

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las  
propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**Jhossef Aldair Malca Huaman**

**ASESOR**

**Lucas Ludeña Gutierrez**

**<https://orcid.org/0000-0001-7903-3646>**

**Chiclayo, 2025**

**Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las  
propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso**

PRESENTADA POR  
**Jhossef Aldair Malca Huaman**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Carmen Chilon Muñoz  
PRESIDENTE

Manuel Alejandro Borja Suarez  
SECRETARIO

Lucas Ludeña Gutierrez  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Dedico desde el fondo de mi corazón este logro académico a mis padres Celinda Huamán Rocha y Elven Malca Vasquez. Han sido ustedes quienes fueron mi sostén, mi inspiración, mi brújula que me ha orientado en esta travesía de mi vida, quienes siempre me mostraron su respaldo inquebrantable. Gracias por su constante confianza en mí, por darme ánimos en los momentos complicados y por celebrar conmigo cada pequeño triunfo.

En este momento trascendental, celebro no solo mi logro, sino también el papel fundamental que cada uno de ustedes ha tenido en mi vida. Que esta tesis sea también un tributo a su amor, dedicación y constante inspiración

## **Agradecimientos**

A mis padres y hermanos, les agradezco por siempre estar conmigo, por esos momentos donde se compartieron risas y lágrimas, por ser mi apoyo incondicional siempre. Su presencia ha enriquecido mi vida y ha hecho este viaje aún más memorable.

A mis amigos, que siempre estuvieron en las malas y buenas, quienes siempre mostraron su apoyo y amistad.

A mis amigos que me ayudaron en realizar este proyecto, con ideas, debates y palabras de aliento han sido una fuente de inspiración durante este proceso de mi investigación.

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

22%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

6%

2

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

5%

3

Calvo Conde, Juan Esteban. "Apropiación de las músicas de cucamba, su resignificación desde el bajo eléctrico como instrumento de creación e implementación del "loopeo" en vivo a través de Ableton Live como medio digital para la producción y ejecución", Universidad El Bosque (Colombia)

Publicación

4%

4

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

6

[repositorio.usmp.edu.pe](https://repositorio.usmp.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[repositorio.uss.edu.pe](https://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

8

[repositorio.uns.edu.pe](https://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

9

[1library.co](https://1library.co)

Fuente de Internet

<1%

---

## Índice

Resumen .....	19
Abstract .....	20
INTRODUCCIÓN .....	21
Revisión de Literatura .....	23
Antecedentes .....	23
Antecedentes Internacionales .....	23
Antecedentes Nacionales.....	24
Antecedentes Locales.....	26
Bases Teórico-Científicas .....	26
Ensayos Químicos .....	26
Clasificación de los suelos .....	27
Marco Teórico .....	29
Residuos de Construcción y Demolición (RCD) .....	29
Definición.....	29
Clasificación.....	30
Fibra de Polipropileno:.....	31
Concepto de suelo .....	32
Materiales y Métodos .....	37
Metodología .....	37
Definición.....	37
Tipo de investigación. ....	37
Nivel de investigación.....	38
Población.....	39
Muestra.....	39
Muestreo.....	39
Criterio de selección.....	40

Operación de Variables .....	42
Matriz de consistencia.....	43
Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos .....	44
Instrumentos de la recolección de datos.....	44
Procedimiento.....	45
Obtención de la muestra .....	45
Contenido de Humedad.....	49
Análisis granulométrico por tamizado .....	50
Límites de Atterberg.....	50
Proctor Modificado .....	51
California Bearing Ratio (CBR).....	53
Obtención del concreto reciclado (RCD-C).....	55
Ensayos realizados al concreto reciclado .....	57
Recomendaciones.....	84
Referencias .....	85
ANEXOS.....	91

## Lista de Ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> _Mapa de Capacidad Portante [7] .....	22
<b>Ilustración 2</b> _Límites de Atterberg y Estados de consistencia [52] .....	28
<b>Ilustración 3</b> _Ubicación de calicatas (Elaboración propia) .....	39
<b>Ilustración 4</b> _Ubicación de calicatas (Elaboración propia) .....	41
<b>Ilustración 5</b> _Mapa geotécnico [7] .....	41
<b>Ilustración 6</b> _Resumen de estudio de mecánica de suelos que consideró para tomar las muestras .....	45
<b>Ilustración 7</b> _Extracción de la muestra de suelo, C-01 .....	46
<b>Ilustración 8</b> _Extracción de la muestra de suelo, C-03 .....	47
<b>Ilustración 9</b> _Extracción de la muestra de suelo, C-02 .....	47
<b>Ilustración 10</b> _Registro de excavación C-02 (Elaboración propia).....	48
<b>Ilustración 11</b> _Registro de excavación C-01 (Elaboración Propia) .....	48
<b>Ilustración 12</b> _Registro de excavación C-03 (Elaboración propia).....	48
<b>Ilustración 13</b> _Recolección de la muestra de Concreto Reciclado.....	49
<b>Ilustración 14</b> _Muestras con Humedad Natural .....	49
<b>Ilustración 15</b> _Tamizado de las muestras.....	50
<b>Ilustración 16</b> _Límite Líquido.....	51
<b>Ilustración 17</b> _Límite plástico .....	51
<b>Ilustración 18</b> _Enrasado de la muestra .....	52
<b>Ilustración 19</b> _Compactación de la muestra.....	52
<b>Ilustración 20</b> _Compactación de la muestra.....	53
<b>Ilustración 21</b> _Peso de la muestra compactada .....	53
<b>Ilustración 22</b> _Inmersión de la muestra compactada.....	54
<b>Ilustración 23</b> _Penetración de muestra .....	55
<b>Ilustración 24</b> _Recolección de muestras de RCD-C .....	56
<b>Ilustración 25</b> _Trituración manual de RCD-C .....	56
<b>Ilustración 26</b> _Tamizado de muestras .....	57
<b>Ilustración 27</b> _Realización de Ensayo Gravedad Específica.....	57
<b>Ilustración 28</b> _Peso de muestra pasado por tamiz N°4 .....	58
<b>Ilustración 29</b> _Peso de muestra inicial .....	58
<b>Ilustración 30</b> _Máquina de los Ángeles .....	58
<b>Ilustración 31</b> _Muestra de sales del Concreto reciclado .....	59

<b>Ilustración 32</b> _Proceso de deshilachado de Fibra.....	60
<b>Ilustración 33</b> _Fibra de Polipropileno .....	60
<b>Ilustración 34</b> _Toma de mediciones del molde Proctor .....	61
<b>Ilustración 35</b> _Medición de la altura de Fibra de Polipropileno .....	61
<b>Ilustración 36</b> _Medición de altura óptima para Fibra de polipropileno .....	61
<b>Ilustración 37</b> _Medición de molde de CBR .....	61
<b>Ilustración 38</b> _Toma de resultados Fase de Penetración.....	62
<b>Ilustración 39</b> _Fase de Inmersión.....	62
<b>Ilustración 40</b> _Curva granulométrica C-03 .....	63
<b>Ilustración 41</b> _Curva granulométrica de C-02 .....	63
<b>Ilustración 42</b> _Curva granulométrica de C-01 .....	63
<b>Ilustración 43</b> _Curva granulométrica del Concreto Reciclado.....	64
<b>Ilustración 44</b> _Validación de Ensayos de Laboratorio.....	91
<b>Ilustración 45</b> _Análisis granulométrico de Concreto Reciclado .....	92
<b>Ilustración 46</b> _Análisis Granulométrico C-02.....	93
<b>Ilustración 47</b> _Análisis granulométrico C-03.....	94
<b>Ilustración 48</b> _Análisis granulométrico C-01.....	95
<b>Ilustración 49</b> _Límites de Atterberg C-01 .....	96
<b>Ilustración 50</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01 .....	97
<b>Ilustración 51</b> _Ensayo CBR C-01 .....	98
<b>Ilustración 52</b> _Ensayo CBR C-01 .....	99
<b>Ilustración 53</b> _Ensayo Proctor Modificado C-02.....	100
<b>Ilustración 54</b> _Ensayo CBR C-02 .....	101
<b>Ilustración 55</b> _Ensayo CBR C-02 .....	102
<b>Ilustración 56</b> _Ensayo Proctor Modificado C-02.....	103
<b>Ilustración 57</b> _Ensayo CBR C-02 .....	104
<b>Ilustración 58</b> _Límites de Atterberg C-01 .....	105
<b>Ilustración 59</b> _Gravedad específica.....	106
<b>Ilustración 60</b> _Análisis Químico de Concreto Reciclado.....	107
<b>Ilustración 61</b> _Certificado de Calibración.....	108
<b>Ilustración 62</b> _Certificado de Calibración.....	109
<b>Ilustración 63</b> _Certificado de Calibración.....	110
<b>Ilustración 64</b> _Certificado de Calibración.....	111
<b>Ilustración 65</b> _Certificado de Calibración.....	112

<b>Ilustración 66</b> _Certificado de Calibración.....	113
<b>Ilustración 67</b> _Certificado de Calibración.....	114
<b>Ilustración 68</b> _Certificado de Calibración.....	115
<b>Ilustración 69</b> _Ensayo de Resistencia al Desgaste .....	116
<b>Ilustración 70</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR10% .....	117
<b>Ilustración 71</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR10% .....	118
<b>Ilustración 72</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR10% .....	119
<b>Ilustración 73</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR10% .....	120
<b>Ilustración 74</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR10% .....	121
<b>Ilustración 75</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR10% .....	122
<b>Ilustración 76</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR10% .....	123
<b>Ilustración 77</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 0.25%+CR10%.....	124
<b>Ilustración 78</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 0.25%+CR10%.....	125
<b>Ilustración 79</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+ CR10% .....	126
<b>Ilustración 80</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.25%+CR10%.....	127
<b>Ilustración 81</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.25%+CR10%.....	128
<b>Ilustración 82</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 0.50%+CR10%.....	129
<b>Ilustración 83</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.50%+CR10% .....	130
<b>Ilustración 84</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.50%+CR10% .....	131
<b>Ilustración 85</b> _Ensayo Proctor modificado C-01+FP0.50%+CR10% .....	132
<b>Ilustración 86</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%.....	133
<b>Ilustración 87</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%.....	134
<b>Ilustración 88</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.5%+CR10% .....	135
<b>Ilustración 89</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%.....	136
<b>Ilustración 90</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.5%'CR10%.....	137
<b>Ilustración 91</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.5%+CR10% .....	138
<b>Ilustración 92</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%.....	139
<b>Ilustración 93</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%.....	140
<b>Ilustración 94</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10%.....	141
<b>Ilustración 95</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%.....	142
<b>Ilustración 96</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%.....	143
<b>Ilustración 97</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10% .....	144
<b>Ilustración 98</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10% .....	145
<b>Ilustración 99</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.75%+CR10% .....	145

<b>Ilustración 100</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%.....	146
<b>Ilustración 101</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10% .....	147
<b>Ilustración 102</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%.....	148
<b>Ilustración 103</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.75%+CR10% .....	149
<b>Ilustración 104</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10% .....	150
<b>Ilustración 105</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%.....	151
<b>Ilustración 106</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%.....	152
<b>Ilustración 107</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR10% .....	153
<b>Ilustración 108</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR10%.....	154
<b>Ilustración 109</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR10%.....	155
<b>Ilustración 110</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR10%.....	156
<b>Ilustración 111</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10% .....	157
<b>Ilustración 112</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10% .....	158
<b>Ilustración 113</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR10%.....	159
<b>Ilustración 114</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10% .....	160
<b>Ilustración 115</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10% .....	161
<b>Ilustración 116</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR10%.....	162
<b>Ilustración 117</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10% .....	163
<b>Ilustración 118</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10% .....	164
<b>Ilustración 119</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR10%.....	165
<b>Ilustración 120</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10% .....	166
<b>Ilustración 121</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10% .....	167
<b>Ilustración 122</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR10%.....	168
<b>Ilustración 123</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10% .....	169
<b>Ilustración 124</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10% .....	170
<b>Ilustración 125</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR10%.....	171
<b>Ilustración 126</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10% .....	172
<b>Ilustración 127</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10% .....	173
<b>Ilustración 128</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR10%.....	174
<b>Ilustración 129</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10% .....	175
<b>Ilustración 130</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10% .....	176
<b>Ilustración 131</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR25%.....	177
<b>Ilustración 132</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25% .....	178
<b>Ilustración 133</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25% .....	179

<b>Ilustración 134</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR25% .....	180
<b>Ilustración 135</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25% .....	181
<b>Ilustración 136</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25% .....	182
<b>Ilustración 137</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR25% .....	183
<b>Ilustración 138</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25% .....	184
<b>Ilustración 139</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25% .....	185
<b>Ilustración 140</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.5%+CR25% .....	186
<b>Ilustración 141</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25% .....	187
<b>Ilustración 142</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25% .....	188
<b>Ilustración 143</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.5%+CR25% .....	189
<b>Ilustración 144</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25% .....	190
<b>Ilustración 145</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25% .....	191
<b>Ilustración 146</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.5%+CR25% .....	192
<b>Ilustración 147</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25% .....	193
<b>Ilustración 148</b> _Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25% .....	194
<b>Ilustración 149</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.5%+CR25% .....	195
<b>Ilustración 150</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.5%+CR25% .....	196
<b>Ilustración 151</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.5%+CR25% .....	197
<b>Ilustración 152</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.5%+CR25% .....	198
<b>Ilustración 153</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR25% .....	199
<b>Ilustración 154</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.75%+CR25% .....	200
<b>Ilustración 155</b> _Ensayo CBR C-01+FP0.75%+CR25% .....	201
<b>Ilustración 156</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR25% .....	202
<b>Ilustración 157</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR25% .....	203
<b>Ilustración 158</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR25% .....	204
<b>Ilustración 159</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR25% .....	205
<b>Ilustración 160</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR25% .....	206
<b>Ilustración 161</b> _Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR25% .....	207
<b>Ilustración 162</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR25% .....	208
<b>Ilustración 163</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25% .....	209
<b>Ilustración 164</b> _Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR25% .....	210
<b>Ilustración 165</b> _Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR25% .....	211
<b>Ilustración 166</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25% .....	212
<b>Ilustración 167</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25% .....	213

<b>Ilustración 168</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR25% .....	214
<b>Ilustración 169</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%.....	215
<b>Ilustración 170</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%.....	216
<b>Ilustración 171</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR25% .....	217
<b>Ilustración 172</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%.....	218
<b>Ilustración 173</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%.....	219
<b>Ilustración 174</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR25% .....	220
<b>Ilustración 175</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%.....	221
<b>Ilustración 176</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%.....	222
<b>Ilustración 177</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR25% .....	223
<b>Ilustración 178</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%.....	224
<b>Ilustración 179</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%.....	225
<b>Ilustración 180</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR25% .....	226
<b>Ilustración 181</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%.....	227
<b>Ilustración 182</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%.....	228
<b>Ilustración 183</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR25% .....	229
<b>Ilustración 184</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%.....	230
<b>Ilustración 185</b> _Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%.....	231
<b>Ilustración 186</b> _Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR25% .....	232
<b>Ilustración 187</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%.....	233
<b>Ilustración 188</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%.....	234
<b>Ilustración 189</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR25% .....	235
<b>Ilustración 190</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%.....	236
<b>Ilustración 191</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%.....	237
<b>Ilustración 192</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR25% .....	238
<b>Ilustración 193</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%.....	239
<b>Ilustración 194</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%.....	240
<b>Ilustración 195</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR25% .....	241
<b>Ilustración 196</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%.....	242
<b>Ilustración 197</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%.....	243
<b>Ilustración 198</b> _Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR25% .....	244
<b>Ilustración 199</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%.....	245
<b>Ilustración 200</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%.....	246
<b>Ilustración 201</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR25% .....	247

<b>Ilustración 202</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%.....	248
<b>Ilustración 203</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%.....	249
<b>Ilustración 204</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR25% .....	250
<b>Ilustración 205</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%.....	251
<b>Ilustración 206</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%.....	252
<b>Ilustración 207</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR25% .....	253
<b>Ilustración 208</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%.....	254
<b>Ilustración 209</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%.....	255
<b>Ilustración 210</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR25% .....	256
<b>Ilustración 211</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%.....	257
<b>Ilustración 212</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%.....	258
<b>Ilustración 213</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR25% .....	259
<b>Ilustración 214</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%.....	260
<b>Ilustración 215</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%.....	261
<b>Ilustración 216</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR25% .....	262
<b>Ilustración 217</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%.....	263
<b>Ilustración 218</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%.....	264
<b>Ilustración 219</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR25% .....	265
<b>Ilustración 220</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%.....	266
<b>Ilustración 221</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%.....	267
<b>Ilustración 222</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR25% .....	268
<b>Ilustración 223</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1%+CR25% .....	269
<b>Ilustración 224</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1%+CR25% .....	270
<b>Ilustración 225</b> _Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR25%.....	271
<b>Ilustración 226</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1%+CR25% .....	272
<b>Ilustración 227</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1%+CR25% .....	273
<b>Ilustración 228</b> _Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR25% .....	274
<b>Ilustración 229</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR25% .....	275
<b>Ilustración 230</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR25% .....	276
<b>Ilustración 231</b> _Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR25% .....	277
<b>Ilustración 232</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%.....	278
<b>Ilustración 233</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%.....	279
<b>Ilustración 234</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR25% .....	280
<b>Ilustración 235</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%.....	281

<b>Ilustración 236</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%.....	282
<b>Ilustración 237</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR25% .....	283
<b>Ilustración 238</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%.....	284
<b>Ilustración 239</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%.....	285
<b>Ilustración 240</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR10% .....	286
<b>Ilustración 241</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%.....	287
<b>Ilustración 242</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%.....	288
<b>Ilustración 243</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR10% .....	289
<b>Ilustración 244</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%.....	290
<b>Ilustración 245</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%.....	291
<b>Ilustración 246</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR10% .....	292
<b>Ilustración 247</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%.....	293
<b>Ilustración 248</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%.....	294
<b>Ilustración 249</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR10% .....	295
<b>Ilustración 250</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%.....	296
<b>Ilustración 251</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%.....	297
<b>Ilustración 252</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR10% .....	298
<b>Ilustración 253</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%.....	299
<b>Ilustración 254</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%.....	300
<b>Ilustración 255</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR10% .....	301
<b>Ilustración 256</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%.....	302
<b>Ilustración 257</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%.....	303
<b>Ilustración 258</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR10% .....	304
<b>Ilustración 259</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%.....	305
<b>Ilustración 260</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%.....	306
<b>Ilustración 261</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR10% .....	307
<b>Ilustración 262</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	308
<b>Ilustración 263</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	309
<b>Ilustración 264</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR10% .....	310
<b>Ilustración 265</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%.....	311
<b>Ilustración 266</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%.....	312
<b>Ilustración 267</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR10% .....	313
<b>Ilustración 268</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%.....	314
<b>Ilustración 269</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%.....	315

<b>Ilustración 270</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR10% .....	316
<b>Ilustración 271</b> _Ensayo CBR C-03+FP 0.75%+CR10% .....	317
<b>Ilustración 272</b> _Ensayo CBR C-03+FP 0.75%+CR10% .....	318
<b>Ilustración 273</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR10% .....	319
<b>Ilustración 274</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%.....	320
<b>Ilustración 275</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%.....	321
<b>Ilustración 276</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR10% .....	322
<b>Ilustración 277</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	323
<b>Ilustración 278</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	324
<b>Ilustración 279</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR10% .....	325
<b>Ilustración 280</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	326
<b>Ilustración 281</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	327
<b>Ilustración 282</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	328
<b>Ilustración 283</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	329
<b>Ilustración 284</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	330
<b>Ilustración 285</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR10% .....	331
<b>Ilustración 286</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	332
<b>Ilustración 287</b> _Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%.....	333
<b>Ilustración 288</b> _Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR10% .....	334
<b>Ilustración 289</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10% .....	335
<b>Ilustración 290</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10% .....	336
<b>Ilustración 291</b> _Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR10% .....	337
<b>Ilustración 292</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10.....	338
<b>Ilustración 293</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10% .....	339
<b>Ilustración 294</b> _Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR10% .....	340
<b>Ilustración 295</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10% .....	341
<b>Ilustración 296</b> _Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10% .....	342
<b>Ilustración 297</b> _Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR10% .....	343

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> _Clasificación del Tipo de Material [32] .....	28
<b>Tabla 2</b> _Clasificación del índice de plasticidad [57] .....	28
<b>Tabla 3</b> _Clasificación entre el RCD aprovechable y no aprovechable [57] .....	30
<b>Tabla 4</b> _Fibra de polipropileno (Ficha Técnica) [23] .....	32
<b>Tabla 5</b> _Descripción granulares de suelo [29] .....	33
<b>Tabla 6</b> _Clasificación según AASHTO M-145 [32].....	34
<b>Tabla 7</b> _Clasificación SUCS [32] .....	35
<b>Tabla 8</b> _Correlación de tipos de suelos [32].....	36
<b>Tabla 9</b> _Partes de la conformación de un pavimento [33].....	36
<b>Tabla 10</b> _Clasificación de subrasante según su CBR [32].....	36
<b>Tabla 11</b> _Puntos de investigación [58] .....	39
<b>Tabla 12</b> _Operación de variables (Elaboración propia).....	42
<b>Tabla 13</b> _Matriz de consistencia (Elaboración propia).....	43
<b>Tabla 14</b> _Resumen de los análisis granulométricos por tamizado de las muestras (Elaboración Propia).....	62
<b>Tabla 15</b> _Resumen de análisis granulométricos del Concreto Reciclado (Elaboración Propia) .....	64
<b>Tabla 16</b> _Contenido de humedad de las calicatas (Elaboración Propia) .....	64
<b>Tabla 17</b> _Resumen de Límites de Atterberg de suelo natural (Elaboración Propia) .....	65
<b>Tabla 18</b> _Resumen de clasificación de suelos (Elaboración Propia).....	65
<b>Tabla 19</b> _Resumen de clasificación de suelos (Elaboración Propia).....	65
<b>Tabla 20</b> _Resumen de Proctor modificado de muestras naturales (Elaboración Propia) .....	66
<b>Tabla 21</b> _Resumen de resultados de CBR de muestras naturales (Elaboración Propia) .....	66
<b>Tabla 22</b> _Resumen de resultados de ensayos químicos del Concreto Reciclado (Elaboración Propia).....	66
<b>Tabla 23</b> _Gravedad específica del concreto reciclado (Elaboración Propia).....	67
<b>Tabla 24</b> _Ensayo de abrasión (Elaboración Propia) .....	67
<b>Tabla 26</b> _Resumen de resultados de propiedades físicas de los suelos (Elaboración Propia) .....	68
<b>Tabla 25</b> _Resumen de resultados de propiedades mecánicas de los suelos RCD-C 10% (Elaboración Propia) .....	68
<b>Tabla 27</b> _Resumen de resultados de propiedades mecánicas de los suelos RCD-C25% (Elaboración Propia) .....	69

<b>Tabla 28</b> _Resumen de propiedades mecánicas de los suelos con adición de 10% de RCD-C y FP .....	80
<b>Tabla 29</b> _Resumen de propiedades mecánicas de los suelos con adición de 25% de RCD-C y FP .....	81

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> _Resumen de contenido de humedad (Elaboración Propia) .....	70
<b>Gráfico 2</b> _Resumen Análisis granulométrico por tamizado (Elaboración Propia).....	71
<b>Gráfico 3</b> _Resumen de Límites de Atterberg (Elaboración Propia) .....	71
<b>Gráfico 4</b> _Resumen Proctor modificado - Densidad máxima seca (Elaboración Propia) .....	72
<b>Gráfico 5</b> _Resumen de Proctor modificado - Óptimo contenido de humedad (Elaboración Propia).....	72
<b>Gráfico 6</b> _CBR 95% suelos naturales (Elaboración Propia).....	73
<b>Gráfico 7</b> _Análisis granulométrico por tamizado del concreto reciclado (Elaboración Propia) .....	73
<b>Gráfico 8</b> _Ensayo de abrasión (Elaboración Propia) .....	74
<b>Gráfico 9</b> _Ensayos Químicos (Elaboración Propia) .....	74
<b>Gráfico 10</b> _Resumen de OPH con adiciones - C01 (Elaboración Propia).....	75
<b>Gráfico 11</b> _Resumen de OPH con adiciones - C03 (Elaboración Propia).....	75
<b>Gráfico 12</b> _Resumen de MDS con adiciones - C03 (Elaboración Propia) .....	76
<b>Gráfico 13</b> _Resumen de MDS con adiciones - C01 (Elaboración Propia) .....	76
<b>Gráfico 16</b> _Comparación de CBR vs Desviación Estándar de la C-01 con adición de 10%RCD-C y FP (Elaboración Propia) .....	77
<b>Gráfico 14</b> _Resumen de CBR de C-01 con los distintos % de adición de FP y RCD-C (Elaboración Propia) .....	77
<b>Gráfico 15</b> _Comparación de CBR vs Desviación Estándar de la C-01 con adición de 25%RCD-C y FP (Elaboración Propia) .....	77
<b>Gráfico 17</b> _Comparación de CBR vs Desviación Estándar de la C-03 con adición de 10% RCD-C y FP (Elaboración Propia).....	78
<b>Gráfico 18</b> _Comparación de CBR vs Desviación Estándar de la C-03 con adición de 25%RCD-C y FP (Elaboración Propia) .....	78
<b>Gráfico 19</b> _Resumen de CBR de C-03 con los distintos % de adición de FP y RCD-C.....	79

## Resumen

Se realizó el estudio al suelo de la Unidad Vecinal de Indoamérica de la provincia de Lambayeque que presentó un suelo con abundante contenido de limo y arcilla con una plasticidad alta y una baja capacidad portante, necesitando mejorar sus propiedades mecánicas del suelo para así poder ser usado como subrasante de un pavimento. Es por lo que se realizó un análisis del suelo con la fibra de polipropileno y concreto reciclado (RCD-C) ya que demuestran ser es una propuesta viable para mejorar las propiedades mecánicas del suelo. Esta investigación tiene el objetivo de analizar la influencia del concreto reciclado con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso. Para lograr este fin se incorpora al suelo diferentes porcentajes de concreto reciclado (10% y 25%) en proporción al peso, más una adición de fibra de polipropileno (0.25%, 0.5%, 0.75%, 1% y 1.25%) de 19mm de largo en función al volumen del suelo conformado. Durante este proceso se evalúa las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Según los resultados obtenidos se observa que a medida que la fibra de polipropileno aumenta, el OCH, la DMS y el índice de CBR sigue en aumento. El CBR aumenta hasta un 725% con la dosificación de 1.25% de FP y 10% de RCD-C respecto al suelo natural. Esto indica que se pasó de un suelo no apto para uso de subrasante a poder ser utilizado como tal ( $CBR \geq 6$ ).

**Palabras clave:** Subrasante, concreto reciclado, Fibra de polipropileno, suelo arcilloso.

## Abstract

The Indoamérica Neighborhood Unit in the province of Lambayeque has a soil with abundant silt and clay content, high plasticity, and low bearing capacity, requiring improvement of its mechanical properties to be used as a subgrade for pavement. Studies conducted with polypropylene fiber show that it is a viable proposal to improve the mechanical properties of the soil. On the other hand, recycled concrete (RCD-C) not only enhances the bearing capacity of the soil but also makes a significant contribution to the environment by reusing these waste materials. Therefore, this research aims to analyze the influence of recycled concrete with polypropylene fiber on the physical and mechanical properties of clayey soil. To achieve this, different percentages of recycled concrete (10% and 25%) will be incorporated into the soil by weight, along with an addition of polypropylene fiber (0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%, and 1.25%) of 19mm length by volume of the conforming soil. During this process, the physical and mechanical properties of the soil were evaluated through grain size distribution, moisture content, Atterberg limits, modified Proctor, and CBR tests. According to the results obtained, it was observed that as the polypropylene fiber increases, the OCH, MDD, and CBR index continue to rise. The CBR increases up to 725% with a dosage of 1.25% PF and 10% RCD-C compared to the natural soil. This indicates that the soil has shifted from being unsuitable for subgrade use to being usable as such ( $CBR \geq 6$ ).

**Keywords:** Subgrade, recycled concrete, polypropylene fiber, clayey soil.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo social y crecimiento económico de un país está relacionado con la buena condición de la infraestructura vial, ya que las carreteras de distintas categorías son las que unen diferentes pueblos. Por lo tanto, es fundamental mejorar la red vial del país, que en su mayoría está conformado por carreteras de bajo tránsito. Gran parte de estas carreteras se localizan en un estado regular o malo. [1]

Se conoce dos tipos de suelos finos: los suelos arcillosos y los suelos limosos. En esta investigación se estudiará el comportamiento del suelo arcilloso. El suelo arcilloso es un material que, debido a su alto contenido de humedad en su estado natural, puede tener una baja resistencia al esfuerzo cortante y una baja capacidad de resistencia del suelo. Estos suelos son impermeables y absorben la humedad lentamente, lo que les permite alcanzar un estado plástico fácilmente, sin agrietarse ni desintegrarse. [2]

El mejoramiento o refuerzo de un suelo es un método en el cual el suelo obtiene mejores propiedades al incorporarle un aditivo, tales como aumento de la capacidad portante, la reducción del asentamiento y la disminución de la deformación lateral [3]. Por ello en este trabajo de investigación se está evaluando los efectos de la fibra de polipropileno con el concreto reciclado para mejorar las propiedades que tiene un suelo arcilloso.

Las fibras de polipropileno son un tipo de fibra sintética fabricada a partir de polipropileno. Esta fibra presenta una gran versatilidad y es ampliamente empleada en diversas aplicaciones debido a las características singulares que posee. [4] La fibra de polipropileno tiene mejoras significativas al incorporarlo al suelo, tales como el incremento en la resistencia de compresión, al estiramiento, la cohesión y el CBR. [5]

El sector de la construcción utiliza un gran volumen de materias primas, necesario para la producción de materiales y suministros para diversas obras de construcción, lo que genera una considerable cantidad de RCD en todo el mundo. Se estima que entre un 35 % y 40 % de residuos no son aprovechados en su totalidad, siendo finalmente dispuestos en vertederos ilegales [6].

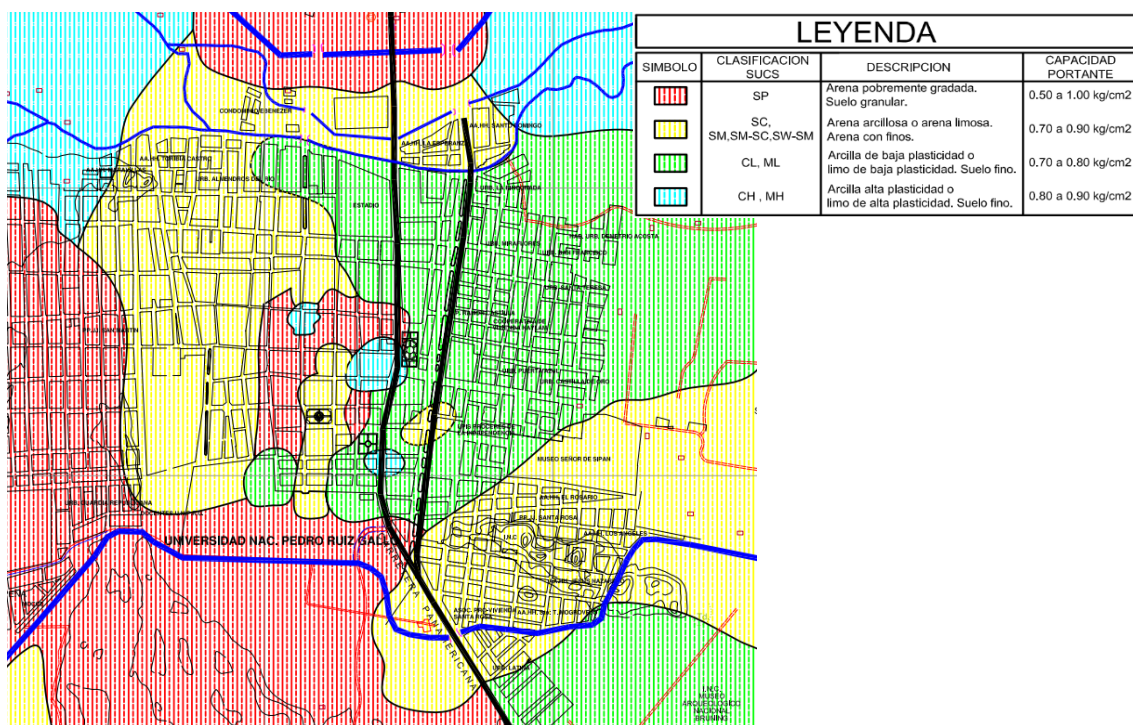
El material utilizado y demandado en el mundo de la construcción es el concreto, debido a su gran resistencia, trabajabilidad y durabilidad. Debido a la alta demanda, y accesibilidad de este residuo, se plantea en la presente investigación hacer una evaluación que permita un

aprovechamiento de este material, con el fin de disminuir el uso de agregados naturales y, por ende, la depredación de canteras.

En el presente proyecto se plantea como problemática: ¿Cómo influye la mezcla de RCD con fibra de polipropileno para contrarrestar los problemas que presenta los suelos arcillosos?

Dicha investigación aborda en el aspecto técnico la deficiencia de la capacidad portante del suelo de Lambayeque, razón por la cual es de gran importancia realizar un mejoramiento a nivel subrasante durante los procesos constructivos de obras de pavimentación. Según INDECI la capacidad portante de la ciudad de Lambayeque contiene un rango de 0.7 a 0.9 kg/cm<sup>2</sup> [7].

