T3	4.42	SIMPLE	2	7	1.26536675	5.59873626
		4.42	SIMPLE	4	11	3.23828696	14.3281105
		4.42	SIMPLE	4	11	3.23828696	14.3281105
		4.42	TANDEM	8	18	2.01921345	8.93420314
	3T2	4.42	SIMPLE	2	7	1.26536675	5.59873626
		4.42	TANDEM	8	18	2.01921345	8.93420314
		4.42	SIMPLE	4	11	3.23828696	14.3281105
		4.42	SIMPLE	4	11	3.23828696	14.3281105
	>=3T3	4.42	SIMPLE	2	7	1.26536675	5.59873626
		4.42	TANDEM	8	18	2.01921345	8.93420314
		4.42	SIMPLE	4	11	3.23828696	14.3281105
		4.42	TANDEM	8	18	2.01921345	8.93420314
Σf. IMDa							1137.66

Nota. En la Tabla 156 se obtuvo el valor de “Σf. IMDa”, con ello se podrá obtener el resultado

ESAL.

Tabla 157

Trafico proyectado de diseño 20 años

TRAFICO PROYECTADO DE DISEÑO 20 AÑOS		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r =	3.42%
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n =	20
Factor Fca vehículos pesados	Fca =	28.05
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
	Σf. IMDa =	1137.66
Factor direccional*Factor carril	Fd*Fc =	0.5
Número de ejes equivalentes	ESAL =	5823504

Nota. En la Tabla 157 se obtuvo el valor ESAL, este valor es el tráfico proyectado de diseño para 20 años. Una vez obtenido este valor más el porcentaje CBR obtenido en el estudio de suelo, pasamos a calcular el diseño del pavimento flexible.

Tabla 158

Diseño de pavimento flexible

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18) =	5823504
Suelo de la subrasante	CBR =	36.70%
Módulo de resiliencia de la subrasante	MR (psi) =	25616.78
Tipo de tráfico	Tipo =	TP8
Número de etapas	Etapas =	1
Nivel de confiabilidad	Conf =	90.00 %
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR =	-1.282
Desviación estándar combinado	So =	0.45
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi =	4.00
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt =	2.50
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI =	1.50
Número estructural requerido	SN =	2.95

Nota. En la tabla 158 obtenemos el Numero estructural requerido para el diseño del pavimento.

Tabla 159

Coefficiente estructural de las capas y coeficiente de drenaje para base y subbase.

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa superficial recomendada para todos los tipos de trafico	Capa de base recomendada para tráfico > 5'000,000 EE	Capa de subbase recomendada para tráfico \leq 15'000,000 EE

0.170	0.054	0.047
Coefficiente drenaje	m2	m3
	1	1

Nota. En la Tabla 159 obtenemos los coeficientes estructurales y el de drenaje.

Tabla 160

Cálculo de espesores de las capas

D1	D2	D3
11 cm	25 cm	0 cm
Capa Superficial	Base	SubBase

Nota. En la Tabla 160 obtenemos los espesores de las capas de nuestro pavimento flexible.

Tabla 161

Espesores de capas de estructura de pavimentos + 5% de viruta de madera

Cálculo de espesores de capas		
D1	D2	D3
11 cm	25 cm	00 cm
Capa superficial	Base	Sub base
SN (Requerido)	2.95	SN RES. > SN REQ.
SN (Resultado)	3.22	SI CUMPLE

Nota. En la Tabla 161 podemos observar los valores obtenidos del diseño.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSION

El comportamiento de las propiedades físicas de la madera shungo con respecto a la subrasante arcillosa, se obtuvo que al emplear esta como agente estabilizador en la subrasante tiene un gran rendimiento a comparación del suelo natural. Esto debido a que según la Norma Peruana E010 esta especie pertenece al grupo “A” siendo un material de extrema dureza; y según sus ventajas y usos esta puede ser utilizada normalmente en la construcción como elementos estructurales y agentes estabilizantes, ya que al contacto con el agua tiende a endurecer, impidiendo que se presente problemas de humedad y hongo; así la estructura tendrá un mejor desenvolvimiento frente a este tipo de suelo. Con estos resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada al inicio de esta investigación que establece que la aplicación de la madera shungo en las cantidades óptimas influye positivamente en la estabilización de suelos para mejorar la subrasante en el tramo Chachapoyas – Tingo.

De la presente investigación, la aplicación de viruta de madera con el 5% en los ensayos, se obtuvo un buen resultado en cuanto a los parámetros establecidos, esto permite tener una percepción en cuanto a la durabilidad según reglamento y factibilidad estructural y económica. En consecuencia, al tener un suelo arcilloso y utilizar la viruta de madera permite tener un buen nivel de estructura vial en cuanto al lugar y la transitabilidad que existe en la zona, con su respectivo mantenimiento y reparación.

Para nuestro ensayo de Proctor modificado, la máxima densidad seca (MDS) del suelo natural es menor con respecto a los valores obtenidos con distintos porcentajes de viruta de madera agregado. De acuerdo a los resultados obtenidos la MDS promedio de suelo natural es de 1.453 g/cm^3 este incremento al adicionar 3% de viruta de madera, aumentando la MDS en

1.677 g/cm³. De igual forma sucedió al adicionar 4% de viruta de madera, aumentando su MDS a 1.720 g/cm³ y para 5% de viruta de madera dando 1.721 g/cm³. Con estos resultados podemos decir que al agregar más porcentaje de madera la máxima densidad seca aumenta gradualmente.

Con respecto a los estudios de CBR se apreció que el suelo natural no da un óptimo porcentaje siendo este 4.58% catalogada como una subrasante pobre, esto puede generar aumento económico en el proyecto debido a que se necesitara utilizar de mucho más material en la capa superficial, base y subbase respectivamente. Por otro lado, utilizando un agente estabilizador como la viruta de madera se observó que mientras más porcentaje de madera se utiliza en el suelo aumenta el porcentaje de CBR. Agregando 3% de viruta de madera genera un 18.64% siendo una subrasante buena; con 4% obtuvimos un valor CBR de 29.28% siendo una subrasante muy buena y finalmente con 5% de viruta de madera dio como resultado 37.06% siendo una subrasante excelente. Se puede decir que el suelo natural adicionado 5% de viruta de madera da mejores beneficios que los otros porcentajes, incrementando la MDS de suelo natural de 1.453 g/cm³ a 1.721 g/cm³ dando un aumento de 0.268 g/cm³ con respecto al valor inicial, además con respecto a los valores CBR se dedujo que el 37.06% valor obtenido para catalogar a la subrasante como excelente siendo perfecto para el diseño de vial. De acuerdo al diseño vial realizado se dedujo que con respecto al suelo natural obteniendo un 4.58% de CBR bajo dará como consecuencia mayores espesores de diseño para la capa superficial y la subrasante. Lo que afecta drásticamente a la hora de realizar un proyecto vial, aumentando económicamente el presupuesto base. Esto se puede evitar agregando un agente estabilizador a la subrasante, es por este motivo el desarrollo de la presente investigación. Al

adicionar a la subrasante los porcentajes establecidos de viruta de madera se observó que los espesores de diseño para las capas resultan menores a los obtenidos con respecto al suelo natural. Adicionando 5% de viruta de madera se obtuvo los espesores siguientes: 11 cm para la capa superficial y 25 cm para la base. Obteniendo resultados favorables para el diseño del pavimento flexible.

Según Blacio (2022), en su investigación determinó que al agregar viruta de madera reciclada de encofrados en proporciones de 5%, 7% y 10% para un suelo de tipo arcilloso en la localidad de Guayaquil Ecuador, obtuvo un 25% de CBR adicionándole el 10% de viruta de madera reciclada de encofrados. Mientras que para el tipo de suelo arcilloso en la localidad del tramo Chachapoyas – Tingo al agregar el porcentaje de 5% se obtuvo un mayor índice de CBR con 37.03%, se determinó que para este tipo de suelo según los estudios de laboratorio realizados a mayor índice o menor índice de adición de viruta de madera no influencia en los resultados obtenidos, lo que influencia es el tipo de madera a utilizar.

Según Gavancho y Quinte (2017), en su investigación usó aserrín con cenizas de eucalipto para estabilizar la subrasante en porcentajes de 5%, 10% y 15%. Determinó que, al realizar el ensayo de Proctor Modificado, su máxima densidad seca (MDS) aumento de 1.808 gr/cm³ a 1.85 gr/cm³ al adicionar 5% de ceniza de eucalipto; adicionando 10% obtuvo un aumento de 1.808 gr/cm³ a 1.997 gr/cm³, siendo el 10% el incremento de la resistencia de suelo favorable. Adicionando 15% obtuvo un aumento de 1.808 gr/cm³ a 1.907 gr/cm³. Por otro lado, para su ensayo de CBR adicionando el 5% la muestra de suelo aumento de 3.23% a 4.36%, adicionando el 10% aumento de forma significativa de 3.23% a 15.67% y finalmente agregando 15% de cenizas de eucalipto obtuvo un 7.54%. Esto demuestra que en la

investigación de dicho autor el porcentaje óptimo para estabilizar el suelo con ceniza de eucalipto es de 10%.

Para nuestro ensayo de Proctor modificado la máxima densidad seca incremento al usar el 5% de viruta de madera para la calicata C3 aumentando de 1.453 gr/cm³ a 1.723 gr/cm³, esto demuestra que al adicionar 5% incrementa su resistencia. Para el ensayo de CBR en porcentajes de 5% en la calicata C1 se obtuvo mayor índice con 37.43%, y así mismo fue disminuyendo de manera gradual al agregar 4% de viruta de madera en C1 con 29.33% y con 3% en C1 con 18.20%. Se determinó que para este tipo de suelo según los estudios de laboratorios realizados a mayor índice de adición de viruta de madera se obtiene mejores resultados.

Según cruz (2021), en su investigación realizó un diseño de pavimento flexible de acuerdo a los resultados obtenidos utilizando la C1+15% de ceniza de huarango obteniendo un porcentaje de CBR de 9.7%. Posteriormente en el diseño del pavimento para un periodo de 20 años obtuvo un ESAL de 7'191,702.80, además un Módulo de Resiliencia (Mr) de 10937.67 psi y un Numero Estructural Requerido (SNR) de 4.94. Los cálculos de espesores de las capas fueron para la capa superficial 14cm, una base de 25cm y una sub base de 25cm respectivamente, obteniendo un Numero Estructural (SN) de 5 cumpliendo con lo establecido según la norma SNR (Resultado) > SNR (Requerido).

En nuestro caso se utilizó la muestra agregada con 5% de viruta de madera. Utilizando un 36.7% CBR para el diseño vial con un periodo de diseño de 20 años. Obteniendo un ESAL de 5'823,504, además un Módulo de Resiliencia (Mr) de 25616.78 psi y un Número Estructural Requerido (SNR) de 2.95. Asignando los siguientes espesores para la capa

superficial 11 cm y una base de 25 cm. Obteniendo un Numero Estructural (SN) de 3.22 cumpliendo con lo establecido según la norma.

Se comparó nuestros resultados con los obtenidos del presente autor, se dedujo que el comportamiento de nuestro suelo agregado el porcentaje establecido de madera shungo se obtuvo mejores resultados favoreciendo también en el diseño vial. A la vez, se afirmó una conclusión que dicho autor presentó en la investigación, diciendo que a mayor porcentaje de viruta de madera incrementa la resistencia del suelo. Según Camacllanqui y Rivera (2021), en su investigación obtiene para la muestra en estado natural un valor de 31.10% de CBR para sus dos muestras C01 y C02, después agrego proporciones de 7%, 13% y 18% de cenizas de madera y fibra de coco obteniendo para C-01+7% = 32.20%, C-01+13% = 26.90%, C-01+18% = 25.60%, C-02+7% = 29.20%, C-02+13% = 28.80% Y C-02+18% = 26.10%. Finalmente, el autor concluyó diciendo que al agregar cenizas de madera y fibra de coco no mejora las propiedades mecánicas del suelo, disminuyendo de forma gradual mientras más porcentaje utiliza.

A comparación de nuestra investigación se afirmó que agregar viruta de madera si mejora las capacidades del suelo. Mientras mayor porcentaje mejores resultados se obtiene. Se demostró que nuestros resultados obtenidos agregando 3% viruta de madera, el porcentaje más bajo, mejora de manera significativa el suelo natural. Aumentando el porcentaje CBR de 4.58% a 18.64% elevando un 14.06% el valor inicial obtenido por el suelo natural.

Implicancias

A raíz de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, me implico poder comprobar los cálculos a base de libros teóricos con respecto a ensayos de suelos y así corroborar que dichos resultados son los correctos.

Con respecto a los parámetros establecidos en el diseño vehicular, nuestros datos tuvieron que ser corroborados con el Manual de Carreteras en la sección de suelos y pavimentos del MTC con el fin de dar una propuesta de mejora basada en la metodología que propone el MTC.

Limitaciones

En cuanto a las limitaciones de la investigación se puede decir que en algunas fuentes de información no se tiene acceso completo al contenido de la investigación sobre la madera, esto dificulta a la hora de realizar nuestra recopilación documentaria. Otro factor fue que no existen muchas investigaciones sobre suelos con agentes estabilizadores de madera. Por lo general, realizan estudios de estabilización con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Por lo que el propósito de la presente investigación es para incentivar a los demás investigadores en continuar con los ensayos y obtener diferentes resultados para la estabilización de suelo con viruta de madera partiendo de las propiedades físicas y mecánicas de esta. Además, debe destacarse que la presente investigación cuenta con ensayos de laboratorio, que demuestra la aptitud y la seriedad de la investigación que ratifica los buenos resultados obtenidos.

Por último, el presente trabajo de investigación se desarrolló primero obteniendo las muestras de campo, posteriormente estas fueron llevadas al laboratorio para obtener los resultados de los ensayos correspondientes, una vez analizado los resultados pasamos a realizar el diseño vial para nuestro tramo de estudio y con eso obtener los espesores para nuestro diseño de pavimento.

CONCLUSIONES

Se analizó el comportamiento de la subrasante con la madera shungo para el tramo Chachapoyas – Tingo. Donde se obtuvo un suelo arcillo con un porcentaje natural CBR de 4.58%. Posteriormente, se agregó el 5% de viruta de madera shungo y se obtuvo un 37.03%.

Se determinó las características mecánicas de la madera shungo obteniendo un porcentaje de absorción de 42%, una contracción promedio de 0.39%, una densidad promedio de 0.51 g/cm³. Además, una resistencia a la compresión promedio de 24.04 Mpa y resistencia a la flexión de 97.30 Mpa. Se clasificó según la Norma Peruana E010 esta especie pertenece al grupo “A” siendo un material de extrema dureza y según sus ventajas y usos esta puede ser utilizada en la construcción vial debido a que al contacto con el agua tiende a endurecer dando un mejor desenvolvimiento frente a este tipo de suelos.

Se determinó las propiedades mecánicas del suelo de las 3 calicatas en las cuales en su granulometría tiene presencia en su mayoría Finos, en cuanto a arena una baja cantidad, teniendo como promedio en Arena 3.77% y en Finos 96.23%. Por lo mismo al tener el suelo con mayor presencia de limos se encontró los límites de consistencia líquido y plástico. Obteniendo en límite líquido (LL) 32.47%, límite plástico (LP) 15.23% y un índice de

plasticidad (IP) DE 17.23%. Además, se determinó el tipo de suelo mediante la clasificación de acuerdo al sistema SUCS, siendo este un suelo de partículas finas CL (arcilla media plasticidad arenosa), mediante la clasificación ASSHTO se determinó que es un suelo arcilloso A-6. En cuanto al ensayo de Proctor modificado del suelo natural se obtuvo su máxima densidad de 1.453 g/cm^3 con contenido óptimo de humedad de 15.23%. Posteriormente, el ensayo de CBR del suelo natural se obtuvo una subrasante inadecuada con 4.58%.

Se determinó que el porcentaje óptimo de madera shungo para la subrasante es de 5%, obteniendo como MDS en el ensayo Proctor modificado 1.721 g/cm^3 . Además, con respecto a los ensayos de CBR de suelo natural más 5% de viruta de madera se obtuvo una subrasante excelente con 37.03%.

Se determinó que las propiedades mecánicas del suelo natural de la subrasante no son buenas para el diseño vial, es por ello que con la adición de la viruta de madera las propiedades del suelo aumentan de forma gradual con respecto a los distintos porcentajes propuestos. Se concluyó que al adicionar 5% de viruta de madera al suelo natural incrementa las propiedades de esta; esto se puede observar en su MDS dando un aumento de 0.268 g/cm^3 con respecto al valor inicial obtenido del suelo natural. Por último, con respecto a los porcentajes obtenidos del ensayo CBR podemos ver que al adicionar los 5% se obtuvo una subrasante excelente siendo esta perfecta para el diseño vial a comparación del suelo natural que da una subrasante pobre.

Se diseñó la estructura vial del tramo Chachapoyas – Tingo, para el suelo natural y para el suelo natural más el porcentaje óptimo de viruta de madera. Se determinó que al adicionar

5% de viruta de madera los espesores de diseño para las capas resultaron menores a los obtenidos con respecto al suelo natural. Siendo estos espesores los siguientes: 11 cm para la capa superficial, 25 cm para la base.