Respecto al plano económico, al potenciar las características geotécnicas del suelo, se lograría



*Ilustración 1*\_Mapa de Capacidad Portante [7]

un impacto positivo en la durabilidad de las estructuras de los pavimentos, lo que inclinaría la balanza entre el costo y beneficio de los proyectos de pavimentación, mejorando así la rentabilidad de este tipo de inversión.

A nivel social, la alternativa que se busca investigar puede representar una forma de obtener pavimentos más duraderos en el tiempo y con menos probabilidad de presentar problemas relacionados a las propiedades del suelo que se pretende mejorar. En la actualidad, existe una necesidad de disminuir el impacto de la industria de la construcción sobre los residuos que se genera, y por ello se busca reutilizar el material proveniente de la demolición. La viabilidad de la propuesta es importante para seguir en la misma línea que haga de la industria constructiva una industria más sostenible.

Hablando del medio ambiente, se ve puede observar claramente cómo el uso indiscriminado de agregados naturales a conlleva a la destrucción del entorno y la degradación de la calidad del paisaje. Además, la cantidad de RCD que se encuentran a lo largo del mundo también afecta mucho, tanto visual como ambientalmente.

Dicha investigación propone como Objetivo General: Analizar la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso. Y los objetivos específicos: Analizar la granulometría del suelo en estudio y del concreto reciclado. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en estudio. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto reciclado. Determinar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso reforzado con la mezcla del concreto reciclado en porcentajes de 10 y 25% más una adición de fibra de polipropileno en porcentajes de 0.25, 0.5, 0.75, 1 y 1.25%.

## **Revisión de Literatura**

### **Antecedentes**

#### **Antecedentes Internacionales**

Syed Ashiq, Aziz Akbar, Khalid Farooq, Hassan Mujtaba y Babar Raja; en su investigación **“Impact evaluation of polypropylene fibers on the engineering behavior of Siwalik Clay”**, los investigadores realizan la incorporación de Fibra de polipropileno en dosificaciones de 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1% y 1.25%, esto para solucionar los problemas de infraestructura que presenta la región de Cachemira en Pakistán. En su investigación se ve como hay un aumento significativo en el CBR y mejora su resistencia de compresión. Concluye que las fibras de polipropileno son una alternativa sostenible que ofrece una solución prometedora a los desafíos de usabilidad enfrentados en su estudio. [5]

Mehmet Yazici y Siddika Keskin; en su investigación **“Experimental Investigation of the Mechanical Properties of Polypropylene Fiber-Reinforced Clay Soil and Development of Predictive Models: Effects of Fiber Length and Fiber Content”**, los investigadores examinaron las características mecánicas de un suelo arcilloso de baja plasticidad fortalecido con fibra de polipropileno (PP) en diferentes concentraciones (0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20%) y longitudes (6, 12 y 19 mm). Las muestras fortalecidas se sometieron a pruebas de compresión triaxial no consolidada bajo tres distintas presiones de confinamiento (50, 100 y 200 kPa). Los niveles óptimos de fibra en las muestras fortalecidas con fibras de polipropileno de 6, 12 y 19 mm se determinaron como 0.15%, 0.15% y 0.20%, respectivamente. Como resultado, se observaron los valores más elevados de desviación estándar, capacidad de absorción de energía

(EAC) y parámetros de resistencia al corte en las muestras que contienen 0.20% de polipropileno de 19 mm. Las muestras más notables en los valores de desviación estándar, cohesión, ángulo de fricción interna y EAC del suelo natural fueron del 59.95%, 21.80%, 63% y 34.70%, respectivamente. [8]

Mihir Baldania y Ankur Bhogayata; en su investigación **“Utilization of concrete waste from demolition sites in pavement subgrade”**, mencionan que el uso directo del concreto reciclado presenta dificultades debido a la alta absorción de agua, debido a la porosidad del concreto demolido, lo cual limita su aplicación en proyectos estructurales. Sin embargo, mencionan la posibilidad de emplearlo en aplicaciones no estructurales, como la capa de subrasante de pavimentos. Reciclaron el concreto demolido mediante trituración en un molino, separándolo en polvo fino y agregados de tamaño pequeño a mediano. Prepararon muestras de suelo compuestas por arcilla blanda de subrasante con tres porcentajes iguales de concreto reciclado. Reemplazaron la arcilla por concreto reciclado en diferentes porcentajes, desde un 0% hasta un 70% en peso. Llevaron a cabo pruebas para caracterizar la subrasante, incluyendo valores del Índice de Soporte de California (CBR), densidad seca, contenido de humedad y pruebas de carga de placa. Concluyen que la adición de concreto reciclado incorporado en el suelo arcilloso mostró mejoras en la fracción de reemplazo seleccionada. Este estudio respalda la viabilidad de usar concreto reciclado para la preparación de la capa de subrasante en pavimentos. [9]

### **Antecedentes Nacionales**

Wilfredo Aranibar; en su investigación **“Aplicación de RCD aprovechable para mejorar la capacidad portante de la subrasante, Carabayllo 2021”**, el investigador plantea evaluar la capacidad portante de la subrasante con la incorporación de RCD aprovechable, Carabayllo 2021. Las dosificaciones de concreto reciclado utilizados fueron del 10%, 30% y 50%. Se determina que el uso de RCD genera una mejora en la capacidad portante de la subrasante, cumpliendo con la máxima densidad seca, cohesión, resistencia y fricción. Por consiguiente, se establece que la adición óptima es de 50% de RCD. [10]

J. Cornejo y M. Hurtado; en su investigación **“Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras – Moray”**, tiene como objetivo la estabilización de subrasante con el concreto reciclado y agregado natural mediante el método granulométrico. Se realizó un análisis de la subrasante de la carretera de 9 km, enfocándose en el área estudiada a partir del segundo tramo del km 08+000 hasta el km 08.298, del cual se extrajo 150 kg de muestra. Para la recopilación de información

de los ensayos, se empleó una ficha de recolección de datos. En última instancia, se concluyó que la máxima capacidad portante se alcanzó al utilizar una dosificación de 60.76%, con un rango de variación de  $\pm 3.62\%$ , representado un aumento de 159% en comparación con el tratamiento de control. [11]

Arrelucé Montenegro Sebastián y Solís Larrauri Grecia Luciana; en su investigación **“Incorporación de fibras de polipropileno como método de reforzamiento de suelos arcillosos en Palian-Huancayo”**, el investigador se plantea como objetivo la evaluación de un reforzamiento mediante la incorporación de fibras de polipropileno como refuerzo del suelo arcilloso de Palian en Huancayo. Propone la integración de fibras de polipropileno como refuerzo del suelo y lleva a cabo esta investigación con distintos porcentajes de fibras, 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4% con una longitud de 10mm. En su investigación, realiza ensayos como la granulometría por sedimentación, gravedad específica de los sólidos y los límites de Atterberg. Somete tanto al suelo natural remoldeado como a las distintas combinaciones con fibras, a ensayos como, caracterización mecánica, ensayo de compactación estándar, ensayo de compresión simple y ensayo de corte directo. Concluye que los ensayos realizados probaron aumentar las propiedades mecánicas del suelo favorablemente con la adición de 0.4% de fibras de polipropileno. [12]

F. B. Solís León y D. M. Inga Salazar; en su investigación **“Análisis del comportamiento mecánico del suelo arcilloso reforzado con fibras de polipropileno en la Merced – Junín 2021”**, evalúan el comportamiento de los suelos arcillosos combinando con fibras de polipropileno en Chanchamayo, con el objetivo de mejorar positivamente las características de los suelos. Para lo cual sugieren reforzar el suelo con fibra de polipropileno en porcentajes de 0.2%, 0.4%, 0.6% y 0.8%, comparando finalmente con el suelo patrón. Para determinar las propiedades físicas se realizaron ensayos de límites de consistencia como para las propiedades mecánicas ensayos de Proctor modificado, CBR y granulometría por tamizado. Concluyen que al aumentar el contenido de fibras dirige a mejorar las propiedades físicas y mecánicas en comparación con el suelo natural. Esto se justifica porque el suelo cambia de tener una plasticidad alta a una plasticidad media, y su clasificación subrasante pasa de ser pobre a buena a medida que se aumenta las fibras. También demuestra que el 0.6% de fibra obtiene mejores resultados comparado con las otras mezclas. [13]

Carrozo Chavarría, Eduardo Michel y Salazar Martínez, Dilan Scott; en su investigación **“Influencia de las fibras de polipropileno y cemento Portland Tipo I en las propiedades**

**geotécnicas de suelos arcillosos aplicado en la subrasante de la Carretera Pampas – La Florida, en el tramo km 3+300 hasta km 13+050 ubicado en el distrito Atavillos Ba**”, los investigadores presentan como objetivo investigar la influencia al adicionar fibras de polipropileno y cemento portland tipo I, para mejorar las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante de la carrera Pampas. Al comenzar la investigación se realizaron pruebas para clasificar las muestras de suelos, dando como resultado un suelo arcilloso con una baja plasticidad. Se ejecutaron los ensayos de Proctor Modificado y CBR. El Proctor Modificado lo realiza con la intención de que le brinde el OCH y la DMS. En esta investigación se trabajó con porcentajes de fibra de polipropileno (FP) de 0.5%, 0.75%, 1.0% y 1.5%, con una longitud de 20mm; Además, se incluyó el cemento Portland Tipo I en porcentajes de 3% y 5%. La investigación concluye evidenciando una disminución en la plasticidad de hasta un 33% al agregar el cemento portland tipo I. La incorporación de la FP y del cemento portland tipo I garantizó el mejoramiento de las propiedades de los suelos arcillosos, es decir dichos productos incrementaron los índices de CBR hasta un 237.29% con un porcentaje del 21%. [14]

### **Antecedentes Locales**

Sanchez Lopez, Natalie Fiorella; en su investigación **“Estabilización de subrasantes de baja capacidad portante utilizando residuos de construcción y demolición de concreto, sector 1 Urrunaga-José Leonardo Ortiz”**, la investigadora pretende hacer un análisis donde el concreto reciclado afecta la estabilización de subrasantes con baja capacidad portante. Para esto ella propone agregar distintas proporciones de concreto reciclado (2%, 5%, 9%, 15% y 25%) a la subrasante. Concluye que la adición del 15% de concreto reciclado cumple con mejorar las propiedades del suelo para que se use como subrasante con criterio del ensayo de CBR ( $CBR \geq 6$ ). [15]

### **Bases Teórico-Científicas**

#### **Ensayos Químicos**

##### **Contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea (NTP 399.152)**

Indica la preparación de extractos acuosos para el análisis de las sales solubles en el suelo. El porcentaje total contenido de sales solubles en el suelo se detecta mediante un extracto acuoso preparado a partir de la mezcla del suelo y agua en proporción de 1 en 5. Esta relación se considera la más apropiada entre otras indicadas en la literatura relevante. [16]

##### **Ensayo de cloruros solubles en suelos (NTP 399.177)**

Este ensayo mencionado indica los pasos del desarrollo para la delimitación cuantitativa del ión cloruro de soluble en el agua contenida en los suelos, para el cual se utiliza el procedimiento de Mohr. [17]

### **Ensayo de cloruros solubles en suelos (NTP 399.178)**

Es una norma técnica del Perú, la cual especifica el medio para determinar el ión sulfato soluble en las aguas y suelos subterráneas. Para esto se consideran dos métodos: el método A que es el método gravimétrico y el B es el método turbidimétrico. Dependiendo a la concentración de ión de sulfato en la muestra y la precisión deseada es que se elegirá el tipo de método. [18]

- El método A viene a ser un medio principal del ión sulfato. Este puede utilizarse directo para muestras de suelo que tengan entre 20 mg/kg y 100 mg/kg y para muestras de agua subterránea que contenga más de 10 mg/l de iones de sulfato.
- El Método B se puede realizar en menos tiempo, pero este es más sensible a las interferencias de lo que es el Método A. Este método se puede utilizar para rangos de sulfato que sean más bajos, este no requiere alta exactitud ni precisión. Este método es aplicable directamente para el rango de 10 mg/kg a 100 mg/kg en lo referido a muestras de suelo, en el rango de 1 mg/l a 40 mg/l en lo referido a muestras de agua subterránea.

## **Clasificación de los suelos**

### **Contenido de humedad natural**

Este ensayo determina la cantidad de agua que está presente en una pequeña muestra del suelo. Este ensayo es primordial en la ingeniería civil, ya que afecta las propiedades y comportamiento del suelo, como su capacidad de compactación, resistencia y estabilidad. [19]

### **Análisis granulométrico por tamizado**

Este análisis proporciona la distribución del tipo de material del suelo utilizando tamices que están en la norma regulada por MTC EM 107. Estos tamices son herramientas que ayudan a realizar este análisis, consisten en un marco rígido que sostiene una malla con aberturas de tamaño específico, a través de las cuales pasa el suelo que se está analizando. [19]

La clasificación del suelo se determina en función de su tamaño de partículas:

Tabla 1 \_Clasificación del Tipo de Material [32]

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

### Estado de consistencia

Su objetivo principal de los ensayos de consistencia en suelos es identificar los límites de Atterberg del suelo, es decir, los niveles de humedad en los cuales el suelo experimenta cambios de estado (sólido, semisólido, plástico y líquido). Estos límites son esenciales para comprender cómo se comporta el suelo en diversas condiciones de humedad. [19]

Los parámetros más relevantes para analizar la plasticidad del suelo son el límite líquido y plástico. Estos nos ayudan a determinar el índice de plasticidad del suelo, lo cual facilita la clasificación rápida del mismo. En la ilustración siguiente se presentan los distintos estados del suelo y sus límites. [19]

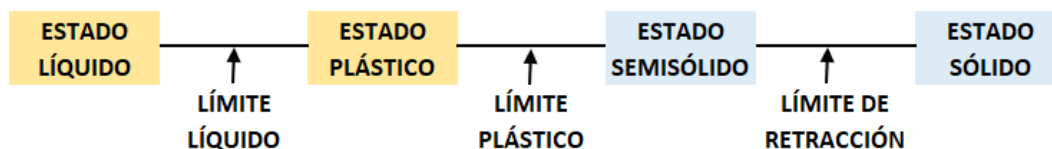


Ilustración 2 \_Límites de Atterberg y Estados de consistencia [52]

### Proctor Modificado

Este ensayo se lleva a cabo para establecer la relación entre el OCH y la MDS alcanzable a través de la compactación. [20]

Tabla 2 \_Clasificación del índice de plasticidad [57]

Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	
$IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP > 7$		
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

### **California Bearing Ratio (CBR)**

Este ensayo es utilizado para la evaluación de la resistencia y capacidad de soporte de suelos. Para realizar el ensayo se compacta el suelo en un molde cilíndrico, en 5 capas uniformes. La energía de compactación varía según el tipo de proyecto, reflejando el nivel de compactación esperado. Por consiguiente, la muestra se satura sumergiéndola en agua durante aproximadamente 96 horas, garantizando que el ensayo considere las peores condiciones de humedad que el suelo podría enfrentar. Luego, la muestra saturada se somete a un pistón cilíndrico que va a una velocidad constante. Se registran las cargas necesarias para alcanzar profundidades de 2,5 mm y 5,0 mm. [20]

### **Marco Teórico**

#### **Residuos de Construcción y Demolición (RCD)**

##### **Definición**

Estos residuos se nombran así porque provienen de construcciones que ya hayan cumplido su tiempo de vida, que pueden ser construcciones tanto privadas como públicas. En el caso de la presente investigación se utiliza el residuo de concreto. [21]

## Clasificación

Se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 3 \_Clasificación entre el RCD aprovechable y no aprovechable [57]

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
RCD aprovechables	I. Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales no pasantes al tamiz #200
		Residuos finos no expansivos	Arcilla, limos y residuos inertes que sobrepasen el tamiz #200
	II. Residuos de material fino	Residuos finos expansivos	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz
		Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, papel, siliconas, vidrios, cauchos
	III. Otros residuos	Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio
		Residuos orgánicos	Residuos de tierra negra
		Residuos orgánicos vegetales	Residuos vegetales y otras especies bióticas
RCD No aprovechable	IV. Residuos peligrosos	Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos y patógenos	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes
		V. Residuos especiales	No definida
	VI. Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos
No definida		Residuos contaminados con otros residuos que hayan perdido las características propias de su aprovechamiento	
Otros	VII. Otros residuos	No definida	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en obras

## **Residuos de demolición de concreto (RCD-C)**

El uso de concreto reciclado es notablemente apreciable en comparación con las materias primas naturales, ya que no solo soluciona la eliminación de estos residuos, sino que, a través del reciclaje, también disminuye la extracción de recursos no renovables. [21]

### **Fibra de Polipropileno:**

La fibra de polipropileno está compuesta por fibras tanto continuas como discontinuas las cuales se encuentran ensambladas en una matriz plástica. Dichas fibras pueden ser hechas con materiales de residuo, tales como llantas o plásticos procesados, es así como este material se puede convertir en un material eco amigable. Considerando que hoy en día una de las principales preocupaciones viene a ser la conservación de nuestro planeta y los recursos; es por lo que es un punto muy importante a tener en cuenta. [22] El polipropileno es utilizado como material de refuerzo debido a que cumple con:

- Mejor relación entre costo-beneficio.
- Es versátil puesto que tiene distintas aplicaciones, además coincide con varias fichas técnicas de procesamiento existentes.
- Considerado el material plástico con menor peso específico.
- Entre sus propiedades mecánicas esta fibra logra un buen equilibrio entre rigidez-impacto.
- Cuenta con resistencia química a solventes comunes y evita el traspaso de humedad.
- Mantiene una estabilidad dimensional a las altas temperaturas.

### **Chema Fibra Ultrafina**

Dichas fibras se usan para mezclas de concreto. La hoja de datos de fibra de Chema dice que la combinación de diámetro ultrafino, alta resistencia y alto módulo actúa como una red dimensional muy densa en el concreto. Recomendado para su uso en la construcción de losas de cimentación, superposiciones, blanqueado y hormigón, elementos arquitectónicos prefabricados, hormigón proyectado y decorativo, tarrajeo, estructuras marinas, etc. [23]

Para obtener resultados que revelen el cambio en las propiedades mecánicas del suelo, se está mezclando el material con diferentes proporciones de fibras de polipropileno de 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1% y 1.25% en proporción al volumen del suelo conformado, estas fibras tienen una longitud de unos 19 mm. [23]

Tabla 4\_Fibra de polipropileno (Ficha Técnica) [23]

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE POLIPROPILENO</b>	
Material	Polipropileno 100% virgen
Diseño	Filamento monolaminar
Color	Blanquecino traslúcido
Gravedad Específica	0.91 gr/cm <sup>3</sup>
Punto de Fusión	160°C (320°F)
Punto de Ignición	590°C (1094°F)
Absorción de agua	Cero
Resistencia ácidos y álcalis	Excelente
Resistencia a la tensión	70 ksi (480 Mpa)
Longitud	0.5" (13 mm) - 0.75" (19 mm)
Módulo de elasticidad	1230 ksi (4.48 Gpa)
Denier	0.9

## Concepto de suelo

Es un material natural que se encuentra en la superficie terrestre y que está compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. Es un elemento clave en la ingeniería civil, ya que sus propiedades físicas y mecánicas determinan su comportamiento ante cargas y su capacidad de soporte para la construcción de infraestructuras. Además, su estudio y análisis son fundamentales para comprender su estructura, composición y comportamiento en diferentes condiciones y entornos. [24]

## Propiedades físicas de los suelos

El suelo en su estado natural es un material que no se encuentra compactado y puede contener material orgánico que influye en sus propiedades físicas. Estas propiedades son observables y medibles, permitiendo su clasificación en diversos tipos. Estas propiedades varían según la capa y profundidad de donde se haya tomado la muestra. Algunas propiedades físicas del suelo son [27]:

- Textura y color: La textura es perceptible al tacto del observador, se tiene tipos, como rugosas, lisas, estriadas, picadas y pulidas. Mientras que, el color del suelo está más relacionado con su composición química.
- Forma de las partículas: pueden categorizarse en distintos tipos, como redondeadas, con bordes afilados, redondeados, laminares, alargadas y planas. La forma de las partículas influye en su capacidad para soportar cargas aplicadas; por ejemplo, las partículas con forma plana pueden resistir bien las fuerzas verticales a pesar de poder desplazarse horizontalmente, mientras que

las partículas alargadas representan un riesgo para la estabilidad al tender a orientarse en una sola dirección.

- Porosidad: Se refiere a la relación entre el volumen de espacios vacíos y el total del volumen del suelo, excluyendo el contenido de agua y aire. [26]
- Densidad relativa: indica la posición del suelo en medio de sus valores máximos y mínimos de densidad, que van de 0 a 1 [29]. En el siguiente cuadro se describe como es su variación.

*Tabla 5 \_Descripción granulares de suelo [29]*

<b>Descripción cualitativa de depósitos granulares de suelo</b>	
<b>Densidad relativa (%)</b>	<b>Descripción del depósito de suelo</b>
0-15	Muy suelto
15-50	Suelto
50-70	Medio
70-85	Denso
85-100	Muy denso

## **Propiedades mecánicas de los suelos**

Las propiedades mecánicas del suelo se refieren a su capacidad que tiene para soportar cargas y resistir deformaciones bajo la influencia de fuerzas externas, como el tráfico vehicular o cargas estructurales de construcciones.

- Máxima densidad del suelo: La densidad seca máxima de un suelo es la mayor densidad que puede alcanzar un suelo al ser compactado a la humedad óptima. [19]
- Capacidad de soporte del suelo: Esta capacidad se relaciona con la resistencia del suelo a la penetración bajo cargas, permitiendo evaluar su idoneidad y desempeño como base o subbase en la construcción de pavimentos y otras estructuras. [31]

## Clasificación de los Suelos

De acuerdo con el MTC, los suelos deben clasificarse y describirse siguiendo los métodos de AASHTO M-145 y SUCS D-2487N, en proyectos viales viene a ser más usado la clasificación AASHTO M-145. [32]

### Clasificación de suelos mediante AASHTO M-145

La clasificación de suelos según la norma AASHTO M-145 es un proceso que establece categorías para diferentes tipos de suelos con base en sus propiedades físicas y mecánicas. Este método considera siete grupos, designados desde A-1 hasta A-7, cada uno con subdivisiones adicionales. Se utilizan ensayos de análisis granulométrico y límites de Atterberg para determinar la clasificación de los suelos. Además, se emplea el índice de grupo (IG) para evaluar la aptitud de un suelo para su uso en construcción vial. Este índice se calcula en función del porcentaje de suelo que pasa a través del tamiz #200 ASTM. Los valores de IG varían de 0 a 20, indicando desde suelos muy buenos hasta suelos no aptos para carreteras. Esta norma proporciona una guía integral para la identificación y clasificación de suelos, lo que resulta fundamental en el diseño y construcción de infraestructuras viales. [19]

Tabla 6 \_Clasificación según AASHTO M-145 [32]

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa por el tamiz N°200)						MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO (más del 35% pasa el tamiz N°200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
<b>Porcentaje que pasa</b>											
N°10 (2 mm)	50 máx	-	-	-				-			
N°40 (0.425 mm)	30 máx	50 máx	51 mín	-				-			
N° 200 (0.075 mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx				36 mín			
<b>Características de la fracción que pasa por el tamiz N°40</b>											
Límite Líquido (LL)	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de Plasticidad (IP)	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
<b>Constituyentes Principales</b>	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
<b>Características como subgrado</b>	Excelente a bueno						Pobre a malo				

## Clasificación mediante SUCS

Esta metodología lo propuso Casagrande con el objetivo de facilitar la construcción de aeropuertos durante la Segunda Guerra Mundial. Pero desde año 1952, donde lo revisó la Oficina de Restauración de los Estados Unidos recién se comienza a utilizar ampliamente. [19] Los ensayos necesarios para esta clasificación incluyen el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

Tabla 7 \_ Clasificación SUCS [32]

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLOS	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz N°200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz N°4 (4.76mm)	Gravas Limpias (sin o con pocos finos)	GW	Grava bien graduada, mezclas gravosas, poco o ningún fino.	Determinar el porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz N° 200), los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: 12% GM, GC, SM, SC 5 al 12% casos límite que requieren usar doble símbolo.	Cu>4, Cc entre 1 y 3.
		Gravas con Finos (apreciable cantidad de finos)	GP	Grava mal graduada, mezclas grava - arena, poco o ningún fino.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
			GM	Grava limosa, mezclas grava, arena, limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el por el tamiz N°4 (4.76mm)	Arenas Limpias (pocos o sin finos)	GC		Grava arcillosa, mezclas grava - arena arcillosas
	SW			Arena bien graduada.	Cu>6, Cc entre 1 y 3.	
	Arenas con Finos (apreciable cantidad de finos)	SP	SM	Arena mal graduada, arenas gravosas, poco o ningún fino.	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW	
			SC	Arenas limosas, mezclas arena y limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	
		SC	SM	Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren de doble símbolo.
SC			Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla.			
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	Limos y Arcillas Limite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o			
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas			
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.			
	Limos y Arcillas Limite Líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas.			
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.			
Suelos muy Orgánicos		P	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

## Correlación del suelo

Se presenta en la tabla 8 una predicción aproximada del comportamiento de los diferentes tipos de suelo, estableciendo las equivalencias entre ambas clasificaciones desde una perspectiva geotécnica. [19]

Tabla 8\_Correlación de tipos de suelos [32]

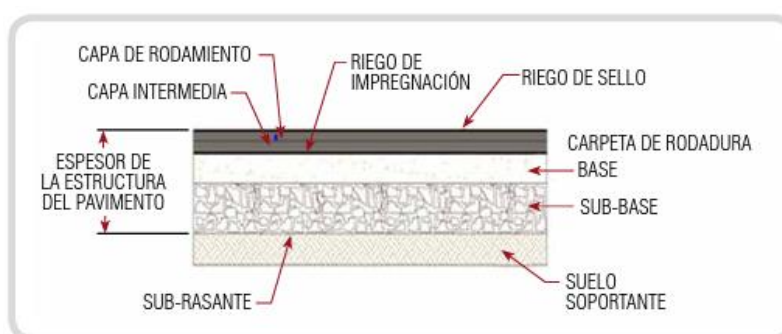
Relación entre sistemas de clasificación AASHTO M-145 y ASTM D-24	
Clasificación de Suelos según AASHTO M-14	Clasificación de Suelos según ASTM D-2487 (SUCS)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

## Subrasante

### Definición

Capa que se encuentra al perfilar luego de realizar el corte y relleno de tierras, es decir, es el espacio en el cual se asienta la plataforma del pavimento, se ubica entre el terreno natural y la estructura del pavimento. [33]

Tabla 9\_Partes de la conformación de un pavimento [33]



### Estabilización de subrasante

Es un proceso que transforma las propiedades inherentes del suelo, dando como resultado un material que cumple con nuestra normativa vigente y estas innovaciones también demuestran su efecto en la mejora de la capacidad portante del suelo. [34]

Tabla 10\_Clasificación de subrasante según su CBR [32]

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

## **Pavimentos Urbanos CE.010**

Dicha norma tiene por objetivo dar a conocer las condiciones mínimas del diseño, construcción, mantenimiento, roturas y rehabilitación de pavimentos urbanos, desde la perspectiva de la mecánica de suelos. Esto tiene el fin de brindar seguridad y durabilidad de aceras y pistas en el tiempo de su vida útil. [35]

## **Manual de carreteras**

Manual encargado del ciclo de vida de una estructura desde que se planea, se realiza su operación y su debido mantenimiento. En este caso se utilizará el manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos. Su objetivo es determinar los parámetros necesarios que se requieren en la construcción de suelos y pavimentos para dotarlas de estabilidad estructural, logrando mejores resultados de eficiencia técnico-económica. [19]

## **Materiales y Métodos**

### **Metodología**

#### **Definición**

El término "metodología científica" se refiere a un conjunto de técnicas y métodos científicos que se aplican de manera sistemática durante un proceso de investigación para obtener resultados teóricos aceptables para la investigación en cuestión. Es una disciplina muy importante porque guía a los investigadores en la elaboración, definición y sistematización de un conjunto de técnicas, métodos y procedimientos que se deberán seguir en el proceso de investigación y desarrollo. Su principal objetivo es orientar la forma en que una investigación puede enfocarse, así como la forma en que se recolectan, analizan y clasifican los datos obtenidos durante el proceso de investigación. [36]

#### **Tipo de investigación.**

Este documento de investigación de acuerdo con su finalidad es de tipo aplicado, ya que se utiliza los conocimientos actuales de la ingeniería aplicado en pavimentos, abordando problemas con los suelos arcillosos. Considerando los datos analizados y la metodología empleada para contrastar la hipótesis, el estudio tiene un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, dado que se manipulan intencionalmente las variables independientes (porcentajes de fibra de polipropileno y de concreto reciclado) para examinar su impacto en las variables dependientes (propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso)

#### **Procedimientos**

En la ejecución de los procedimientos se plantearon las siguientes fases para poder culminar el proceso investigativo, las cuales son:

#### Etapa 01: Trabajo de gabinete

Recopilación de definiciones fundamentales de fuentes bibliográficas seguras, antecedentes y revisión de normativas.

#### Etapa 02: Caracterización del concreto reciclado

Se realizó un análisis físico, mecánico y químico para ver el estado en que se encontraba el concreto reciclado, que para este caso se utilizó concreto de pavimento rígido.

#### Etapa 03: Mecánica de suelos

Se realizaron los ensayos de granulometría (NTP 399.128), límites de Atterberg (NTP 399.131), clasificación de suelos, humedad natural, Proctor modificado (NTP 339.141) y CBR (339.127).

Con el fin de establecer cuál es la tipología de suelos presente en la zona a estudiar y como es la reacción al añadir la fibra de polipropileno y concreto reciclado en el suelo que se estudia.

#### Etapa 04: Realización de la Memoria Descriptiva

En esta etapa de la investigación se realizó una memoria descriptiva en donde se usaron como guía la Norma Técnica Peruana, Manual de carreteras, Manual de ensayo de materiales, etc., para la obtención de los resultados.

#### Etapa 05: Trabajo final de Gabinete

En esta parte del proceso investigativo se darán los resultados obtenidos, tales como la relación entre la DMS y el OCH que se obtiene con el Proctor, por otro lado, también se presenta los resultados del CBR. Indicando, también las conclusiones y recomendaciones.

### **Nivel de investigación.**

Es un estudio de tipo correlacional, ya que expone los distintos rendimientos de los ensayos realizados en laboratorio en relación con las distintas propiedades del suelo. Además, analiza los cambios que se presentan con los porcentajes y tamaños de la fibra de polipropileno y el concreto reciclado.

## Población

Se tiene para esta tesis, la población conformada por el suelo arcilloso de la Unidad Vecinal de Indoamérica, con un área de 4.5 hectáreas.



*Ilustración 3\_ Ubicación de calicatas (Elaboración propia)*

## Muestra

Para la toma de muestras del estudio se escogió el suelo arcilloso de la Unidad Vecinal de Indoamérica del distrito de Lambayeque, con una cantidad de 03 calicatas de 1.50m de profundidad mínima, obteniendo un aproximado de 450 kg de muestra inalterada.

## Muestreo

Esta investigación es de tipo no probabilística y por conveniencia, puesto que se la selección será a criterio del investigador. Además, nos guiaremos de la norma CE.010 de Pavimentos

*Tabla 11\_Puntos de investigación [58]*

TIPO DE VÍA	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m2)
Expresa	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Urbanos, donde nos indica la profundidad mínima para la exploración es de 1.50 m desde la cota de rasante. El número mínimo de calicatas concordará con la siguiente tabla, pero no será menos de 3 puntos de exploración.

Por cada calicata se extraerá una muestra, por lo cual un total de 3 muestras serán llevadas a laboratorio para los respectivos ensayos. Si 2 de las muestras presentan resultados negativos en relación con el CBR, se utilizarán para establecer un valor de mejoramiento del suelo respecto al uso de la mezcla de la fibra de polipropileno y el concreto reciclado.

Esta mezcla de la fibra de polipropileno y concreto reciclado será utilizada para obtener mejores propiedades mecánicas del suelo arcilloso. Los residuos de construcción y demolición (RCD) utilizados en este estudio proviene de la demolición de un pavimento rígido de la misma zona de estudio (Unidad Vecinal Indoamérica). Para tener un RCD óptimo se plantea trabajar con porcentajes de 10 y 25%, utilizando como límite superior el tamiz N°4 y de fondo el N°200.