REFERENCIAS

- Badillo, E., & Rodríguez, A. (2005) “Mecánica de Suelos Tomo1”. México: Limusa.
- Bautista, M. (2014). “*Evaluación de la resistencia al corte paralelo a la fibra, de la madera Pinus Radiata, determinado por el método de punzonamiento y el método de la normal ASTM D 143-09/2010*” (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Blacio, R. (2022). “Estabilización de suelo arcillosos plásticos utilizando la viruta de madera reciclada de encofrado, caucho reciclado, ceniza volcánica para una carretera en la subrasante” (Tesis de pregrado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Bowles, J. (1982). “*Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*” Washington, Estados Unidos: Mc Graw Hil. U.S.A
- Camaclanqui, C., Rivera, C. (2021). “*Estabilización de la subrasante incorporando ceniza de madera y fibra de coco en la Av. Andres Avelino Caceres, Huancavelica – 2021*” (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Cobas, A., Monteoliva, S. (2018). Duramen y propiedades físicas de la madera de Robinia Pseudoacacia en relación a su potencial uso en la industria de la madera sólida. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6937488>
- Cruz, V. (2021). “*Diseño de la subrasante blanda modificada con ceniza de huarango, tramo Collance – Providencia KM-11, Luya, Amazonas 2021*”. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

- Davila, M. (2018). *“Diseño de un sistema constructivo con Bambusa Vulgaris en un centro comunal multiple, en la localidad de Shucushyacu – Yurimaguas 2018”* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Yurimaguas, Perú.
- Diaz, P. (2012). *“Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de madera de Nothofagus Glauca (Hualo) provenientes de la zona de cauquenes.* (Tesis de pregrado). Universidad de Talca, Talca, Chile.
- Espino, M. (2021) *“Adición de ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos y su aplicación a subrasante”* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Perú.
- Espinoza, G. (2018). *“Estudio de la influencia de la edad del árbol en las propiedades mecánicas de la madera Eucalipto en el distrito Bambamarca, Cajamarca – 2018”* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Cajamarca, Perú.
- Eusebio, S., & Alvarado, S. (2018). *“Diseño estructural de una vivienda ecológica con Bambú para el Asentamiento Humano Rural Cascajal Bajo Distrito Chimbote – 2008”* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Perú.
- Goche, J., Fuentes, M., Borja, A. & Ramirez, H. (2010). Variación de las propiedades físicas de la madera en un árbol de Abies Religiosa y de Pinus Ayacahuite. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Hugo_Ramirez_maldonado/publication/266407307_VARIACION_DE_LAS_PROPIEDADES_FISICAS_DE_LA_MADERA_EN_UN_ARBOL_DE_Abies_religiosa_Y_DE_Pinus_ayacahuite_var_veitchi/links/562f6a5808aeb2ca6961ffe2/VARIACION-DE-LAS-PROPIEDADES-

FISICAS-DE-LA-MADERA-EN-UN-ARBOL-DE-Abies-religiosa-Y-DE-Pinus-
ayacahuite-var-veitchii.pdf

Gonsales, I., Alvarez, D., Quintero, A., Alves, A. & Rodriguez, J. (2014). Comportamiento de algunas propiedades físicas en la dirección radial de la madera de la especie Pinus Caribaea Morelet. Recuperado de

http://www.actaf.co.cu/revistas/rev_forestal/Baracoa-2007-1/FAO1%202007/COMPORTAMIENTO%20DE%20ALGUNAS.pdf

Graham, P. (2000). "Design of Timber Foundation Piling for Highway Bridges and Other Structures. New York, EE.UU: National Timber Piling Council, Rye.

Hernandez, R. (2014). "Metodología de la investigación". Perú.

Igartua, D., Monteoliva, S. & Piter, J. (2010). Estudio de algunas propiedades físicas de la madera de Acacia Melanoxylon en Argentina. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3266197>

Interian, V., Borja, M. & Valdez, J. (2011). Características anatómicas y propiedades físicas de la madera de Caesalpinia Gaumeri Greenm en Dzan, Yucatan. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3789643>

Llanos, B., Diaz, W. (2016) "Determinación de los esfuerzos admisibles de la madera de Pino Radiata para el diseño de elementos estructurales para viviendas en Cajamarca" (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Cajamarca, Perú.

Mamlouk, M., & Zaniewski. J. (2009) "Materiales para ingeniería civil". Madrid, España: Prentice Hall.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *“Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”*. Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *“Manual de Ensayo de Materiales”*. Perú.

Medina, A., Baucis, A. & Andia, I. (2018). Características y propiedades físicas de la madera Álamos cultivados en Rio Negro, Patagonia Argentina. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6618597>

Medina, J. (2010). *“Propiedades físicas y mecánicas de la madera Huayruro como material de construcción”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

Morvely, W. (2014). *“Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de las especies Erisma Uncinatum Warm y Dacryodes Peruviana (LOES) H.J: Lam proveniente de la provincia de Tambopata – Madre de Dios”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú.

Nájera, J., Zacarias, A., Méndez, J. & Graciano, J. (2015). Propiedades físicas y mecánicas de la madera Quercus Laeta Liemb. de El Salto, Durango. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1311622>

Ninanya, K. (2018) *“Evaluación de la capacidad de carga de pilotes excavados en arcillas a través de métodos estáticos y pruebas de carga”* (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Norma E.010 - Capítulo I Art. 11. (2016). *“Agrupamiento”*. Perú.

Norma E.010 - Capítulo I Art. 12. (2016). "*Incorporación de especia a los grupos A, B y C*". Perú.

Norma E.010 - Capítulo I Art. 2.1. (2016). "*Consideraciones*". Perú.

Norma E.010 - Capítulo I Art. 5. (2016). "*Agrupamiento*". Perú

Peraza, E (2012). "Pilotes de madera para cimentaciones" Madrid, España: AITIM (Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera) Boletín de información técnica N° 227.

Perez, L (2021). "*Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo para su uso como subrasante mejorada de pavimento, producto de ladrillera cerámicas júpiter SAC del departamento de Ucayali*" (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.

Ramirez, M. (2011). "*Diseño y utilización de la madera en la construcción de viviendas rurales en las comunidades de Ullpa, Caño y Mohena Caño – Iquitos*" (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú.

Real Academia Española. (2001). "Diccionario de la lengua española" (22° edición ed.). Madrid, España.

Riesgo, G., Diaz, J. (2017). Características físicas de la madera de Pino procedente de Raleos en el Noroeste de España. Revista Maderas Ciencia y Tecnología. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5335193>

Salazar, E. (2015) Influencia de altas densidades de plantación en el poder calorífico y propiedades físicas de la madera para la especie Gmelina Arborea Roxb. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5278888>

Samaniego, C. (2018). “Cimentación con madera: Pilotes” Madrid, España: AITIM
(Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera).

Taboada, R. (2014). “*Clasificación estructural de la especie forestal manchinga Brosimum
Alicastrum*” (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Torrado, M. (2015). “El uso de la madera en la construcción” Galicia, España: Congreso
Forestal Español Tomo IV.

Vergara, A. (2015) “Diseño de pavimento con el Manual del MTC – 2013”. (Artículo
científico). Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Huaraz, Perú.

Villena, M. (2010). “*Evaluación y alternativas del empleo de madera para edificaciones
de selva baja, Pucallpa – Perú*” (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de
Ingeniería, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Inicio de recolección de muestras.



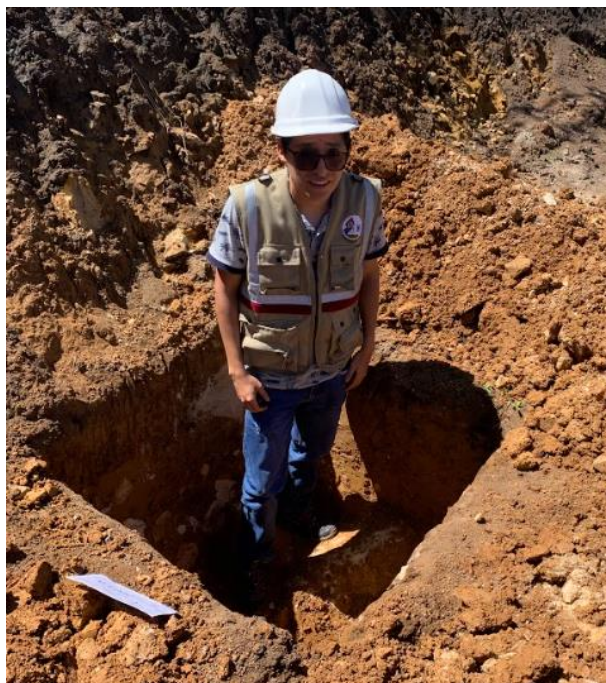
Anexo 2. Ubicación calicata C1



Anexo 3. Ubicación calicata C3



Anexo 4. Ubicación calicata C3



Anexo 5. Recolección de madera shungo



Anexo 6. Cortando la madera



Anexo 7. Tamizado granulométrico



Anexo 8. Preparando la muestra para las pruebas Proctor Modificado y CBR



Anexo 9. Viruta de madera para utilizar en el suelo



Anexo 10. Mezclando el suelo natural con viruta de madera



Anexo 11. Suelo natural mas viruta de madera mezclando con su humedad optima



Anexo 12. Golpes requeridos para los ensayos



Anexo 13. Enrasando la muestra con el molde



Anexo 14. Obtención de datos



Anexo 15. Contenido de humedad C1



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	:	"ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS- TINGO,CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	:	C1
SOLICITANTES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO,CHACHAPOYAS

DESCRIPCION	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE g	35.8	35.81	35.81
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	80.3	80.35	80.34
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g	76.2	76.35	76.15
PESO DEL AGUA g	4.1	4	4.19
PESO DE MUESTRA SECA g	40.4	40.54	40.34
HUMEDAD (%)	10.15	9.87	10.39
HUMEDAD PROMEDIO (%)	10.13		

Observaciones
 Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
 Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
 Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

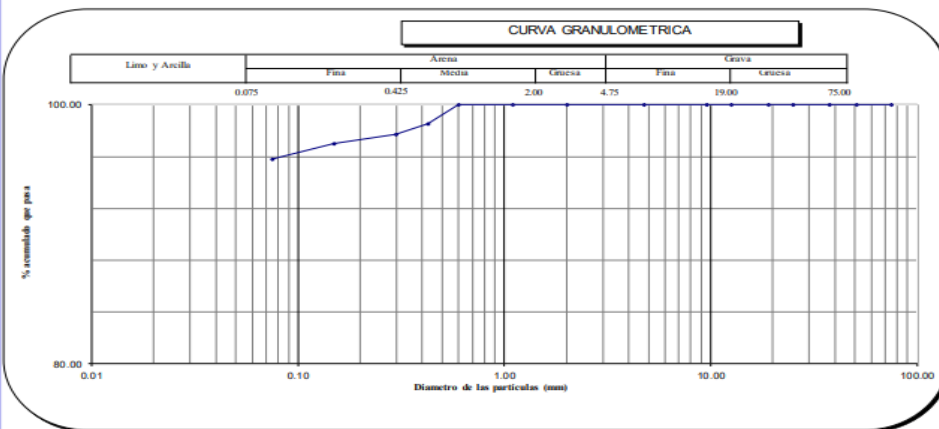
☎ Telf: 955476698

Anexo 16. Análisis granulométrico por tamizado C1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO	: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS-TINGO, CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	: C1
SOLICITANTES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: TINGO, CHACHAPOYAS

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 10.13 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) ✓ Arena (%) ✓ 4.2 Finos (%) ✓ 95.8 D30 D60 D10 Cu Cc LIMITES DE CONSISTENCIA LL 32.5 LP 15.2 IP 17.2 CLASIFICACION DE SUELOS SUCS CL AASTHO A-6 Suelo arcilloso
2"	50.800				100.00	
1 1/2"	37.500				100.00	
1"	25.000				100.00	
3/4"	19.000				100.00	
1/2"	12.500				100.00	
3/8"	9.500				100.00	
N°4	4.750				100.00	
N°10	2.000				100.00	
N°16	1.100				100.00	
N°30	0.600				100.00	
N°40	0.425	3.1	1.5	1.5	98.5	
N°50	0.297	1.7	0.8	2.3	97.7	
N°100	0.149	1.4	0.7	3.0	97.0	
N°200	0.075	2.6	1.2	4.2	95.8	
< N°200	Fondo	200.9	95.8	100.0		
Total		209.8	100.0			



Observaciones
 Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
 Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
 Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.


 ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 ZIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo 17. Determinación de los límites de consistencia C1



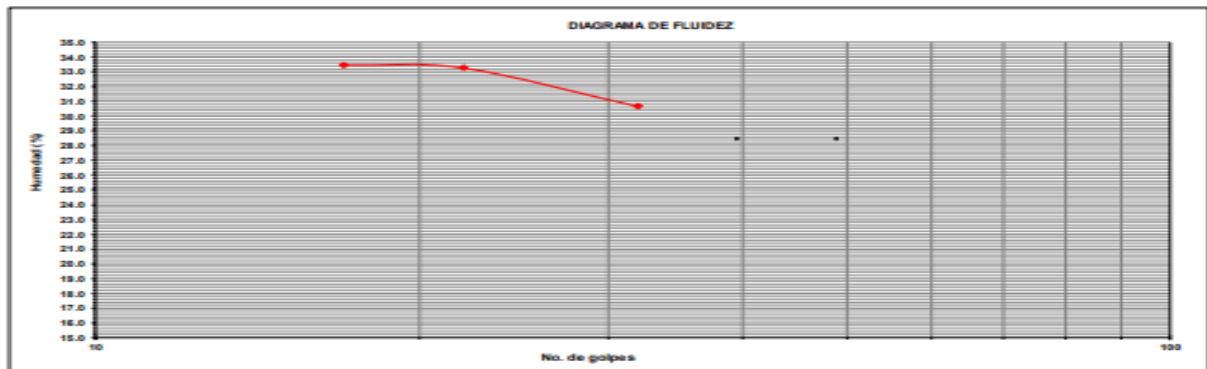
GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129**

PROYECTO	:	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS-TINGO, CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	:	C1
SOLICITANTES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	83.35	81.57	1.78	76.25	5.32	33.5	17
2	82.14	80.67	1.47	76.25	4.42	33.3	22
3	81.28	80.1	1.18	76.25	3.85	30.6	32
LÍMITE PLÁSTICO							
1	45.35	44.09	1.26	35.55	8.54	14.8	
2	63.75	59.29	4.46	35.55	23.74	18.8	
3	57.75	55.35	2.4	35.55	19.8	12.1	

<i>Límite líquido</i>	32.5
<i>Límite plástico</i>	15.2
<i>Índice de plasticidad</i>	17.2



Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

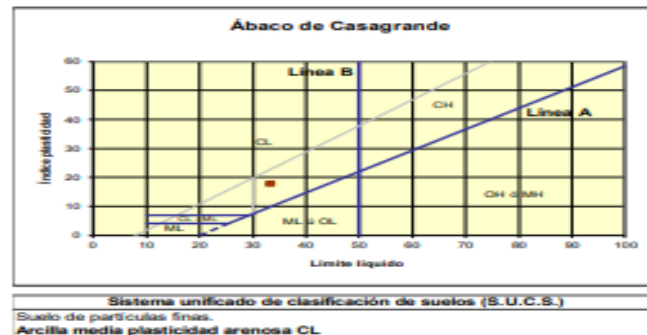
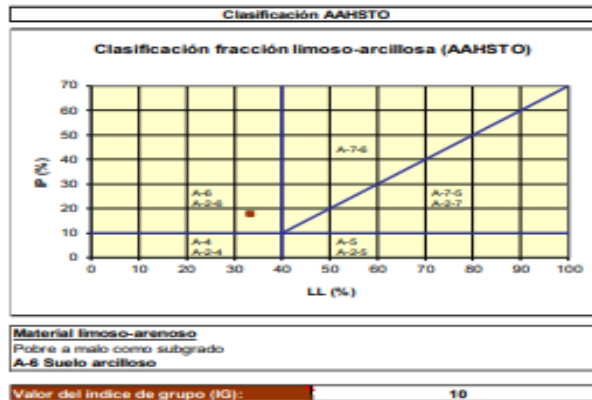

ing. Jorge Borrero Villaverde
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 18. Clasificación de suelos C1



CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS-TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	:	C1
SOLICITANTES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS



Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

Jov
Ing. Jorge Barantes Villaverde
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 19. Contenido de humedad C2



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	: "ANALISIS COMPARATIVO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS-TINGO, CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	: C2
SOLICITANTES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: TINGO, CHACHAPOYAS

DESCRIPCION	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE g	35.9	35.8	35.9
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	95.3	95.25	95.2
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g	89.43	89.55	89.52
PESO DEL AGUA g	5.87	5.7	5.68
PESO DE MUESTRA SECA g	53.53	53.75	53.62
HUMEDAD (%)	10.97	10.60	10.59
HUMEDAD PROMEDIO (%)	10.72		

Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.


Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

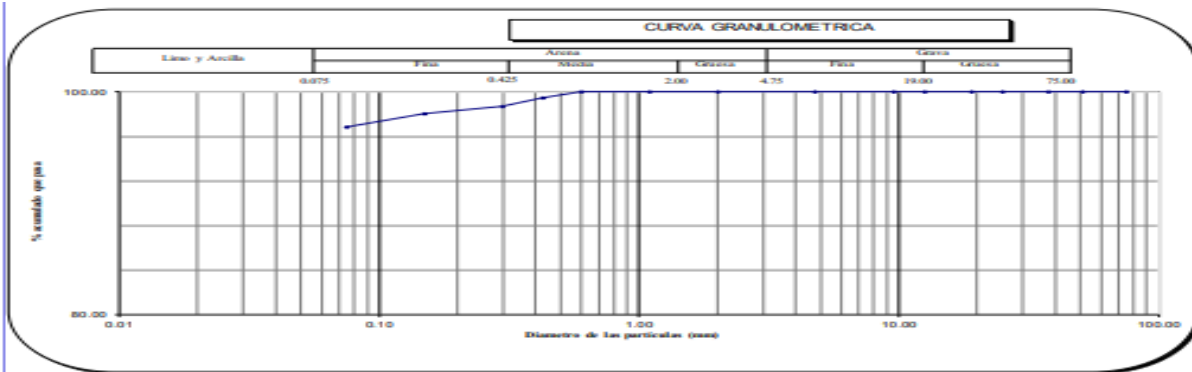
Anexo 20. Análisis granulométrico por tamizado C2



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

PROYECTO	:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS- TINGO, CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	:	C2
SOLICITANTES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

MALLA SOBRE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 329.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 10.72 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) 3.1 Arena (%) 96.9 Finos(%) D30 D60 D10 Cu Cc LIMITES DE CONSISTENCIA LL 31.5 LP 14.7 IP 16.8 CLASIFICACION DE SUELOS SUCS CL AASTHO A-6 Suelo arcilloso
2"	50.800				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500				100.0	
N°4	4.750				100.0	
N°10	2.000				100.0	
N°16	1.100				100.0	
N°30	0.600				100.0	
N°40	0.425	1.1	0.5	0.5	99.5	
N°50	0.297	1.7	0.8	1.3	98.7	
N°100	0.149	1.4	0.7	1.9	98.1	
N°200	0.075	2.6	1.2	3.1	96.9	
< N°200	Fondo	210.9	96.9	100.0		
Total		217.8	100.0			



Observaciones
 Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
 Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
 Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

Jov
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo 21. Determinación de los límites de consistencia C2



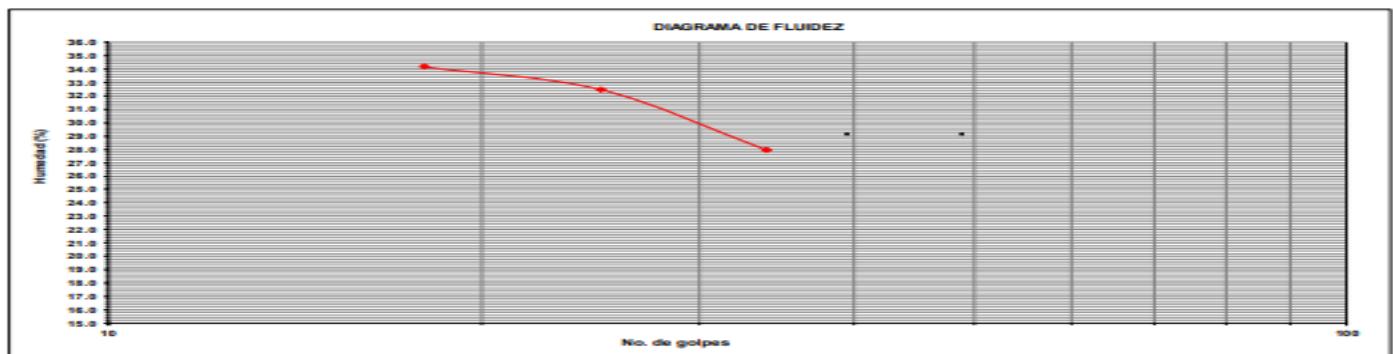
GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129**

PROYECTO	:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS-TINGO, CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	:	C2
SOLICITANTES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

CRISTAL No.	W ₅ + CRISTAL (gr)	W ₂ + CRISTAL (gr)	W AGUA (gr)	W CRISTAL (gr)	W _s (gr)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	93.35	89.02	4.33	76.35	12.67	34.2	18
2	92.14	88.27	3.87	76.35	11.92	32.5	25
3	89.99	87.01	2.98	76.35	10.66	28.0	34
LÍMITE PLÁSTICO							
1	48.35	46.91	1.44	35.75	11.16	12.9	
2	55.75	53.09	2.66	35.75	17.34	15.3	
3	55.75	53.01	2.74	35.75	17.26	15.9	

<i>Limite liquido</i>	31.5
<i>Limite plastico</i>	14.7
<i>Indice de plasticidad</i>	16.8



Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

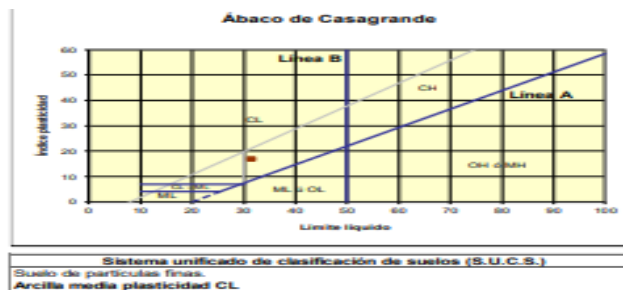
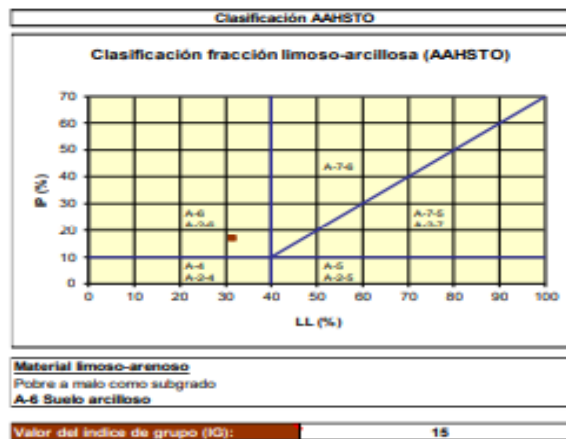
Jorge Barrantes Villanueva
ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
C.R.P. N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 22. Clasificación de suelos C2



CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS-TINGO, CHACHAPOYAS 2022	.	.
MUESTRA	:	C2	.	.
SOLICITANTES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN	.	.
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS	.	.



Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

Jorge
Ing. Jorge Bamantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CZIP N° 157384
GRUPO IMG

Anexo 23. Contenido de humedad C3



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	: "ANALISIS COMPARATIVO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS-TINGO, CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	: C3
SOLICITANTES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: TINGO, CHACHAPOYAS

DESCRIPCION	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE g	35.9	35.8	35.8
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	89.9	89.95	89.96
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g	84.82	84.71	85.53
PESO DEL AGUA g	5.08	5.24	4.43
PESO DE MUESTRA SECA g	48.92	48.91	49.73
HUMEDAD (%)	10.38	10.71	8.91
HUMEDAD PROMEDIO (%)	10.00		

Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.


ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

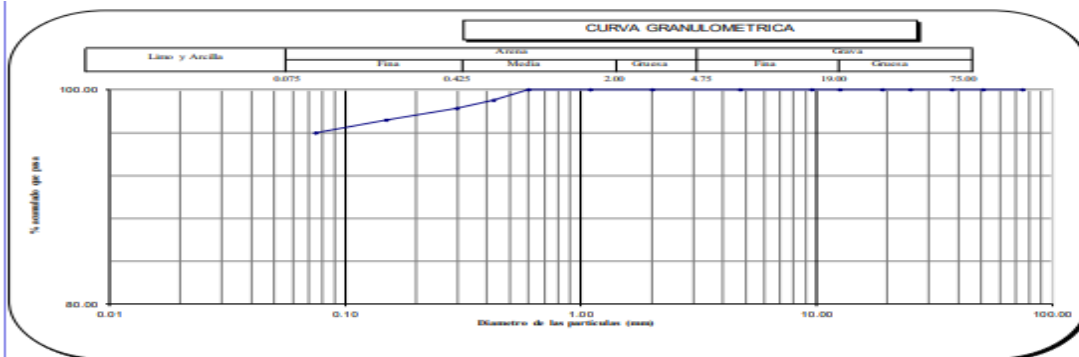
Anexo 24. Análisis granulométrico por tamizado C3



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO	:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS- TINGO, CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	:	C3
SOLICITANTES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 10.00 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) 4.0 Arena (%) 96.0 Finos (%) D30 D60 D10 Cu Cc LIMITES DE CONSISTENCIA LL 33.4 LP 15.8 IP 17.7 CLASIFICACION DE SUELOS SUCS CL AASTHO A-6 Suelo arcilloso
2"	50.800				100.00	
1 1/2"	37.500				100.00	
1"	25.000				100.00	
3/4"	19.000				100.00	
1/2"	12.500				100.00	
3/8"	9.500				100.00	
N°4	4.750				100.00	
N°10	2.000				100.00	
N°18	1.100				100.00	
N°30	0.600				100.00	
N°40	0.425	2.1	1.0	1.0	99.0	
N°50	0.297	1.7	0.8	1.7	98.3	
N°100	0.149	2.4	1.1	2.8	97.2	
N°200	0.075	2.6	1.2	4.0	96.0	
< N°200	Fondo	210.9	96.0	100.0		
Total		219.8	100.0			



Observaciones
 Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
 Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
 Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

JMV
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 ZIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo 25. Determinación de los límites de consistencia



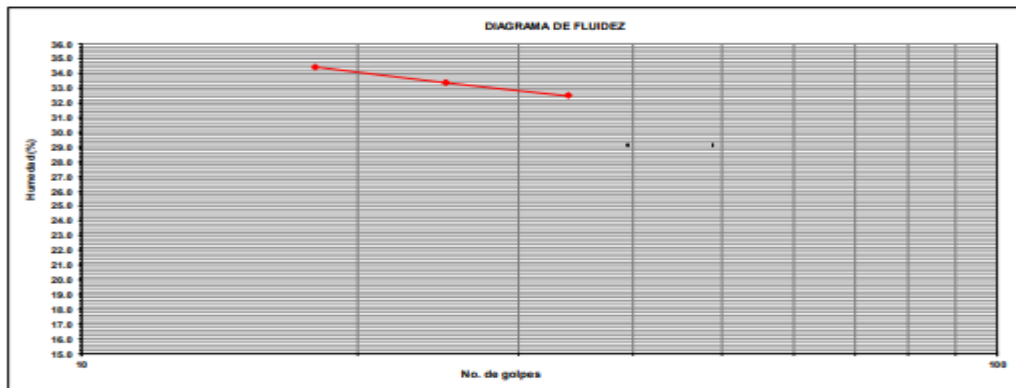
GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129**

PROYECTO	:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS-TINGO, CHACHAPOYAS 2022"
MUESTRA	:	C3
SOLICITANTES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grn)	W _x + CRISTAL (grn)	W AGUA (grn)	W CRISTAL (grn)	W _x (grn)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	79.35	76.02	3.33	66.35	9.67	34.4	18
2	76.54	73.99	2.55	66.35	7.64	33.4	25
3	78.99	75.89	3.1	66.35	9.54	32.5	34
LÍMITE PLÁSTICO							
1	48.35	46.91	1.44	35.65	11.26	12.8	
2	56.35	53.09	3.26	35.65	17.44	18.7	
3	55.75	53.01	2.74	35.65	17.36	15.8	

Limite liquido	33.4
Limite plastico	15.8
Indice de plasticidad	17.7



Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

Jorge Barantes Villarreal
ing. Jorge Barantes Villarreal
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

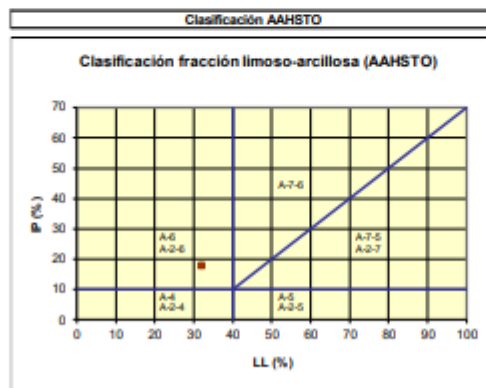
Anexo 26. Clasificación de suelos



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

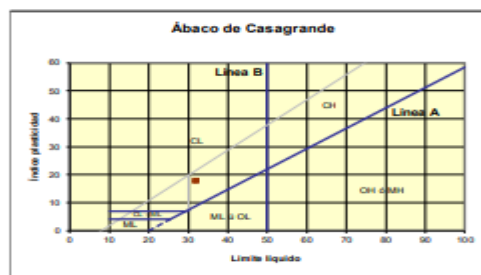
CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	: ANALISIS COMPARATIVO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS- TINGO, CHACHAPOYAS 2022		
MUESTRA	: C3		
SOLICITANTES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ	.	.
	: CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN	.	.
UBICACIÓN	: TINGO, CHACHAPOYAS		



Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-6 Suelo arcilloso

Valor del índice de grupo (IG): 10



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas.
Arcilla media plasticidad arenosa CL.

Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 ZIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo 27. Ensayo de absorción de la madera



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

ENSAYO DE ABSORCION DE LA MADERA
NORMA TECNICA E.010

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE : LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
CARLOS JESÚS SANTILLAN HUIVIN
MUESTRA : MADERA SHUNGO
UBICACIÓN : TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	Peso Muestra		ABSORCION (g)	ABSORCION PROMEDIO (%)
	Seca D (g)	Saturada M (g)		
A	16.68	23.83	0.43	42
B	14.75	21.78	0.48	
C	15.44	21.09	0.37	



ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
C.I.P. N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 28. Ensayo de contracción de la madera



ENSAYO DE CONTRACCIÓN DE MADERA
NORMA TECNICA E.010

PROYECTO: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE: ILISE ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
CARLOS JESÚS SANTILLÁN HUIVIN
MUESTRA: MADERA SHUNGO SECA
UBICACIÓN: TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	DIAMETRO I	DIAMETRO F	CONTRACCION DIAMETRO	ALTURA I	ALTURA F	CONTRACCION ALTURA
	mm	mm	%	mm	mm	%
A	26.3	26.1	0.76	50.5	50.3	0.4
B	26.9	26.6	1.12	50.2	50.2	0
C	26.6	26.2	1.5	51	50.6	0.78
	PROMEDIO		1.13	PROMEDIO		0.39



Ing. Jorge Damas Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 29. Ensayo de contracción de la madera



ENSAYO DE CONTRACCIÓN DE MADERA
NORMA TECNICA E.010

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS -
TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
CARLOS JESÚS SANTILLAN HUIVIN
MUESTRA: MADERA SHUNGO SATURADA
UBICACIÓN : TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	DIAMETRO I mm	DIAMETRO F mm	CONTRACCION DIAMETRO %	ALTURA I mm	ALTURA F mm	CONTRACCION ALTURA %
A	26.2	25.7	1.91	50.3	50	0.6
B	26.4	26.2	0.76	50.4	50.1	0.6
C	26.3	26	1.14	50.3	50.2	0.2
PROMEDIO			1.27	PROMEDIO		0.46



Ing. Jorge Bustamante Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

📞 Telf: 955476698

Anexo 30. Ensayo de densidad de la madera



ENSAYO DE DENSIDAD DE LA MADERA
NORMA TECNICA E.010

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
CARLOS JESÚS SANTILLAN HUIVIN
MUESTRA : MADERA SHUNGO SECA
UBICACIÓN : TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	Peso	Dimensiones		Volumen (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)	DENSIDAD PROMEDIO (g/cm ³)
	Inicial (grs)	Radio (cm)	Altura (cm)			
A	14.37	1.313	5.03	27.24	0.53	
B	13.66	1.313	5	27.08	0.5	0.51
C	13.05	1.283	5.05	26.12	0.5	



Ing. Jorge Santillán Huivín
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMC

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 31. Ensayo de densidad de la madera



ENSAYO DE DENSIDAD DE LA MADERA
NORMA TECNICA E.010

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE : LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
 CARLOS JESÚS SANTILLAN HUIVIN
MUESTRA : MADERA SHUNGO SATURADA
UBICACIÓN : TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	Peso Inicial (grs)	Dimensiones		Volumen (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)	DENSIDAD PROMEDIO (g/cm ³)
		Radio (cm)	Altura (cm)			
A	16.72	1.32	5	27.37	0.61	0.60
B	16.86	1.33	5.03	27.95	0.6	
C	16.39	1.32	5.05	27.64	0.59	



Ing. Jorge Bernabes Villacuri
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 32. Ensayo de resistencia de compresión a la madera



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MADERA NORMA TECNICA E.010

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
CARLOS JESÚS SANTILLAN HUIVIN
MUESTRA : MADERA SHUNGO SATURADA
UBICACIÓN : TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	ANCHO mm	DIAMETRO mm	AREA mm ²	CARGA N	RESISTENCIA Mpa
A	50.6	26.1	1320.66	18580	14.07
B	50.4	26.7	1345.68	21100	15.68
C	50.6	26.8	1356.08	20600	15.19
PROMEDIO					14.98



Ing. Jorge Bustos Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 33. Ensayo de resistencia a la compersión de la madera



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MADERA
NORMA TECNICA E.010

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
CARLOS JESÚS SANTILLAN HUVIN
MUESTRA : MADERA SHUNGO SECA
UBICACIÓN : TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	ANCHO mm	DIAMETRO mm	AREA mm ²	CARGA N	RESISTENCIA Mpa
A	50.2	26	1305.2	32260	24.72
B	50.4	26.6	1340.64	31580	23.56
C	50.4	26.8	1350.72	32200	23.84
PROMEDIO					24.04



Ing. Jorge Barmasse Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

📞 Telf: 955476698

Anexo 34. Ensayo de resistencia a la flexión de la madera



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA
NORMA TECNICA E.010

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
CARLOS JESÚS SANTILLAN HUIVIN
MUESTRA : MADERA SHUNGO SECA
UBICACIÓN : TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA N	RESISTENCIA Mpa
A	19.4	10.2	70	197.88	1860	96.76
B	19.2	10.4	70	199.68	2160	109.21
C	19.5	10.2	70	198.9	1660	85.91
PROMEDIO						97.3



Ing. Jorge Bustos Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo
e-mail: grupoimg10@gmail.com
Telf: 955476698

Anexo 35. Ensayo de resistencia a la flexión de la madera



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA
NORMA TECNICA E.010

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS, 2022"
SOLICITANTE LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ
CARLOS JESÚS SANTILLÁN HUIVIN
MUESTRA : MADERA SHUNGO SATURADA
UBICACIÓN : TINGO - CHACHAPOYAS

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA N	RESISTENCIA Mpa
A	19.8	10.5	70	207.9	1490	71.67
B	19.9	10.4	70	206.96	1810	88.3
C	19.8	10.5	70	207.9	1460	70.23
PROMEDIO						76.73



Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 36. Ensayo Proctor modificado C1



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO	: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS- TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C1+VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: TINGO, CHACHAPOYAS

Volumen molde: 940.41 cm³
Peso molde: 3560 g

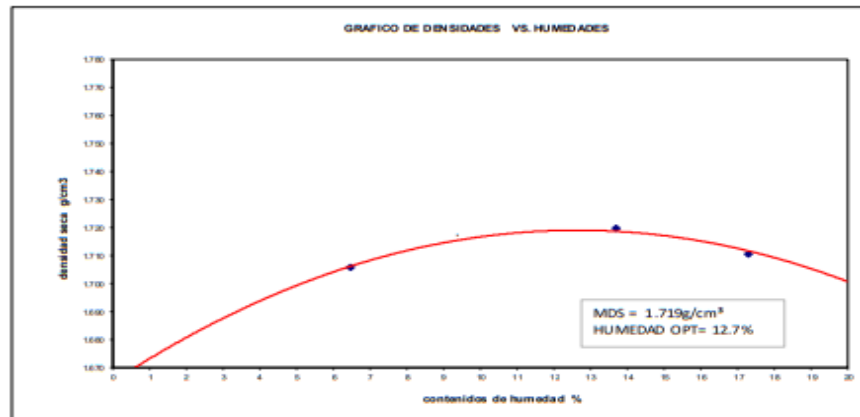
de capas: 5
Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g 5 137.93	5209.04	5398.90	5446.91	5495.59
Peso del suelo húmedo	g 1 577.93	1709.04	1838.90	1890.91	1935.59
Humedad calculada	% 0.91	6.48	13.70	17.29	20.60
Densidad Húmeda	g/cm ³ 1.679	1.816	1.955	2.030	2.049
Densidad seca	g/cm ³ 1.699	1.706	1.720	1.711	1.696

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Peso + suelo húmedo	g 139.98	133.99	143.77	135.98	135.95
Peso + suelo seco	g 139.65	133.56	140.87	130.49	125.28
Peso del recipiente	g 58.74	62.35	74.89	66.38	64.12
Peso del suelo o seco	g 80.91	71.21	65.98	64.11	61.16
Peso del agua	g 0.33	0.43	2.90	5.49	10.37
Contenido de Humedad	% 0.41	0.60	4.40	8.56	16.96
Humedad promedio	% 0.91	6.48	13.70	17.29	20.60



JMV
Ing. Jorge Martínez Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
SCP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

📞 Telf: 955476698

Anexo 37. Ensayo Proctor modificado C1 + 3% viruta de madera



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO	:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	:	C1 + 3% VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

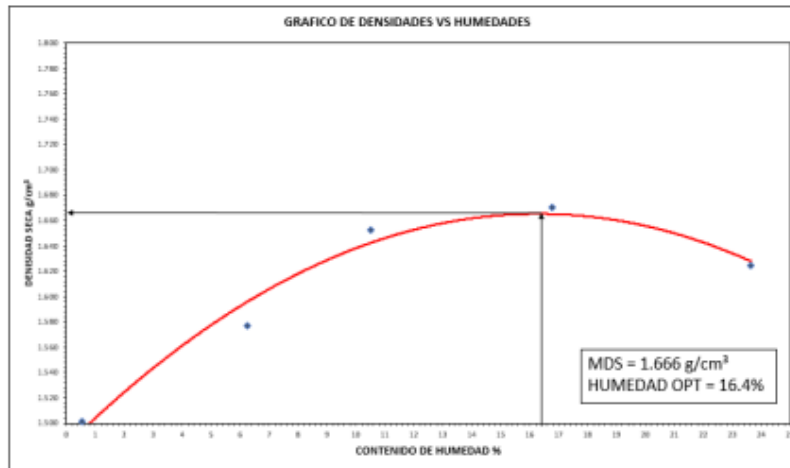
Volumen del molde:	940.41 cm ³	# de capas:	5
Peso del molde:	3500 g	Golpes por capa:	25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g 4356.55	5104.88	5166.91	5216.36	5232.81
Peso del suelo húmedo	g 1425.1	1544.88	1606.91	1658.36	1672.81
Humedad calculada	% 0.55	6.26	10.51	16.79	23.63
Densidad Húmeda	g/cm ³ 1.518	1.643	1.705	1.763	1.779
Densidad seca	g/cm ³ 1.502	1.577	1.652	1.670	1.625

CONTENIDOS DE HUMEDAD

Muestra #	1	2	3	4	5					
Recipiente #										
Peso + suelo húmedo	g 128.97	138.92	136.86	145.26	138.12	134.84	129.2	142.55	139.75	138.77
Peso + suelo seco	g 128.5	138.59	133.06	140.81	130.41	128.75	119.31	132.75	125.88	122.4
Peso del recipiente	g 58.74	62.35	74.89	66.30	64.12	63.87	71.46	56.05	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g 69.76	76.24	58.17	74.51	66.29	64.60	47.85	75.30	67.92	59.03
Peso del agua	g 0.47	0.33	3.80	4.45	7.71	6.09	5.69	5.80	13.27	16.37
Contenido de humedad	% 0.67	0.43	6.53	5.98	11.63	9.39	20.67	12.91	19.54	27.73
Humedad promedio	% 0.55		6.26		10.51		16.79		23.63	



Jorge
Ing. Jorge Donaires Villanuro
INGENIERO EN GEOTECNIA
C.O.P.E. Nº 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 38. Ensayo Proctor modificado C1 + 4% viruta de madera



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO	:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	:	C3 + 4% VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACION	:	TINGO, CHACHAPOYAS

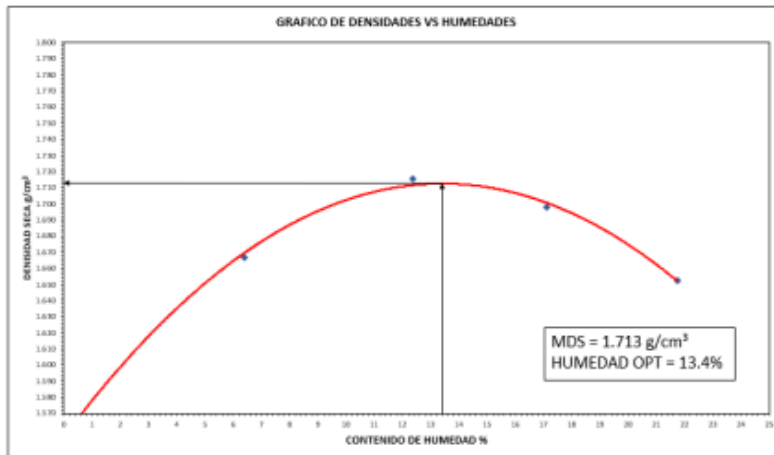
Volumen del molde:	940.41 cm ³	# de capas:	5
Peso del molde:	3560 g	Golpes por capa:	25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5	
Peso del molde + suelo húmedo	g	5091.44	5199.46	5295.41	5371.05	5404.12
Peso del suelo húmedo	g	1531.44	1639.46	1735.41	1811.05	1844.12
Humedad calculada	%	0.53	6.41	12.37	17.11	21.73
Densidad Humeda	g/cm ³	1.628	1.743	1.945	1.927	1.961
Densidad seca	g/cm ³	1.569	1.667	1.716	1.698	1.653

CONTENIDOS DE HUMEDAD

Muestra #	1	2	3	4	5						
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	128.87	138.92	139.86	145.26	140.52	137.84	137.63	143.21	137.95	139.77
Rec + suelo seco	g	128.4	138.62	135.8	140.69	132.41	129.41	126.52	132.55	123.54	125.63
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.36	63.37
Peso del suelo seco	g	69.66	76.27	60.91	74.31	68.29	65.54	55.06	75.70	65.58	62.26
Peso del agua	g	0.47	0.30	4.06	4.57	6.11	6.43	11.09	10.66	10.61	14.14
Contenido de humedad	%	0.67	0.39	6.67	6.15	11.66	12.86	20.16	14.00	20.75	22.71
Humedad promedio	%	0.53		6.41		12.37		17.11		21.73	



[Firma]
Ing. Jorge Hernández Villanueva
Ingeniero en Geotecnia
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

📞 Telf: 955476698

Anexo 39. Ensayo Proctor modificado C1 + 5% viruta de madera



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO	1	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	1	C1 + 5% VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	1	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	1	TINGO, CHACHAPOYAS

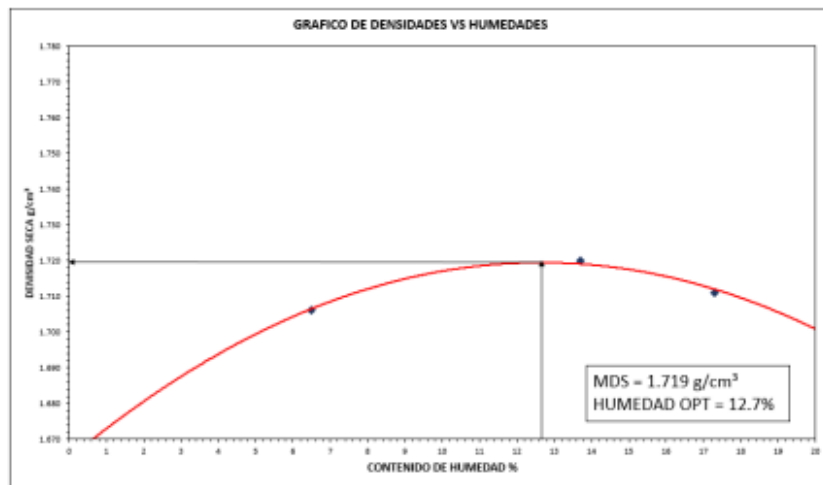
Volumen del molde	940.43	cm ³	# de capas:	5
Peso del molde	3560	g	Golpes por capa:	25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5	
Peso del molde + suelo húmedo	g	5137.83	5268.04	5298.0	5446.83	5485.58
Peso del suelo húmedo	g	1577.93	1708.04	1838.0	1886.83	1925.58
Humedad calculada	%	0.51	6.48	15.70	17.29	20.60
Densidad húmeda	g/cm ³	1.678	1.818	1.955	2.008	2.048
Densidad seca	g/cm ³	1.689	1.706	1.720	1.713	1.698

CONTENIDOS DE HUMEDAD

Muestra #	1	2	3	4	5						
Recipiente#											
Rec = suelo húmedo	g	139.88	133.99	143.77	135.88	133.07	141.37	125.19	128.04	131.47	
Rec = suelo seco	g	139.65	133.56	140.87	130.40	125.28	126.43	131.09	114.24	114.96	120.0
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.58	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.57
Peso del suelo seco	g	80.91	71.21	65.98	64.11	61.18	62.56	60.53	57.39	57.02	57.55
Peso del agua	g	0.55	0.45	2.90	5.49	10.57	8.54	9.38	10.95	13.06	10.52
Contenido de humedad	%	0.41	0.60	4.40	8.58	16.98	10.45	15.50	19.08	22.90	18.29
Humedad promedio	%	0.51		6.48		15.70		17.29		20.60	



[Firma]
Ing. Jorge Morales Villacorta
RESPONSABLE TÉCNICO
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 40. Ensayo Proctor modificado C2 + 3% viruta de madera



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTOT-180/MTC E-115)

PROYECTO	:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	:	C2 + 3% VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACION	:	TINGO, CHACHAPOYAS

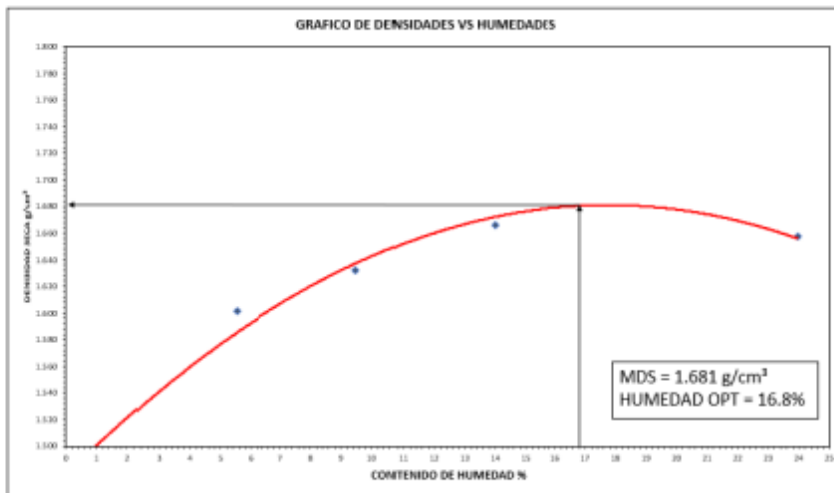
Volumen del molde:	340.41	cm ³	#de capas:	5
Peso del molde:	3560	g	Golpes por capa:	25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5	
Peso del molde + suelo húmedo	4366.66	5128.11	5166.91	5291.72	5343.12	
Peso del suelo húmedo	1425.1	1588.11	1606.91	1731.72	1785.12	
Humedad calculada	%	0.55	5.56	9.46	13.96	23.96
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.515	1.667	1.709	1.841	1.902
Densidad seca	g/cm ³	1.484	1.602	1.632	1.686	1.650

CONTENIDOS DE HUMEDAD

Muestra #	1	2	3	4	5						
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	128.57	138.92	136.86	145.26	138.12	134.84	129.2	142.55	141.15	140.77
Rec + suelo seco	g	68.51	138.59	132.38	141.51	132.31	128.75	124.01	129.43	127.88	123.4
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	39.77	76.24	58.09	75.53	68.19	64.28	52.55	72.58	69.92	60.03
Peso del agua	g	0.46	0.33	3.00	3.35	5.01	6.69	5.19	13.12	13.27	17.37
Contenido de humedad	%	0.86	0.43	6.68	4.44	8.52	10.41	9.89	18.08	18.98	28.94
Humedad promedio	%	0.55		5.56		9.46		13.96		23.96	



[Firma]
Ing. Jorge Enrique Donaires Rodríguez
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 107884
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 41. Ensayo Proctor modificado C2 + 4% viruta de madera



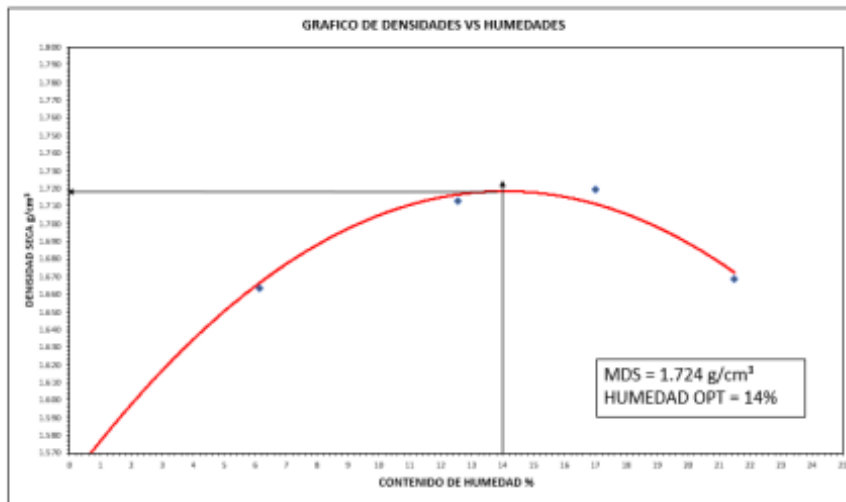
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO (NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO	:	ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	:	C2 + 4% VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

Volumen del molde:	940.41 cm ³	# de capas:	5
Peso del molde:	3560 g	Golpes por capa:	25

DATOS PARA LA CURVA						
Muestra #	1	2	3	4	5	
Peso del molde + suelo húmedo	g	5091.61	5196.46	5292.88	5411.85	5419.12
Peso del suelo húmedo	g	1531.61	1636.46	1732.88	1851.85	1859.12
Humedad calculada	%	0.55	6.12	12.53	17.00	21.90
Densidad húmeda	g/cm ³	1.623	1.740	1.643	1.963	1.977
Densidad seca	g/cm ³	1.569	1.664	1.713	1.719	1.665

CONTENIDOS DE HUMEDAD											
Muestra #	1	2	3	4	5						
Recipiente #											
Peso + suelo húmedo	g	128.87	138.62	139.86	145.26	140.52	137.84	137.61	143.21	137.05	139.57
Peso + suelo seco	g	128.39	138.31	135.15	141.92	132.21	129.41	126.62	132.55	123.54	125.63
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.09	66.30	64.12	63.67	71.46	56.85	57.36	63.37
Peso del suelo seco	g	69.65	75.96	60.26	75.54	68.09	65.54	55.16	75.70	65.58	62.26
Peso del agua	g	0.48	0.31	4.71	3.34	8.31	8.43	10.99	10.66	13.51	13.94
Contenido de humedad	%	0.69	0.41	7.82	4.42	12.20	12.86	19.92	14.08	20.60	22.39
Humedad promedio	%	0.55	6.12	12.53	17.00	21.90					



[Signature]
 Ing. Jorge Domínguez Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP Nº 107384
 GRUPO IMG

Anexo 42. Ensayo Proctor modificado C2 + 5% viruta de madera



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO	:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	:	C2 + 5% VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACION	:	TINGO, CHACHAPOYAS