### **Criterio de selección**

Los puntos de estudio fueron seleccionados siguiendo los lineamientos establecidos en la norma CE.010 de pavimentos urbanos. La ubicación de las calicatas dentro del área de estudio y la selección del estrato de muestra se determinaron según el criterio del investigador. Los puntos de exploración se distribuyeron de manera que abarcaran la mayor extensión posible del área de estudio

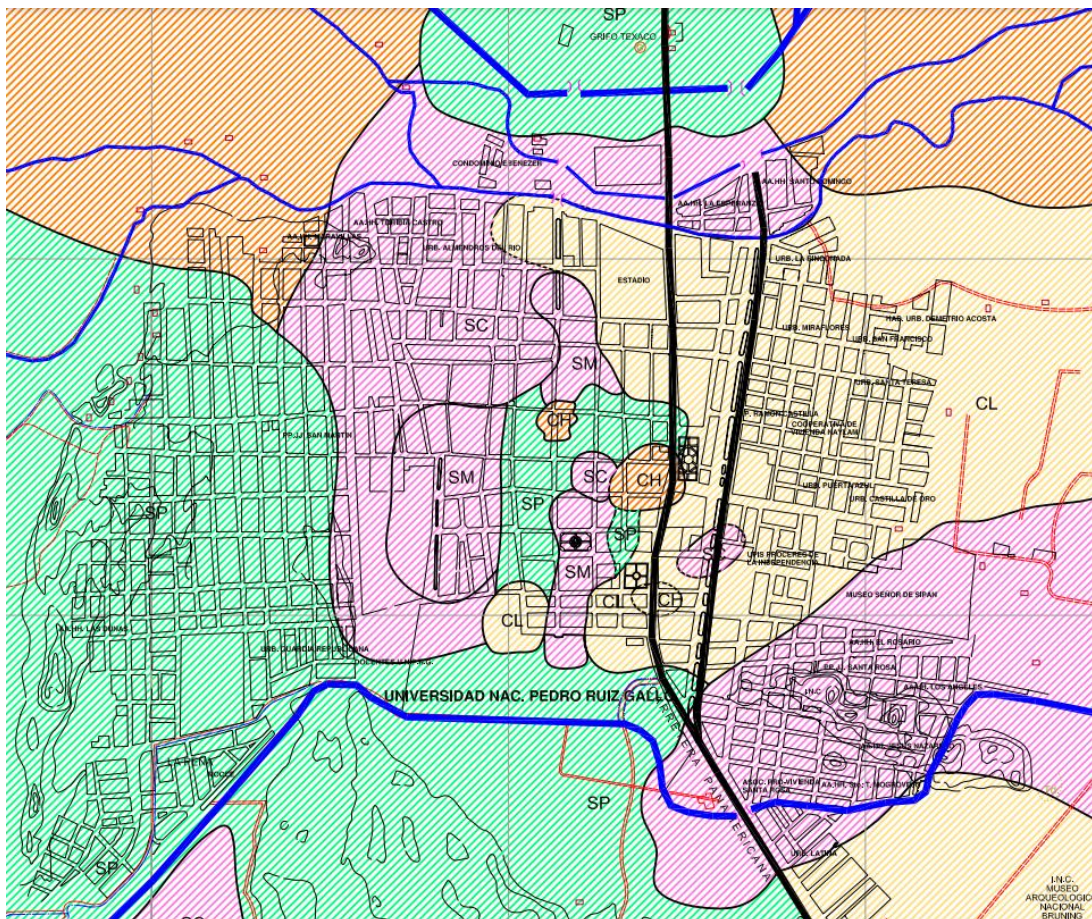


Ilustración 5\_Mapa geotécnico [7]



Ilustración 4\_Ubicación de calicatas (Elaboración propia)

## Operación de Variables

Tabla 12\_Operación de variables (Elaboración propia)

Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso						
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTO	UND. DE MEDIDA O INDICE	
INDEPENDIENTE	Fibra de polipropileno	CANTIDAD DE CONCRETO RECICLADO Y FIBRA DE POLIPROPILENO	Reforzar el RCD con 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1% y 1.25% en volumen de fibra de polipropileno de 19 mm	Balanza Elec. Aproximación a 0.1g	Porcentaje(%)	
DEPENDIENTE	Propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso	El suelo arcilloso se caracteriza por su alta capacidad de retención de agua y baja permeabilidad, lo que puede causar problemas de estabilidad y deformación bajo cargas pesadas. Debido a su tendencia a expandirse y contraerse con cambios de humedad.	Ensayos Físicos	Granulometría	MTC E 107	%
				Límite Líquido	NTP 339.129 / MTC E110 / ASTM N° D 4318	%
			Ensayos Mecánicos	Límite Plástico	NTP 339.129 / MTC E111 / ASTM N° D 4318	%
				Contenido de Humedad	NTP 339.127 / MTC E108 / ASTM D2216	%
				Proctor Modificado	NTP 339.141 / MTC E108 / ASTM D1556	%
Valor de capacidad de soporte del material (CBR)	NTP 339.127 / MTC E108 / ASTM D1557	%				
INDEPENDIENTE	Concreto reciclado (RCD-C)	El concreto reciclado es proveniente de obras públicas o privadas donde haya habido demoliciones. Este proceso reduce el desperdicio de construcción y disminuye la necesidad de extraer nuevos materiales, promoviendo la sostenibilidad en la industria de la construcción. Además, el concreto reciclado puede mantener sus propiedades estructurales.	Ensayos Químicos	Contenido de sulfatos	NTP 339.178	%
				Contenido de sales solubles totales	NTP.152	%
				Contenido de Cloruros solubles	NTP 339.177	%
			Ensayos Físicos	Granulometría	MTC E 107	%
				Peso específico	NTP 339.131 / ASTM D 854	%
Ensayos Mecánicos	Abrasión	ASTM C 131	%			

# Matriz de consistencia

Tabla 13\_Matriz de consistencia (Elaboración propia)

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACIÓN				
				VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOS DE MEDICION O INSTRUMENTNO	METODOLOGIA
Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso	¿Cómo influye la mezcla de RCD con fibra de polipropileno para contrarestrar los problemas que presenta los suelos arcillosos?	Objetivo General	Si, al incorporar la fibra de polipropileno de 19mm de longitud en porcentajes de 0.25, 0.5, 0.75, 1 y 1.25% en volumen del suelo conformado mas el concreto reciclado con porcentajes de 10 y 25% en peso puede obtenerse mejores propiedades mecánicas de los suelos arcillosos.	V. INDEPENDIENTE: Fibra de polipropileno	CANTIDAD DE CONCRETO RECLICADO Y FIBRA DE POLIPROPILENO	Dosificaciones de RC de 10% y 25% en peso y 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1% y 1.25% en volumen del suelo conformado de fibra de polipropileno de 19mm	Balanza Elec.Aproximación a 0.1g	TIPO DE INVESTIGACION
		Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en estudio.				Granulometría	MTC E 107	Aplicado
		Analizar la granulometría del suelo en estudio y del concreto reciclado.				Límite Líquido	NTP 339.129 / MTC E110 / ASTM N° D 4318	
		Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto reciclado.				Límite Plástico	NTP 339.129 / MTC E111 / ASTM N° D 4318	
						Contenido de Humedad	NTP 339.127 / MTC E108 / ASTM D2216	
		Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso reforzado con la mezcla del concreto reciclado en porcentajes de 10 y 25% más una adición de fibra de polipropileno en porcentajes de 0.25, 0.5, 0.75, 1 y 1.25%.				Proctor Modificado	NTP 339.141 / MTC E108 / ASTM D1556	
						Valor de capacidad de soporte del material (CBR)	NTP 339.127 / MTC E108 / ASTM D1557	
		V. INDEPENDIENTE: Concreto Reciclado (RCD-C)				Contenido de sulfatos	NTP 339.178	
						Contenido de sales solubles totales	NTP.152	
						Contenido de cloruros solubles	NTP 339.177	
Ensayos físicos	Granulometría	MTC E 107						
	Peso específico	NTP 339.131 / ASTM D 854						
Ensayo mecánico	Abrasión	MTC E 207 / ASTM C-131						

## **Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos**

### **Técnicas recolección de datos**

Durante las visitas al sitio de análisis, el estudio empleó la técnica de observación directa, así como la inspección de los residuos de concreto demolido, además de llevar a cabo los ensayos en el laboratorio.

### **Instrumentos de la recolección de datos**

Esta investigación utilizó pautas de observación para destacar las ideas principales en investigación, para así reflejarlas en una evaluación documental derivado de los ensayos realizado en el laboratorio. Estos resultados serán posteriormente utilizados para su análisis.

Se llevó a cabo los siguientes ensayos para ver las propiedades del concreto reciclado.

- Ensayos químicos (Contenido de sales, sulfatos y cloruros solubles)
- Granulometría.
- Peso específico.
- Abrasión.

Se realizaron los ensayos para la clasificación del suelo y ver sus propiedades

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Proctor modificado
- CBR

Se realizaron las guías para los siguientes ensayos de suelos, los cuales ya se encuentran con diferentes porcentajes de concreto reciclado y fibra de polipropileno.

- Proctor modificado (Método A).
- Californian Bearing Ratio (CBR).

Los instrumentos, junto con los equipos, fueron empleados para llevar a cabo los ensayos prescritos por la normativa vigente.

## Procedimiento

### Obtención de la muestra

Al principio, se realizó una visita a campo con el fin de ver el estado del suelo y del área de estudio. Con ayuda del Expediente Técnico con el que se estaba desarrollando la obra de “Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en la Unidad Vecinal Indoamérica, del Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque”, se ubicó tres puntos en el que se tenía resultados de suelo arcilloso.

*Ilustración 6\_ Resumen de estudio de mecánica de suelos que consideró para tomar las muestras*

**CUADRO N° 01: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y ANALISIS DE SUELOS**

CALICATA / MUESTRA		C1- M 1	C2- M 1	C2- M 2	C3- M 1	C3- M 2	C4- M 1	C4- M 2	C5- M 1	C6- M 1
Ubicación		CALLE 3	PASAJE SAN SEBASTIAN		ESQUINA DE LA CALLE 2 CON CALLE 4		ESQUINA CALLE 4 CON CALLE 6		ESQUINA DE PROLONGACION CALLE 2 CON CALLE 5	ESQUINA CALLE 5 CON CALLE 6
Coordenadas UTM Sistema WGS 84	E N	620879 9259833	620937 9259903		621049 9259761		621046 9259905		621143 9259769	621146 9259898
Profundidad (m)		1.20 a 2.00	0.50 a 1.30	1.30 a 2.00	0.25 a 1.30	1.30 a 2.00	0.50 a 1.50	1.50 a 2.00	1.20 a 2.00	1.60 a 2.00
Humedad Natural.		15.23%	28.26%	28.50%	10.28%	15.21%	23.06%	18.32%	8.02%	6.88%
Sales Totales.		0.168%	0.200%	0.194%	0.204%	0.152%	0.218%	0.205%	0.220%	0.215%
Limite Líquido (%).		34.29	47.12	40.28	21.49	33.61	43.15	35.17	NP	NP
Limite Plástico (%).		21.12	27.58	21.20	19.45	20.24	23.26	21.05	NP	NP
Índice Plástico (%).		13.17	19.55	19.08	2.05	13.38	19.90	14.13	NP	NP
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1.78	1.76	----	1.63	----	1.79	----	1.98	1.97
Óptimo Contenido de Humedad (%)		15.68	14.85	----	10.74	----	15.35	----	8.67	8.77
CBR 95 %		7.63	7.24	----	12.43	----	8.22	----	13.38	13.32
Clasificación SUCS		CL	CL	CL	SM	CL	CL	CL	SP	SP
Clasificación AASTHO		A-6 (12)	A-7-6 (19)	----	A-2-4 (0)	----	A-7-6 (18)	----	A-3 (0)	A-3 (0)

Luego se ejecutaron las excavaciones, siendo dos puntos cortados con la retroexcavadora ya que en esas zonas se encontraban realizando corte de terreno y una calicata se realizó de manera manual para la extracción de las muestras, la calicata 01 se ubica entre las coordenadas 621046.00 m E – 9259905.00 m S, la calicata 02 se ubica entre las coordenadas 621049.00 m E – 9259761.00 m S, por último, la calicata 03 se ubica entre las coordenadas 620937.00 m E – 9259903.00 m S.

El área de excavación de la calicata 3 fue de 1.00 m x 1.00 m aproximadamente y con una profundidad de 2.10 m, por otro lado, la calicata 1 tiene una profundidad 1.90 y la calicata 2 tiene una profundidad de 1.80; estas muestras se almacenaron en sacos. Estas muestras se pusieron a secar para luego ser llevadas al laboratorio para realizar los ensayos mencionados anteriormente.



*Ilustración 7\_Extracción de la muestra de suelo, C-01*




*Ilustración 9* \_Extracción de la muestra de suelo, C-02




*Ilustración 8* \_Extracción de la muestra de suelo, C-03


A continuación se tiene los registros de excavación de cada una de las calicatas:

PROFUNDIDAD 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Descripción visual (IN- SITU)	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS/AASHTO	RESULTADOS
0.1	A C I E L O  A B I E R T O	Relleno con material suelo - basura	C - 01		CL A-6 (11)	Arcilla de alta plasticidad  Límite líquido : 38.23% Límite plástico : 21.97% Límite de plasticidad : 16.26% Humedad natural : 30.83
0.2						
0.3		0.30				
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3		Suelo de matriz arcillosa de coloración marrón claro. Presenta material compacto, textura suave, estructura fina, húmedo y moldeable.				
1.4						
1.5						
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1						
2.2						

*Ilustración 11\_Registro de excavación C-01 (Elaboración Propia)*

PROFUNDIDAD 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Descripción visual (IN- SITU)	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS/AASHTO	RESULTADOS	
0.1	A C I E L O  A B I E R T O	Relleno con material suelo - basura	C - 02		CL A-6 (11)	Arcilla de alta plasticidad  Límite líquido : 38.19% Límite plástico : 21.43% Límite de plasticidad : 16.76% Humedad natural : 31.42	
0.2							
0.3		0.30					
0.4							
0.5							
0.6							
0.7							
0.8							
0.9							
1.0							
1.1							
1.2		Suelo de matriz arcillosa de coloración marrón claro. Presenta material compacto, textura suave, estructura fina, húmedo y moldeable.					
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							
1.8							1.80
1.9							
2.0							
2.1							
2.2							

*Ilustración 10\_Registro de excavación C-02 (Elaboración propia)*

PROFUNDIDAD 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Descripción visual (IN- SITU)	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS/AASHTO	RESULTADOS
0.1	A C I E L O  A B I E R T O	Relleno con material suelo - basura	C - 03		CL A-7-6 (13)	Arcilla de alta plasticidad  Límite líquido : 41.07% Límite plástico : 19.98% Límite de plasticidad : 21.09% Humedad natural : 22.71
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6		0.60				
0.7						
0.8						
0.9						
1.0		Suelo de matriz arcillosa de coloración marrón claro. Presenta material compacto, textura suave, estructura fina, húmedo y moldeable.				
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1	2.10					
2.2						

*Ilustración 12\_Registro de excavación C-03 (Elaboración propia)*

Para obtener la muestra de concreto reciclado se recolectó de la demolición del pavimento rígido que se encontraba en la Unidad Vecinal de Indoamérica, estas muestras se almacenaron en sacos y fueron llevadas al laboratorio para ser tratados y así realizar los ensayos competentes.



*Ilustración 13\_Recolección de la muestra de Concreto Reciclado*

### **Contenido de Humedad**

Para realizar este ensayo se tomó un aproximado de 1000 gr de las 3 calicatas en su estado natural. Luego se pesaron las muestras se llevó al horno, por un aproximado de 24 horas para así pesarlo nuevamente y tener el porcentaje de humedad de los suelos.



*Ilustración 14\_Muestras con Humedad Natural*

## **Análisis granulométrico por tamizado**

Se tomó una muestra de cada uno de los suelos para luego ser pasados por una serie de tamices con aberturas progresivamente más pequeñas. Luego se procedió a agitar los tamices durante un tiempo para separar las partículas según su tamaño. Posterior a ello, se pesa el material que ha retenido cada tamiz para calcular el porcentaje acumulado de material retenido en función del tamaño de las aberturas de los tamices.



*Ilustración 15\_ Tamizado de las muestras*

## **Límites de Atterberg**

### **Límite Líquido**

Para ejecutar este ensayo se inició pesando la muestra seca cerca de los 200 gramos que pasó por el tamiz N°40. Luego agrega porciones de agua destilada para mezclarse hasta lograr una mezcla homogénea. Luego, esta mezcla se colocó en el centro de la Copa de Casagrande y se niveló la superficie. Con la ayuda de un acanalador, se dividió la muestra en dos segmentos. Posteriormente, se comienza a realizar golpes para cerrar la ranura creada por el acanalador, y una vez logrado, se registró el número de golpes. Se retira una muestra de la parte central de la Copa. Finalmente, se llevó al horno esta muestra para

determinar su contenido de humedad. Este proceso se repitió tres veces más para obtener cuatro puntos de contenido de humedad diferentes.



*Ilustración 16\_ Límite Líquido*

### **Límite Plástico**

Se tomó una muestra de mezcla que se hizo en el límite líquido y se amasó hasta que la humedad se redujo lo suficiente como para lograr una consistencia que permitiera hacer pequeños rollos sin que se adhiriera a la palma de la mano. Luego, se extrajo una pequeña parte de la mezcla preparada y se formaron rollitos hasta que aparecieron grietas o el rollito se rompiera. Los palitos formados se llevaron al horno para determinar su porcentaje de humedad. Este procedimiento se repitió con todas las muestra, con una masa mínima de 6 gramos y formando entre 3 y 4 rollitos por muestra.



*Ilustración 17\_ Límite plástico*

### **Proctor Modificado**

Para este ensayo se prepararon cuatro muestras de 3 kilogramos cada uno, siguiendo el método "A". La muestra, que había sido previamente secada y disgregada, pasó a través del tamiz N° 4. Luego, se humedeció la muestra con agua y se comenzó a colocar las 4 capas en el molde con 25 golpes cada una de las capas. Se aseguró que cada capa tuviera el mismo espesor y los mismos golpes por minuto de manera uniforme. En la última capa

se nivela el suelo sobresaliente del molde, con el fin de pesar la muestra. También se toma una pequeña parte para determinar su humedad.



*Ilustración 19\_ Compactación de la muestra*



*Ilustración 18\_ Enrasado de la muestra*

## California Bearing Ratio (CBR)

### Fase de compactación

Con los resultados obtenidos del Proctor modificado (OCH y la MDS), se procedió a realizar el ensayo de CBR tomando muestras de 5 kg para cada molde. El ensayo requiere de 3 moldes por calicata.

Para realizar este ensayo se pesó primero el molde de CBR ya que es fundamental para los cálculos. Luego se coloca un disco espaciador con un papel de filtro grueso del mismo diámetro. Ya teniendo esto se procede a adicionar dentro del molde la muestra de suelo humedecida. El ensayo de CBR a diferencia del Proctor se desarrolla con 3 moldes y cada uno de ellos es compactado con 56, 25 y 12 golpes. Luego de tener las muestras compactadas se nivela el suelo con el molde para ser pesados sin el disco separador. Luego se voltea el molde y se inserta otro papel filtro del mismo diámetro para pasar a desarrollar la siguiente fase del CBR.



*Ilustración 21\_Peso de la muestra compactada*



*Ilustración 20\_Compactación de la muestra*

### Fase de inmersión

Luego de hacer la compactación del suelo, los moldes se completos se colocaron dentro de agua para realizar con la toma de lecturas del grado de expansión. Los moldes fueron completamente sumergidos en agua, tapando toda la muestra, este se mantuvo así por 4 días. Se hicieron mediciones de la expansión cada 24 horas como indica la norma.

Después de pasar los 4 días se retiró el molde del contenedor con agua y se colocó fuera de este para dejar drenar toda el agua. Posterior a esto, la muestra se encuentra listo para ser pesado retirando la sobrecarga y placa perforada.



*Ilustración 22\_Inmersión de la muestra compactada*

## Fase de penetración

Durante esta fase, se aplicó una fuerza al pistón de penetración utilizando el mecanismo correspondiente de la prensa, a una velocidad constante de 1,27 mm (0,05") por minuto. Los datos fueron recabados con ayuda del cronómetro en los tiempo de 0'00", 0'20", 1'00", 1'30", 2'00", 3'00", 4'00", 5'00", 6'00", 8'00", 10'00".



*Ilustración 23\_Penetración de muestra*

## Obtención del concreto reciclado (RCD-C)

Para la obtención de la muestra de residuos de concreto reciclado se obtuvo de manera directa de un pavimento rígido recién demolido.

Para darle un tratamiento a este residuo de concreto reciclado se procedió a lavarlo, limpiarlo y posteriormente colocarlo a secar con el sol.



*Ilustración 24\_Recolección de muestras de RCD-C*

Luego se comenzó a pulverizar manualmente la muestra de concreto reciclado, teniendo como tamiz superior el N°4 y tamiz inferior N°200.



*Ilustración 25\_Trituración manual de RCD-C*

## Ensayos realizados al concreto reciclado

### Análisis granulométrico por tamizado

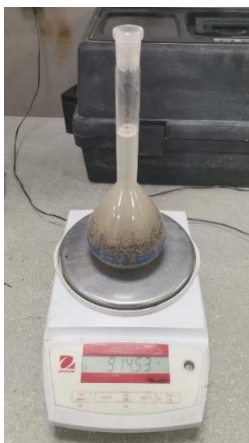
Se utilizó una muestra de 500 gramos para realizar este ensayo, se emplearon los tamices N°4, N°10, N°20, N°40, N°50, N°60, N°80, N°140, N°200 y fondo.



*Ilustración 26\_Tamizado de muestras*

### Gravedad específica

Para realizar este ensayo se utilizó 500 gramos de la muestra de concreto reciclado pasado por el tamiz N°4, luego se procedió a pesar la fiola, para después pesar la fiola con el agua destilada. Consiguiente a esto se retira el agua destilada para colocar la muestra de concreto reciclado y pesarlo. Una vez hecho esto se introduce el agua destilada dentro de la fiola que ya contiene el concreto reciclado para después pesarlo y agitar la fiola. Al realizar este procedimiento se deja decantar la muestra 24 horas para luego ser pesada la muestra.



*Ilustración 27\_Realización de Ensayo Gravedad Específica*

## Abrasión

Para realizar este ensayo se tomó la muestra de concreto reciclado libre impurezas. Se pesó una muestra del concreto reciclado de 5.040 kg. Posterior a ello se llevó a la Máquina de los Ángeles. Esto para ver el desgaste que tiene el concreto reciclado. Entonces luego la muestra para nuevamente pesarlo, pero solo lo que retiene el tamiz N°4.



*Ilustración 30\_Máquina de los Ángeles*



*Ilustración 29\_Peso de muestra inicial*



*Ilustración 28\_Peso de muestra pasado por tamiz N°4*

## Ensayos Químicos

### Contenido de sales solubles

Al realizar este ensayo se utiliza 50 gramos de concreto reciclado y 250 ml de agua destilada. Esta muestra de concreto reciclado se vierte dentro de un recipiente y se llena con agua destilada, luego se agita entre un aproximado de 30 min y 1 hora para posteriormente se coloca a decantar el material por 24 horas. Luego el agua destilada se vierte en una tara para poder hervir y así sacar 50 ml de esa muestra pasado por un papel filtro y así colocar esta muestra en el horno por 24 horas. Posterior a ello se pesa la muestra retirada del horno.



*Ilustración 31\_Muestra de sales del Concreto reciclado*

### Preparación de las muestras con RCD-C y fibra de polipropileno

Luego de tener los resultados de los ensayos realizados anteriormente mencionados, se evidenció que la calicata N°1 y N°3 presentan valores de 4.0% y 3.0% de CBR al 95%, siendo así estas dos calicatas para estudiar puesto que la calicata N°2 tiene valores similares a la calicata N°1. Por lo tanto, se decidió estudiar la calicata N°1 y N°3 con la adición de 10% y 25% de concreto reciclado más la adición de 0.25, 0.5, 0.75, 1 y 1.25% de fibra de polipropileno.

Se procedió a evaluar el comportamiento de la muestra de las calicatas más las adiciones correspondientes de concreto reciclado y fibra de polipropileno con el óptimo contenido de humedad de los suelos ya estudiados.

Como se explicó anteriormente se utilizará el concreto reciclado en proporción al peso de la muestra, mientras tanto la fibra de polipropileno se utilizará en proporción al volumen del suelo conformado.



*Ilustración 33\_Fibra de Polipropileno*



*Ilustración 32\_Proceso de deshilachado de Fibra*

### **Proctor modificado con adición de RCD-C y fibra de polipropileno**

Para realizar este ensayo primero se calculó el volumen del molde del Proctor. Luego de ellos se calculó el volumen para cada muestra de Fibra de polipropileno, como ejemplo los datos del molde del Proctor y un porcentaje de 0.25% de fibra de polipropileno:

Diámetro del molde: 101.5 mm

Altura del molde: 116.45 mm

Volumen del molde: 942.24 cm<sup>3</sup>

Peso del molde: 3868 g

Vol. De FP de 0.25% =  $942.24 * 0.0025 = 2.36 \text{ cm}^3$

Volumen Total – Volumen FP 0.25% = 939.88 cm<sup>3</sup>

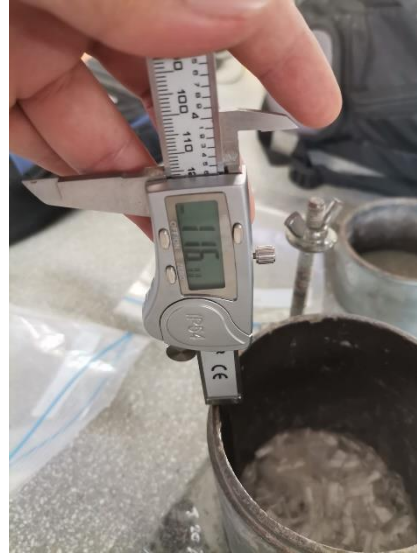
Después de obtener el volumen se procede a calcular la altura que se necesita para llegar a ese volumen.

La altura que se necesita para obtener el volumen de 939.88 cm<sup>3</sup> es de 116.1 mm<sup>3</sup>.

Posterior a eso se procede a pesar la cantidad de FP que se necesitó para llegar al volumen de 2.36 mm<sup>3</sup> dando un resultado de 4.82 g. Es así como se calculó la cantidad de fibra de polipropileno que se va a utilizar en lo que respecta al ensayo de Proctor modificado. Lo que respecta al concreto reciclado se utilizó el 10 y 25% del peso de la muestra a ensayar.



*Ilustración 34\_Toma de mediciones del molde Proctor*



*Ilustración 35\_Medición de la altura de Fibra de Polipropileno*

### **CBR con adición de RCD-C y fibra de polipropileno**

Para desarrollar este ensayo se tuvo el mismo procedimiento que para el Proctor, pero en esta ocasión al ser de mayor diámetro y altura se necesitó más fibra de polipropileno y mayor cantidad de concreto reciclado.



*Ilustración 37\_Medición de molde de CBR*



*Ilustración 36\_Medición de altura óptima para Fibra de polipropileno*



*Ilustración 39\_ Fase de Inmersión*



*Ilustración 38\_ Toma de resultados Fase de Penetración*

## Resultados y Discusión

### Resultados

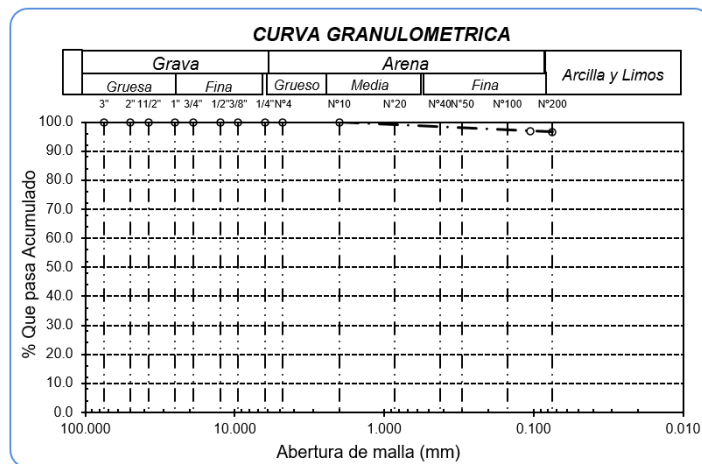
#### Análisis granulométrico por tamizado de muestras naturales

En la tabla 14 apreciamos los detalles de las 3 calicatas. Se puede observar los porcentajes de la distribución de la granulometría que es un reflejo de lo que pasa y retiene cada uno de los tamices

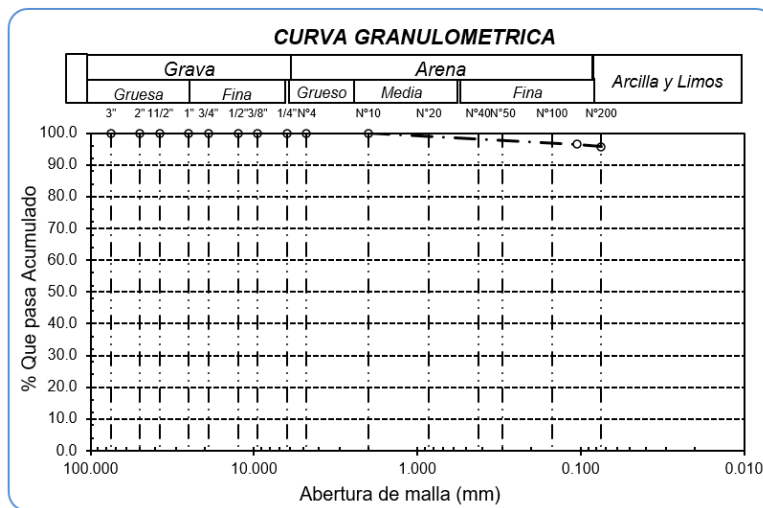
*Tabla 14\_ Resumen de los análisis granulométricos por tamizado de las muestras (Elaboración Propia)*

Análisis granulométrico por tamizado							
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	% Que pasa N°200	% Que pasa N°4	Distribución Granulometría		
					% Grava	% Arena	% Limo y Arcilla
C-01	M-1	0 - 1.90	97.8	100	0.0	2.2	97.8
C-02	M-1	0 - 1.80	96.6	100	0.0	3.4	96.6
C-03	M-1	0 - 2.10	95.7	100	0.0	4.3	95.7

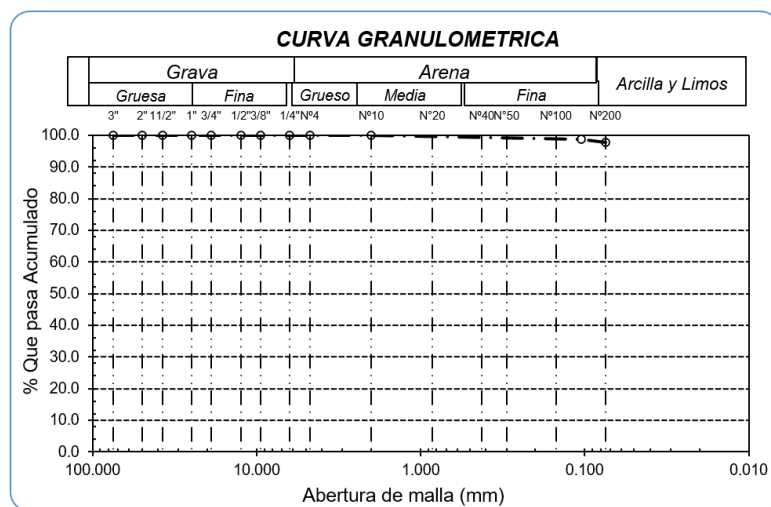
A continuación, se aprecian las curvas granulométricas de cada una de las calicatas.



*Ilustración 42\_Curva granulométrica de C-01*



*Ilustración 41\_Curva granulométrica de C-02*



*Ilustración 40\_Curva granulométrica C-03*

## Análisis granulométrico por tamizado del concreto reciclado

En la siguiente tabla se detallarán los resultados obtenidos por la granulometría, además de los porcentajes de material pertinente a grava, arena y limo – arcilla de la muestra de concreto reciclado.

Tabla 15\_ Resumen de análisis granulométricos del Concreto Reciclado (Elaboración Propia)

Análisis granulométrico por tamizado del CR					
Muestra	Tamiz	% Que pasa	Distribución Granulométrica		
			% Grava	% Arena	% Limo y Arcilla
CR	N°4	99.1	0.9	98.2	0.9
	N°80	12.3			
	N°200	0.9			

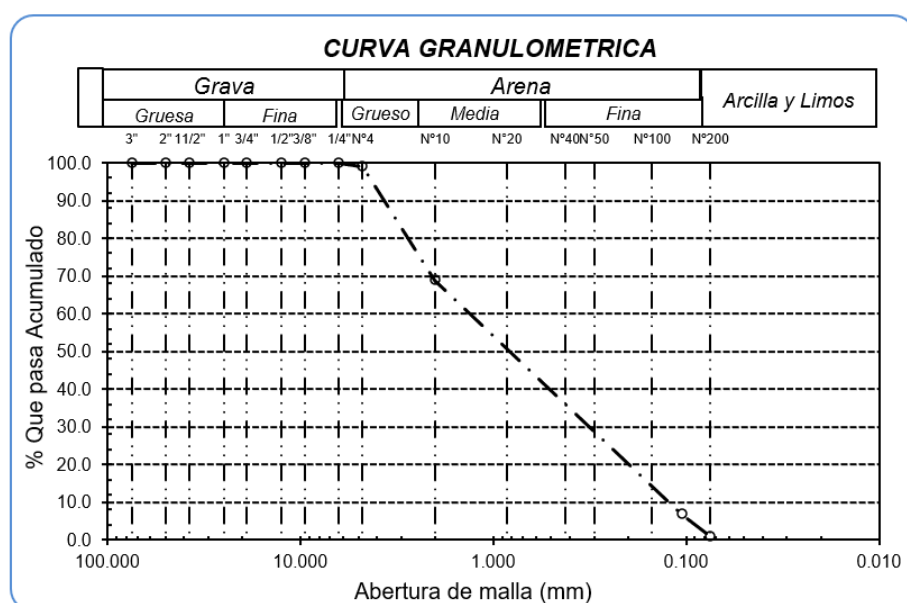


Ilustración 43\_Curva granulométrica del Concreto Reciclado

## Contenido de humedad de las muestras naturales

A continuación, se muestra el contenido de humedad de la muestra de las calicatas.

Tabla 16\_ Contenido de humedad de las calicatas (Elaboración Propia)

Contenido de humedad			
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Humedad W (%)
C-01	M-1	0 - 1.90	30.83
C-02	M-1	0 - 1.80	31.4
C-03	M-1	0 - 2.10	22.7

## Límites de Atterberg

En la siguiente tabla se muestran la síntesis de ensayos de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Tabla 17\_ Resumen de Límites de Atterberg de suelo natural (Elaboración Propia)

<b>Límites de Atterberg</b>					
<b>Calicata</b>	<b>Muestra</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>LL (%)</b>	<b>LP (%)</b>	<b>IP (%)</b>
C-01	M-1	0 - 1.90	38.23	21.97	16.26
C-02	M-1	0 - 1.80	38.19	21.43	16.76
C-03	M-1	0 - 2.10	41.07	19.98	21.09

## Clasificación de los suelos método SUCS (muestras naturales)

A continuación, se describe el resumen de clasificación de suelos según el sistema SUCS. Se evaluó la distribución de tamaños de partículas mediante el tamizado, considerando los porcentajes de paso a través de los tamices N°4 y N°200.

Tabla 18\_ Resumen de clasificación de suelos (Elaboración Propia)

<b>Clasificación de los suelos en el sistema SUCS</b>			
<b>Calicata</b>	<b>Muestra</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>SUCS</b>
C-01	M-1	0 - 1.90	CL - Arcilla de baja plasticidad
C-02	M-1	0 - 1.80	CL - Arcilla de baja plasticidad
C-03	M-1	0 - 2.10	CL - Arcilla de baja plasticidad

## Clasificación de los suelos método AASHTO (muestras naturales)

En la tabla 19 se presenta un resumen de la clasificación de suelos según el sistema AASHTO. Se tuvieron en cuenta aspectos como la distribución de tamaños de partículas mediante tamizado (con porcentajes de paso a través de los tamices N°10, N°40 y N°200), así como las propiedades plásticas y el índice de grupo.

Tabla 19\_ Resumen de clasificación de suelos (Elaboración Propia)

<b>Clasificación de los suelos en el sistema AASHTO</b>					
<b>Calicata</b>	<b>Muestra</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>AASHTO</b>		
			<b>Clasificación General</b>	<b>Contribuyentes principales</b>	<b>Características de subgrado</b>
C-01	M-1	0 - 1.90	Material limoso arcilloso	Suelos arcillosos	Malo
C-02	M-1	0 - 1.80	Material limoso arcilloso	Suelos arcillosos	Malo
C-03	M-1	0 - 2.10	Material limoso arcilloso	Suelos arcillosos	Malo

## Proctor Modificado de las muestras naturales

Los resultados de este ensayo se detallan la tabla 20 donde se puede observar el OCH y MDS obtenido del Proctor modificado "A" para el suelo natural.

Tabla 20\_Resumen de Proctor modificado de muestras naturales (Elaboración Propia)

Proctor modificado - Método "A"				
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo Contenido de Humedad (%)
C-01	M-1	0 - 1.90	1.81	16.2
C-02	M-1	0 - 1.80	1.62	17
C-03	M-1	0 - 2.10	1.845	15.12

## CBR de las muestras naturales

Los resultados del ensayo de CBR de las muestras naturales de cada calicata para una penetración de 1" y 2" al 95% y 100% se muestran en la tabla 21.

Tabla 21\_Resumen de resultados de CBR de muestras naturales (Elaboración Propia)

California Bearing Ratio (CBR)						
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Valor del CBR			
			Penetración 1"		Penetración 2"	
			95% de la MDS	100% de la MDS	95% de la MDS	100% de la MDS
C-01	M-1	0 - 1.90	4%	5%	3%	7%
C-02	M-1	0 - 1.80	4%	6%	5%	8%
C-03	M-1	0 - 2.10	3%	7%	3	9%

## Ensayos químicos del concreto reciclado

En la tabla 22 se tiene el resumen detallado en ppm de los ensayos químicos que se realizó al concreto reciclado.

Tabla 22\_Resumen de resultados de ensayos químicos del Concreto Reciclado (Elaboración Propia)

Ensayos Químicos			
Muestra	Contenido de sulfatos ppm	Contenido de cloruros ppm	Contenido de sales solubles ppm
Concreto Reciclado	345	989	1186

### Gravedad Específica

En la tabla 23 se aprecia el peso específico relativo de sólidos el cual sirve para determinar la densidad del material y la densidad del agua.

*Tabla 23\_Gravedad específica del concreto reciclado (Elaboración Propia)*

<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>	
Peso específico relativo de sólidos (g/cm <sup>3</sup> )	2.217

### Ensayo de Abrasión al RCD-C

En la siguiente tabla se aprecia el desgaste que presenta el concreto reciclado al someterlo al ensayo de Abrasión.

*Tabla 24\_Ensayo de abrasión (Elaboración Propia)*

<b>ENSAYO DE ABRASIÓN</b>	
% de desgaste por abrasión	19.1
% de uniformidad	0.3

### Proctor modificado y CBR con adición de RCD-C y fibra de polipropileno

El resultado de estos ensayos al ser extensos se consideró detallar en el cuadro de resúmenes. Donde también se detalla la clasificación del suelo, Proctor y CBR de la muestra natural.

## Resumen de resultados obtenidos

Tabla 26 \_Resumen de resultados de propiedades físicas de los suelos (Elaboración Propia)

CUADRO DE RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS												
UBICACIÓN CORDENADAS	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA			HUMEDAD (%)	LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
						% Grava	% Arena	% Arcilla y Limo		LIQUIDO (%)	PLÁSTICO (%)	
621046.00 m E 9259905.00 m S	C - 01	M-01	0.30m - 1.90m	CL	A-6 (11)	0.00	2.20	97.80	30.83	38.23	21.97	16.26
621049.00 m E 9259761.00 m S	C - 02	M-01	0.30m - 1.80m	CL	A-6(11)	0.00	3.40	96.60	31.42	38.19	21.43	16.76
620937.00 m E 9259903.00 m S	C - 03	M-01	0.60m - 2.10m	CL	A-7-6(13)	0.00	4.30	95.70	22.71	41.07	19.98	21.09

Tabla 25 \_Resumen de resultados de propiedades mecánicas de los suelos RCD-C 10% (Elaboración Propia)

CUADRO DE RESUMEN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MUESTRA NATURAL																							
UBICACIÓN	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	PROCTOR NATURAL		PROCTOR ADICIÓN CON CONCRETO RECICLADO 10%								CBR AL 95% NATURAL	CBR AL 95% DE CONCRETO RECICLADO 10%						
						MDS	OCH	MDS 0.25%	OCH 0.25%	MDS 0.50%	OCH 0.50%	MDS 0.75%	OCH 0.75%	MDS 1.0%	OCH 1.0%	MDS 1.25%	OCH 1.25%	MDS 0%	MDS 0.25%	MDS 0.50%	MDS 0.75%	MDS 1.0%	MDS 1.25%
621046.00 m E 9259905.00 m S	C-01.1	M-01	0.30m - 1.90m	CL	A-6 (11)	1.810	16.20	1.735	16.57	1.760	14.60	1.735	16.57	1.842	14.50	1.727	17.32	4.00	4.00	5.00	11.00	11.00	23.00
	C-01.2							1.735	16.57	1.76	14.60	1.74	16.57	1.84	14.50	1.73	17.32		6.00	5.00	10.00	10.00	25.00
	C-01.3							1.735	16.57	1.76	14.60	1.74	16.57	1.84	14.50	1.73	17.32		6.00	4.00	7.00	11.00	22.00
	C-01.4							1.735	16.57	1.76	14.60	1.74	16.57	1.84	14.50	1.73	17.32		5.00	4.00	13.00	12.00	26.00
620937.00 m E 9259903.00 m S	C-03-01	M-01	0.60m - 2.10m	CL	A-7-6(13)	1.845	15.12	1.809	14.310	1.836	13.730	1.880	12.500	1.714	16.400	1.550	23.080	3.00	2.000	2.00	5.00	14.00	29.00
	C-03-02							1.809	14.310	1.836	13.730	1.880	12.500	1.714	16.400	1.550	23.080		3.000	4.00	6.00	13.00	30.00
	C-03-03							1.809	14.310	1.836	13.730	1.880	12.500	1.714	16.400	1.550	23.080		2.000	4.00	10.00	14.00	21.00
	C-03-04							1.809	14.310	1.836	13.730	1.880	12.500	1.714	16.400	1.550	23.080		3.000	4.00	8.00	13.00	19.00

Tabla 27\_ Resumen de resultados de propiedades mecánicas de los suelos RCD-C25% (Elaboración Propia)

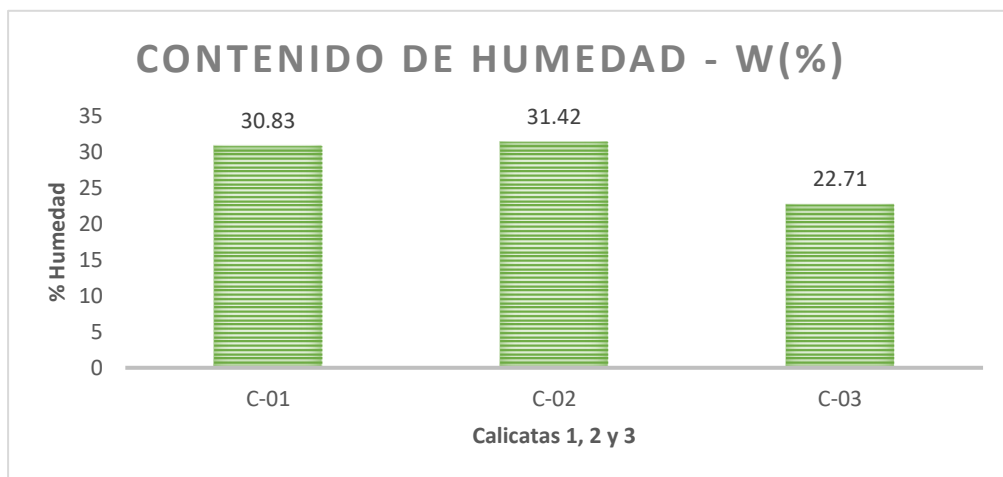
UBICACIÓN	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	PROCTOR NATURAL		PROCTOR ADICIÓN CON CONCRETO RECICLADO 25%								CBR AL 95% NATURAL	CBR AL 95% DE CONCRETO RECICLADO 25%						
						MDS	OCH	MDS 0.25%	OCH 0.25%	MDS 0.50%	OCH 0.50%	MDS 0.75%	OCH 0.75%	MDS 1.0%	OCH 1.0%	MDS 1.25%	OCH 1.25%	MDS 0%	MDS 0.25%	MDS 0.50%	MDS 0.75%	MDS 1.0%	MDS 1.25%
621046.00 m E 9259905.00 m S		M-01	0.30m – 1.90m	CL	A-6(11)	1.810	16.20	1.836	13.73	1.902	14.88	1.727	17.32	1.731	13.90	1.550	23.08	4.00	4.000	4.00	12.00	12.00	29.00
								1.836	13.73	1.902	14.88	1.727	17.32	1.73	13.90	1.55	23.08		3.000	4.00	12.00	14.00	30.00
								1.836	13.73	1.902	14.88	1.727	17.32	1.73	13.90	1.55	23.08		3.000	4.00	11.00	12.00	21.00
								1.836	13.73	1.90	14.88	1.727	17.32	1.73	13.90	1.55	23.08		3.000	4.00	13.00	13.00	16.00
620937.00 m E 9259903.00 m S		M-01	0.60m – 2.10m	CL	A-7-6(13)	1.845	15.12	1.836	13.730	1.902	14.880	1.727	17.320	1.714	16.400	1.550	23.080	3.00	4.000	4.00	11.00	12.00	21.00
								1.836	13.730	1.902	14.880	1.727	17.320	1.714	16.400	1.550	23.080		4.000	4.00	12.00	14.00	23.00
								1.836	13.730	1.902	14.880	1.727	17.320	1.714	16.400	1.550	23.080		3.000	4.00	12.00	14.00	22.00
								1.836	13.730	1.902	14.880	1.727	17.320	1.714	16.400	1.550	23.080		4.000	5.00	12.00	13.00	13.00

## Discusión

### Contenido de humedad de las muestras naturales

Según el estudio realizado en el laboratorio se obtuvo la siguiente gráfica donde se observa que la calicata 3 es la que cuenta con menor contenido de humedad. Al obtener estos resultados se pudo hacer la comparación con el nivel óptimo de humedad que se calcula en el ensayo del Proctor modificado. En los presentes casos se verificaron que tanto en comparación con las muestras naturales y con adiciones del Proctor modificado, el OCH es menor al contenido de humedad, excepto la adición de 1.25% de FP en ambos casos de RCD-C. Esto implica que se tendría que agregar más agua, pero sin agregar mucho porque esto podría afectar para llegar a su máxima densidad seca.

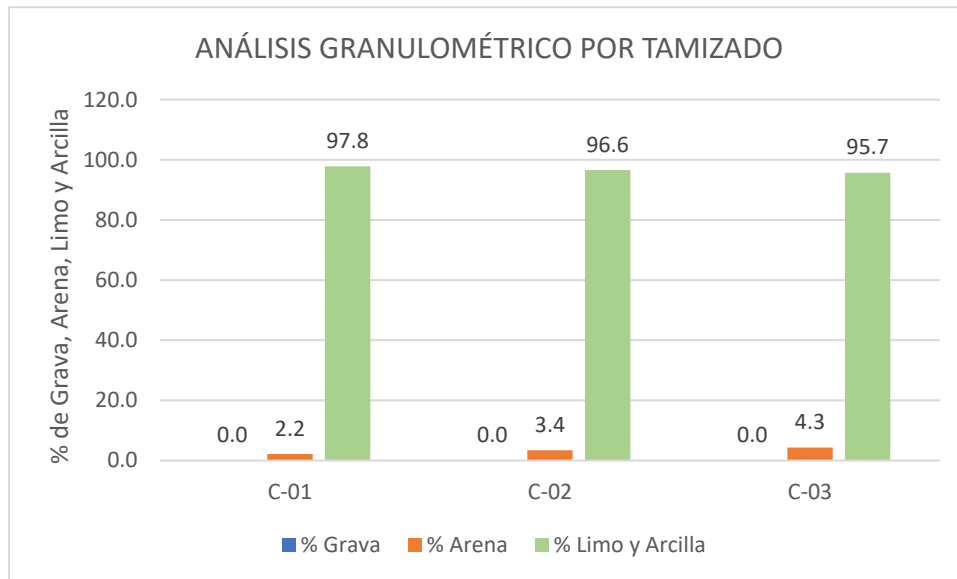
Gráfico 1\_ Resumen de contenido de humedad (Elaboración Propia)



### Análisis granulométrico por tamizado de las muestras naturales

En el gráfico 2 se aprecia que más del 90% de las muestras de las calicatas pasa la malla N°200. Esto significa que tenemos una gran cantidad de limo y arcilla.

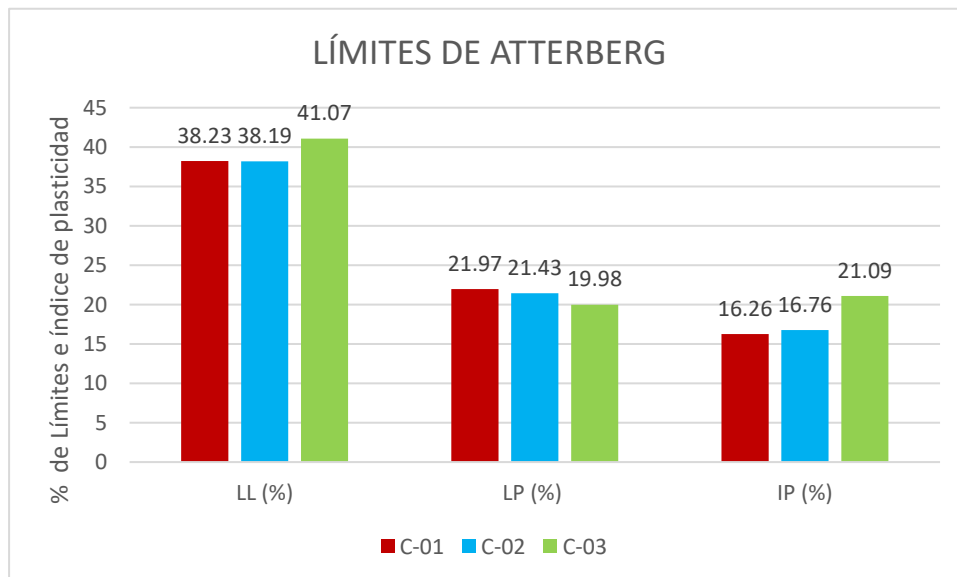
Gráfico 2\_Resumen Análisis granulométrico por tamizado (Elaboración Propia)



### Límites de Atterberg

Según las muestras obtenidas en el laboratorio y como se detalla en el gráfico, la calicata 3 cuenta con índice de plasticidad alto y por otro lado se tiene a las calicatas 2 y 3 con un índice de plasticidad medio, característica de suelo arcilloso.

Gráfico 3\_Resumen de Límites de Atterberg (Elaboración Propia)



### Clasificación del suelo por método SUCS y AASHTO

Los resultados del análisis granulométrico y de los límites de Atterberg han permitido clasificar el suelo de acuerdo con las metodologías SUCS y AASHTO. Esta clasificación detallada se presenta en las Tablas 16 y 17, indicando que el suelo se clasifica como de partículas finas y exhibe características arcillosas y limosas en ambas metodologías. En

cuanto al índice de grupo obtenido para las muestras de las calicatas C-01, C-02 y C-03, se registran valores de 11, 11 y 13 respectivamente. Esto quiere decir que el índice de grupo supera 9 en todos los casos, indicando que el suelo tiene una calidad muy baja.

### Proctor modificado de las muestras naturales

En los gráficos siguientes se detallan los resúmenes de las 3 calicatas, donde se indican su óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca. Respecto al óptimo contenido de humedad se aprecia que la calicata 2 cuenta con el mayor valor de 17%, y el menor porcentaje es de 15.12% de la calicata 3. Lo que indica por otro lado la máxima densidad seca es que calicata 3 cuenta con 1.85gr/cm<sup>3</sup> siendo el valor mas alto, seguido por la calicata 1 con el valor de 1.81 gr/cm<sup>3</sup>.

Gráfico 5\_ Resumen de Proctor modificado - Óptimo contenido de humedad (Elaboración Propia)

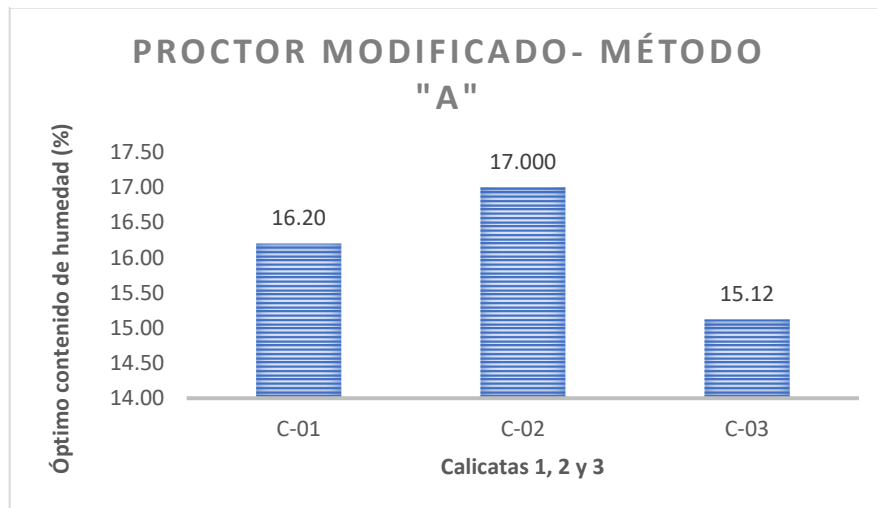
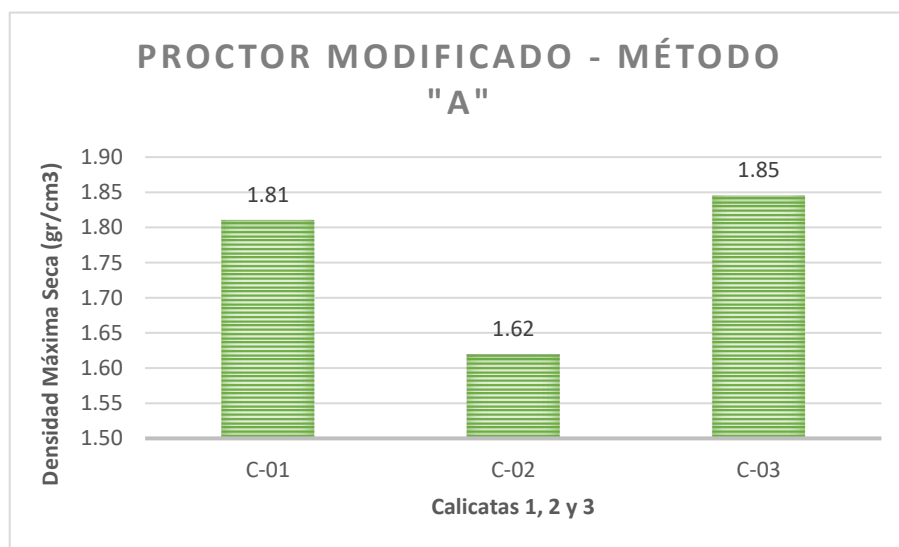


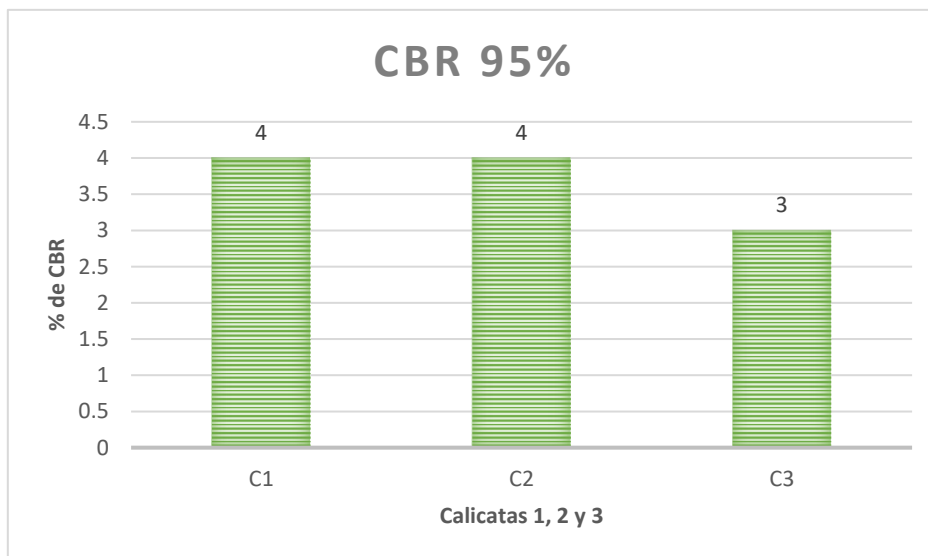
Gráfico 4\_ Resumen Proctor modificado - Densidad máxima seca (Elaboración Propia)



### CBR de las muestras naturales

Lo que se detalla a continuación son los valores obtenidos del CBR a una penetración de 0.1” con la densidad al 95%. Se muestra valores similares de 4% de CBR en las calicatas 1 y 2, mientras que en la calicata 3 se ve un resultado menor de 3% de CBR. Con los valores de CBR se puede ver si el suelo está apto o no para su uso como subrasante, en estos casos como tenemos valores menores a 6% de CBR, es necesario un tratamiento de este suelo para mejorar estos valores.

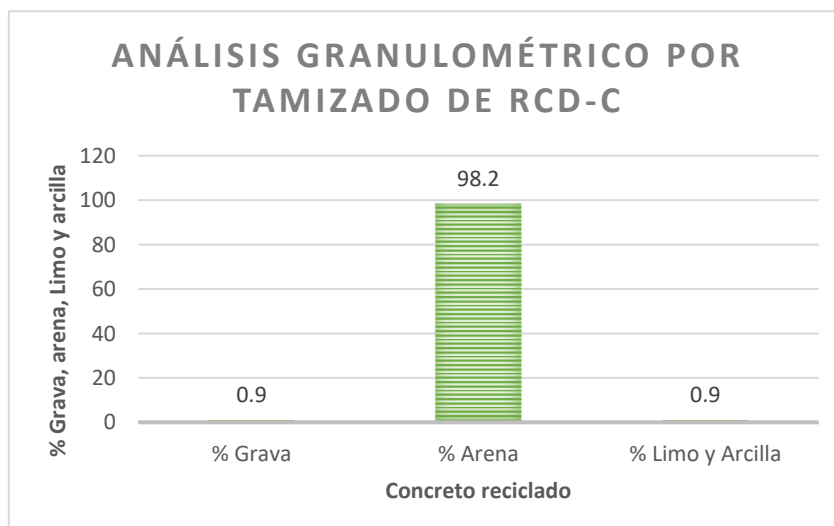
Gráfico 6 \_CBR 95% suelos naturales (Elaboración Propia)



### Análisis granulométrico por tamizado del RCD-C

En el gráfico 7 se observa que se cuenta con mayor cantidad de arena correspondiente a 98.2%, teniendo en cuenta que se consideró como tamiz superior al N°4 e inferior al tamiz N°200.

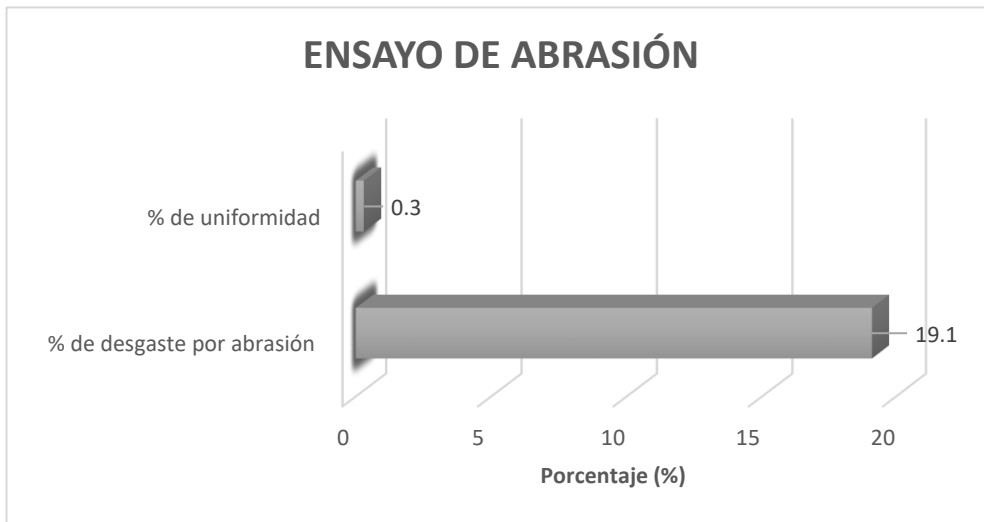
Gráfico 7 \_Análisis granulométrico por tamizado del concreto reciclado (Elaboración Propia)



### Ensayo de Abrasión del RCD-C

A continuación, se muestra la gráfica obtenida a partir de los resultados del laboratorio. Para este ensayo se tiene un desgaste de 19.1%, que se obtuvo al someter al concreto reciclado a 500 revoluciones en la máquina de los Ángeles.

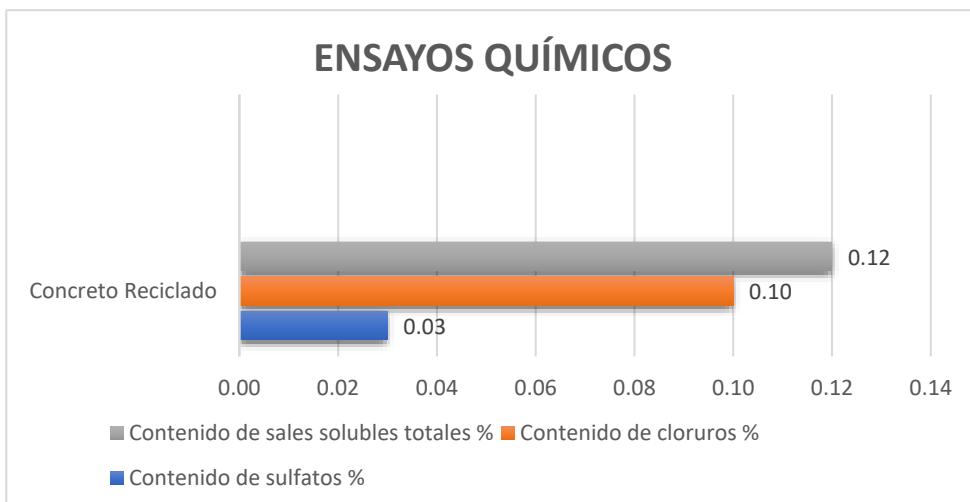
Gráfico 8\_Ensayo de abrasión (Elaboración Propia)



### Ensayos Químicos

Este ensayo sirve para verificar si la muestra significa una amenaza por los químicos que contiene. En este caso los resultados obtenidos están dentro del rango para no significar una amenaza.

Gráfico 9\_Ensayos Químicos (Elaboración Propia)

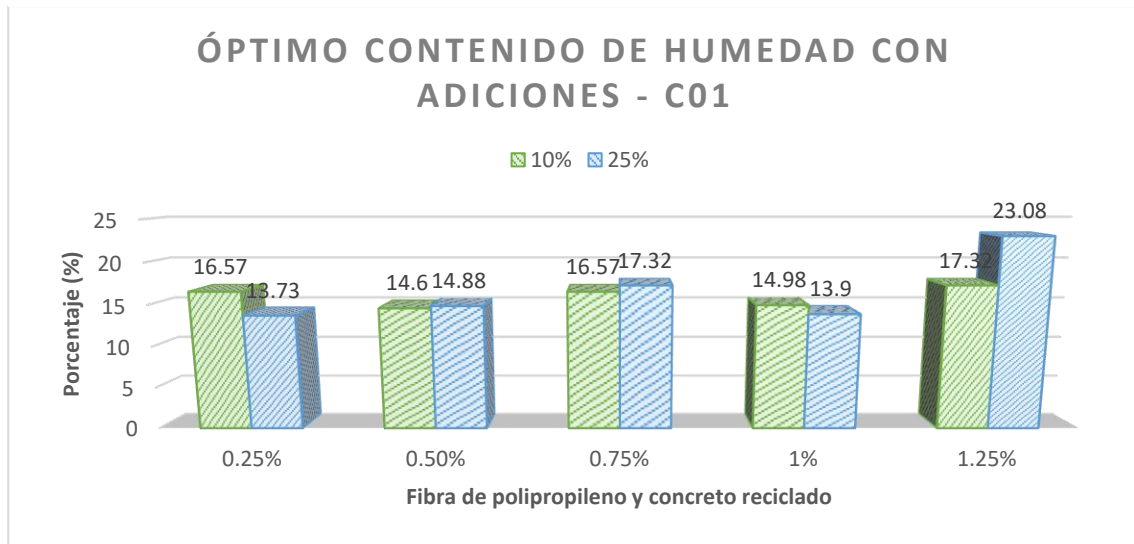


### Proctor Modificado de muestras con Adición de Fibra de Polipropileno y RCD-C

En el gráfico 10 se ve a detalle como al aumentar el concreto reciclado y la fibra de polipropileno el óptimo contenido de humedad aumenta. En la muestra natural de la

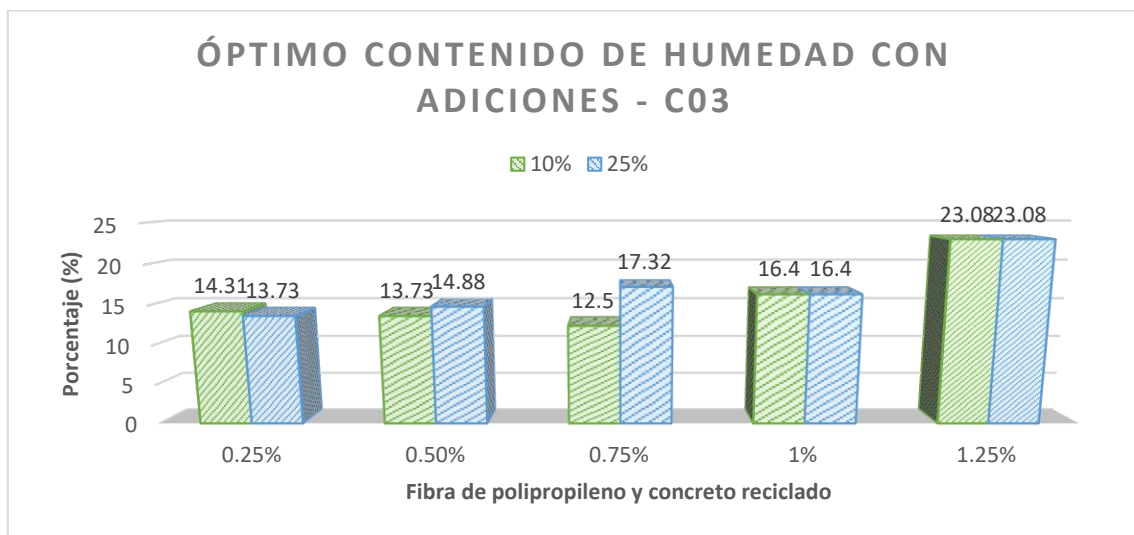
calicata 1 se tiene como OCH 16.20% y como se ve en el gráfico 10 combinar con 10% de RCD-C y la FP hay un aumento en los puntos con FP de 0.25%, 0.75% y 1.25%. Por otro lado, al combinar con 25% de RCD-C se ve un aumento en los puntos con 0.75% y 1.25% de FP.