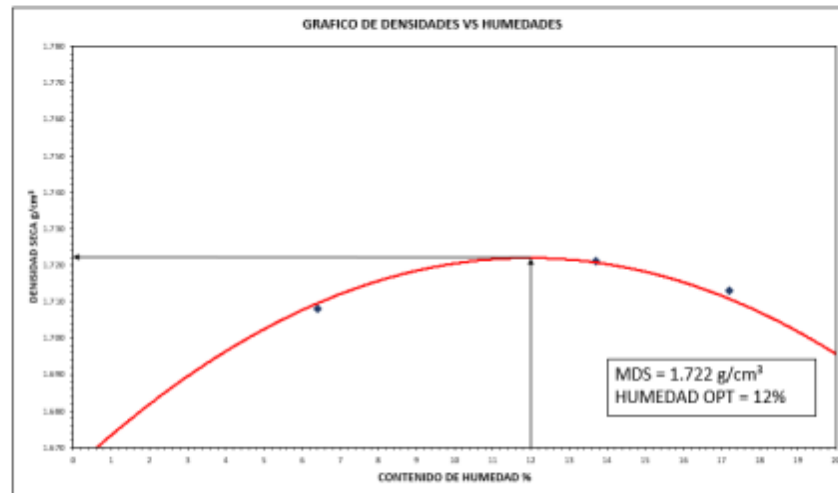
Volumen del molde	340.41 cm ³	# de capas	5
Peso del molde	3560 g	Golpes por capa	25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	5136.33	5269.04	5399.9	5447.81	5473.58
Peso del suelo húmedo	1576.93	1709.04	1839.9	1887.81	1913.58
Humedad calculada	0.44	6.42	13.70	17.16	20.16
Densidad Húmeda	1.677	1.877	1.956	2.007	2.035
Densidad seca	1.665	1.708	1.721	1.753	1.693

CONTENIDOS DE HUMEDAD

Muestra #	1	2	3	4	5					
Recipiente #										
Pec + suelo húmedo	133.88	133.39	143.69	135.98	135.65	132.97	141.37	125.19	128.01	131.902
Pec + suelo seco	133.65	133.56	140.87	130.43	125.28	126.43	131.99	114.34	116.01	119.38
Peso del recipiente	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.07	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	80.31	71.21	65.98	64.11	61.16	62.56	60.53	57.49	58.05	56.61
Peso del agua	0.23	0.43	2.82	5.45	10.37	6.54	3.38	10.85	12.00	11.12
Contenido de humedad	0.28	0.60	4.27	8.56	16.96	10.45	15.50	18.87	20.67	19.65
Humedad promedio	0.44	6.42	13.70	17.16	20.16					



[Signature]
Ing. Jorge Estuardo Villanueva
REGISTRADO EN EL REGISTRO NACIONAL
N.º 107084
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

📞 Telf: 955476698

Anexo 44. Ensayo Proctor modificado C3 + 4% viruta de madera



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO	:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS- TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	:	C3 + 4% VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

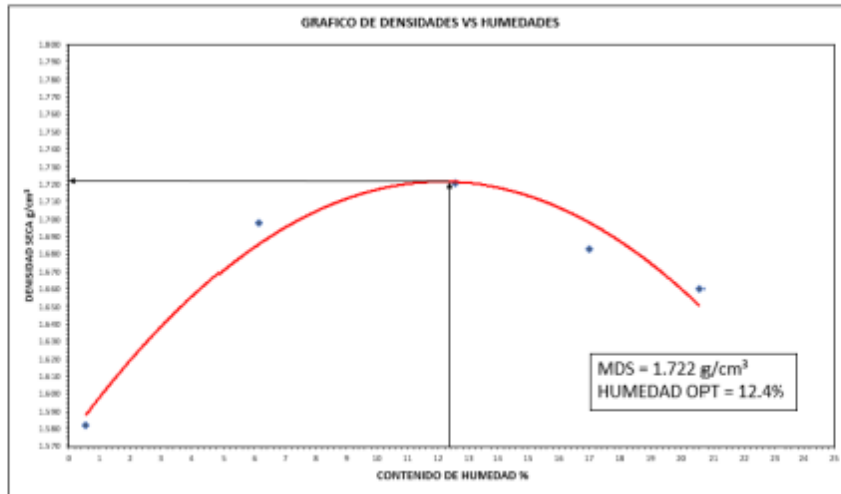
Volumen del molde:	340.41 cm ³	# de capas:	5
Peso del molde:	3500 g	Golpes por capa:	25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g 5093.61	5192.46	5333.88	5402.85	5451.12
Peso del suelo húmedo	g 1533.61	1532.46	1773.88	1642.85	1691.12
Humedad calculada	% 0.55	8.12	12.63	17.00	20.59
Densidad Húmeda	g/cm ³ 1.631	1.736	1.686	1.960	2.011
Densidad seca	g/cm ³ 1.592	1.690	1.721	1.663	1.660

CONTENIDOS DE HUMEDAD

Muestra #	1	2	3	4	5					
Recipiente #										
Rec + suelo húmedo	g 128.87	138.62	139.86	145.26	140.52	137.84	137.61	143.21	137.05	139.57
Rec + suelo seco	g 128.39	138.31	135.15	141.92	132.21	129.41	126.62	132.55	124.54	125.63
Peso del recipiente	g 58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g 69.65	75.96	60.26	75.54	68.09	65.54	55.16	75.70	66.58	62.26
Peso del agua	g 0.48	0.31	4.71	3.34	8.31	8.43	10.99	10.66	12.51	13.34
Contenido de humedad	% 0.69	0.41	7.82	4.42	12.20	12.86	19.52	14.08	18.75	22.39
Humedad promedio	% 0.55		8.12		12.53		17.00		20.59	



[Firma]
Ing. Jorge Donaires Villanueva
REGISTRADO EN EL C.O.T.
C.O.P. N° 107384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

📞 Telf: 955476698

Anexo 45. Ensayo Proctor modificado C3 + 5% viruta de madera



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MITC E-115)

PROYECTO	:	ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS- TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	:	C3 + 5% VIRUTA DE MADERA
RESPONSABLES	:	LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	:	TINGO, CHACHAPOYAS

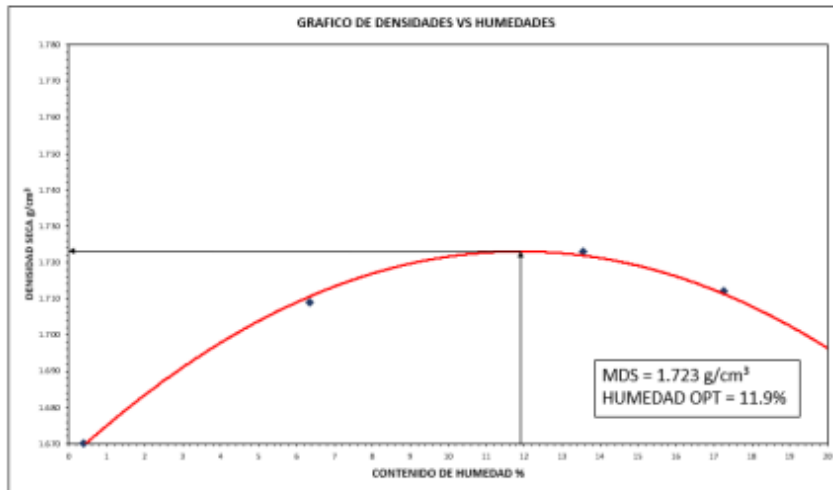
Volumen del molde	360.41	cm ³	# de capas:	5
Peso del molde	3560	g	Golpes por capa:	25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5	
Peso del molde + suelo húmedo	g	5136.33	5263.04	5339.9	5447.01	5473.58
Peso del suelo húmedo	g	1576.93	1709.04	1839.9	1897.01	1913.58
Humedad calculada	%	0.38	8.34	13.54	17.27	20.05
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.877	1.817	1.956	2.007	2.035
Densidad seca	g/cm ³	1.670	1.709	1.723	1.712	1.695

CONTENIDOS DE HUMEDAD

Muestra #	1	2	3	4	5						
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	139.78	133.99	143.59	135.98	135.65	132.77	141.37	125.29	126.01	131.12
Rec + suelo seco	g	139.65	133.56	140.07	130.49	125.28	126.43	131.99	114.34	115.48	118.99
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.09	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	80.91	71.21	65.98	64.11	61.16	62.56	60.53	57.49	57.52	55.62
Peso del agua	g	0.13	0.43	2.72	5.49	10.37	6.34	9.38	10.95	10.53	12.18
Contenido de humedad	%	0.16	0.60	4.12	8.56	16.96	10.13	15.50	19.05	18.31	21.81
Humedad promedio	%	0.38		6.34		13.54		17.27		20.05	



[Firma]
Ing. Jorge Acosta Villaneta
REGISTRADO EN EL C.O.P.E. Nº 10708
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 46. Ensayo CBR C1



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C1
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

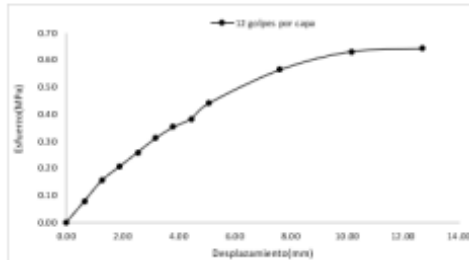
Muestra #	1	2	3
N de golpes	12	25	56
Peso del molde [g]	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo [g]	10975	11091	11237
Peso suelo húmedo [g]	3042	3164	3316
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda [g/cm ³]	1.43	1.49	1.56
Densidad seca [g/cm³]	1.36	1.41	1.48
Contenido de humedad [%]	5.61	5.39	5.59

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Peso + suelo húmedo g	99.56	91.44	98.55
Peso + suelo seco g	98.56	90.25	89.25
Peso del recipiente g	88.74	69.00	63.51
Peso del suelo seco g	17.82	21.25	25.74
Peso del agua g	1	1.19	1.3
Contenido de Humedad %	5.61	5.60	5.12
Humedad promedio %	5.61	5.39	5.59

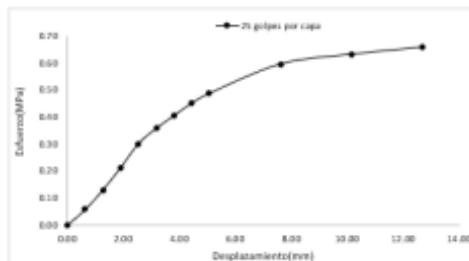
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.3	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.4	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.5	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.6	0.001932	0.31
0.150	3.81	0.68	0.001932	0.35
0.175	4.45	0.74	0.001932	0.38
0.200	5.08	0.85	0.001932	0.44
0.300	7.62	1.09	0.001932	0.56
0.400	10.16	1.22	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.24	0.001932	0.64



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.25	0.001932	0.13
0.075	1.91	0.41	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.58	0.001932	0.30
0.125	3.18	0.69	0.001932	0.36
0.150	3.81	0.78	0.001932	0.40
0.175	4.45	0.87	0.001932	0.45
0.200	5.08	0.94	0.001932	0.49
0.300	7.62	1.15	0.001932	0.60
0.400	10.16	1.22	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.27	0.001932	0.66



Jorge Donaires Villaverde
Ing. Jorge Donaires Villaverde
REG. PROFESIONANTE LEGAL
SIP Nº 157784
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

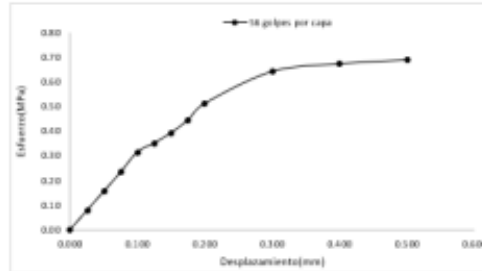
@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

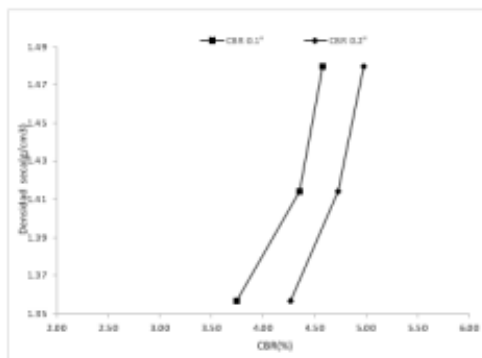


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.3	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.45	0.001932	0.23
0.100	2.54	0.61	0.001932	0.32
0.125	3.18	0.68	0.001932	0.35
0.150	3.81	0.76	0.001932	0.39
0.175	4.45	0.86	0.001932	0.45
0.200	5.08	0.98	0.001932	0.51
0.300	7.62	1.24	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.3	0.001932	0.67
0.500	12.70	1.33	0.001932	0.69



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.26	6.9	3.75
12	0.2	0.44	10.3	4.27
25	0.1	0.30	6.9	4.35
25	0.2	0.45	10.3	4.72
56	0.1	0.32	6.9	4.58
56	0.2	0.51	10.3	4.97



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.36	3.75	4.27
25	1.41	4.35	4.72
56	1.45	4.58	4.97

4.01
4.54
4.78

M.O.S	1.45	g/cm ³
95%(M.O.S)	1.38	g/cm ³
CBR AL 95% M.O.S	3.96	%
CBR AL 100% M.O.S	4.44	%

[Signature]
Ing. José Antonio Villalón
RESPONSABLE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 47. Ensayo CBR C1 + 3% viruta de madera

INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MIESTRA	: C1+3%
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

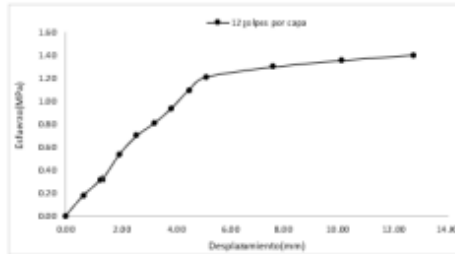
Huella #	1	2	3
N. de golpes	12	25	56
Peso del molde [g]	7327	7335	7321
Peso del molde + suelo húmedo [g]	11005	10951	11724
Peso suelo húmedo [g]	3278	3516	3903
Volumen cm ³	2422.7	2422.7	2422.7
Densidad húmeda [g/cm ³]	1.54	1.66	1.75
Densidad seca [g/cm³]	1.37	1.46	1.58
Contenido de humedad [%]	13.12	13.17	13.20

Datos de humedad del ensayo

Huella #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	36.54	66.53	89.1
Rec + suelo seco g	36.37	65.65	86
Peso del recipiente g	73.92	65.31	62.46
Peso del suelo seco g	16.45	20.54	23.54
Peso del agua g	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad %	13.19	13.05	13.17
Humedad promedio %	13.12	13.17	13.20

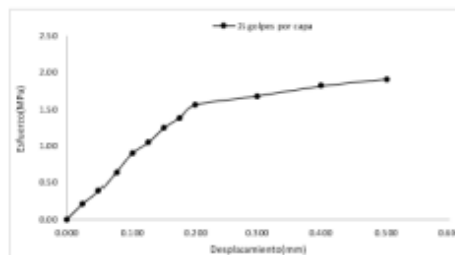
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración [pulg]	Penetración [mm]	Carga [kN]	Área [m ²]	Esfuerzo [MPa]
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.61	0.001932	0.32
0.075	1.91	1.04	0.001932	0.54
0.100	2.54	1.35	0.001932	0.70
0.125	3.18	1.56	0.001932	0.81
0.150	3.81	1.61	0.001932	0.84
0.175	4.45	2.12	0.001932	1.10
0.200	5.08	2.34	0.001932	1.21
0.300	7.62	2.51	0.001932	1.30
0.400	10.16	2.62	0.001932	1.36
0.500	12.70	2.71	0.001932	1.40



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración [pulg]	Penetración [mm]	Carga [kN]	Área [m ²]	Esfuerzo [MPa]
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.41	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.75	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.24	0.001932	0.64
0.100	2.54	1.74	0.001932	0.90
0.125	3.18	2.02	0.001932	1.05
0.150	3.81	2.41	0.001932	1.25
0.175	4.45	2.68	0.001932	1.39
0.200	5.08	3.02	0.001932	1.56
0.300	7.62	3.25	0.001932	1.68
0.400	10.16	3.51	0.001932	1.82
0.500	12.70	3.69	0.001932	1.91



[Firma]
Ing. Jorge Donaires Villalino
REPRESENTANTE LEGAL
CIP Nº 107384
GRUPO IMG

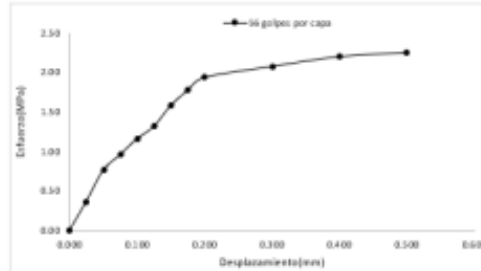
Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

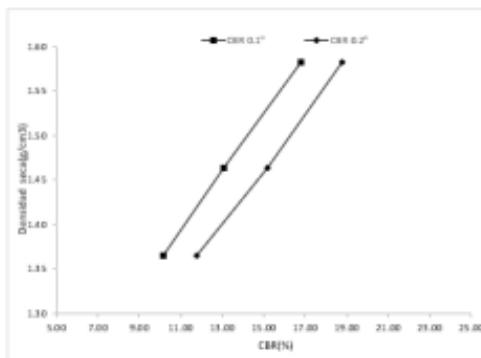
📞 Telf: 955476698

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.37
0.050	1.27	1.47	0.001932	0.76
0.075	1.91	1.85	0.001932	0.96
0.100	2.54	2.24	0.001932	1.16
0.125	3.18	2.54	0.001932	1.31
0.150	3.81	3.05	0.001932	1.58
0.175	4.45	3.42	0.001932	1.77
0.200	5.08	3.74	0.001932	1.94
0.300	7.62	4.01	0.001932	2.08
0.400	10.16	4.25	0.001932	2.20
0.500	12.70	4.35	0.001932	2.25