Gráfico 10\_ Resumen de OPH con adiciones - C01 (Elaboración Propia)



En el gráfico 11 se detalla el OCH de la calicata 3 donde se ve que hay un aumento de OCH desde el punto 0.75% de FP hasta 1.25% de FP con 25% de RCD-C. Mientras que con 10% de RCD-C hay un aumento en 1% y 1.25% de FP.

Gráfico 11\_ Resumen de OPH con adiciones - C03 (Elaboración Propia)



Respecto a la MDS se ha visto que en la muestra sin adiciones se tiene que la calicata 1 y 3 se obtuvieron una MDS de 1.81 y 1.845 gr/cm<sup>3</sup>. Pero al ver el gráfico 12 y 13 sé que no hay una mejora notable al adicionar la fibra de polipropileno y el concreto reciclado.

Gráfico 13\_Resumen de MDS con adiciones - C01 (Elaboración Propia)

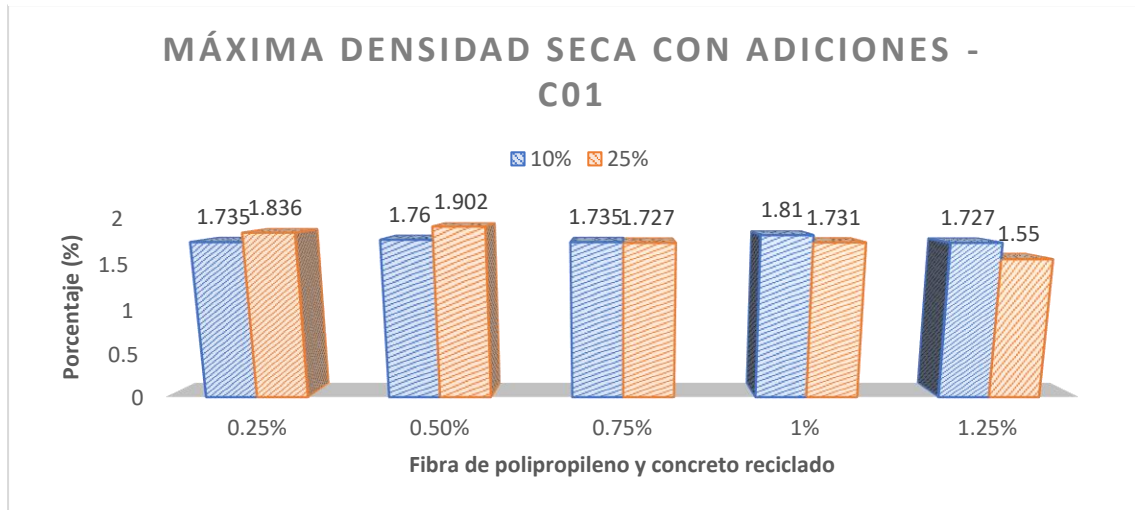
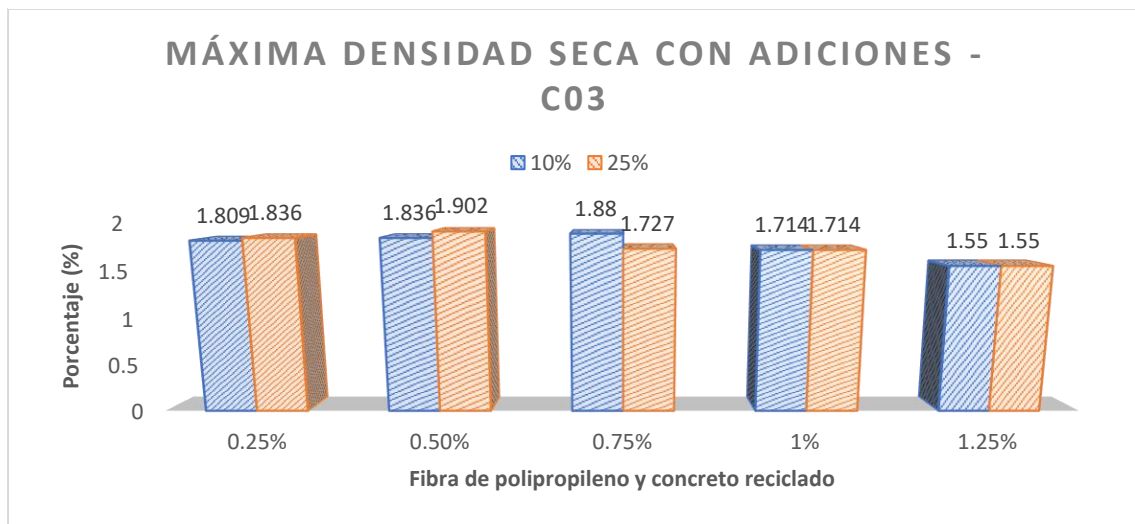


Gráfico 12\_Resumen de MDS con adiciones - C03 (Elaboración Propia)



### CBR de muestras con Adición de Fibra de Polipropileno y RCD-C

En los resultados obtenidos de CBR para la calicata 1 con el porcentaje de 10% de RCD-C y los porcentajes de FP se obtuvieron aumento de 31.25%, 12.5%, 156.25%, 193.75% y 500% de CBR respecto a la muestra de suelo natural. Y con el 25% de RCD-C se ve un aumento, pero a partir del porcentaje de 0.75% de FP, donde los resultados que se obtienen son de 200%, 218.75% y 500%. Esto coincide con la investigación que realizaron Ashiq, Akbar, Farooq, Mujtaba y Raja (2023), donde al aumentar la fibra de polipropileno también tienen un aumento de su CBR con valores hasta los 800% [5]. Con respecto al concreto reciclado Baldania y Bhogavata (2023) también indican que al agregar el RCD-C obtiene mejorar en el CBR, respaldando nuestros resultados obtenidos [9].

Gráfico 16\_ Comparación de CBR vs Desviación Estándar de la C-01 con adición de 10%RCD-C y FP (Elaboración Propia)

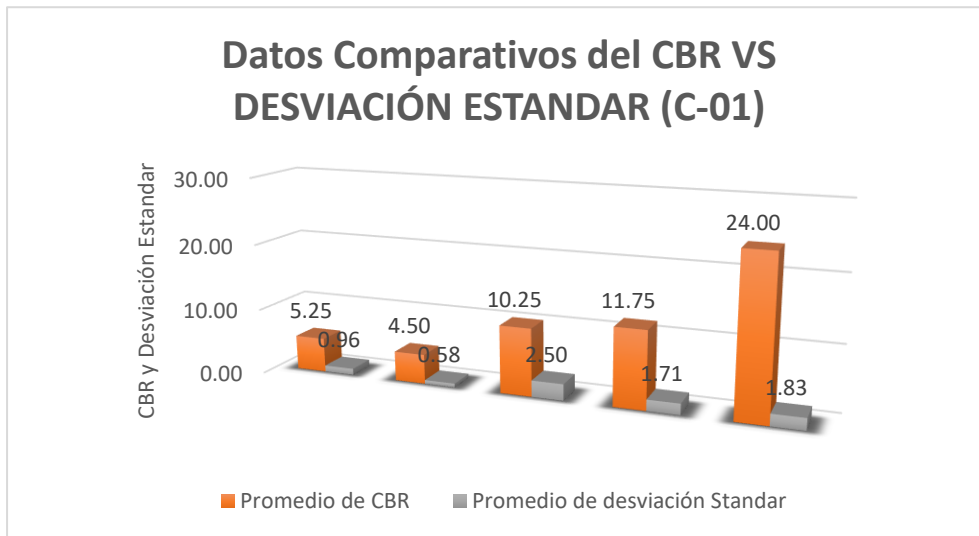


Gráfico 15\_ Comparación de CBR vs Desviación Estándar de la C-01 con adición de 25%RCD-C y FP (Elaboración Propia)

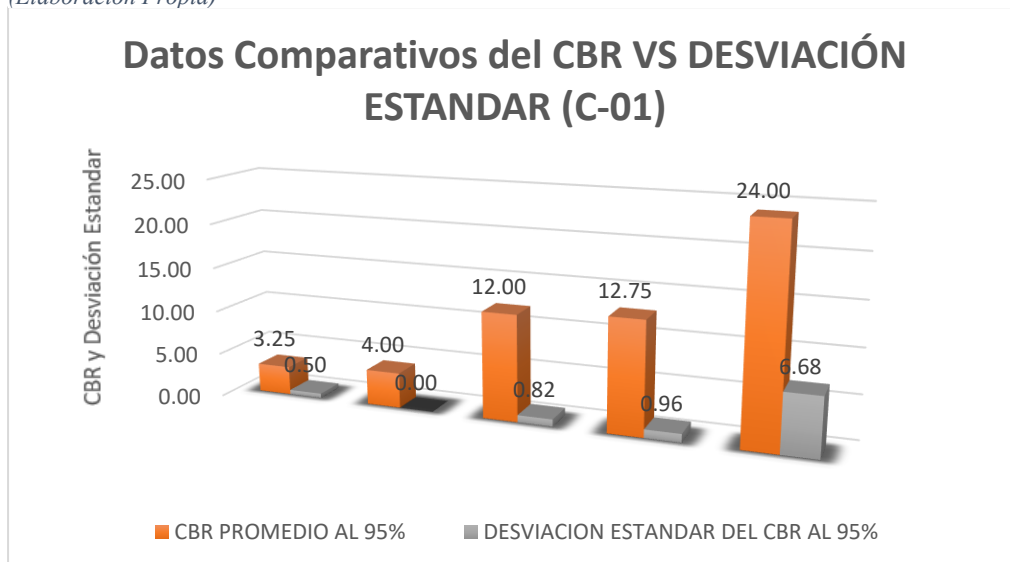
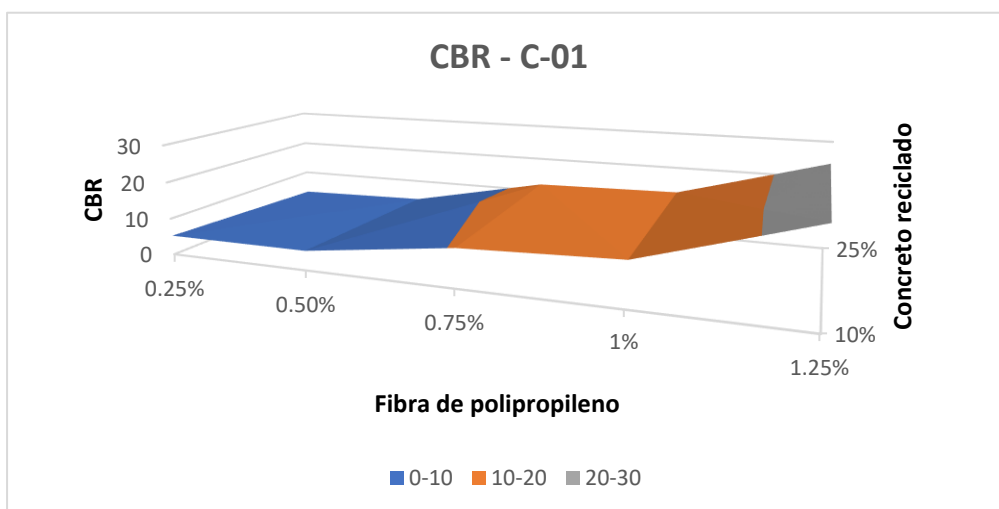


Gráfico 14\_ Resumen de CBR de C-01 con los distintos % de adición de FP y RCD-C (Elaboración Propia)



Al verificar los resultados de la calicata 3 con la muestra natural se ve que hay un incremento en el CBR con los porcentajes del 10% de RCD-C y 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% de FP. Mientras que con el 25% de RCD-C y todos los porcentajes de FP si se mejora su CBR en comparación con el suelo natural. El aumento de estos CBR va desde 16.67% hasta los 725%. El valor más alto obtenido del CBR fue con el 10% de RCD-C y 1.25% FP ya que con el 25% de RCD-C y 1.25% de FP se llegó a un máximo de 558.33%. En relación con las investigaciones con Aranibar (2021) [10] y J.Cornejo y M. Hurtado (2022) [11], ellos utilizan dosificaciones más altas de concreto reciclado que por resultado les aumenta sus CBR.

Gráfico 17\_ Comparación de CBR vs Desviación Estándar de la C-03 con adición de 10% RCD-C y FP (Elaboración Propia)

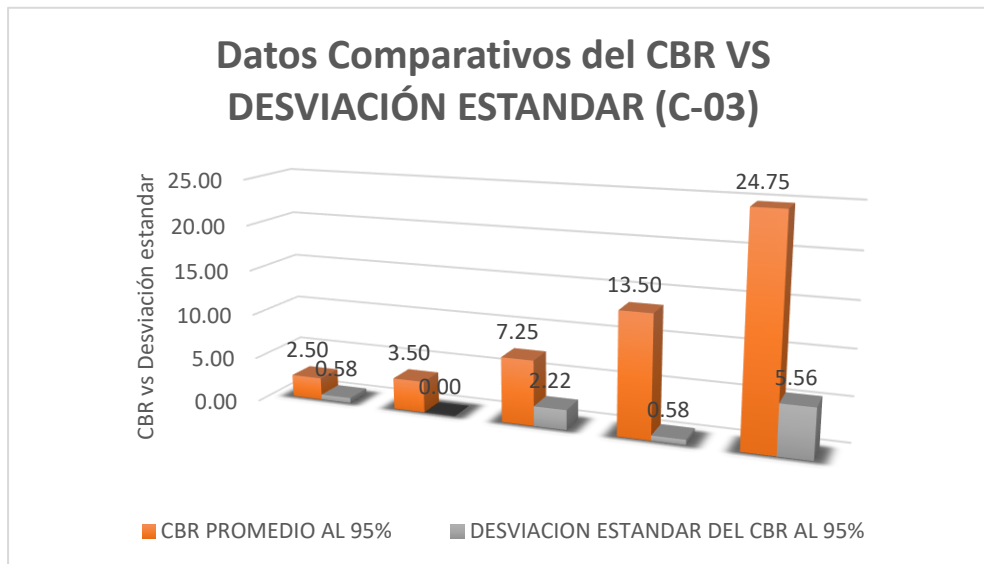


Gráfico 18\_ Comparación de CBR vs Desviación Estándar de la C-03 con adición de 25%RCD-C y FP (Elaboración Propia)

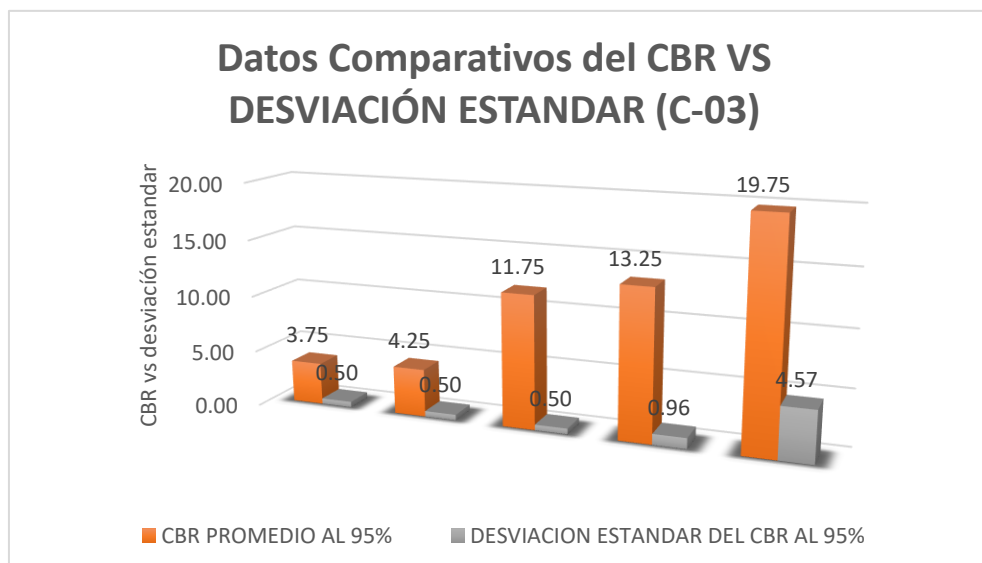


Gráfico 19\_Resumen de CBR de C-03 con los distintos % de adición de FP y RCD-C

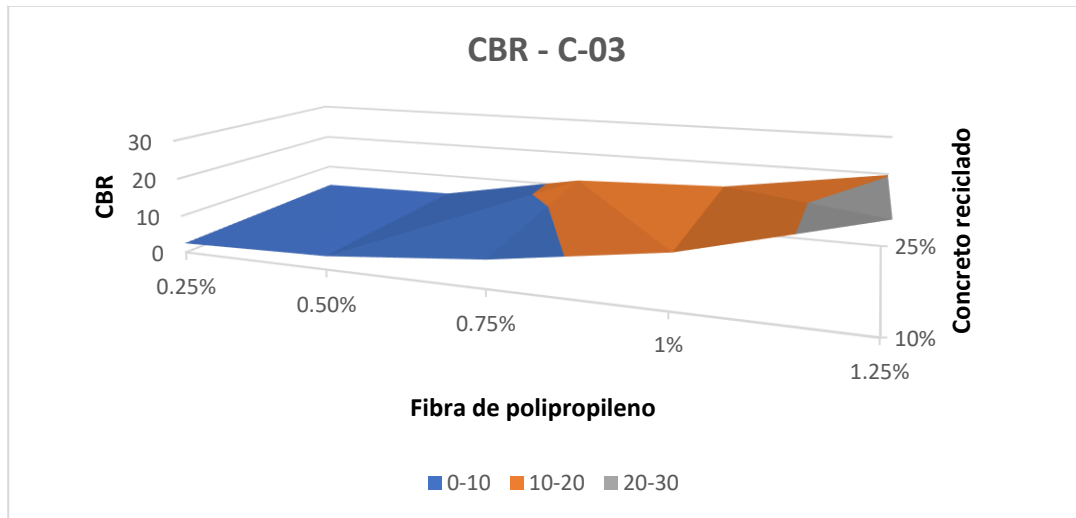


Tabla 28 Resumen de propiedades mecánicas de los suelos con adición de 10% de RCD-C y FP

CUADRO DE RESUMEN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MUESTRA CON ADICIÓN AL 10% DE CONCRETO RECICLADO										
UBICACIÓN	CALICATA	PORCENTAJE DE ADICIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	MDS	OCH	CBR PROMEDIO AL 95%	DESVIACION ESTANDAR DEL CBR AL 95%
621046.00 m E 9259905.00 m S	C-01	10% RCD-C + 0.25% FP	M-01	0.30m – 1.90m	CL	A-6 (11)	1.735	16.57	5.25	0.96
		10% RCD-C + 0.50% FP					1.760	14.60	4.50	0.58
		10% RCD-C + 0.75% FP					1.735	16.57	10.25	2.50
		10% RCD-C + 1.0% FP					1.810	14.98	11.75	1.71
		10% RCD-C + 1.25% FP					1.727	17.32	24.00	1.83
621049.00 m E 9259761.00 m S	C-03	10% RCD-C + 0.25% FP	M-01	0.60m – 2.10m	CL	A-7-6(13)	1.809	14.31	2.50	0.58
		10% RCD-C + 0.50% FP					1.836	13.73	3.50	0.00
		10% RCD-C + 0.75% FP					1.880	12.50	7.25	2.22
		10% RCD-C + 1.0% FP					1.714	16.40	13.50	0.58
		10% RCD-C + 1.25% FP					1.550	23.08	24.75	5.56

Tabla 29 Resumen de propiedades mecánicas de los suelos con adición de 25% de RCD-C y FP

CUADRO DE RESUMEN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MUESTRA CON ADICIÓN AL 25% DE CONCRETO RECICLADO										
UBICACIÓN	CALICATA	PORCENTAJE DE ADICIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	MDS	OCH	CBR PROMEDIO AL 95%	DESVIACION ESTANDAR DEL CBR AL 95%
621046.00 m E 9259905.00 m S	C-01	25% RCD-C + 0.25% PF	M-01	0.30m – 1.90m	CL	A-6(11)	1.836	13.73	3.25	0.50
		25% RCD-C + 0.50% PF					1.902	14.88	4.00	0.00
		25% RCD-C + 0.75% PF					1.727	17.32	12.00	0.82
		25% RCD + 1.0% PF					1.731	13.90	12.75	0.96
		25% RCD-C + 1.25% PF					1.550	23.08	24.00	6.68
621049.00 m E 9259761.00 m S	C-03	25% RCD-C + 0.25% PF	M-01	0.60m – 2.10m	CL	A-7-6(13)	1.836	13.73	3.75	0.50
		25% RCD-C + 0.50% PF					1.902	14.88	4.25	0.50
		25% RCD-C + 0.75% PF					1.727	17.32	11.75	0.50
		25% RCD + 1.0% PF					1.714	16.40	13.25	0.96
		25% RCD-C + 1.25% PF					1.550	23.08	19.75	4.57

## Conclusiones

Se llega conclusión de que al realizar la combinación del RCD-C y la Fibra de polipropileno las propiedades físicas obtenidas de la calicata 1 y 3 muestran resultados donde la MDS no varía mucho con respecto a la muestra natural, esto se debe a que la humedad natural del suelo es mucho mayor que el óptimo contenido de humedad que se obtuvo del ensayo de Proctor modificado. Pero al realizar el ensayo de CBR analizando su propiedad mecánica este llega a aumentar considerablemente respecto al suelo natural. El CBR aumenta hasta un 500% con la dosificación de 1.25% de FP y 10% de RCD-C respecto al suelo natural de la calicata 1, mientras que al adicionar 1.25% de FP y 10% de RCD-C el CBR de la calicata 3 aumenta hasta 725%. Esto indica que se pasó de un suelo no apto para uso de subrasante a poder ser utilizado como tal. Referido al porcentaje de 25% de RCD-C este si mejora, pero no llega a superar el CBR obtenido con la dosificación del 10%.

Al realizar el análisis granulométrico de las muestras naturales de las calicatas 1, 2 y 3, se observa una distribución de partículas donde el 100% pasa a través del tamiz N°4, indicando ausencia de grava y una predominancia de limo y arcilla, con bajos niveles de arena. Los altos porcentajes que pasan por el tamiz N°200 sugieren una distribución uniforme y una proporción significativa de partículas finas. Mediante la metodología SUCS las 3 calicatas se clasificaron como “CL” arcilla de baja plasticidad con arena. Para la metodología AASTHO las calicatas C-01 y C-02 pertenecen al grupo A-6 y la C-03 pertenece al grupo A-7-6. Por otro lado, el análisis granulométrico del concreto reciclado muestra una presencia destacada de partículas finas, con un 99.1% pasando a través del tamiz N°4, indicando en la distribución granulométrica con un 98.2% de Arena, 0.9% de grava y 0.9% entre limo y arcilla.

Las propiedades físicas del suelo analizado muestran variaciones en el contenido de humedad, con valores de 30.83% (C-01), 31.42% (C-02) y 22.71% (C-03). Los límites líquidos son relativamente similares, con C-01 y C-02 en 38.2%, mientras que C-03 tiene un valor ligeramente mayor de 41.1%. Los límites plásticos varían entre 19.98% y 21.97%, indicando una plasticidad moderada en los suelos. El índice de plasticidad es mayor en C-03 (21.09%), seguido por C-02 (16.76%) y C-01 (16.26%), sugiriendo mayor cohesión y menor susceptibilidad a deformaciones en C-03. La granulometría revela un

predominio de limo y arcilla en todas las muestras, con porcentajes de arena que oscilan entre 2.2% y 4.3%, lo que implica suelos con alta retención de agua y baja permeabilidad. El ensayo de Proctor indica que, el óptimo contenido de humedad varía entre 15.12% (C-03) y 17% (C-02), indicando diferentes niveles de humedad necesarios para alcanzar la densidad máxima. La densidad máxima seca es mayor en C-03 ( $1.845 \text{ g/cm}^3$ ), seguida por C-01 ( $1.81 \text{ g/cm}^3$ ) y es menor en C-02 ( $1.62 \text{ g/cm}^3$ ), lo que sugiere que C-03 tiene una mayor capacidad de soporte cuando está compactado. Por lo tanto las propiedad mecánica del CBR indica que se obtuvieron 4% para C-01 y C-02, y 3% para C-03, lo que refleja que todos los suelos tienen una capacidad de soporte baja. En conjunto, estos resultados sugieren que C-03, aunque tiene un CBR ligeramente inferior, posee una mayor densidad seca máxima, lo cual podría compensar su menor resistencia al proporcionar una base más densa y estable.

La evaluación del concreto reciclado utilizado como uno de los refuerzos para estabilizar el suelo de subrasante ha revelado varias propiedades físicas, químicas y mecánicas relevantes. En cuanto a la granulometría, el material presenta una composición de 0.9% de grava, 98.2% de arena, y 0.9% de limo y arcilla, lo que sugiere una textura predominantemente arenosa. El peso específico relativo de los sólidos es de  $2.217 \text{ g/cm}^3$ , indicando una densidad adecuada para su uso en la estabilización del suelo. En términos de resistencia al desgaste, el ensayo de abrasión muestra un desgaste de 19.1%, lo que refleja una buena durabilidad del material reciclado. Desde el punto de vista químico, el concreto reciclado contiene 0.03% de sulfatos, 0.12% de sales solubles totales y 0.10% de cloruros solubles, niveles que son aceptables y no representan un riesgo significativo de deterioro para la estructura del suelo.

Las propiedades mecánicas del suelo arcilloso reforzado con mezclas de concreto reciclado (RCD-C) y fibras de polipropileno nos señalan variaciones significativas en las propiedades de CBR, óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca en los suelos C-01 y C-03. Para el suelo C-01, el valor más alto de CBR se obtuvo con una adición de 1.25% de fibras de polipropileno y 10% de concreto reciclado, alcanzando un CBR de 24, es decir aumentó en un 500% respecto al CBR del suelo natural. Además, los valores de CBR mejoraron considerablemente con 0.75% y 1% de fibras. En términos del óptimo contenido de humedad, los mejores resultados se presentaron con 25% de RCD-C y 1.25% de fibras, alcanzando 23.08%. La densidad máxima seca para C-01 mostró una tendencia creciente con 0.50% de fibras y 25% de RCD-C, logrando un valor máximo

de  $1.902 \text{ g/cm}^3$ . Para el suelo C-03, el CBR más alto fue 24.75 con 10% de RCD-C y 1.25% de fibra de polipropileno, es decir aumentó en 725% su CBR respecto al suelo natural. También se observó una mejora significativa en CBR con 0.75% y 1% de fibras. El óptimo contenido de humedad mostró valores más altos con 1.25% de fibras, siendo 23.08% tanto para 10% como para 25% de RCD-C. La densidad máxima seca para C-03 alcanzó su pico con 0.75% de fibras y 10% de RCD-C en  $1.88 \text{ g/cm}^3$ . Con estos resultados se concluye que la adición de concreto reciclado y fibras de polipropileno mejora significativamente las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, teniendo mejores resultados de CBR con mayores porcentajes de fibras de polipropileno (1.25%).

### **Recomendaciones**

A la luz de las conclusiones obtenidas, se recomienda considerar la adición de concreto reciclado y fibras de polipropileno como una solución efectiva para mejorar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos en proyectos de estabilización de subrasante. Los resultados muestran que la combinación de 10% de concreto reciclado (RCD-C) y 1.25% de fibras de polipropileno (FP) proporciona un aumento significativo en el valor del Índice de Capacidad de Soporte de California (CBR), con incrementos del 500% y 725% para las calicatas 1 y 3, respectivamente. Esta combinación permite que suelos inicialmente no aptos puedan ser utilizados de manera efectiva como material de subrasante.

Se recomienda que, para utilizar el concreto reciclado como refuerzo del suelo este se debe encontrar libre de impurezas, para que no altere los resultados.

Se recomienda continuar con la investigación aumentando la fibra de polipropileno y las dosificaciones del RCD-C en suelos con baja capacidad portante.

Se recomienda considerar el uso de materiales como la fibra de polipropileno y concreto reciclado para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos, debido a este uso se estaría reduciendo la contaminación ambiental como también se mejoraría las infraestructuras viales.

## Referencias

- [1] Diego Sanchez, «Soluciones e Innovaciones Tecnológicas de Mejoramiento de vías de Bajo Tránsito, para garantizar la Transitabilidad y el servicio Vial, Lima,» Lima, 2010.
- [2] Junco del Pino, Juan Mario; Tejeda Piusseaut., Eduardo, «Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales,» Revista de Arquitectura e Ingeniería, Matanzas, 2013.
- [3] Sayyed Mahdi Hejazi, Mohammad Sheikhzadeh, Sayyed Mahdi Abtahi, Ali Zadhoush, «A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers,» vol. 30, pp. 100-116, 2012.
- [4] Todo Derecho Reservado, «TIANMA,» [En línea]. Available: <https://acortar.link/zYHA1v>. [Último acceso: 10 Enero 2024].
- [5] A. Syed Zishan, A. Aziz, F. Khalid, M. Hassan y R. Babar Naseem Khan, «Impact evaluation of polypropylene fibers on the engineering behavior of Siwalik Clay,» *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Ground Improvement*, 2023.
- [6] Rodrigo Firmino, «Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados em Belo Horizonte/MG,» Revista Brasileira de Gestão Urbana, Brasil, 2019.
- [7] INDECI, «MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE,» LAMBAYEQUE, 2003.
- [8] Y. Mehmet Fatih y K. Siddika Nilay, «Experimental Investigation of the Mechanical Properties of Polypropylene Fiber-Reinforced Clay Soil and Development of Predictive Models: Effects of Fiber Length and Fiber Content,» *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2024.
- [9] B. Mihir y B. Ankur, «Utilization of concrete waste from demolition sites in pavement subgrade,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 93, pp. 99-105, 2023.

- [10] W. Aranibar, «Aplicación de RCD aprovechable para mejorar la capacidad portante de la sub rasante, Carabayllo 2021,» Carabayllo, 2021.
- [11] J. Cornejo y M. Hurtado, «Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray,» Cusco, 2022.
- [12] Arrelucé Montenegro Sebastian, Solís Larrauri Grecia Luciana, «Incorporación de fibras de polipropileno como método de reforzamiento de suelos arcillosos en Palian - Huancayo,» Lima, 2021.
- [13] F. B. Solís León y D. M. Inga Salazar, «Análisis del comportamiento mecánico del suelo arcilloso reforzado con fibras de polipropileno en la Merced - Junín 2021,» Huancayo, 2021.
- [14] Carrozzo Chavarría, Eduardo Michel, Salazar Martinez, Dilan Scott, «Influencia de las fibras de polipropileno y cemento Portland tipo I en las propiedades geotécnicas de suelos arcillosos aplicado en la subrasante de la Carretera Pampas - La Florida, en el tramo km 3+300 hasta km 13+050 ubicado en el distrito Atavillos Ba,» Lima, 2021.
- [15] Natalie Fiorella Sanchez Lopez, «Estabilización de subrasantes de baja capacidad portante utilizando residuos de construcción y demolición de concreto, sector 1 Urrunaga-José Leonardo Ortiz,» Chiclayo, 2023.
- [16] INDECI, «Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea,» 2002.
- [17] INDECI, «NTP 399.177 "Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea"».
- [18] INDECI, «NTP 399.178 "Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea"».
- [19] Ministerio de Transportes y Comunicaciones , «MANUAL DE CARRETERAS-Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos,» Lima, 2014.

- [20] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de ensayo de materiales,» 2017. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3TdzvWZ>. [Último acceso: 15 agosto 2023].
- [21] J.A. Tapias Mendivelso, «Guía de intervención sostenible de los residuos de construcción,» Univ. Santo Tomás, Colombia, 2017.
- [22] TEXDELTA, «EL BLOG DE TEXDELTA,» [En línea]. Available: <https://acortar.link/hsgFVu>. [Último acceso: 11 noviembre 2023].
- [23] Todos los derechos reservados, «Chema,» 2023. [En línea]. Available: <https://acortar.link/gckbpg>. [Último acceso: 11 Noviembre 2023].
- [24] R.R. Juárez Badillo, «Mecánica de suelos,» *México: Editorial Limusa Noriega Editores*, vol. 1, pp. 33-40, 2011.
- [25] Y. Maldonado, «Origen y formación de los suelos,» Geología web, 11 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://goo.su/IBZhaq>. [Último acceso: 12 noviembre 2023].
- [26] M.G. Fratelli, «Suelos, fundaciones y muros,» Venezuela, 1993, pp. 11-30.
- [27] V. Pérez Alamá, «Mecánica de suelos y cimentaciones,» México, pp. 9-30.
- [28] G. Duque Escobar y C.E. Escobar Potes, *Mecánica de los suelos*, Colombia, 2002.
- [29] B.M. Das, *Fundamentos de ingeniería geotécnica*, México: 4a ed. México. Cengage Learning, 2013.
- [30] Todos los derechos reservados, «GEOPOLYMERSOLUTIONS,» 2023. [En línea]. Available: <https://goo.su/9WUcrn>. [Último acceso: 13 noviembre 2023].
- [31] Sara Ojeda Herrera, «Apuntes de Ingeniería en Construcción,» [En línea]. Available: <https://acortar.link/QIuyXu>. [Último acceso: 12 noviembre 2023].
- [32] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimentos,» 2013. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3CFv4xB>. [Último acceso: 10 octubre 2023].

- [33] Ministerio de Educación y Finanzas, «Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras,» Lima, 2015.
- [34] Quispe Ponce Henry Eloy, «ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN AFIRMADO NATURAL Y ESTABILIZADO CON CEMENTO RECICLADO AL 2%, 4% Y 6% PARA BASE, LOS OLIVOS - 2020,» Lima, 2020.
- [35] Instituto de la Construcción y Gerencia, «Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos».
- [36] Significados, «Significados - Metodología,» [En línea]. Available: <https://www.significados.com/metodologia/>. [Último acceso: 28 Octubre 2022].
- [37] Aquae, «Aquae Fundación,» 15 Diciembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/caracteristicas-agua-potable/>. [Último acceso: 28 Octubre 2022].
- [38] Essap, «La importancia del agua potable,» [En línea]. Available: <https://www.essap.com.py/32217a53b4c76b11a4d967a6ff0dfc14/#:~:text=Es%20el%201%C3%ADquido%20m%C3%A1s%20importante,las%20c%C3%A9lulas%20de%20nuestro%20cuerpo..> [Último acceso: 28 Octubre 2022].
- [39] Organización Panamericana de la Salud, «Saneamiento básico: agua segura, disposición de excretas y manejo de la basura: cuadernillo para capacitaciones con enfoque intercultural en áreas rurales,» Buenos Aires, 2022.
- [40] Organización Mundial de la Salud - OMS, «Organización Mundial de la Salud - OMS - Saneamiento,» 21 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>. [Último acceso: 28 Octubre 2022].
- [41] caminos.upm.es, «Lc web,» [En línea]. Available: [http://www2.camino.upm.es/departamentos/ict/lcweb/ensayos\\_suelos/proctor\\_modificado.html](http://www2.camino.upm.es/departamentos/ict/lcweb/ensayos_suelos/proctor_modificado.html). [Último acceso: 29 Octubre 2022].

- [42] Geotecnia Facil, [En línea]. Available: <https://geotecniafacil.com/ensayo-proctor-normal-y-modificado/>. [Último acceso: 29 Octubre 2022].
- [43] AASTHO 145, «Scribd,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/477223946/Clasificacion-AASHTO-M-145>. [Último acceso: 29 Octubre 2022].
- [44] geotecniamecanicasuelosabc.com, «Geotecnia y Mecanica de suelos abc,» [En línea]. Available: <https://geotecniamecanicasuelosabc.com/sales-solubles/>. [Último acceso: 29 Octubre 2022].
- [45] Pinedo Ramírez y Karen del Pilar, «Diseño de una sub rasante con adición de fibra PET para mejorar la calidad de los suelos arcillosos, Tarapoto – 2021,» Tarapoto, 2021.
- [46] Megan Freisy Márquez Cuevas, «ANÁLISIS Y PROPUESTA DE UNIFICACIÓN SOBRE EL CRITERIO DE PRESIONES ADMISIBLES DEL SUELO INDICADO EN LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS E.060, E.030 Y E.050,» Lima, 2020.
- [47] Roberto Hernandez Sampieri, Carlos Fernandez Collado,, «Metodología de la investigación,» McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., México, 2014.
- [48] Alejandro Caballero Romero, «Metodología integral innovadora para planes y tesis LA METODOLOGÍA DEL COMO FORMULARLOS,» Mexico, 2014.
- [49] H. Acevedo y J. Figueroa, «Prácticas de circularidad en la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en el sector de la construcción: una revisión bibliográfica de las estrategias y los elementos clave en su implementación,» *Informes de Construcción*, vol. 75, n° 569, 2023.
- [50] Secretaría de ambiente de Bogotá, «Guía ambiental para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra,» Bogotá, 2014.
- [51] Swapan Kumar Ghosh, Rajib Bhattacharyya, Murari Mohan Mondal, «Bituminized Jute Paving Fabric (BJPF) for Road Constructions - A Potential

Innovative Approach,» *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 5, p. 7, 2016.

- [52] L. Bañón Blázquez, J. F. Beviá García, «Manual de Carreteras,» España. Editorial Ortiz e Hijos, España, 2000.
- [53] G. Otiniano Jaimes y E. Ñaña Huzco, «Slideshare,» 18 diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://acortar.link/4m6dSU>. [Último acceso: 11 noviembre 2023].
- [54] A. Garmendia Salvador, A. Salvador Alcaide, C. Crespo Sánchez y L. Garmendia Salvador, «Evaluación de impacto ambiental,» Pearson Educación, España, 2005.
- [55] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» Perú, 2006.
- [56] L. Bañón y J. Beviá García, «RUA,» 2000. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10045/1787>. [Último acceso: 1 noviembre 2023].
- [57] J.A. Tapias Mendivelso, «GUÍA DE INTERVENCIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN,» Universidad Santo Tomas, Colombia, 2017.
- [58] Ministerior de vivienda, construcción y saneamiento (2012), «Reglamento Nacional de Edficaciones,» [En línea]. Available: <https://www.construccion.org/>. [Último acceso: 5 Junio 2023].

## ANEXOS



**UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS**

INFORME N° LEM USAT 036-2024-I

FECHA: 24 de Mayo 2024

## VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**ESTUDIANTE:** Jhossef Aldair Malca Huamán

**TITULO DE LA TESIS:** Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Contenido de sales solubles totales
- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Peso específico
- Abrasión
- Proctor modificado
- CBR

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental



Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT




Ilustración 44\_ Validación de Ensayos de Laboratorio



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : JHOSEF ALDAIR MALCA HUAMAN  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE RCD CON FIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO  
 Lugar : Distrito de Lambayeque, Lambayeque, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

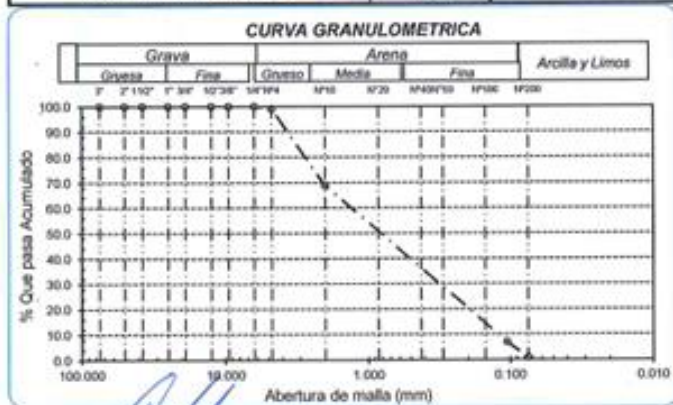
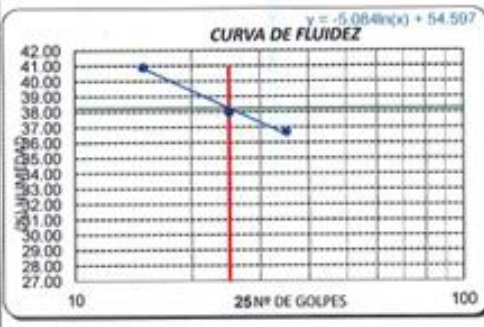
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Via de acceso (trocha)

Calicata: C-01

Muestra: Concreto Reciclado

Profundidad: 0.00m. - 1.70m.



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 USAT  
 LEONARDO DE CERCA, BOGOTÁ Y CESAR DE VALDIVIA  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 45\_Análisis granulométrico de Concreto Reciclado



Tesista : JHOSSEF ALDAIR MALCA HUAMAN  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE RCD CON FIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO  
 Lugar : Distrito de Lambayeque, Lambayeque, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

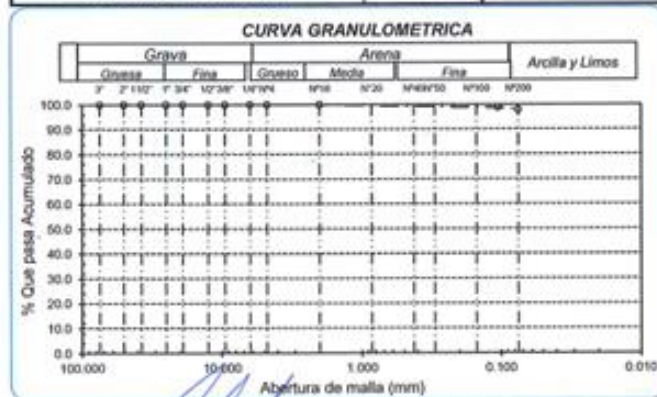
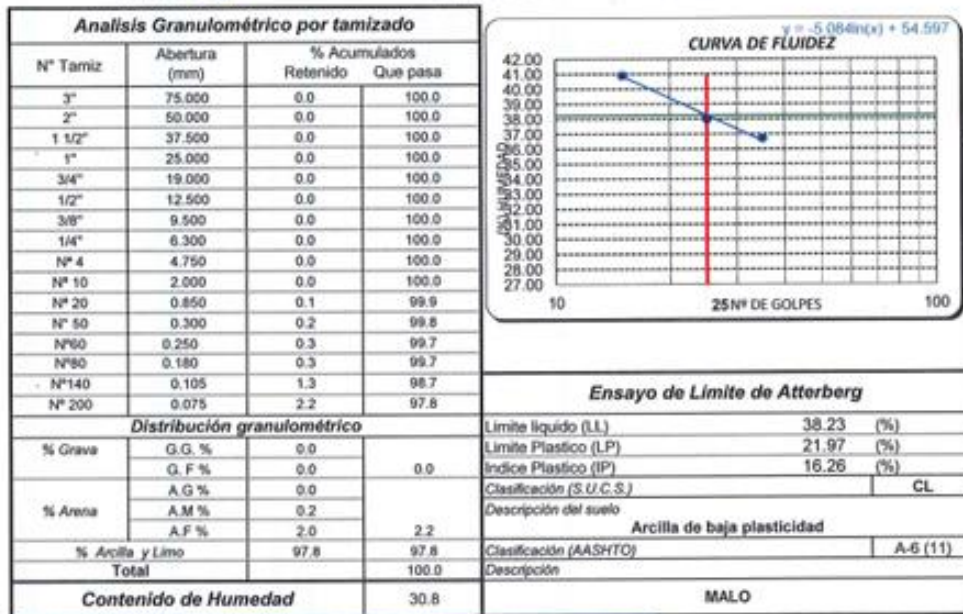
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Via de acceso (trocha)

Calicata: C-01

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m. - 1.90m.



Henry Riadenebra Oblijas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 CENTRO DE LABORATORIO

Ilustración 46 Análisis Granulométrico C-02



Tesista : JOSSEF ALDAIR MALCA HUAMAN  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE RCD CON FIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO  
 Lugar : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Via de acceso (trocha)

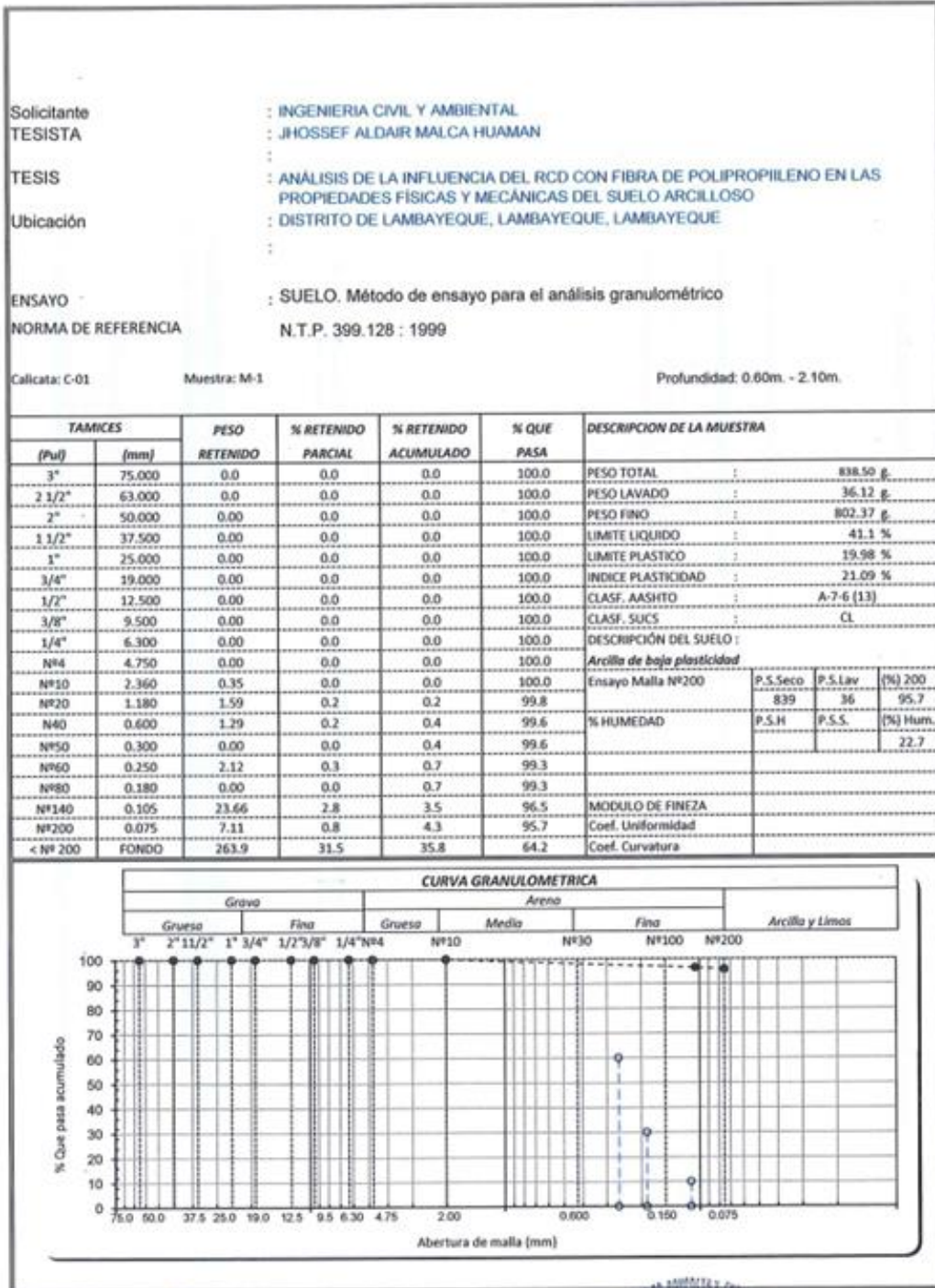
Calicata: C-03

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m. - 1.80m.



Ilustración 47. Análisis granulométrico C-03



Observaciones:

Henry Rivadeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y PESOS DE CALIDAD  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 48\_Análisis granulométrico C-01



Tesista : JOSSEF ALDAIR MALCA HUAMAN  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE RCD CON FIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO  
 Lugar : Distrito de Lambayeque, Lambayeque, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

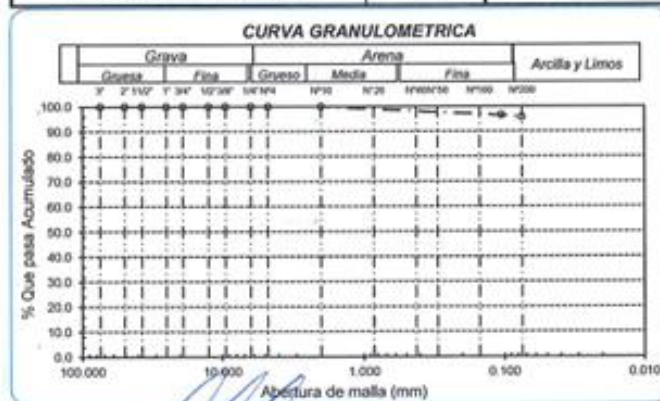
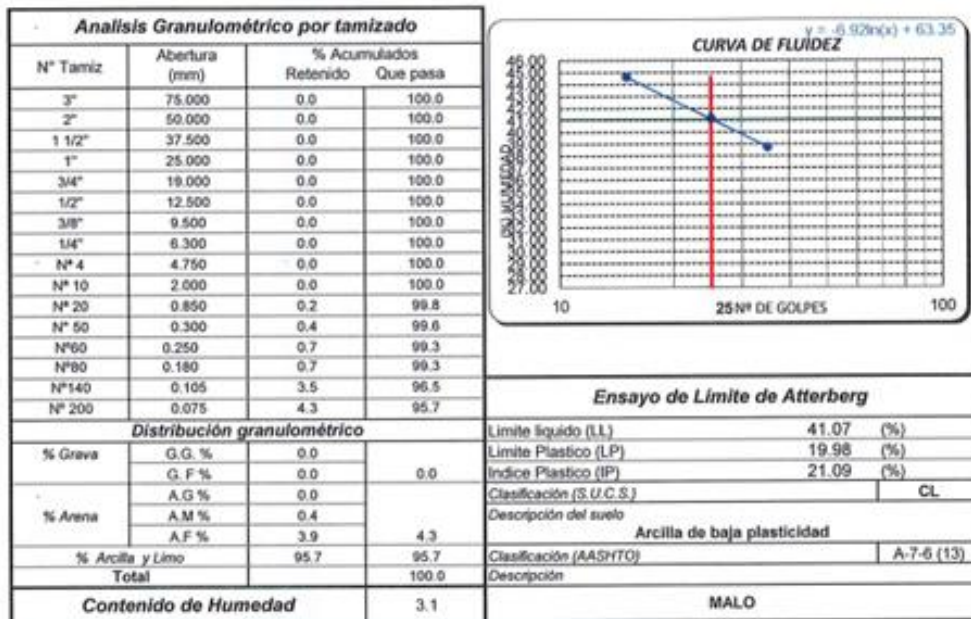
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Via de acceso (trocha)

Calicata: C-01

Muestra: M-1

Profundidad: 0.60m. - 2.10m.



Henry  
 Rivas  
 Obilias  
 T.E.C. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 49\_Límites de Atterberg C-01

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

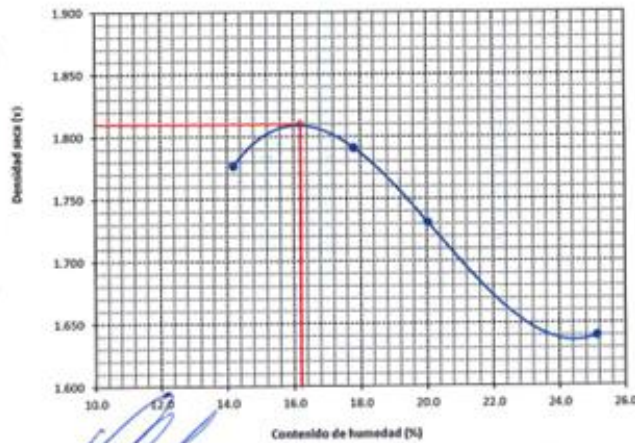
CAJUCATA : C-01 PROFUNDIDAD : 0.30 m - 1.90 m  
 MUESTRA : M-1

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6072	6148	6118	6094
Peso del molde	g.	4178	4178	4178	4178
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1894	1970	1940	1916
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.85	933.85	933.85	933.85
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.028	2.110	2.077	2.052

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	258.60	275.33	243.35	357.03
Peso del suelo seco + tara	g.	232.65	239.47	209.48	293.41
Peso de tara	g.	49.76	38.13	40.35	40.16
Peso de agua	g.	25.95	35.85	33.87	63.62
Peso de suelo seco	g.	182.89	201.34	169.13	253.25
Contenido de agua	%	14.2	17.8	20.0	25.1
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.776	1.791	1.731	1.840

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.810	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.20	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivas Reyna*  
 Obliás  
 Ing. Laboratorio  
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Ilustración 50\_Ensayo de Proctor Modificado C-01



**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCAZA : C-01  
 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.30 m - 1.90 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-8				A-2				A-4					
	5				5				5					
N° Capa	5				5				5					
N° Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12952	8512	13178	8512	13019	8804	13120	8804	12938	13280				
Peso de molde (g)	8512	8512	8512	8512	8804	8804	8804	8804	8960	8950				
Peso del suelo húmedo (g)	4440	4440	4664	4664	4206	4206	4316	4316	3976	4290				
Volumen del molde (cc)	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2122	2122				
Densidad húmeda (g/cc)	2.102	2.102	2.208	2.208	1.991	1.991	2.044	2.044	1.874	2.022				
% de humedad	15.96	15.96	16.76	16.76	15.96	15.96	18.62	18.62	15.96	16.59				
Densidad seca (g/cc)	1.813	1.813	1.891	1.891	1.717	1.717	1.723	1.723	1.616	1.734				
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr )	297.7	297.7	212.72	212.72	210.5	210.5	4316	4316	297.7	297.7	198.3	198.3		
Tarro + Suelo seco ( gr )	264.2	264.2	177.84	177.84	187.9	187.9	4206	4206	264.2	264.2	173.9	173.9		
Peso del Agua ( gr )	33.5	33.5	34.9	34.9	22.6	22.6	110.0	110.0	33.5	33.5	24.4	24.4		
Peso del tarro ( gr )	54.35	54.35	48.6	48.6	48.3	48.3	0	0	54.35	54.35	48.8	48.8		
Peso del suelo seco ( gr )	209.9	209.9	4360.9	4360.9	141.6	141.6	4135.0	4135.0	209.9	209.9	3912.8	3912.8		
% de humedad	15.96	15.96	16.76	16.76	15.96	15.96	18.62	18.62	15.96	15.96	16.59	16.59		
Promedio de Humedad (%)	15.96		16.76		15.96		18.62		15.96		16.59			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.1	0.003		0.2	0.005		0.36	0.009				
2/06/2023	14.3	48	0.15	0.004		0.26	0.007		0.37	0.009				
3/06/2023	14.3	72	0.16	0.004		0.35	0.009		0.38	0.010				
4/06/2023	14.3	96	0.2	0.005		0.4	0.010		0.39	0.010				
			4.57	total	0.11	4.57	total	0.22	4.57	total	0.21			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-8				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-4			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leat. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Leat. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Leat. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%
mm.	pulg.	Lb/in <sup>2</sup>												
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				
0.040	0.025	0'30"	42	18					25	12				
1.270	0.050	1'00"	73	30					49	21				
1.910	0.075	1'30"	96	38					78	32				
2.540	0.100	2'00"	113	45	51.3	5.1			96	38	35.2	3.5		
3.810	0.150	3'00"	141	55					112	44				
5.080	0.200	4'00"	166	65	102.8	6.9			122	48	50.4	3.4		
6.350	0.250	5'00"	189	74					132	52				
7.620	0.300	6'00"	206	80					146	57				
10.160	0.400	8'00"	243	95					175	68				
12.700	0.500	10'00"	276	108					210	82				

Henry Riosdeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 51\_Ensayo CBR C-01

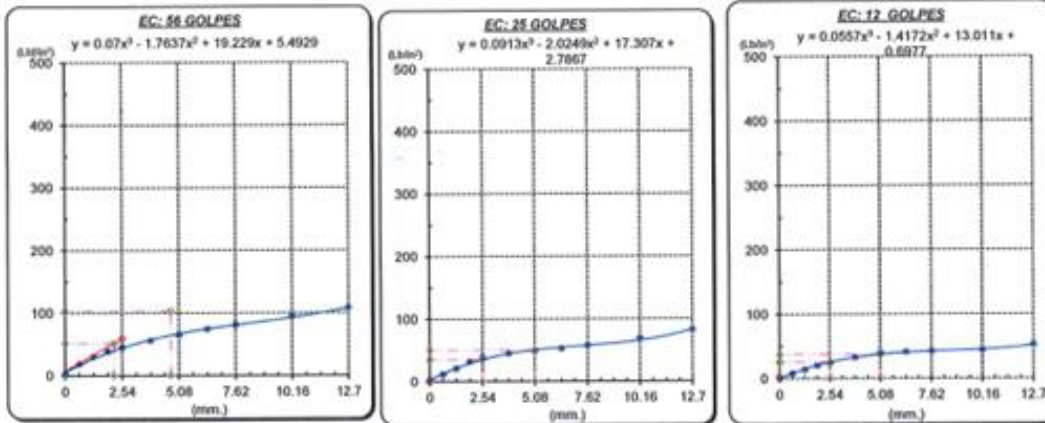


Tesis : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

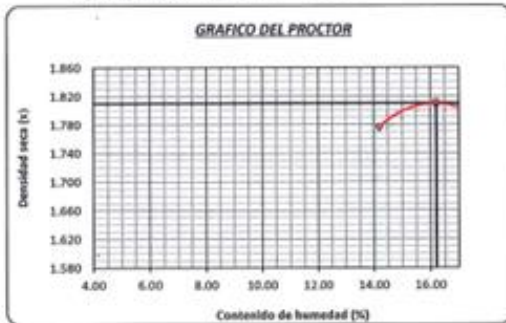


**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.810 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.720 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.20 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	3 %



*Henry Risadeneyra Obillos*  
 Henry Risadeneyra Obillos  
 Ing. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 CHICLAYO

Ilustración 52\_Ensayo CBR C-01

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

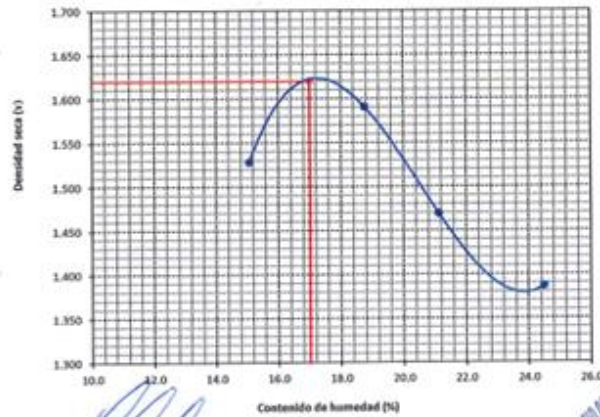
CALCATA : C-02  
 MUESTRA : M-1  
 PROFUNDIDAD : 0.30 m - 1.90 m

Número de ensayo		PROFUNDIDAD: 0.30 m - 1.90 m			
		10	13	16	19
Peso del suelo + molde	g.	5820	5942	5840	5790
Peso del molde	g.	4178	4178	4178	4178
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1642	1764	1662	1612
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	934	934	934	934
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.75803	1.88865	1.77944	1.72591

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	124.50	157.55	197.69	264.62
Peso del suelo seco + tara	g.	113.50	139.07	171.92	220.09
Peso de tara	g.	40.50	40.50	49.91	38.28
Peso de agua	g.	11	18.48	25.77	44.53
Peso de suelo seco	g.	73	98.57	122.01	181.81
Contenido de agua	%	15.1	18.7	21.1	24.5
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.528	1.590	1.469	1.386

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.620	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.00	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivadeneira Obilias*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 53\_Ensayo Proctor Modificado C-02

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-02 PROFUNDIDAD : 0.30 m - 1.90 m  
 MUESTRA : M-1

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-8				A-2				A-4				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				26				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		13036	12688	12690	12890	13502	13938							
Peso de molde (g)		9036	9036	8804	8804	9812	9812							
Peso del suelo húmedo (g)		4000	3652	3886	4086	3690	4126							
Volumen del molde (cc)		2112	2112	2112	2112	2112	2112							
Densidad húmeda (g/cc)		1.894	1.729	1.840	1.935	1.747	1.954							
% de humedad		16.15	16.78	16.70	21.93	16.15	30.56							
Densidad seca (g/cc)		1.631	1.481	1.577	1.587	1.504	1.488							
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		296.7	296.7	198.3	198.3	216.5	216.5	4086	4086	296.7	296.7	212.0	212.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		263.2	263.2	173.89	173.89	187.0	187.0	3886	3886	263.2	263.2	205.0	205.0	
Peso del Agua (gr.)		33.6	33.6	24.4	24.4	23.5	23.5	200.0	200.0	33.6	33.6	7.0	7.0	
Peso del tarro (gr.)		55.35	55.35	48.8	48.8	46.3	46.3	0	0	55.35	55.35	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		207.8	207.8	3935.8	3935.8	140.7	140.7	3825.7	3825.7	207.8	207.8	48.6	48.6	
% de humedad		16.15	16.15	16.78	16.78	16.70	16.70	21.93	21.93	16.15	16.15	30.56	30.56	
Promedio de Humedad (%)		16.15		16.78		16.70		21.93		16.15		30.56		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/06/2023	14.3	24	0.1	0.003		0.2	0.005		0.38	0.009				
2/06/2023	14.3	48	0.15	0.004		0.26	0.007		0.37	0.009				
3/06/2023	14.3	72	0.16	0.004		0.35	0.009		0.38	0.010				
4/06/2023	14.3	96	0.2	0.005		0.4	0.010		0.39	0.010				
			4.57	total	0.11	4.57	total	0.22	4.57	total	0.21			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-8				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-4			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Test. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Test. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Test. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				
0.640	0.025	0'30"	50	21					35	15			23	11
1.270	0.050	1'00"	87	35					68	28			37	16
1.910	0.075	1'30"	116	47					96	38			55	24
2.540	0.100	2'00"	147	58	66.0	6.6	115	46	46.7	4.7	98	39	36.5	3.7
3.810	0.150	3'00"	203	79					165	65			123	48
5.080	0.200	4'00"	260	101	132.4	8.8	196	77	79.6	5.3	146	57	58.4	3.9
6.350	0.250	5'00"	318	124					235	92			165	65
7.620	0.300	6'00"	377	147					280	109			188	72
10.160	0.400	8'00"	493	194					315	123			220	85
12.700	0.500	10'00"	602	238					365	143			250	97



Ilustración 54\_Ensayo CBR C-02

Tesista : Jhossel Aldair Maica Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

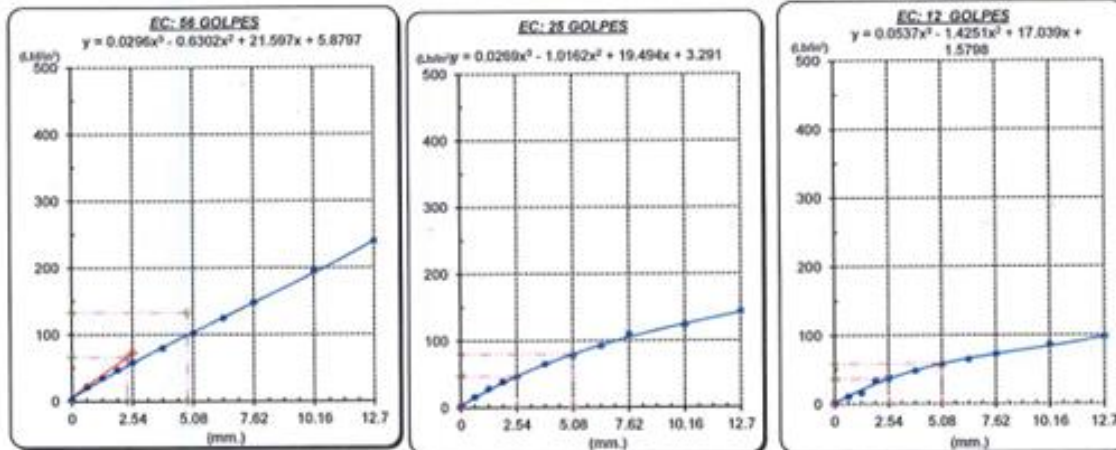


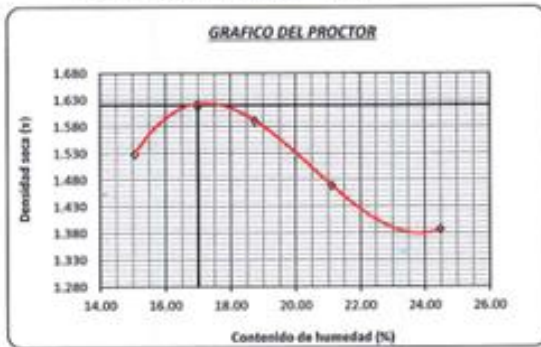
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.620 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.539 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.00 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %



*Henry Rivadeneyra Obilias*  
 Henry Rivadeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 55\_Ensayo CBR C-02

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALECATA: C-02  
 MUESTRA: M-1

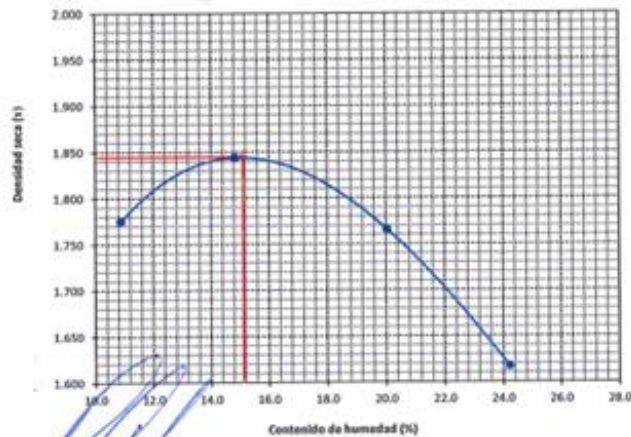
PROFUNDIDAD: 0.60 m - 2.10 m

Número de ensayo	PROFUNDIDAD: 0.60 m - 2.10 m			
	14	17	20	23
Peso del suelo + molde	5710	5850	5852	5748
Peso del molde	3870	3870	3870	3870
Peso del suelo húmedo compactado	1840	1980	1982	1878
Volumen del molde	935	935	935	935
Peso del volumen húmedo	1.96773	2.11745	2.11959	2.00837

CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	189.50	252.01	299.85	305.84
Peso del suelo seco + tara	174.50	224.19	258.24	256.15
Peso de tara	36.52	36.52	50.59	50.88
Peso de agua	15	27.82	41.61	49.69
Peso de suelo seco	137.98	187.67	207.65	205.27
Contenido de agua	10.9	14.8	20.0	24.2
Peso volumétrico seco	1.775	1.844	1.766	1.617

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.845	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.12	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneja Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 56\_Ensayo Proctor Modificado C-02

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-02 PROFUNDIDAD : 0.60 m - 2.10 m  
 MUESTRA : M-1

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-8				A-2				A-4					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	13382	13188	13090	13280	13284	13280	13284	13280	13284	13280	13284			
Peso de molde (g)	8860	8860	8804	8804	8804	8804	8804	8804	8804	8804	8804			
Peso del suelo húmedo (g)	4522	4328	4286	4476	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480			
Volumen del molde (cc)	2132	2132	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112			
Densidad húmeda (g/cc)	2.121	2.035	2.029	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124			
% de humedad	14.80	15.41	15.48	20.23	20.23	20.23	20.23	20.23	20.23	20.23	20.23			
Densidad seca (g/cc)	1.848	1.763	1.757	1.757	1.757	1.757	1.757	1.757	1.757	1.757	1.757			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	362.2	362.2	162.67	162.67	236.5	236.5	4486	4486	362.2	362.2	104.2			
Tarro + Suelo seco ( gr. )	322.6	322.6	135.6	135.6	211.0	211.0	4286	4286	321.0	321.0	90.0			
Peso del Agua ( gr. )	39.7	39.7	27.1	27.1	25.5	25.5	200.0	200.0	41.2	41.2	14.2			
Peso del tarro ( gr. )	54.21	54.21	53.98	53.98	46.3	46.3	0	0	54.21	54.21	49.19			
Peso del suelo seco ( gr. )	268.3	268.3	4440.0	4440.0	164.7	164.7	4212.0	4212.0	268.8	268.8	3931.1			
% de humedad	14.80	14.80	15.41	15.41	15.48	15.48	20.23	20.23	15.45	15.45	15.81			
Promedio de Humedad (%)	14.80		15.41		15.48		20.23		15.45		15.81			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.1	0.003	0	0.2	0.005	0.36	0.009	0.009	0.009			
2/06/2023	14.3	48	0.15	0.004	0	0.26	0.007	0.37	0.009	0.010	0.010			
3/06/2023	14.3	72	0.16	0.004	0	0.35	0.009	0.38	0.010	0.010	0.010			
4/06/2023	14.3	96	0.2	0.005	0	0.4	0.010	0.39	0.010	0.010	0.010			
			4.57	total	0.11	4.57	total	0.22	4.57	total	0.21			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in <sup>2</sup>	MOLDE Nº A-8				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-4			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leat. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leat. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leat. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.040	0.025	0'30"	99	24			20	10			12	7		
1.270	0.050	1'00"	110	44			42	18			23	11		
1.910	0.075	1'30"	159	62			73	29			28	13		
2.540	0.100	2'00"	209	82	67.6	6.8	95	38	33.4	3.3	33	15	14.7	1.5
3.810	0.150	3'00"	305	119			105	42			42	18		
5.080	0.200	4'00"	383	154	132.2	8.8	113	45	47.3	3.2	50	21	21.5	1.4
6.350	0.250	5'00"	479	188			121	48			57	24		
7.620	0.300	6'00"	566	210			136	54			62	26		
10.160	0.400	8'00"	697	278			145	57			66	28		
12.700	0.500	10'00"	840	338			170	67			82	36		



Ilustración 57\_Ensayo CBR C-02



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : JHOSSEF ALDAIR MALCA HUAMAN  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE RCD CON FIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO  
 Lugar : Distrito de Lambayeque, Lambayeque, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Via de acceso (trocha)

Calicata: C-01

Muestra: Concreto Reciclado

Profundidad: 0.00m. - 1.70m.