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.70	6.9	10.13
12	0.2	1.21	10.3	11.76
25	0.1	0.90	6.9	13.05
25	0.2	1.58	10.3	15.18
56	0.1	1.16	6.9	16.80
56	0.2	1.94	10.3	18.79



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1 (%)	CBR 0.2 (%)
12	1.37	10.13	11.76
25	1.46	13.05	15.18
56	1.58	16.80	18.79

M.D.S	1.886	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.58	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	16.77	%
CBR AL 100% MDS	18.33	%

[Signature]
Ing. Jorge Antonio Villanueva
REGISTRANTE LEGAL
CIP Nº 109384
GRUPO IMG

Anexo 48. Ensayo CBR C1 + 4% viruta de madera

**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C1 + 4%
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

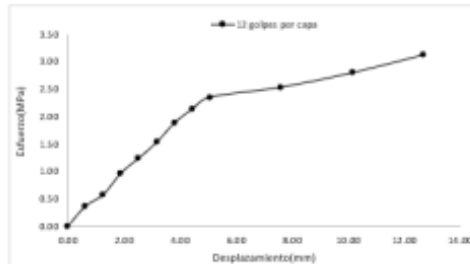
Muestra #	1	2	3
N de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7327	7535	7521
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12223	11750	12245
Peso suelo húmedo (g)	3296	3815	4324
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.55	1.80	2.04
Densidad seca (g/cm³)	1.36	1.57	1.78
Contenido de humedad (%)	13.31	14.39	14.50

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Ric + suelo húmedo g	37.55	88.69	89.39
Ric + suelo seco g	36.46	86.74	86.33
Peso del recipiente g	78.55	74.12	66.10
Peso del suelo seco g	16.91	12.62	20.23
Peso del agua g	2.09	1.35	3.93
Contenido de Humedad %	12.36	15.45	15.13
Humedad promedio %	13.31	14.39	14.50

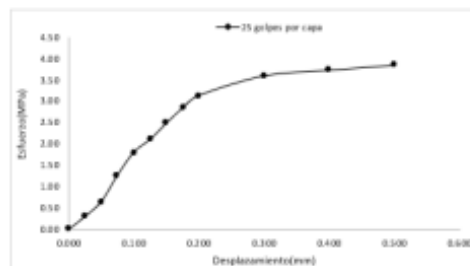
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.72	0.001932	0.37
0.050	1.27	1.12	0.001932	0.58
0.075	1.91	1.89	0.001932	0.98
0.100	2.54	2.41	0.001932	1.25
0.125	3.18	2.97	0.001932	1.54
0.150	3.81	3.65	0.001932	1.89
0.175	4.45	4.74	0.001932	2.44
0.200	5.08	4.56	0.001932	2.36
0.300	7.62	4.91	0.001932	2.54
0.400	10.16	5.42	0.001932	2.81
0.500	12.70	6.05	0.001932	3.13



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.59	0.001932	0.31
0.050	1.27	1.27	0.001932	0.66
0.075	1.91	2.48	0.001932	1.28
0.100	2.54	3.51	0.001932	1.82
0.125	3.18	4.09	0.001932	2.12
0.150	3.81	4.83	0.001932	2.50
0.175	4.45	5.52	0.001932	2.86
0.200	5.08	6.08	0.001932	3.15
0.300	7.62	6.97	0.001932	3.61
0.400	10.16	7.22	0.001932	3.74
0.500	12.70	7.45	0.001932	3.86



[Firma]
Ing. José Juan Carlos Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

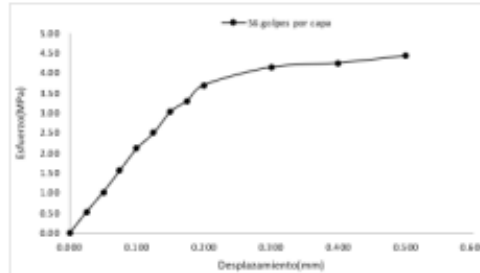
Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

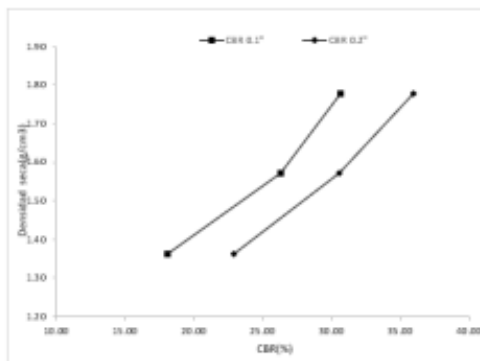
📞 Telf: 955476698

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Peneatración (pulg)	Peneatración (mm)	Carga (MN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.03	0.001932	0.53
0.050	1.27	1.98	0.001932	1.02
0.075	1.91	3.04	0.001932	1.57
0.100	2.54	4.09	0.001932	2.12
0.125	3.18	4.85	0.001932	2.50
0.150	3.81	5.86	0.001932	3.03
0.175	4.45	6.39	0.001932	3.31
0.200	5.08	7.15	0.001932	3.70
0.300	7.62	8.01	0.001932	4.15
0.400	10.16	8.21	0.001932	4.25
0.500	12.70	8.56	0.001932	4.43



GOLPES	Peneatración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.25	6.9	18.08
12	0.2	2.36	10.3	22.92
25	0.1	1.82	6.9	26.33
25	0.2	3.15	10.3	30.55
56	0.1	2.12	6.9	30.68
56	0.2	3.70	10.3	35.93



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.36	18.08	22.92
25	1.57	26.33	30.55
56	1.78	30.68	35.93

M.D.S	173	g/cm ³
95%(M.D.S)	163	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	26.73	%
CBR AL 100% MDS	29.32	%

[Signature]
 INGENIERO QUÍMICO
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 107384
 GRUPO IMG

Anexo 49. Ensayo CBR C1 + 5% viruta de madera



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C1 + 5%
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

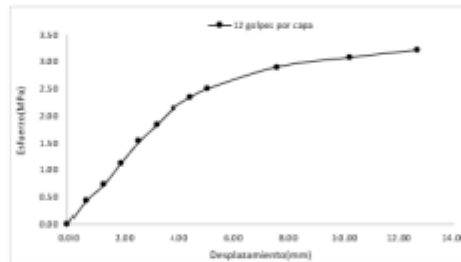
Muestra #	1	2	3
N. de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7327	7335	7321
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11957	11741	11954
Peso suelo húmedo (g)	3530	3006	4633
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.66	1.19	1.90
Densidad seca (g/cm ³)	1.45	1.57	1.66
Contenido de humedad (%)	14.55	14.53	14.57

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Pes + suelo húmedo g	85.12	75.21	101.62
Pes + suelo seco g	82.63	76.77	97.61
Peso del recipiente g	66	60	71.34
Peso del suelo seco g	16.63	16.77	26.27
Peso del agua g	2.43	2.44	3.67
Contenido de Humedad %	14.56	14.55	14.56
Humedad promedio %	14.55	14.53	14.57

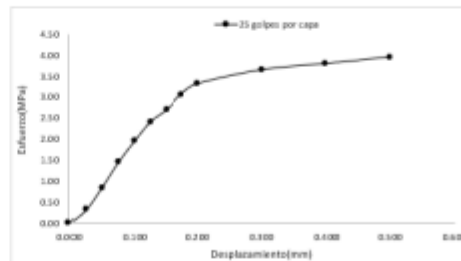
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.84	0.001932	0.43
0.050	1.27	1.41	0.001932	0.73
0.075	1.91	2.21	0.001932	1.14
0.100	2.54	2.95	0.001932	1.53
0.125	3.18	3.54	0.001932	1.83
0.150	3.81	4.75	0.001932	2.46
0.175	4.45	4.54	0.001932	2.35
0.200	5.08	4.85	0.001932	2.51
0.300	7.62	5.64	0.001932	2.92
0.400	10.16	5.57	0.001932	3.05
0.500	12.70	6.24	0.001932	3.23



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.62	0.001932	0.32
0.050	1.27	1.67	0.001932	0.86
0.075	1.91	2.81	0.001932	1.45
0.100	2.54	3.78	0.001932	1.96
0.125	3.18	4.67	0.001932	2.42
0.150	3.81	5.21	0.001932	2.70
0.175	4.45	5.94	0.001932	3.07
0.200	5.08	6.41	0.001932	3.32
0.300	7.62	7.05	0.001932	3.65
0.400	10.16	7.34	0.001932	3.80
0.500	12.70	7.64	0.001932	3.95



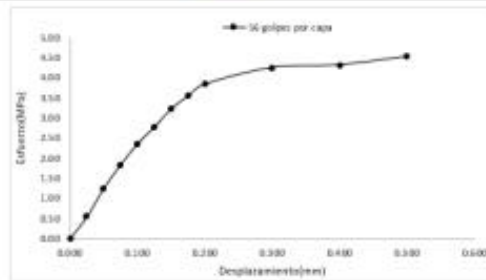
Jorge
Ing. Jorge Hernández Villanero
INGENIERO EN MATERIALES LEGAL
CIP Nº 1171364
GRUPO IMGA

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

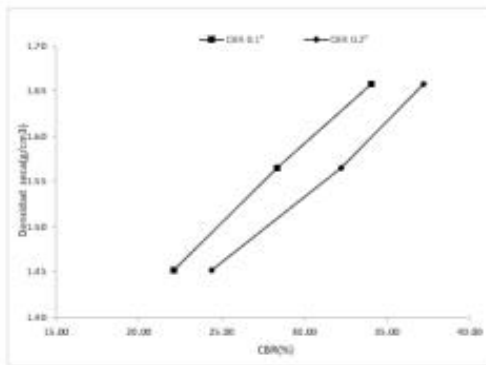
@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

📞 Telf: 955476698

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.05	0.001932	0.54
0.050	1.27	2.41	0.001932	1.25
0.075	1.91	3.54	0.001932	1.83
0.100	2.54	4.54	0.001932	2.35
0.125	3.18	5.34	0.001932	2.76
0.150	3.81	6.21	0.001932	3.21
0.175	4.45	6.84	0.001932	3.54
0.200	5.08	7.41	0.001932	3.84
0.300	7.62	8.21	0.001932	4.25
0.400	10.16	8.34	0.001932	4.32
0.500	12.70	8.74	0.001932	4.52



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.53	6.9	22.13
12	0.2	2.51	10.3	24.37
25	0.1	1.96	6.9	28.36
25	0.2	3.32	10.3	32.21
56	0.1	2.35	6.9	34.06
56	0.2	3.84	10.3	37.24



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.45	22.13	24.37
25	1.57	28.36	32.21
56	1.66	34.06	37.24

M.D.S	178	g/cm.3
95%(M.D.S)	1.63	g/cm.3
CBR AL 95% MDS	32.47	%
CBR AL 100% MDS	37.42	%

Juan
Ing. Juan Antonio Villacorta
REGISTRADO Nº 197384
GRUPO IMG

Anexo 50. Ensayo CBR C2

INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C2
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

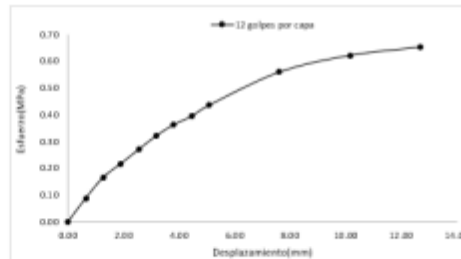
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10901	10599	10244
Peso suelo húmedo (g)	3048	3172	3323
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.44	1.49	1.57
Densidad seca (g/cm³)	1.36	1.42	1.49
Contenido de humedad (%)	5.57	5.34	5.10

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	83.74	77.88	98.89
Rec + suelo seco g	82.8	76.94	97.49
Peso del recipiente g	66	60	71.34
Peso del suelo seco g	16.8	16.94	26.15
Peso del agua g	0.94	0.94	1.4
Contenido de Humedad %	5.60	5.55	5.35
Humedad promedio %	5.57	5.34	5.10

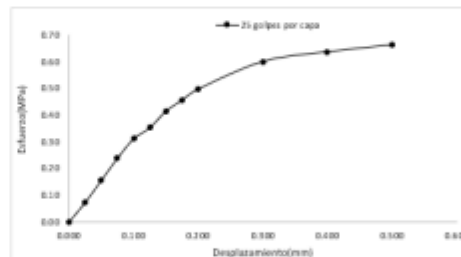
Ensayo de CBR

12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.17	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.42	0.001932	0.22
0.100	2.54	0.52	0.001932	0.27
0.125	3.18	0.62	0.001932	0.32
0.150	3.81	0.7	0.001932	0.36
0.175	4.45	0.76	0.001932	0.39
0.200	5.08	0.84	0.001932	0.43
0.300	7.62	1.08	0.001932	0.56
0.400	10.16	1.2	0.001932	0.62
0.500	12.70	1.26	0.001932	0.65



Ensayo de CBR

25 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.14	0.001932	0.07
0.050	1.27	0.3	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
0.100	2.54	0.6	0.001932	0.31
0.125	3.18	0.68	0.001932	0.35
0.150	3.81	0.8	0.001932	0.41
0.175	4.45	0.88	0.001932	0.46
0.200	5.08	0.96	0.001932	0.50
0.300	7.62	1.16	0.001932	0.60
0.400	10.16	1.23	0.001932	0.64
0.500	12.70	1.28	0.001932	0.66



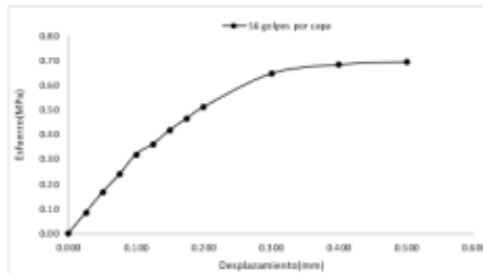
[Firma]
Ing. Jorge Santillán Huivin
INGENIERO EN GEOTECNIA
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

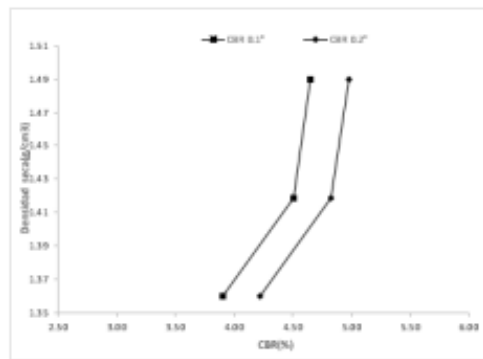
@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Ensayo de CBR				
56 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.00	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.16	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
0.100	2.54	0.62	0.001932	0.32
0.125	3.18	0.7	0.001932	0.36
0.150	3.81	0.81	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.9	0.001932	0.47
0.200	5.08	0.99	0.001932	0.51
0.300	7.62	1.25	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.32	0.001932	0.68
0.500	12.70	1.34	0.001932	0.69



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.27	6.9	3.90
12	0.2	0.43	10.3	4.22
25	0.1	0.31	6.9	4.50
25	0.2	0.50	10.3	4.82
56	0.1	0.32	6.9	4.65
56	0.2	0.51	10.3	4.97



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1 (%)	CBR 0.2 (%)
12	1.36	3.90	4.22
25	1.42	4.50	4.82
56	1.49	4.65	4.97

M.D.S	1.46	g/cm ³
95% (M.D.S)	1.38	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	4.12	%
CBR AL 100% MDS	4.53	%

Ing. Jorge Domínguez Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 GRUPO IMG

Anexo 51. Ensayo CBR C2 + 3% viruta de madera



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C2 +3c
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

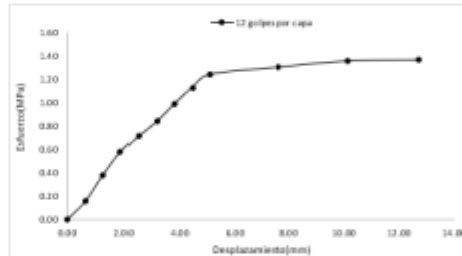
Muestra #	1	2	3
N.º de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7595	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11204	11642	11947
Peso suelo húmedo (g)	3277	3607	3526
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.54	1.70	1.65
Densidad seca (g/cm³)	1.34	1.47	1.60
Contenido de humedad (%)	15.28	15.26	15.42

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo (g)	96.56	88.86	89.96
Rec + suelo seco (g)	94.52	86.72	87.31
Peso del recipiente (g)	81.1	72.78	72.95
Peso del suelo seco (g)	13.42	13.94	14.36
Peso del agua (g)	2.04	2.14	2.25
Contenido de Humedad (%)	15.20	15.35	15.24
Humedad promedio (%)	15.28	15.26	15.42

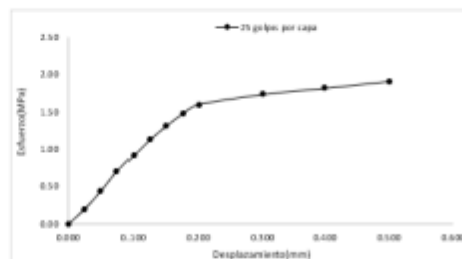
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.29	0.001932	0.15
0.050	1.27	0.72	0.001932	0.37
0.075	1.91	1.11	0.001932	0.57
0.100	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.62	0.001932	0.84
0.150	3.81	1.91	0.001932	0.99
0.175	4.45	2.18	0.001932	1.13
0.200	5.08	2.39	0.001932	1.24
0.300	7.62	2.51	0.001932	1.30
0.400	10.16	2.61	0.001932	1.35
0.500	12.70	2.63	0.001932	1.36