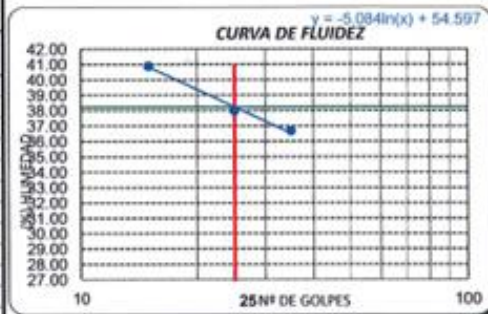
Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.9	99.1
N° 10	2.000	31.1	68.9
N° 20	0.850	59.1	40.9
N° 50	0.300	82.0	18.0
N°60	0.250	84.1	15.9
N°60	0.180	87.7	12.3
N°140	0.105	93.1	6.9
N° 200	0.075	99.1	0.9

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.9	0.9
	A.G. %	30.2	
% Arena	A.M. %	43.5	
	A.F. %	24.5	98.2
	% Arcilla y Limo	0.9	0.9
Total			100.0

Contenido de Humedad	
	30.8



Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	38.23 (%)
Límite Plástico (LP)	21.97 (%)
Índice Plástico (IP)	16.26 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP
Descripción del suelo	
Arena pobremente graduada	
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Descripción	
REGULAR	



Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

Ilustración 58\_Limites de Atterberg C-01



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



### GRAVEDAD ESPECÍFICA

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huamán  
 Escuela : Ingeniería Civil y Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Lambayeque, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ ) - Material que pasa la malla N° 4  
 REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

	C-01					
1. N° de fiola	F-2					
2. Peso de la fiola	g. 142.93					
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g. 500.0					
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3)	g. 642.9					
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g. 914.5					
6. Peso de la fiola + peso de agua	g. 640.1					
7. Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ ) (3)/((3+6)-5) g/cm <sup>3</sup>	2.217					

#### OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

  
 USAT  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 59\_Gravedad específica

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Análisis de la influencia de RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Lugar : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Octubre del 2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterráneas.  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea  
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.177 :2002  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea  
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.178 :2003

Tipo de Análisis : Analisis Químico

RCD		
Sales Solubles Totales	ppm	1186
	%	0.12
Cloruros Cl <sup>-</sup>	ppm	989
	%	0.10
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	345
	%	0.03

Observaciones:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
 German Oscar Castro  
 Tec. Laboratorio USAT



  
 Juan Carlos Ferra  
 Reg. CV. 12354

  
 Henry Rivas  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

  
 USAT  
 LABORATORIO DE SERVICIOS CONSULTA Y CONTROL DE CALIDAD  
 TECNICO DE LABORATORIO

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889  
 amzing.sac.ic@gmail.com

Ilustración 60\_Análisis Químico de Concreto Reciclado



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-253-2022

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión:** 2022/09/01  
**Solicitante:** AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
**Dirección:** CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO  
**Instrumento de medición:** BALANZA NO AUTOMÁTICA  
**Identificación:** NO INDICA  
**Intervalo de indicación:** 30000 g  
**División de escala:** 1 g  
**Resolución:**  
**División de verificación (e):** 1 g  
**Tipo de indicación:** ELECTRÓNICO  
**Marca / Fabricante:** OHAUS  
**Modelo:** R21PE30ZH  
**N° de serie:** BB357860165  
**Procedencia:** NO INDICA  
**Ubicación:** LABORATORIO DE SUELOS  
**Lugar de calibración:** CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO  
**Fecha de calibración:** 2022/09/01

**Método/Procedimiento de calibración:**  
 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a regulaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
 Bno. Vta. Las Flores de San Diego 875 C. Loma DL, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Tel: +51 201 8880 / Cel: +51 918 136 1982 / Fax: +51 925 518 437  
 arsou@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



**Oficina y Laboratorio:** Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque. T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859  
**Oficina Chiclayo:** Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☐ C: 924 387 254 - 963 847 718  
**Oficina Ica:** Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica. T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889  
 amazung.sac.ica@gmail.com

Ilustración 61\_Certificado de Calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° IMA-253-2022

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,1 °C Final: 24,2 °C  
 Humedad Relativa Inicial: 51 %hr Final: 41%hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	f (g)	Δf (g)	f (g)	f (g)	Δf (g)	f (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30001	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30002	0.05	-0.1
9	15001.0	0.09	-0.12	30000	0.04	-0.11
10	15001.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
15001	0		1			
30000	0		5			



ARSOU GROUP S.A.C.  
 105, Reg. 015, Avenida Camino  
 15, Pisco 12014

ARSOU GROUP S.A.C.  
 Av. Mz. Las Flores de San Diego Mz. C-200-05, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 201 4000 / Cel: +51 928 296 792 / Fax: +51 925 254 437  
 contact@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



San Carlos Ferrer Ortiz Ayala  
 PISCOPALDO.COM  
 Reg. Cº: 122251

Henry Rivasdegras Obillias  
 Tec. Laboratorio USAT  
 USAT Universidad Católica  
 www.usat.edu.pe

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☎ C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889  
 amazing.sac.ic@gmail.com

Ilustración 62\_Certificado de Calibración



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de $E_0$				Determinación de $E_0$				
	Carga Min <sup>TM</sup> (g)	I (kg)	$\Delta I$ (g)	$E_0$ (g)	Carga L (g)	I (kg)	$\Delta I$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.07	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>TM</sup> (g)
	I (g)	$\Delta I$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	I (g)	$\Delta I$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.06	0.01	0.01	5	0.04	-0.01	0.03	1
10	10	0.06	-0.01	0.01	10	0.02	-0.07	-0.05	1
500	500	0.05	0	0	500	0.02	-0.07	-0.05	1
1000	1000	0.04	0	0	1000	0.06	-0.01	0.01	1
2500	2500	0.07	0.01	0.01	2500	0.06	-0.01	0.01	1
5000	5000	0.06	-0.02	0.02	5000	0.05	0	0.02	1
10000	10000	0.07	-0.05	0.03	10000	0.06	-0.1	-0.09	1
15000	15000	0.04	0.01	0.01	15000	0.06	-0.23	-0.09	5
20000	20000	0.05	0.09	0.03	20000	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	30000	0.09	0.1	0.09	30000	0.09	-0.21	-0.21	5

**Leyenda**  
 I: Indicación de la balanza       $\Delta I$ : Carga Incrementada      E: Error encontrado  
 $E_0$ : Error en cero       $E_c$ : Error corregido      EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición:  $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.42716 \text{ g}^2 + 0.000000012303 \text{ g}^2}$   
 Lectura Corregida:  $M_{\text{corregida}} = M + 0.02819475 \text{ g}$   
M: Indicación de lectura de balanza (g)

**Observaciones**

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento en automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
- [\*] Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
 Avda. Vía San Marcos de San Diego No C 1200-05, San Marcos de Heredia, Lima, Perú  
 Telf: +51 919 2689 / Cel: +51 928 398 793 / Cel: +51 925 351 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
 INCERTIDUMBRE EXPANDIDA  
 Y LECTURA CORREGIDA  
 M: 10000 g      U<sub>95</sub>: 0.02819475 g

**Henry Rivadeneira Oblitus**  
 Tec. Laboratorio USAT



**Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859**  
**Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☐ C: 924 387 254 - 963 847 718**  
**Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889**  
**amazing.sac.ic@gmail.com**

Ilustración 63\_Certificado de Calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-060-2022

Página 1 de 5

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/09/01
Solicitante	AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Dirección	CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	HORNO
Identificación	NO INDICA
Marca	PYS EQUIPOS EIRL
Modelo	STHX-2A
Serie	157103
Cámara	136 LITROS
Ventilación	NATURAL
Protector	DIGITAL
Procedencia	CHINA
Ubicación Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2022/09/01

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

\* ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de la calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido ni difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Método/Procedimiento de calibración  
- SNM - PC 018 2da Ed. 2009 - Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático INACAL.  
- ASTM D 2216, MTC E 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Arsou Group S.A.C.  
Ing. Néstor Luis Álvarez Córdova  
Técnico de Laboratorio



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496 8887 / +51 301 1680 / Cel: +51 928 106 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Lima

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☎ C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889  
✉ amazing.sac.lc@gmail.com

Ilustración 64\_Certificado de Calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-060-2022

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con sonda MARCA: T2000	0025-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24,2 °C Final: 23,6°C

Humedad Relativa Inicial: 50 %RH Final: 50%RH

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (Minutos)	Protómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00:00	100	101.0	101.8	101.7	111.0	100.3	101.1	101.0	101.5	101.5	101.6	101.6	101.6	0.6
00:01	100	101.5	101.3	111.0	101.4	101.8	101.7	101.3	101.8	101.5	101.6	101.6	101.6	0.8
00:02	100	101.7	101.9	101.0	101.7	101.5	101.4	101.5	101.1	101.5	101.5	101.5	101.5	0.9
00:03	100	101.8	101.6	101.4	101.4	101.7	101.4	101.0	101.6	101.1	101.5	101.5	101.5	0.8
00:04	100	101.5	101.5	101.5	101.5	101.1	101.7	101.2	101.5	101.6	101.7	101.7	101.7	0.7
00:05	100	101.3	101.6	101.8	101.0	101.8	101.1	101.7	101.1	101.1	101.1	101.1	101.1	0.8
00:06	100	101.7	101.0	101.3	101.3	101.5	101.3	101.0	101.1	101.1	101.7	101.7	101.7	1.0
00:07	100	101.6	101.3	101.1	101.3	101.1	101.6	101.2	101.6	101.1	101.9	101.9	101.9	0.8
00:08	100	101.2	101.0	101.2	101.7	101.3	101.8	101.8	101.4	101.9	101.9	101.9	101.9	1.0
00:09	100	101.4	101.3	101.8	101.0	101.7	101.1	101.0	101.8	101.7	101.7	101.7	101.7	0.8
00:10	100	101.1	101.3	101.8	101.9	101.8	101.5	101.7	101.5	101.8	101.8	101.8	101.8	0.8
00:11	100	101.4	101.7	101.9	101.7	101.4	101.1	101.8	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	0.8
00:12	100	101.8	101.4	101.5	101.6	101.8	101.4	101.8	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	0.8
00:13	100	101.5	101.4	101.5	101.3	101.0	101.7	101.9	101.3	101.3	101.5	101.5	101.5	0.7
00:14	100	101.9	101.5	101.1	101.9	101.4	101.7	101.8	101.4	101.0	101.7	101.7	101.7	0.9
00:15	100	101.4	101.7	101.0	101.7	101.9	101.2	101.4	101.0	101.2	101.2	101.2	101.2	0.8
00:16	100	101.7	101.5	101.4	101.7	101.7	101.4	101.8	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	0.4
00:17	100	101.3	101.1	101.3	101.5	101.9	101.5	101.1	101.7	101.0	101.6	101.6	101.6	0.7
00:18	100	101.8	101.7	101.7	101.6	101.4	101.8	101.5	101.2	101.1	101.4	101.4	101.4	0.7
00:19	100	101.5	101.1	101.1	101.9	101.6	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	0.8
00:20	100	101.2	101.3	101.2	101.9	101.8	101.5	101.7	101.5	101.8	101.8	101.8	101.8	0.8
00:21	100	101.4	101.7	101.9	101.7	101.4	101.1	101.8	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	0.8
00:22	100	101.8	101.4	101.5	101.6	101.8	101.4	101.8	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	0.8
00:23	100	101.5	101.4	101.5	101.3	101.0	101.7	101.9	101.3	101.3	101.5	101.5	101.5	0.7
00:24	100	101.9	101.5	101.1	101.9	101.4	101.7	101.8	101.4	101.0	101.7	101.7	101.7	0.9
00:25	100	101.4	101.7	101.0	101.7	101.9	101.2	101.4	101.0	101.2	101.2	101.2	101.2	0.8
00:26	100	101.7	101.5	101.4	101.7	101.7	101.4	101.8	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	0.4
00:27	100	101.3	101.1	101.3	101.5	101.9	101.5	101.1	101.7	101.0	101.6	101.6	101.6	0.7
00:28	100	101.8	101.7	101.7	101.6	101.4	101.8	101.5	101.2	101.1	101.4	101.4	101.4	0.7
00:29	100	101.5	101.1	101.1	101.9	101.6	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	0.8
00:30	100	101.2	101.3	101.2	101.9	101.8	101.5	101.7	101.5	101.8	101.8	101.8	101.8	0.8
00:31	100	101.4	101.7	101.9	101.7	101.4	101.1	101.8	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	0.8
00:32	100	101.8	101.4	101.5	101.6	101.8	101.4	101.8	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	0.8
00:33	100	101.5	101.1	101.3	101.5	101.9	101.5	101.1	101.7	101.0	101.6	101.6	101.6	0.7
00:34	100	101.8	101.7	101.7	101.6	101.4	101.8	101.5	101.2	101.1	101.4	101.4	101.4	0.7
00:35	100	101.5	101.1	101.1	101.9	101.6	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	0.8
00:36	100	101.2	101.3	101.2	101.9	101.8	101.5	101.7	101.5	101.8	101.8	101.8	101.8	0.8
00:37	100	101.4	101.7	101.9	101.7	101.4	101.1	101.8	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	0.8
00:38	100	101.8	101.4	101.5	101.6	101.8	101.4	101.8	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	0.8
00:39	100	101.5	101.1	101.3	101.5	101.9	101.5	101.1	101.7	101.0	101.6	101.6	101.6	0.7
00:40	100	101.8	101.7	101.7	101.6	101.4	101.8	101.5	101.2	101.1	101.4	101.4	101.4	0.7
00:41	100	101.5	101.1	101.1	101.9	101.6	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	0.8
00:42	100	101.2	101.3	101.2	101.9	101.8	101.5	101.7	101.5	101.8	101.8	101.8	101.8	0.8
00:43	100	101.4	101.7	101.9	101.7	101.4	101.1	101.8	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	0.8
00:44	100	101.8	101.4	101.5	101.6	101.8	101.4	101.8	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	0.8
00:45	100	101.5	101.1	101.3	101.5	101.9	101.5	101.1	101.7	101.0	101.6	101.6	101.6	0.7
00:46	100	101.8	101.7	101.7	101.6	101.4	101.8	101.5	101.2	101.1	101.4	101.4	101.4	0.7
00:47	100	101.5	101.1	101.1	101.9	101.6	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	0.8
00:48	100	101.2	101.3	101.2	101.9	101.8	101.5	101.7	101.5	101.8	101.8	101.8	101.8	0.8
00:49	100	101.4	101.7	101.9	101.7	101.4	101.1	101.8	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	0.8
00:50	100	101.8	101.4	101.5	101.6	101.8	101.4	101.8	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	0.8
T. PROM	100	101.5	101.3	101.5	101.6	101.3	101.4	101.5	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	
T. MAX	100	111.0	113.0	113.0	111.0	101.8	101.6	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	
T. MIN	100	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	

Notas aclaratorias:

- T. P. Promedio de indicaciones corregidas de los sensores para un instante de tiempo
- Tmax Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo
- T. P. Promedio de indicaciones corregidas para cada termocupla durante el tiempo total
- T. N. La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total
- T. N. La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total

**ARSO GROUP S.A.C.**  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 703 / Cel: +51 925 151 437  
www.arsogroup.com

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889  
amazing.sac.ic@gmail.com

Ilustración 65\_Certificado de Calibración

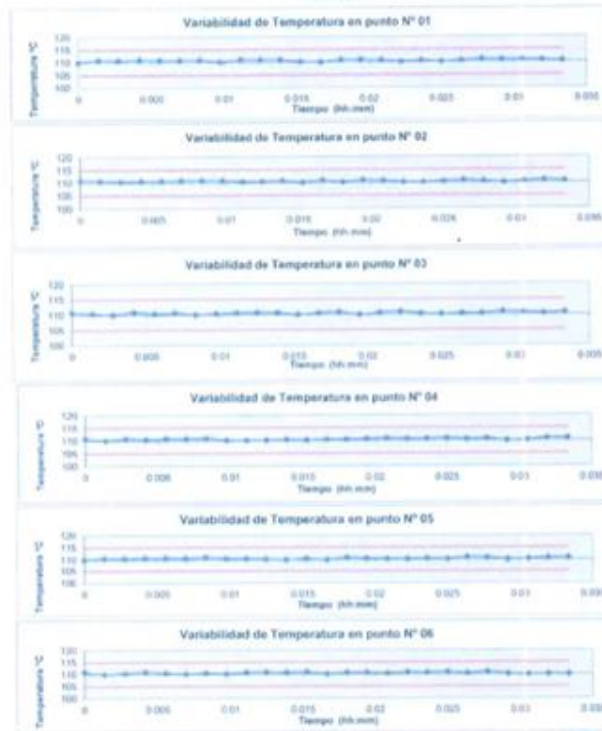


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-060-2022

Página 3 de 5

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496 8887 / + 51 301 1640 / Cel: +51 928 190 793 / Cel: +51 925 151 437  
vml@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



*Henry Rivadeneyra Oblitas*  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
Tec. Laboratorio USAT

*Juan Carlos...*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.O. 12334



Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☎ C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889  
amazung.sac.ic@gmail.com

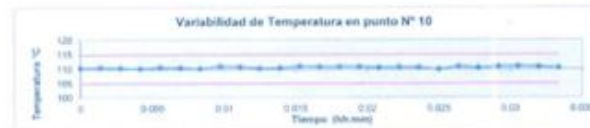
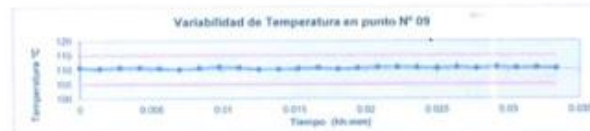
Ilustración 66\_Certificado de Calibración



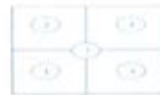
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° IMI-060-2022

Página 4 de 5

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR

ARSOU GROUP S.A.C.  
ING. FRANCISCO ALFONSO UGARTE  
Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lotte 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496 8887 / +51 801 5680 / Cel: +51 928 396 793 / Cal: +51 925 351 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 – Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889  
amazing.sac.ica@gmail.com

Ilustración 67\_Certificado de Calibración



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-060-2022

Página 5 de 5

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Mo. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 496 8887 / + 51 801 3180 / Cel: +51 978 196 797 / Cor: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☐ C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889  
marketing@arsougroup.com

Ilustración 68\_Certificado de Calibración

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhossef Aldair Malca Huamán  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Lugar : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de ensayo : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**ENSAYO** : RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

**REFERENCIA** : Norma MTC E 207 / ASTM C-131

**Muestra** Concreto Reciclado

<b>% de desgaste por abrasión</b>	%	19.1
<b>% de uniformidad</b>	%	0.3

Requerimientr : 40 % Maximo

**OBSERVACIONES :**

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", Nº de esferas : 11, Revoluciones : total 500

  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



*Ilustración 69\_Ensayo de Resistencia al Desgaste*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (66000 ple-lbf/ple<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

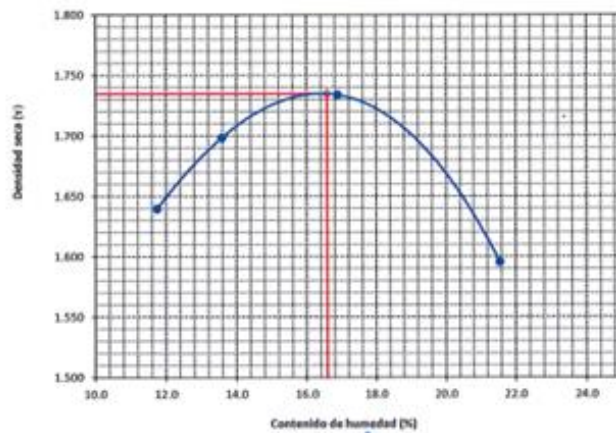
CADICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5712	5805	5722
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1838	1931	1848
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.929	2.027	1.940

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	256.20	189.90	175.00	204.00
Peso del suelo seco + tara	g	233.00	172.00	155.00	176.50
Peso de tara	g	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g	23.2	17.9	20	27.5
Peso de suelo seco	g	197.4	131.8	118.5	127.6
Contenido de agua	%	11.8	13.6	16.9	21.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.640	1.698	1.734	1.596

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.735	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.57	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivas Obilias*  
 Henry Rivas Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 70\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
		A-1				A-2				A-3				
Nº Molde		5				5				5				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				26				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12822	12910	12460	12660	12328	12584							
Peso de molde (g)		8295	8295	8395	8395	8453	8453							
Peso del suelo húmedo (g)		4527	4615	4065	4265	3875	4131							
Volumen del molde (cc)		2280	2280	2112	2112	2113	2113							
Densidad húmeda (g/cc)		1.986	2.024	1.925	2.015	1.834	1.955							
% de humedad		14.09	16.07	14.65	19.40	15.25	21.96							
Densidad seca (g/cc)		1.740	1.744	1.679	1.687	1.591	1.603							
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		180.7	180.7	4615	4615	325.6	325.6	4255	4255	180.4	180.4			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		164.6	164.6	4627	4627	284.0	284.0	4065	4065	163.3	163.3			
Peso del Agua ( gr. )		16.2	16.2	88.0	88.0	41.6	41.6	190.0	190.0	17.1	17.1			
Peso del tarro ( gr. )		49.87	49.87	0	0	0	0	0	0	50.89	50.89			
Peso del suelo seco ( gr. )		114.7	114.7	4449.6	4449.6	284.0	284.0	3997.9	3997.9	112.4	112.4			
% de humedad		14.09	14.09	16.07	16.07	14.65	14.65	19.40	19.40	15.25	15.25			
Promedio de Humedad (%)		14.09	14.09	16.07	16.07	14.65	14.65	19.40	19.40	15.25	15.25			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/05/2023	14.3	0	1.1	0	0	0.97	0	0	0.84	0	0			
11/05/2023	14.3	24	3.5	0.088		1.25	0.031		4.85	0.121				
12/05/2023	14.3	48	4.17	0.104		2.8	0.070		4.98	0.125				
13/05/2023	14.3	72	4.17	0.104		3.5	0.088		4.98	0.125				
14/05/2023	14.3	96	4.17	0.104		4.2	0.105		4.98	0.125				
			4.57	total	2.28	4.57	total	2.30	4.57	total	2.73			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leat. Dial	Lbr/ pulg <sup>2</sup>	Lbr/ pulg <sup>2</sup>	%	Leat. Dial	Lbr/ pulg <sup>2</sup>	Lbr/ pulg <sup>2</sup>	%	Leat. Dial	Lbr/ pulg <sup>2</sup>	Lbr/ pulg <sup>2</sup>	%
mm.	pulg.	Lb/ft <sup>2</sup>												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	48	20			25	12			1	3		
1.270	0.050	1'00"	83	33			68	27			12	7		
1.910	0.075	1'30"	122	48			96	38			28	13		
2.540	0.100	2'00"	160	63	50.1	5.0	112	44	41.9	4.2	53	22	24.5	2.4
3.810	0.150	3'00"	220	86			132	52			103	41		
5.080	0.200	4'00"	285	111	96.2	6.4	176	69	74.3	5.0	148	57	52.4	3.5
6.350	0.250	5'00"	305	119			235	92			175	68		
7.620	0.300	6'00"	336	131			265	104			193	75		
10.160	0.400	8'00"	395	154			296	115			224	87		
12.700	0.500	10'00"	450	175			374	126			250	97		

  
**Henry Rivadeneyra Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT

  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 Chiclayo, Lambayeque

  
**TÉCNICO DE LABORATORIO**

Ilustración 71\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR10%



Testista : Jhosef Almir Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024  
 FP 0.25% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

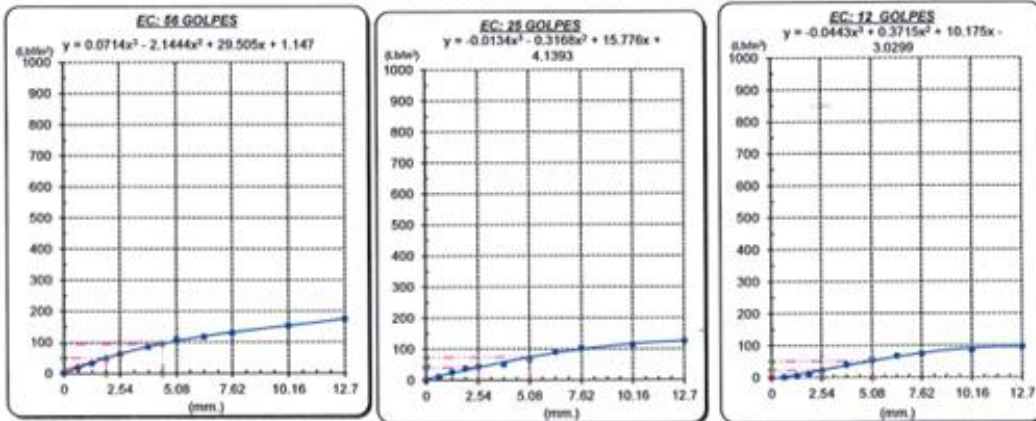


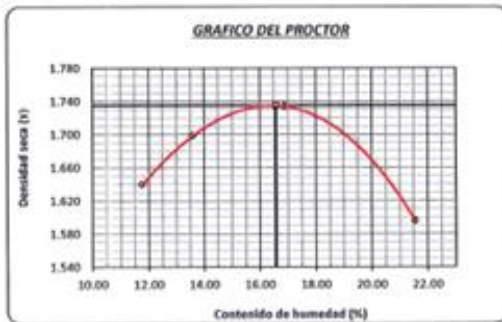
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.735 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.648 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.57 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	4 %



*Henry Rivadeneira Obitos*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 72\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVERO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

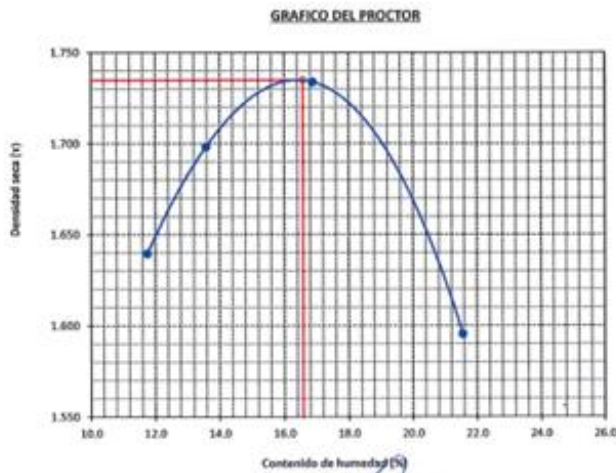
Tesista : Rossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CATEGORÍA : C-1 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10%

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5712	5805	5722
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1838	1931	1848
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.929	2.027	1.940

CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	256.20	189.90	175.00	204.00
Peso del suelo seco + tara	g	233.00	172.00	155.00	176.50
Peso de tara	g	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g	23.2	17.9	20	27.5
Peso de suelo seco	g	197.4	131.8	118.5	127.6
Contenido de agua	%	11.8	13.6	16.9	21.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.640	1.698	1.734	1.596

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.735	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.57	%



*[Firma manuscrita]*  
 Henry Huadenebra Oblitas  
 Tsc. Laboratorio USAT



Ilustración 73\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhosef Aldair Makca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAICATA : C-1 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10%

COMPACTACIÓN														
		H-3				A-2				H-2				
N° Molde		5				5				5				
N° Capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12086		12229		12410		12520		11249				
Peso de molde (g)		8010		8010		8390		8390		7918				
Peso del suelo húmedo (g)		4076		4219		4020		4130		3331				
Volumen del molde (cc)		2040		2040		2112		2112		1901				
Densidad húmeda (g/cc)		1.998		2.068		1.903		1.955		1.753				
% de humedad		13.03		13.91		15.00		17.78		15.03				
Densidad seca (g/cc)		1.768		1.816		1.655		1.680		1.524				
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		85.5	85.5	212.72	212.72	124.5	124.5	4316	4316	145.6	145.6			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		78.9	78.9	177.84	177.84	114.3	114.3	4206	4206	130.0	130.0			
Peso de Agua ( gr. )		6.6	6.6	34.9	34.9	10.2	10.2	110.0	110.0	15.6	15.6			
Peso del tarro ( gr. )		28.18	28.18	48.6	48.6	46.3	46.3	0	0	26.19	26.19			
Peso del suelo seco ( gr. )		50.7	50.7	4005.2	4005.2	68.0	68.0	3054.5	3054.5	103.8	103.8			
% de humedad		13.03	13.03	13.91	13.91	15.00	15.00	17.78	17.78	15.03	15.03			
Promedio de Humedad (%)		13.03		13.91		15.00		17.78		15.03				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	5.45	0.136		1.2	0.030		5.77	0.144				
2/06/2023	14.3	48	5.45	0.136		2.9	0.073		5.77	0.144				
3/06/2023	14.3	72	5.45	0.136		3.9	0.095		5.77	0.144				
4/06/2023	14.3	96	5.45	0.136		5.8	0.140		5.77	0.144				
			4.57	total	2.98	4.57	total	3.07	4.57	total	3.16			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° H-3				MOLDE N° A-2				MOLDE N° H-2			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Levt Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Levt Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Levt Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	111	44			56	23		17	9			
1.270	0.050	1'00"	176	69			97	39		45	19			
1.910	0.075	1'30"	225	89			115	46		75	30			
2.540	0.100	2'00"	263	102	67.9	6.8	175	68	61.3	6.1	102	41	39.9	
3.810	0.150	3'00"	325	131			215	84		160	59			
5.080	0.200	4'00"	397	155	137.5	9.2	286	111	114.9	7.7	191	75	72.3	
6.350	0.250	5'00"	450	176			357	139		210	82			
7.620	0.300	6'00"	520	205			412	161		252	102			
10.160	0.400	8'00"	635	252			512	201		324	126			
12.700	0.500	10'00"	755	302			636	211		394	154			

*Henry Rivasneyra Obilias*  
 Tsc. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 74\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR10%