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.38	0.001932	0.20
0.050	1.27	0.84	0.001932	0.43
0.075	1.91	1.36	0.001932	0.70
0.100	2.54	1.78	0.001932	0.92
0.125	3.18	2.15	0.001932	1.13
0.150	3.81	2.54	0.001932	1.31
0.175	4.45	2.85	0.001932	1.48
0.200	5.08	3.09	0.001932	1.60
0.300	7.62	3.35	0.001932	1.73
0.400	10.16	3.51	0.001932	1.82
0.500	12.70	3.69	0.001932	1.91



[Firma]
Ing. José Francisco Villanueva
RESPONSABLE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

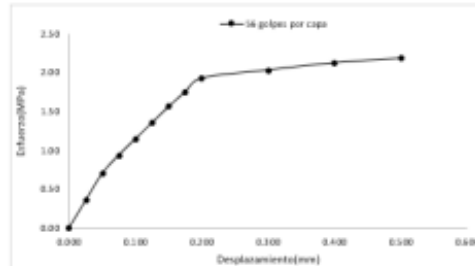
Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

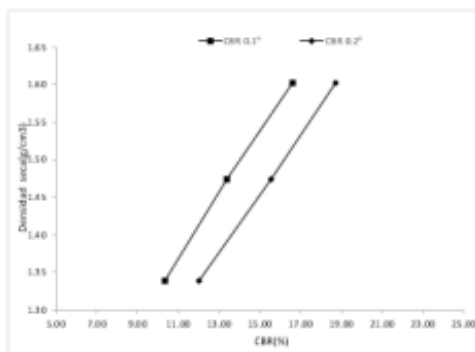
☎ Telf: 955476698

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.35
0.050	1.27	1.35	0.001932	0.70
0.075	1.91	1.61	0.001932	0.84
0.100	2.54	2.21	0.001932	1.14
0.125	3.18	2.61	0.001932	1.35
0.150	3.81	3.01	0.001932	1.56
0.175	4.45	3.38	0.001932	1.75
0.200	5.08	3.72	0.001932	1.93
0.300	7.62	3.92	0.001932	2.03
0.400	10.16	4.1	0.001932	2.12
0.500	12.70	4.21	0.001932	2.18



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.71	6.9	10.35
12	0.2	1.24	10.3	12.01
25	0.1	0.92	6.9	13.35
25	0.2	1.60	10.3	15.53
56	0.1	1.14	6.9	16.58
56	0.2	1.93	10.3	18.69



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\" data-bbox="237 413 415 459"/>	
12	1.34	10.35	12.01
25	1.47	13.35	15.53
56	1.60	16.58	18.69

M. D. S	1.601	g/cm ³
95% (M. D. S)	1.60	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	16.38	%
CBR AL 100% MDS	18.37	%

Jorge
Ing. Jorge Rodríguez Villanueva
INGENIERO EN GEOTECNIA
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

☎ Telf: 955476698

Anexo 52. Ensayo CBR C2 + 4% viruta de madera



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C2 + 4%
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

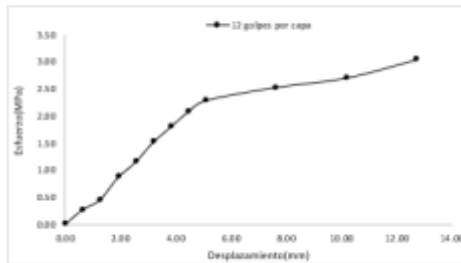
Muestra #	1	2	3
N.º de golpes	12	25	56
Peso del molde + molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12031	11706	12065
Peso suelo húmedo (g)	3304	3771	4194
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.56	1.78	1.96
Densidad seca (g/cm³)	1.35	1.54	1.70
Contenido de humedad (%)	15.34	15.44	15.36

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Mec + suelo húmedo g	88.33	84.20	89.31
Mec + suelo seco g	87.45	82.84	88.21
Peso del recipiente g	75.71	76.79	82.95
Peso del suelo seco g	10.74	6.05	5.26
Peso del agua g	0.88	1.36	1.1
Contenido de Humedad %	8.19	22.48	20.91
Humedad promedio %	15.34	15.44	15.36

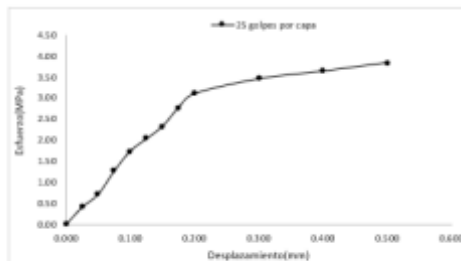
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.53	0.001932	0.27
0.050	1.27	0.88	0.001932	0.46
0.075	1.91	1.67	0.001932	0.86
0.100	2.54	2.21	0.001932	1.14
0.125	3.18	2.92	0.001932	1.51
0.150	3.81	3.46	0.001932	1.79
0.175	4.45	4.01	0.001932	2.08
0.200	5.08	4.42	0.001932	2.29
0.300	7.62	4.89	0.001932	2.53
0.400	10.16	5.22	0.001932	2.70
0.500	12.70	5.87	0.001932	3.04



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.79	0.001932	0.41
0.050	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	2.45	0.001932	1.27
0.100	2.54	3.36	0.001932	1.74
0.125	3.18	3.92	0.001932	2.03
0.150	3.81	4.49	0.001932	2.32
0.175	4.45	5.35	0.001932	2.77
0.200	5.08	5.99	0.001932	3.10
0.300	7.62	6.67	0.001932	3.45
0.400	10.16	7.02	0.001932	3.63
0.500	12.70	7.41	0.001932	3.84



[Firma]
Ing. Jorge Santillán Huivín
RESPONSABLE LEGAL
GRUPO IMC

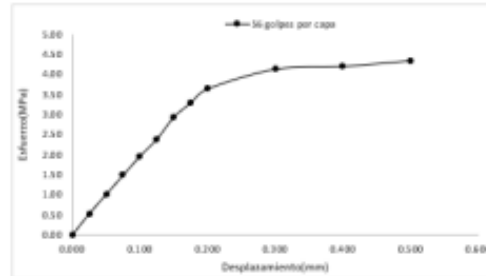
Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

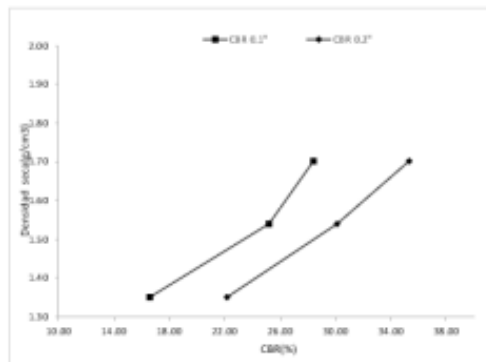
☎ Telf: 955476698

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.02	0.001932	0.53
0.050	1.27	1.96	0.001932	1.01
0.075	1.91	2.87	0.001932	1.49
0.100	2.54	3.79	0.001932	1.96
0.125	3.18	4.61	0.001932	2.39
0.150	3.81	5.67	0.001932	2.93
0.175	4.45	6.35	0.001932	3.29
0.200	5.08	7.03	0.001932	3.64
0.300	7.62	7.98	0.001932	4.13
0.400	10.16	8.11	0.001932	4.20
0.500	12.70	8.39	0.001932	4.34



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.14	6.9	16.58
12	0.2	2.29	10.3	22.21
25	0.1	1.74	6.9	25.20
25	0.2	3.10	10.3	30.10
56	0.1	1.96	6.9	28.43
56	0.2	3.64	10.3	35.33



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1 (%)	CBR 0.2 (%)
12	1.35	16.58	22.21
25	1.54	25.20	30.10
56	1.70	28.43	35.33

M.D.S	1724	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.64	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	27.09	%
CBR AL 100% MDS	30.03	%

Jorge Chávez Trujillo
Ing. Jorge Chávez Trujillo
REGISTRO NACIONAL DE INGENIEROS
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 53. Ensayo CBR C2 + 5% viruta de madera



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C2 + 5%
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11376	11684	11974
Peso suelo húmedo (g)	3388	3749	4053
Volumen (cm ³)	2422.7	2422.7	2422.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.60	1.77	1.91
Densidad seca (g/cm³)	1.38	1.53	1.65
Contenido de humedad (%)	15.37	15.58	15.40

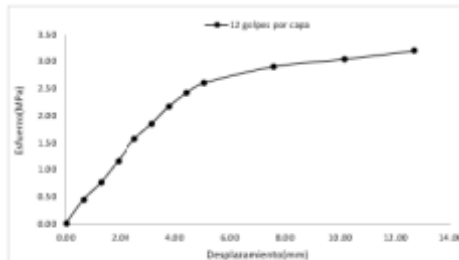
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	89.14	89.64	112.77	97.18	109.67	117.21
Rec + suelo seco	g	86.18	86.59	109.98	94.69	106.29	114.29
Peso del recipiente	g	66.78	69.67	92.21	78.59	84.32	95.35
Peso del suelo seco	g	19.4	17.12	17.77	16.1	21.97	18.94
Peso del agua	g	2.96	2.65	2.79	2.49	3.38	2.92
Contenido de Humedad (%)		15.26	15.48	15.70	15.47	15.38	15.42
Humedad promedio (%)		15.37		15.58		15.40	

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

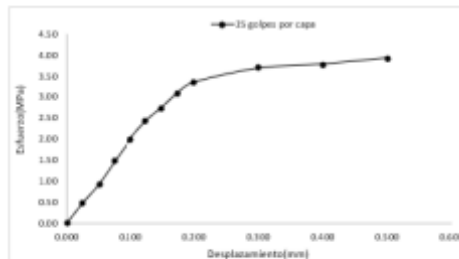
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.86	0.001932	0.45
0.050	1.27	1.46	0.001932	0.76
0.075	1.91	2.25	0.001932	1.16
0.100	2.54	3.02	0.001932	1.56
0.125	3.18	3.57	0.001932	1.85
0.150	3.81	4.19	0.001932	2.17
0.175	4.45	4.67	0.001932	2.42
0.200	5.08	5.02	0.001932	2.60
0.300	7.62	5.61	0.001932	2.90
0.400	10.16	5.87	0.001932	3.04
0.500	12.70	6.17	0.001932	3.19



Ensayo de CBR

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.78	0.001932	0.92
0.075	1.91	2.84	0.001932	1.47
0.100	2.54	3.85	0.001932	1.99
0.125	3.18	4.69	0.001932	2.43
0.150	3.81	5.31	0.001932	2.75
0.175	4.45	5.99	0.001932	3.10
0.200	5.08	6.47	0.001932	3.35
0.300	7.62	7.12	0.001932	3.69
0.400	10.16	7.31	0.001932	3.78
0.500	12.70	7.59	0.001932	3.93



[Firma]
Ing. Luis Enrique Donaires Rodríguez
REGISTRANTE LEGAL
CIP Nº 107364
GRUPO IMG

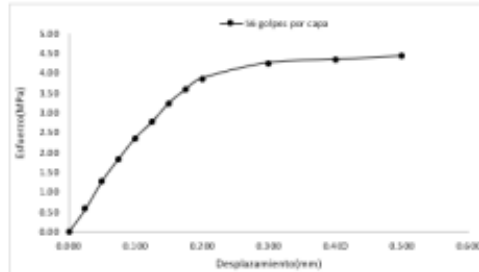
Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

e-mail: grupoinmg10@gmail.com

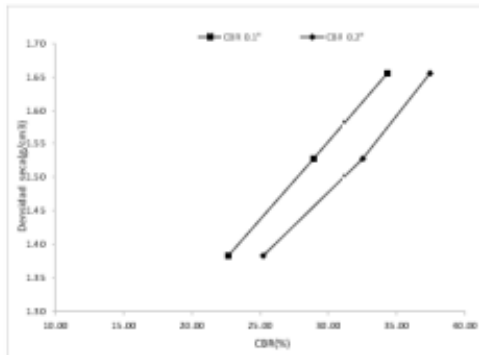
Telf: 955476698

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.12	0.001932	0.58
0.050	1.27	2.48	0.001932	1.28
0.075	1.91	3.58	0.001932	1.84
0.100	2.54	4.57	0.001932	2.37
0.125	3.18	5.34	0.001932	2.76
0.150	3.81	6.25	0.001932	3.23
0.175	4.45	6.91	0.001932	3.58
0.200	5.08	7.46	0.001932	3.86
0.300	7.62	8.22	0.001932	4.25
0.400	10.16	8.36	0.001932	4.33
0.500	12.70	8.54	0.001932	4.42



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.96	6.9	22.65
12	0.2	2.60	10.3	25.23
25	0.1	1.99	6.9	28.88
25	0.2	3.35	10.3	32.51
56	0.1	2.37	6.9	34.28
56	0.2	3.86	10.3	37.49



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1 (%)	CBR 0.2 (%)
12	1.38	22.65	25.23
25	1.53	28.88	32.51
56	1.65	34.28	37.49

M.D.S	1.722	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.64	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	33.49	%
CBR AL 100% MDS	37.10	%

[Firma]
Ing. Jorge Gutiérrez Villalobos
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 54. Ensayo CBR C3



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C3
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

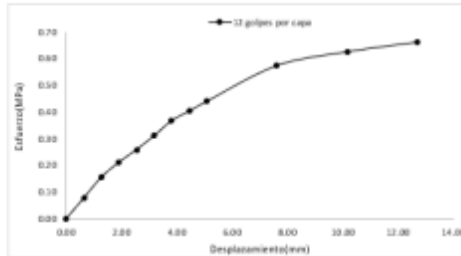
Muestra #	1	2	3
N de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7503	7527	7521
Peso del molde + suelo húmedo (g)	10585	11097	11241
Peso suelo húmedo (g)	3082	3170	3320
Volumen cm3	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm3)	1.44	1.49	1.56
Densidad seca (g/cm3)	1.36	1.42	1.48
Contenido de humedad (%)	5.37	5.22	5.73

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Tác + suelo húmedo g	86.39	79.48	97.26
Tác + suelo seco g	85.75	78.75	96.57
Peso del recipiente g	73.34	65.78	64.54
Peso del suelo seco g	12.51	12.97	13.12
Peso del agua g	0.64	0.73	0.69
Contenido de Humedad %	5.12	5.63	5.26
Humedad promedio %	5.37	5.22	5.73

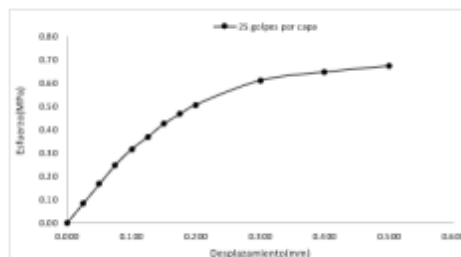
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.3	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.41	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.5	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.6	0.001932	0.31
0.150	3.81	0.71	0.001932	0.37
0.175	4.45	0.78	0.001932	0.40
0.200	5.08	0.85	0.001932	0.44
0.300	7.62	1.11	0.001932	0.57
0.400	10.16	1.21	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.28	0.001932	0.66



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.16	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.48	0.001932	0.25
0.100	2.54	0.61	0.001932	0.32
0.125	3.18	0.71	0.001932	0.37
0.150	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.9	0.001932	0.47
0.200	5.08	0.98	0.001932	0.51
0.300	7.62	1.18	0.001932	0.61
0.400	10.16	1.25	0.001932	0.65
0.500	12.70	1.3	0.001932	0.67



[Signature]
Ing. Jorge Acosta Villavieja
INGENIERO EN GEOTECNIA
GRUPO IMG

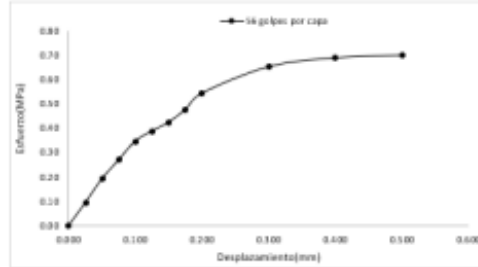
Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

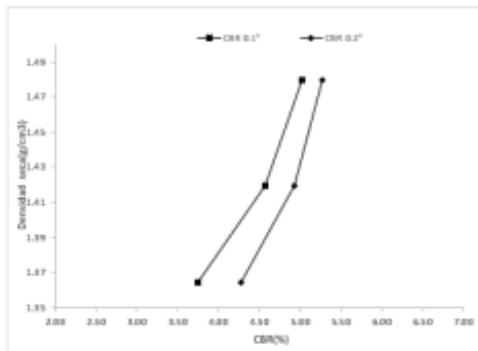
☎ Telf: 955476698

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (Pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.18	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.37	0.001932	0.19
0.075	1.91	0.52	0.001932	0.27
0.100	2.54	0.67	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.75	0.001932	0.39
0.150	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.92	0.001932	0.48
0.200	5.08	1.05	0.001932	0.54
0.300	7.62	1.26	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.33	0.001932	0.69
0.500	12.70	1.35	0.001932	0.70



GOLFES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.28	6.9	3.75
12	0.2	0.44	10.3	4.27
25	0.1	0.32	6.9	4.58
25	0.2	0.51	10.3	4.92
56	0.1	0.35	6.9	5.03
56	0.2	0.54	10.3	5.28



GOLFES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.36	3.75	4.27
25	1.42	4.58	4.92
56	1.48	5.03	5.28

M.O.S	1.45	g/cm ³
95%(M.O.S)	1.38	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	3.96	%
CBR AL 100% MDS	4.77	%

[Firma]
Ing. Jorge Barrios Villalobos
RESPONSABLE TÉCNICO
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 55. Ensayo CBR C3 + 3% viruta de madera



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS- TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C3 + 3%
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

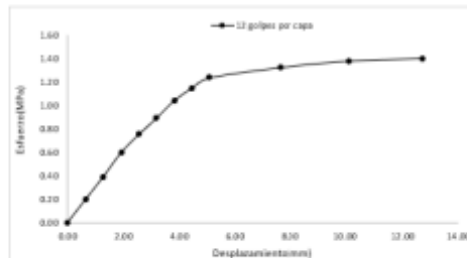
Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7527	7535	7321
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11258	11684	11924
Peso suelo húmedo (g)	3331	3749	4003
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.57	1.77	1.89
Densidad seca (g/cm ³)	1.36	1.53	1.64
Contenido de humedad (%)	15.58	15.20	15.22

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Peso + suelo húmedo g	87.69	80.78	73.45
Peso + suelo seco g	85.75	78.75	77.48
Peso del recipiente g	73.24	65.78	64.54
Peso del suelo seco g	12.51	12.97	12.94
Peso del agua g	1.94	2.03	1.91
Contenido de Humedad %	15.51	15.65	15.22
Humedad promedio %	15.58		15.22

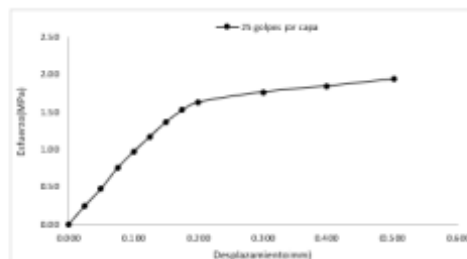
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (in ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.38	0.001932	0.20
0.050	1.27	0.75	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.15	0.001932	0.60
0.100	2.54	1.45	0.001932	0.75
0.125	3.18	1.72	0.001932	0.89
0.150	3.81	2.01	0.001932	1.04
0.175	4.45	2.22	0.001932	1.15
0.200	5.08	2.39	0.001932	1.24
0.300	7.62	2.56	0.001932	1.33
0.400	10.16	2.67	0.001932	1.39
0.500	12.70	2.71	0.001932	1.40



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (in ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.48	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.52	0.001932	0.46
0.075	1.91	1.45	0.001932	0.75
0.100	2.54	1.87	0.001932	0.97
0.125	3.18	2.26	0.001932	1.17
0.150	3.81	2.64	0.001932	1.37
0.175	4.45	2.94	0.001932	1.52
0.200	5.08	3.15	0.001932	1.63
0.300	7.62	3.41	0.001932	1.77
0.400	10.16	3.56	0.001932	1.84
0.500	12.70	3.74	0.001932	1.94



[Signature]
Ing. Jorge Donaires Rodríguez
REGISTRANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

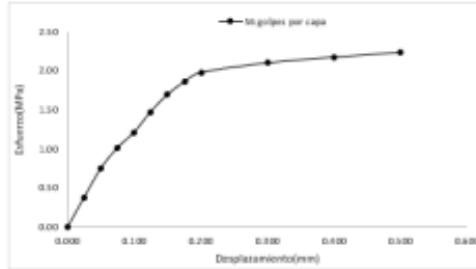
Av. Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

@ e-mail: grupoimg10@gmail.com

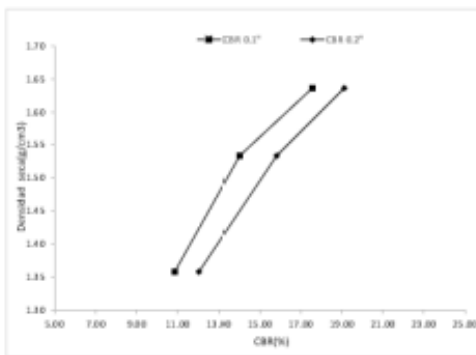
Tel: 955476698

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.74	0.001932	0.38
0.050	1.27	1.45	0.001932	0.75
0.075	1.91	1.96	0.001932	1.01
0.100	2.54	2.34	0.001932	1.21
0.125	3.18	2.85	0.001932	1.46
0.150	3.81	3.27	0.001932	1.69
0.175	4.45	3.58	0.001932	1.85
0.200	5.08	3.81	0.001932	1.97
0.300	7.62	4.05	0.001932	2.10
0.400	10.16	4.18	0.001932	2.17
0.500	12.70	4.31	0.001932	2.23



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.75	6.9	10.88
12	0.2	1.24	10.3	12.01
25	0.1	0.97	6.9	14.03
25	0.2	1.63	10.3	15.83
56	0.1	1.21	6.9	17.55
56	0.2	1.97	10.3	19.15



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1 (%)	CBR 0.2 (%)
12	1.36	10.88	12.01
25	1.53	14.03	15.83
56	1.64	17.55	19.15

M.D.S	1683	g/cm ³
95% (M.D.S)	1.60	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	15.24	%
CBR AL 100% MDS	18.2	%

[Firma]
Ing. **Juan Carlos Villalón**
REGISTRANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Anexo 56. Ensayo CBR C3 + 4% viruta de madera



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C3 + 4%
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

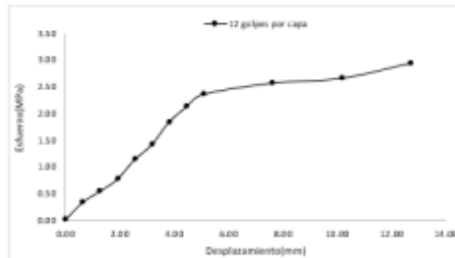
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7517	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11097	11795	12286
Peso suelo húmedo (g)	3180	3860	4365
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.50	1.82	2.06
Densidad seca (g/cm³)	1.30	1.58	1.79
Contenido de humedad (%)	15.29	14.99	15.09

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	96.877	79.95	87.37
Rec + suelo seco g	95.83	78.95	86.54
Peso del recipiente g	74.5	75.25	79.5
Peso del suelo seco g	21.33	3.74	7.04
Peso del agua g	1.047	0.96	1.43
Contenido de Humedad %	4.91	25.67	20.31
Humedad promedio %	15.29	14.99	15.09

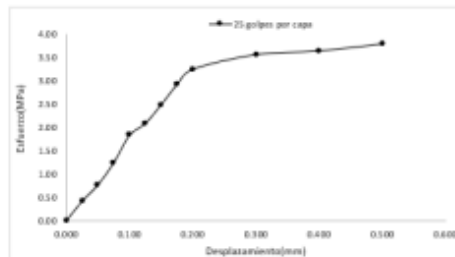
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.64	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.04	0.001932	0.54
0.075	1.91	1.47	0.001932	0.76
0.100	2.54	2.17	0.001932	1.12
0.125	3.18	2.72	0.001932	1.41
0.150	3.81	3.53	0.001932	1.83
0.175	4.45	4.08	0.001932	2.11
0.200	5.08	4.54	0.001932	2.35
0.300	7.62	4.95	0.001932	2.58
0.400	10.16	5.12	0.001932	2.65
0.500	12.70	5.67	0.001932	2.93



Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.81	0.001932	0.42
0.050	1.27	1.46	0.001932	0.77
0.075	1.91	2.39	0.001932	1.24
0.100	2.54	3.53	0.001932	1.83
0.125	3.18	4.02	0.001932	2.08
0.150	3.81	4.79	0.001932	2.48
0.175	4.45	5.62	0.001932	2.91
0.200	5.08	6.26	0.001932	3.24
0.300	7.62	6.87	0.001932	3.56
0.400	10.16	7.02	0.001932	3.63
0.500	12.70	7.31	0.001932	3.78



Ing. Jorge Santos Villanueva
REGISTRANTE LEGAL
DIP. N° 197384
GRUPO IMG

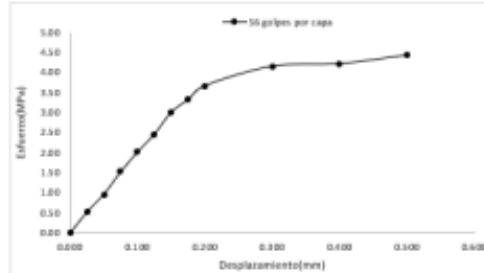
Daniel Alcides Carrión 278-Urb. Jorge Chavez-Trujillo

e-mail: grupoimg10@gmail.com

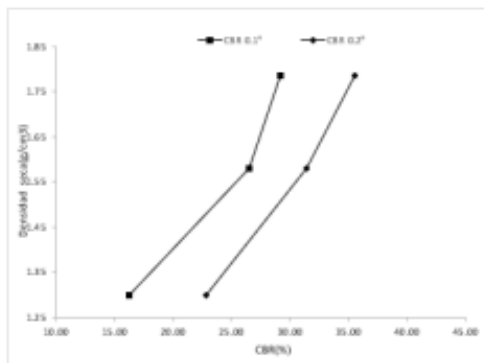
Telf: 955476698

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.01	0.001932	0.52
0.050	1.27	1.86	0.001932	0.96
0.075	1.91	2.94	0.001932	1.52
0.100	2.54	3.89	0.001932	2.01
0.125	3.16	4.75	0.001932	2.46
0.150	3.81	5.8	0.001932	3.00
0.175	4.45	6.41	0.001932	3.32
0.200	5.08	7.08	0.001932	3.66
0.300	7.62	8.01	0.001932	4.15
0.400	10.16	8.13	0.001932	4.21
0.500	12.70	8.55	0.001932	4.43



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.12	6.3	16.28
12	0.2	2.35	10.3	22.82
25	0.1	1.83	6.3	26.48
25	0.2	3.24	10.3	31.46
56	0.1	2.01	6.3	29.18
56	0.2	3.66	10.3	35.58



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.30	16.28	22.82
25	1.58	26.48	31.46
56	1.79	29.18	35.58

M.D.S	1.722	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.64	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	26.14	%
CBR AL 100% MDS	28.47	%


Ing. Jorge Hernández Villanueva
INGENIERO EN SISTEMAS LEGALES
CIP Nº 1197386
GRUPO INMG



Anexo 57. Ensayo CBR C3 + 5% viruta de madera

**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA MADERA SHUNGO PARA EL TRAMO CHACHAPOYAS - TINGO, CHACHAPOYAS 2022
MUESTRA	: C3 + 5%
AUTORES	: LUIS ENRIQUE DONAIRES RODRIGUEZ CARLOS JESUS SANTILLAN HUIVIN
UBICACIÓN	: CHACHAPOYAS - AMAZONAS

DATOS DEL ENSAYO

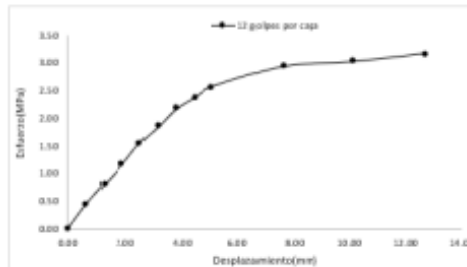
Muestra#	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7527	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11348	11624	11887
Peso suelo húmedo (g)	3421	3689	4066
Volumen cm ³	2422.7	2422.7	2422.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.61	1.74	1.92
Densidad seca (g/cm³)	1.41	1.52	1.60
Contenido de humedad (%)	14.46	14.42	14.33

Datos de humedad del ensayo

Muestra#	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	85.24	79.38	101.29
Rec + suelo seco g	82.8	76.94	97.49
Peso del recipiente g	66	60	71.34
Peso del suelo seco g	16.8	16.94	26.15
Peso del agua g	2.44	2.44	3.8
Contenido de Humedad %	14.52	14.40	14.53
Humedad promedio %	14.46	14.42	14.33

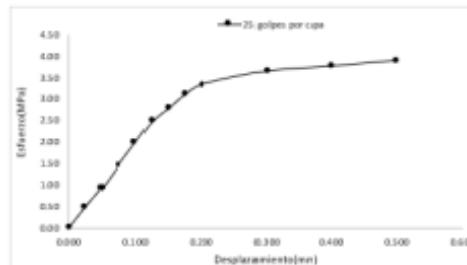
Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.84	0.001932	0.43
0.050	1.27	1.54	0.001932	0.80
0.075	1.91	2.23	0.001932	1.15
0.100	2.54	2.99	0.001932	1.55
0.125	3.18	3.56	0.001932	1.84
0.150	3.81	4.18	0.001932	2.16
0.175	4.45	4.57	0.001932	2.37
0.200	5.08	4.95	0.001932	2.56
0.300	7.62	5.67	0.001932	2.93
0.400	10.16	5.84	0.001932	3.02
0.500	12.70	6.12	0.001932	3.17



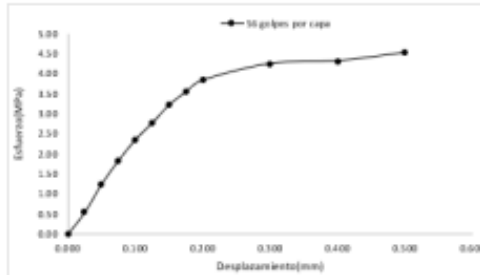
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.61	0.001932	0.94
0.075	1.91	2.84	0.001932	1.47
0.100	2.54	3.62	0.001932	1.96
0.125	3.18	4.78	0.001932	2.47
0.150	3.81	5.39	0.001932	2.79
0.175	4.45	6.02	0.001932	3.12
0.200	5.08	6.45	0.001932	3.34
0.300	7.62	7.06	0.001932	3.65
0.400	10.16	7.28	0.001932	3.77
0.500	12.70	7.54	0.001932	3.90

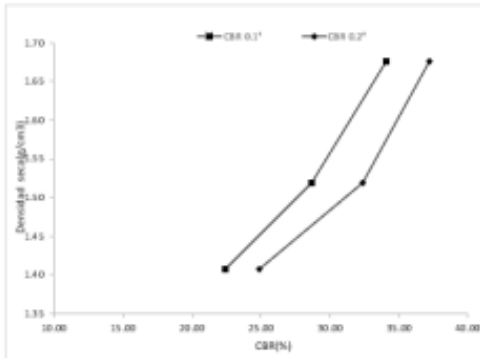


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (MN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.05	0.001932	0.54
0.050	1.27	2.41	0.001932	1.25
0.075	1.91	3.54	0.001932	1.83
0.100	2.54	4.54	0.001932	2.35
0.125	3.18	5.34	0.001932	2.76
0.150	3.81	6.21	0.001932	3.21
0.175	4.45	6.94	0.001932	3.54
0.200	5.08	7.41	0.001932	3.84
0.300	7.62	8.21	0.001932	4.25
0.400	10.16	8.34	0.001932	4.32
0.500	12.70	8.74	0.001932	4.52



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.55	6.9	22.43
12	0.2	2.56	10.3	24.87
25	0.1	1.98	6.9	28.66
25	0.2	3.34	10.3	32.41
56	0.1	2.35	6.9	34.06
56	0.2	3.84	10.3	37.24



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1' (%)	CBR 0.2' (%)
12	1.41	22.43	24.87
25	1.52	28.66	32.41
56	1.68	34.06	37.24

M.D.S	1723	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.64	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	32.76	%
CBR AL 100% MDS	36.47	%

[Signature]
 Inj. Jorge Cervantes Huamani
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Anexo 58. Cuadro para contenido de humedad

N°	1	2	3
Wh + Tara			
Ws + Tara			
W Tara			
W agua			
Ws			
Humedad (%)			
Humedad (%)			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 59. Cuadro para determinación de límites de consistencia

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (grs)	No. GOLPES
LIMITE LIQUIDO							
1							
2							
3							
LIMITE PLASTICO							
1							
2							
3							

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 60. Cuadro para análisis granulométrico

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP.339.128(99)				
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	%RET. PARCIAL	%RET ACUMULADO	%QUE PASA
3"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N° 4					
N° 10					
N° 16					
N° 30					
N° 40					
N° 50					
N° 100					
N° 200					
<N° 200					
TOTAL					

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 61. Ficha para datos de ensayo de Proctor modificado para la curva

MUESTRA	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo					
Peso del suelo húmedo					
Humedad calculada					
Densidad húmeda					
Densidad seca					

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 62. Ficha para contenido de humedad Proctor

MUESTRA	1	2	3	4	5
Rec + suelo húmedo	g				
Rec + suelo seco	g				
Peso del recipiente	g				
Peso del suelo seco	g				
Peso del agua	g				
Contenido de humedad	%				
Humedad promedio	%				

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 63. Ficha para anotación de datos para Ensayo CBR

Muestra #	1	2	3
N° de golpes			
Peso del molde (g)			
Peso del molde + Suelo húmedo (g)			
Peso del suelo húmedo (g)			
Volumen cm ³			
Densidad húmeda (g/cm ³)			
Densidad seca (g/cm ³)			
Contenido de humedad (%)			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 64. Ficha anotación de datos para humedad Ensayo CBR

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	g		
Rec + suelo seco	g		
Peso del recipiente	g		
Peso del suelo seco	g		
Peso del agua	g		
Contenido de humedad	%		
Humedad promedio	%		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 65. Ficha para Ensayo de CBR 12, 25 y 56 golpes por capa

PENETRACION	PENETRACION	CARGA	AREA	ESFUERZO
(Pulg)	(mm)	(KN)	(m²)	(Mpa)

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 66. Ficha porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR

GOLPES	PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO (Mpa)	CARGA UNITARIA (MPa)	CBR (%)
---------------	-------------------------------	---------------------------	-------------------------------------	----------------

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 67. Ficha Porcentajes obtenidos para golpes de 12, 25 y 56 CBR

GOLPES	DENSIDAD(g/cm³)	CBR 0.1” (%)	CBR 0.2” (%)
---------------	-----------------------------------	------------------------	------------------------

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 68. Ficha Resultados máxima densidad seca

MAXIMA DENSIDAD SECA	
M. D. S	g/cm ³
95% M. D. S	g/cm ³
CBR (M.D.S) 0.1''	%
CBR (M.D.S) 0.2''	%

Fuente: Elaboración Propia.