Tesista : Jhosef Altair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

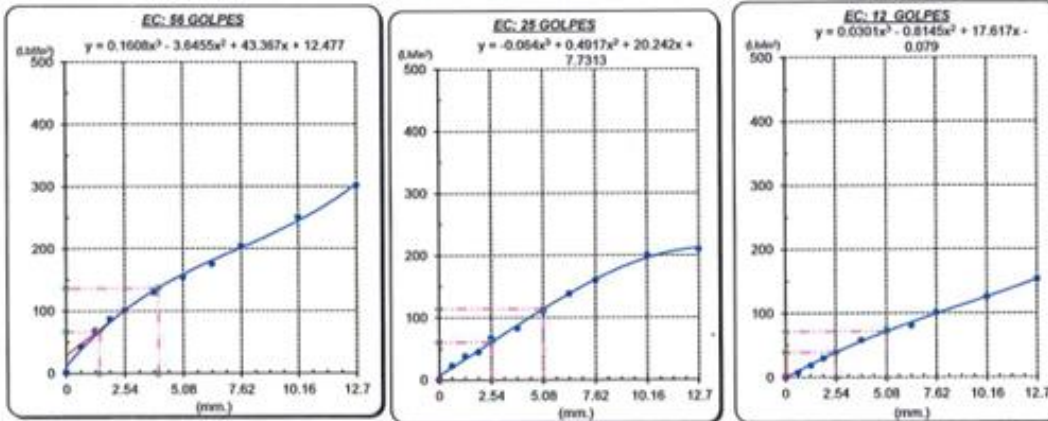


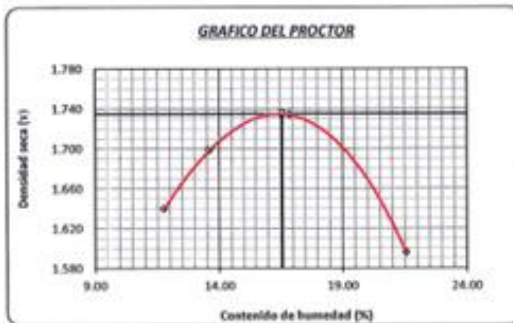
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.735 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.648 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.57 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	9 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6 %	8 %



*Henry Riusadeneyra Oblitas*  
 Henry Riusadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 75\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-ibf/pie<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhosef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de noviembre del 2024

CAICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

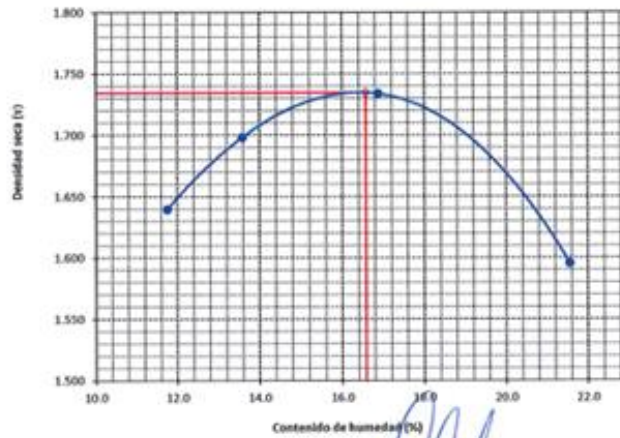
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5620	5712	5805	5722
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1746	1838	1931	1848
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.929	2.027	1.940

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	256.20	189.90	175.00	204.00
Peso del suelo seco + tara	g.	233.00	172.00	155.00	176.50
Peso de tara	g.	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g.	23.2	17.9	20	27.5
Peso de suelo seco	g.	197.4	131.8	118.5	127.6
Contenido de agua	%	11.8	13.6	16.9	21.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.640	1.698	1.734	1.596

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.735	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.57	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Ruadenebra Oblitas  
 Tpc. Laboratorio USAT



Ilustración 76\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de noviembre del 2024

CAUCATA : C-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10%

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-9				A-2				A-12					
N° Capa	5				5				5					
N° Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12966	13056	12660	12899	12396	12448								
Peso de molde (g)	8710	8710	8395	8395	8604	8604								
Peso del suelo húmedo (g)	4256	4346	4265	4495	3792	4044								
Volumen del molde (cc)	2055	2055	2112	2112	2118	2118								
Densidad húmeda (g/cc)	2.071	2.115	2.019	2.129	1.790	1.909								
% de humedad	18.54	20.69	18.45	23.93	18.31	25.06								
Densidad seca (g/cc)	1.747	1.752	1.705	1.717	1.513	1.527								
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	152.7	152.7	4346	4346	178.9	178.9	4495	4495	156.7	156.7	4044.0	4044.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	133.3	133.3	4256	4256	163.0	163.0	4265	4265	136.8	136.8	3792.0	3792.0		
Peso del Agua ( gr. )	19.5	19.5	90.0	90.0	15.9	15.9	230.0	230.0	19.9	19.9	252.0	252.0		
Peso del tarro ( gr. )	28.34	28.34	0	0	76.8	76.8	0	0	28.09	28.09	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	104.9	104.9	4182.9	4182.9	86.2	86.2	4193.5	4193.5	108.7	108.7	3735.5	3735.5		
% de humedad	18.54	18.54	20.69	20.69	18.45	18.45	23.93	23.93	18.31	18.31	25.06	25.06		
Promedio de Humedad (%)	18.54	18.54	20.69	20.69	18.45	18.45	23.93	23.93	18.31	18.31	25.06	25.06		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.2	0.005		20	0.900		8.1	0.203				
3/09/2022	14.3	48	1.2	0.030		31	0.775		8.6	0.240				
4/09/2022	14.3	72	3.5	0.090		42	1.050		11.8	0.295				
4/09/2022	14.3	96	4.5	0.113		51	1.275		12.4	0.310				
			4.57	total	2.46	4.57	total	27.92	4.57	total	6.79			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STANO.	MOLDE N° A-9				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Last. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Last. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Last. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	000"	0	2					0	2				
0.640	0.025	030"	5	15					9	24				
1.270	0.050	100"	12	32					14	36				
1.910	0.075	130"	19	49					19	49				
2.540	0.100	200"	32	80	56.9	5.7	28	71	58.0	5.8	22	56		
3.810	0.150	300"	42	105					29	71				
5.080	0.200	400"	48	119	107.2	7.1	35	90	93.1	6.2	32	80		
6.350	0.250	500"	50	124					42	105				
7.620	0.300	600"	53	132					47	117				
10.160	0.400	800"	58	144					51	129				
12.700	0.500	1000"	67	166					55	146				

  
**Henry Rivasdeneyra Obilias**  
 Téc. Laboratorio USAT  
  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
  
**TÉCNICO DE LABORATORIO**

Ilustración 77\_Ensayo de CBR C-01+FP 0.25%+CR10%



Tecnicista : Joseph Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de noviembre del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

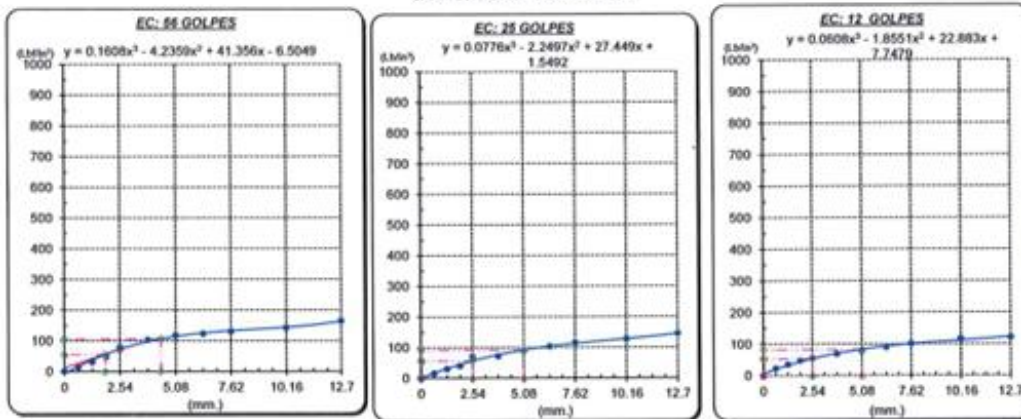


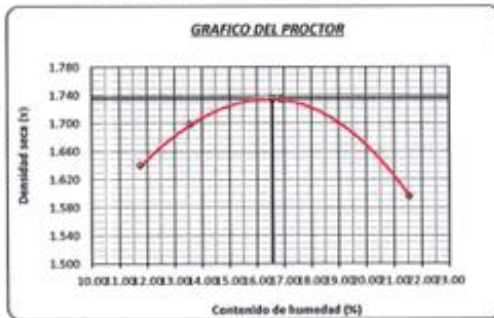
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.735 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.646 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.57 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6 %	6 %



*Henry Obillas*  
 Henry Obillas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 78\_Ensayo de CBR C-01+FP 0.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

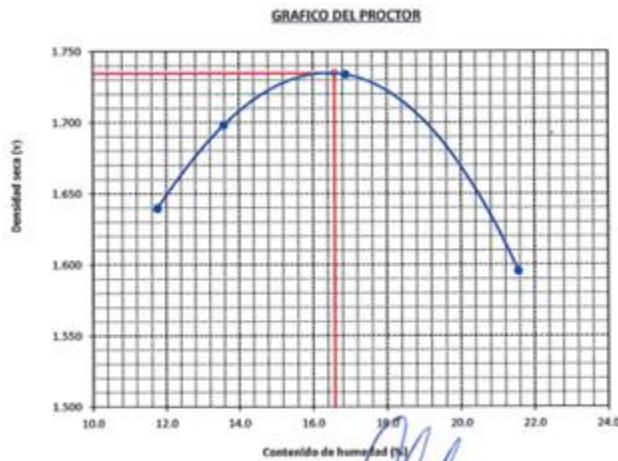
CATEGORÍA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5712	5805	5722
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1838	1931	1848
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.929	2.027	1.940

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	256.20	189.90	175.00	204.00
Peso del suelo seco + tara	g	233.00	172.00	155.00	176.50
Peso de tara	g	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g	23.2	17.9	20	27.5
Peso de suelo seco	g	197.4	131.8	118.5	127.6
Contenido de agua	%	11.8	13.6	16.9	21.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.640	1.698	1.734	1.596

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.735	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.57	%



*Henry Roldeneyra Obitas*  
 Ing. Laboratorio USAT

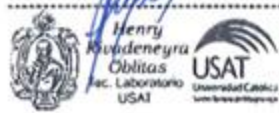


Ilustración 79\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+ CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Textista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
N° Molde		A-1			A-2			A-3								
N° Capa		5			5			5								
N° Golpes por capa		56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRIA		Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		11980	12340	11680	12040	11880	12080	11880	12080	11880	12080					
Peso de molde (g)		7843	7843	7671	7671	7840	7840	7840	7840	7840	7840					
Peso del suelo húmedo (g)		4147	4497	4009	4369	3840	4240	3840	4240	3840	4240					
Volumen del molde (cc)		2120	2120	2112	2112	2113	2113	2113	2113	2113	2113					
Densidad húmeda (g/cc)		1.956	2.121	1.898	2.069	1.817	2.007	1.817	2.007	1.817	2.007					
% de humedad		14.67	23.26	16.44	25.57	17.17	27.75	17.17	27.75	17.17	27.75					
Densidad seca (g/cc)		1.706	1.721	1.630	1.647	1.551	1.571	1.551	1.571	1.551	1.571					
HUMEDAD																
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		419.2	419.2	4497	4497	385.6	385.6	4369	4369	412.5	412.5					
Tarro + Suelo seco ( gr. )		367.5	367.5	4147	4147	342.0	342.0	4009	4009	362.8	362.8					
Peso del Agua ( gr. )		42.7	42.7	350.0	350.0	43.6	43.6	360.0	360.0	49.7	49.7					
Peso del tarro ( gr. )		76.5	76.5	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3					
Peso del suelo seco ( gr. )		291.0	291.0	4077.4	4077.4	265.2	265.2	3944.7	3944.7	289.5	289.5					
% de humedad		14.67	14.67	23.26	23.26	16.44	16.44	25.57	25.57	17.17	17.17					
Promedio de Humedad (%)		14.67	23.26	16.44	25.57	17.17	27.75	17.17	27.75	17.17	27.75					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2/09/2022	14.3	24	25	0.825		20	0.500		15	0.375						
3/09/2022	14.3	48	42	1.050		31	0.775		23	0.575						
4/09/2022	14.3	72	51	1.275		42	1.050		35	0.900						
4/09/2022	14.3	96	65	1.625		51	1.275		48	1.200						
			4.57	total	35.58	4.57	total	27.92	4.57	total	26.28					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Lbs/ Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%	Lbs/ Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%	Lbs/ Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%		
mm.	ps/g.	Lbs/in <sup>2</sup>														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2					
0.640	0.025	0'30"	85	34			52	22		26	12					
1.270	0.050	1'00"	99	39			74	30		42	18					
1.910	0.075	1'30"	165	65			99	39		68	28					
2.540	0.100	2'00"	197	77	55.7	5.6	121	48	49.2	4.9	85	34	36.8	3.7		
3.810	0.150	3'00"	265	103			175	68		121	48					
5.080	0.200	4'00"	316	123	109.4	7.3	210	82	85.1	5.7	179	68	62.9	4.2		
6.350	0.250	5'00"	345	135			262	102		192	75					
7.620	0.300	6'00"	390	152			290	113		205	80					
10.160	0.400	8'00"	421	165			340	133		215	84					
12.700	0.500	10'00"	450	176			362	141		234	91					

Henry Ripodencyu Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 80\_Ensayo de CBR C-01+FP0.25%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

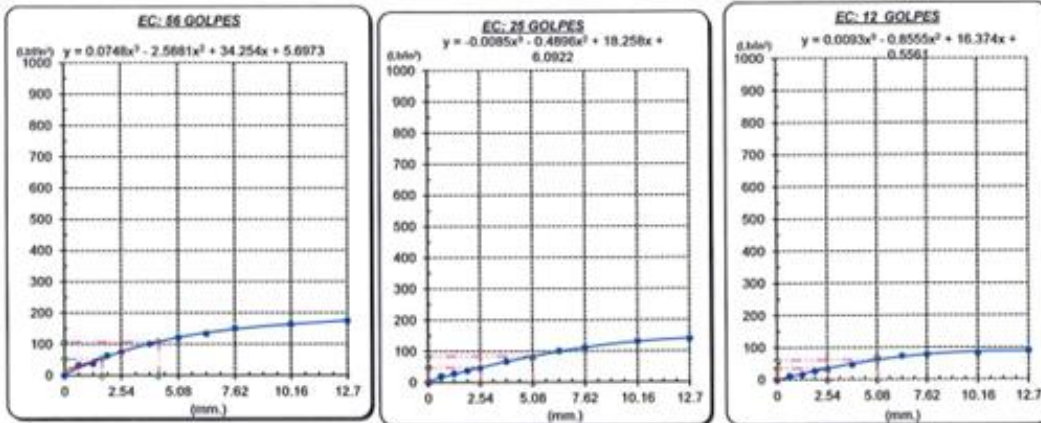
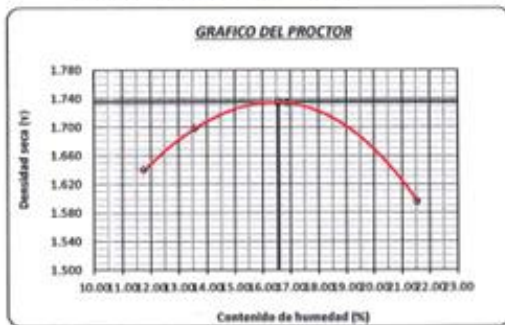


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR		VALOR DEL C.B.R.	
DENSIDAD SECA AL 100%	1.735 g/cm <sup>3</sup>	2.54 cm.	5.08 cm.
DENSIDAD SECA AL 95%	1.648 g/cm <sup>3</sup>	C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %    8 %
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.57 %	C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5 %    6 %



*Henry*  
**Henry**  
**Ruadenevra**  
**Oblitas**  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 81\_Ensayo de CBR C-01+FP0.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

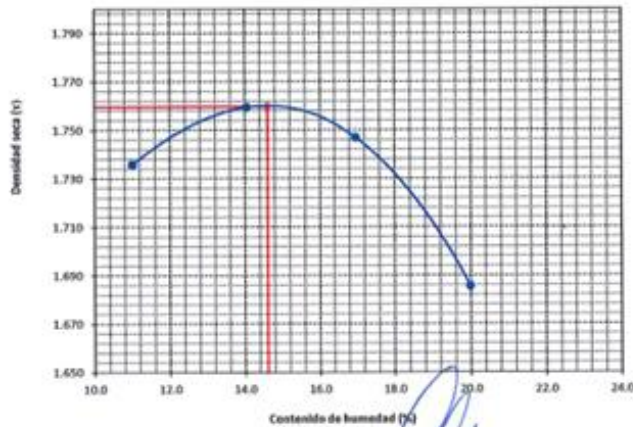
CATEGORÍA: C-1 PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA: FP 0.50% CR 10%

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5710	5786	5821	5801
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1836	1912	1947	1927
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.007	2.044	2.023

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	185.90	215.60	198.50	169.60
Peso del suelo seco + tara	g	171.00	194.00	175.00	149.50
Peso de tara	g	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g	14.9	21.6	23.5	20.1
Peso de suelo seco	g	135.4	153.8	138.5	100.6
Contenido de agua	%	11.0	14.0	17.0	20.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.736	1.760	1.747	1.688

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.760	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Ing. Laboratorio USAT  




Ilustración 82\_Ensayo de CBR C-01+FP 0.50%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1			A-2			A-3							
Nº Capa	5			5			5							
Nº Golpes por capa	56			25			12							
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12090		12340		11620		12040		11580		12080			
Peso de molde (g)	7843		7843		7671		7671		7840		7840			
Peso del suelo húmedo (g)	4247		4497		3949		4369		3740		4240			
Volumen del molde (cc)	2120		2120		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)	2.003		2.121		1.870		2.069		1.770		2.007			
% de humedad	13.16		19.15		13.41		24.22		14.33		27.91			
Densidad seca (g/cc)	1.770		1.780		1.649		1.665		1.548		1.569			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	410.2	410.2	4497	4497	385.6	385.6	4369	4369	412.5	412.5	4240.0	4240.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	362.5	362.5	4247	4247	340.0	340.0	3949	3949	360.8	360.8	3740.0	3740.0		
Peso del Agua ( gr. )	47.7	47.7	250.0	250.0	45.6	45.6	420.0	420.0	51.7	51.7	500.0	500.0		
Peso del tarro ( gr. )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	362.5	362.5	4173.1	4173.1	340.0	340.0	3884.9	3884.9	360.8	360.8	3683.0	3683.0		
% de humedad	13.16	13.16	19.15	19.15	13.41	13.41	24.22	24.22	14.33	14.33	27.91	27.91		
Promedio de Humedad (%)	13.16		19.15		13.41		24.22		14.33		27.91			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.5	0.013	0	0.9	0.023	0.8	0.015	0	0			
3/09/2022	14.3	48	0.9	0.023	0	1.2	0.030	1.2	0.030	0	0			
4/09/2022	14.3	72	2.4	0.060	0	1.5	0.038	1.8	0.045	0	0			
4/09/2022	14.3	96	3.5	0.088	0	2.3	0.058	2.6	0.065	0	0			
			4.57	total	1.92	4.57	total	1.26	4.57	total	1.42			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Lbf/in <sup>2</sup>	Leet. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	85	34			52	22			25	12		
1.270	0.050	1'00"	115	46			74	30			42	18		
1.910	0.075	1'30"	158	66			98	39			68	28		
2.540	0.100	2'00"	190	74	63.2	8.3	110	44	44.8	4.5	85	34	30.5	3.0
3.810	0.150	3'00"	258	101			124	49			95	38		
5.080	0.200	4'00"	299	113	124.2	8.3	145	57	73.3	4.9	105	42	44.5	3.0
6.350	0.250	5'00"	359	137			168	66			112	44		
7.620	0.300	6'00"	399	141			178	70			124	53		
10.160	0.400	8'00"	389	141			180	70			146	57		
12.700	0.500	10'00"	359	141			210	82			162	66		



Ilustración 83\_Ensayo CBR C-01+FP0.50%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Teas : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

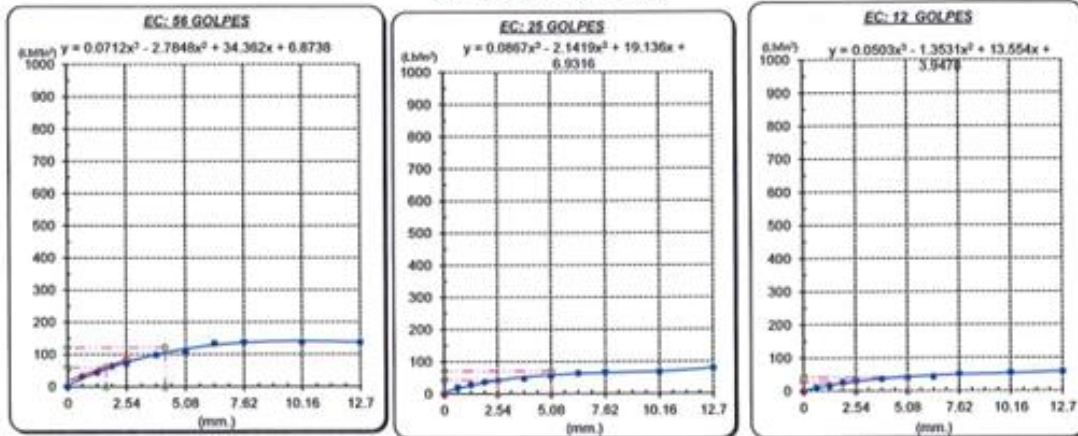


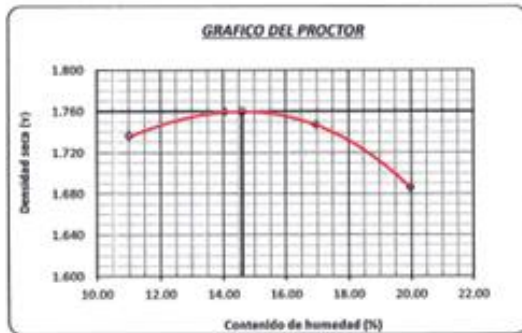
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.760 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.672 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.60 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5 %	5 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 84\_Ensayo CBR C-01+FP0.50%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVULO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

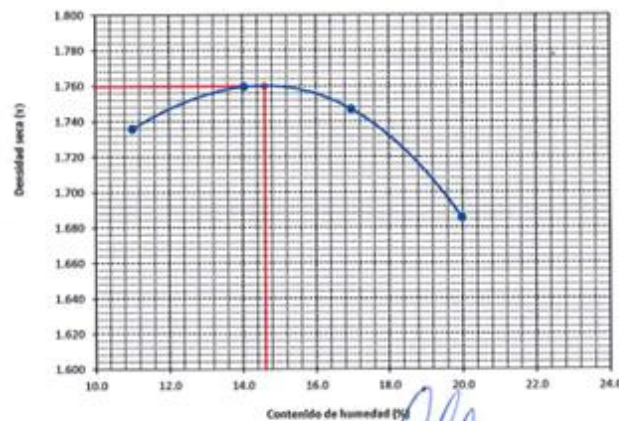
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5710	5786	5821	5801
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1836	1912	1947	1927
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.007	2.044	2.023

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	185.90	215.60	198.50	169.60
Peso del suelo seco + tara	g	171.00	194.00	175.00	149.50
Peso de tara	g	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g	14.9	21.6	23.5	20.1
Peso de suelo seco	g	135.4	153.8	138.5	100.6
Contenido de agua	%	11.0	14.0	17.0	20.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.736	1.760	1.747	1.686

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.760	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 85\_Ensayo Proctor modificado C-01+FP0.50%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Teste : jbossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Test : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12759	12980	12160	12540	11820	12645	8473	8473	8281	8261	8029	8029	
Peso de molde (g)		4277	4507	3879	4259	3791	4016	2320	2120	2112	2112	2113	2113	
Peso del suelo húmedo (g)		2.017	2.120	1.837	2.017	1.794	1.901	14.24	19.71	14.73	24.68	14.65	20.68	
Volumen del molde (cc)		1.766	1.776	1.601	1.617	1.565	1.575							
Densidad húmeda (g/cc)														
% de humedad														
Densidad seca (g/cc)														
HUMEDAD														
Tamo Nº														
Tamo + Suelo húmedo ( gr. )		285.6	285.6	4507	4507	258.0	258.0	3879	3879	314.0	314.0	3791.0	3791.0	
Tamo + Suelo seco ( gr. )		35.6	35.6	230.0	230.0	38.0	38.0	380.0	380.0	46.0	46.0	225.0	225.0	
Peso del Agua ( gr. )		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso del tamo ( gr. )		250.0	250.0	4202.8	258.0	258.0	3817.9	3817.9	314.0	314.0	3732.6	3732.6	3732.6	
% de humedad		14.24	14.24	19.71	19.71	14.73	14.73	24.68	24.68	14.65	14.65	20.68	20.68	
Promedio de Humedad (%)		14.24		19.71		14.73		24.68		14.65		20.68		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
			Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%				
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/09/2022	14.3	24	2.5	0.083			2	0.050			1.5	0.038		
3/09/2022	14.3	48	3.8	0.090			3.8	0.095			2.3	0.058		
4/09/2022	14.3	72	4.5	0.113			5.5	0.140			3.6	0.090		
4/09/2022	14.3	96	4.5	0.113			6.2	0.155			5.6	0.140		
			4.57	total	2.46		4.57	total	3.39		4.57	total	3.07	
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Levt. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levt. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levt. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
mm.	pulg.	Lbf/in <sup>2</sup>												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	75	30			21	10			15	8		
1.270	0.050	1'00"	95	38			60	25			34	15		
1.910	0.075	1'30"	122	48			88	35			65	27		
2.540	0.100	2'00"	175	68	49.2	4.9	95	38	36.4	3.6	66	35	28.1	2.8
3.810	0.150	3'00"	190	74			115	48			85	38		
5.080	0.200	4'00"	242	94	96.9	6.5	124	49	53.4	3.6	105	42	44.6	3.0
6.350	0.250	5'00"	298	116			142	56			115	46		
7.620	0.300	6'00"	340	133			165	65			124	49		
10.160	0.400	8'00"	358	139			179	70			163	64		
12.700	0.500	10'00"	400	156			195	80			120	47		

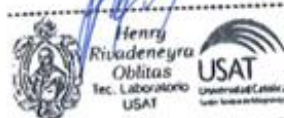


Ilustración 86\_Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

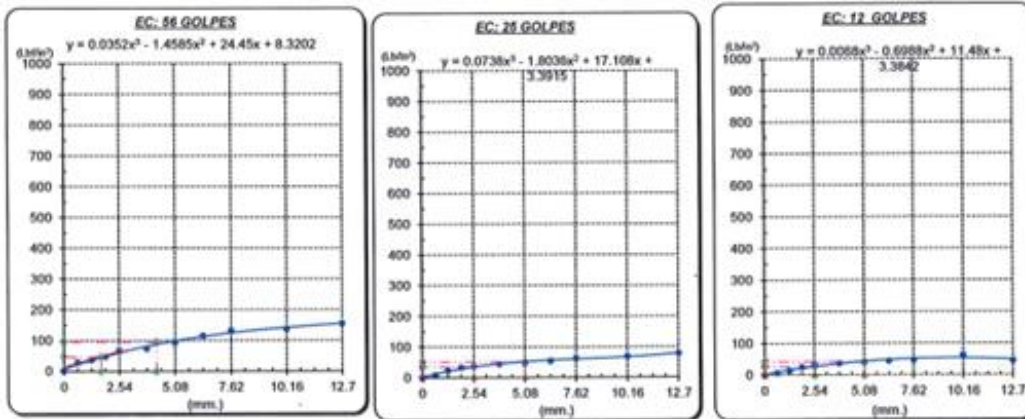


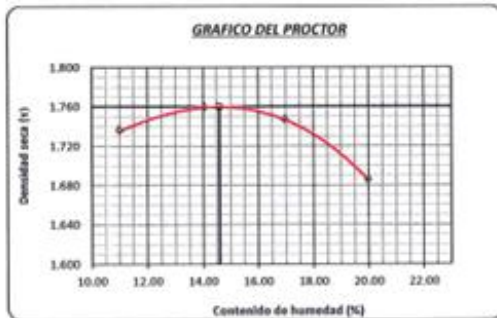
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.760 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.672 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.60 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5 %	5 %



*[Signature]*  
 Henry Ruedeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 87\_Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVERO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Fesista : :Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : :Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : :Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : :Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : :Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CATEGORÍA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

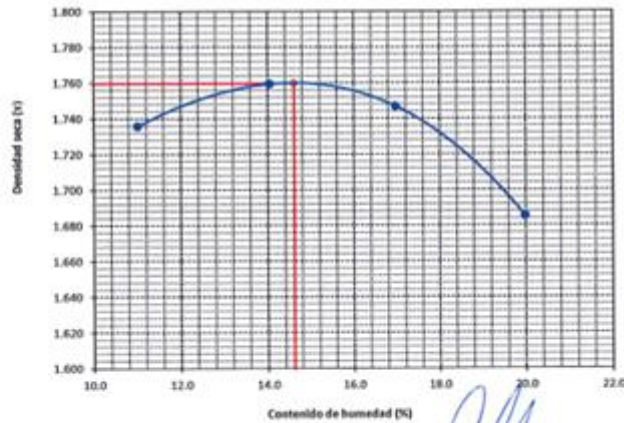
Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 5710	5786	5821	5801
Peso del molde	g. 3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g. 1836	1912	1947	1927
Volumen del molde	cm <sup>3</sup> 952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup> 1.927	2.007	2.044	2.023

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente	T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g. 185.90	215.60	198.50	169.60
Peso del suelo seco + tara	g. 171.00	194.00	175.00	149.50
Peso de tara	g. 35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g. 14.9	21.6	23.5	20.1
Peso de suelo seco	g. 135.4	153.8	138.5	100.6
Contenido de agua	% 11.0	14.0	17.0	20.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup> 1.736	1.760	1.747	1.686

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.760	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Huadenebra Obitas*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 88\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.5%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
		A-1			A-2			A-3						
N° Molde		5			5			5						
N° Capa		56			25			12						
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12882	12119	12460	12750	12228	12884							
Peso de molde (g)		8295	8295	8395	8395	8453	8453							
Peso del suelo húmedo (g)		4587	4815	4065	4355	3775	4131							
Volumen del molde (cc)		2280	2260	2112	2112	2113	2113							
Densidad húmeda (g/cc)		2.012	2.112	1.925	2.062	1.787	1.955							
% de humedad		14.09	19.15	14.65	21.90	15.25	24.83							
Densidad seca (g/cc)		1.763	1.772	1.679	1.692	1.550	1.566							
HUMEDAD														
Tarro N°		-			-			-			-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		180.7	180.7	4815	4815	325.6	325.6	4355	4355	180.4	180.4	4131.0	4131.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		164.6	164.6	4587	4587	284.0	284.0	4065	4065	163.3	163.3	3775.0	3775.0	
Peso del Agua (gr.)		16.2	16.2	228.0	228.0	41.6	41.6	290.0	290.0	17.1	17.1	356.0	356.0	
Peso del tarro (gr.)		49.87	49.87	0	0	0	0	0	0	50.89	50.89	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		114.7	114.7	4507.5	4507.5	284.0	284.0	3997.9	3997.9	112.4	112.4	3717.4	3717.4	
% de humedad		14.09	14.09	19.15	19.15	14.65	14.65	21.90	21.90	15.25	15.25	24.83	24.83	
Promedio de Humedad (%)		14.09		19.15		14.65		21.90		15.25		24.83		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/05/2023	14.3	0	0.8	0	0	0.8	0	0	0.8	0	0			
11/05/2023	14.3	24	0.8	0.020		1.1	0.028		0.8	0.020				
12/05/2023	14.3	48	1.2	0.030		1.8	0.045		1.8	0.038				
13/05/2023	14.3	72	1.3	0.033		2.1	0.053		2.8	0.065				
14/05/2023	14.3	96	3.5	0.088		3.9	0.098		3.8	0.090				
			4.57	total	1.92	4.57	total	2.13	4.57	total	1.97			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lest. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lest. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lest. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	48	20			25	12			1	3		
1.270	0.050	1'00"	92	33			85	27			12	7		
1.910	0.075	1'30"	112	44			96	38			28	13		
2.540	0.100	2'00"	150	59	49.3	4.9	192	41	35.9	3.6	53	22	22.4	2.2
3.810	0.150	3'00"	210	82			112	44			85	35		
5.080	0.200	4'00"	275	107	94.1	6.3	158	61	63.7	4.2	124	49	43.3	2.9
6.350	0.250	5'00"	298	116			210	82			126	54		
7.620	0.300	6'00"	325	127			245	95			146	57		
10.160	0.400	8'00"	345	135			265	103			180	70		
12.700	0.500	10'00"	380	137			310	121			205	80		

Henry Rivadeneyra Oblitás  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 89\_Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%



Tesis : Jhosef Aldar Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 0.50% CR 10%

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

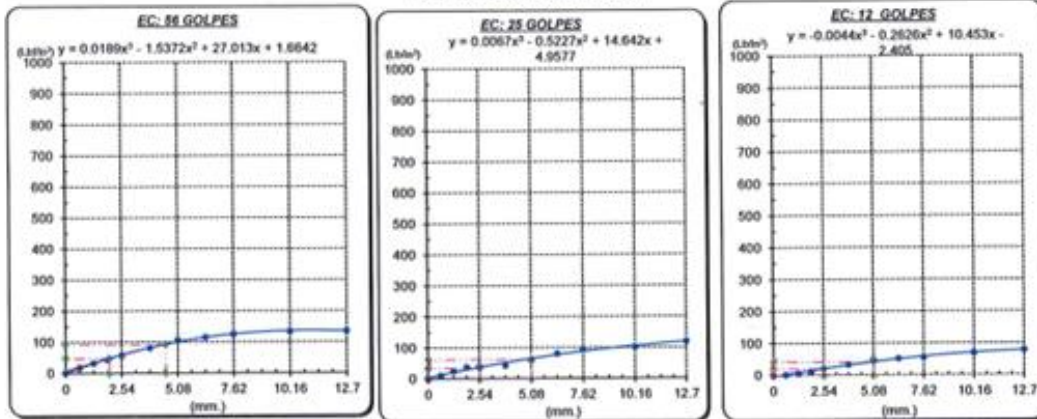


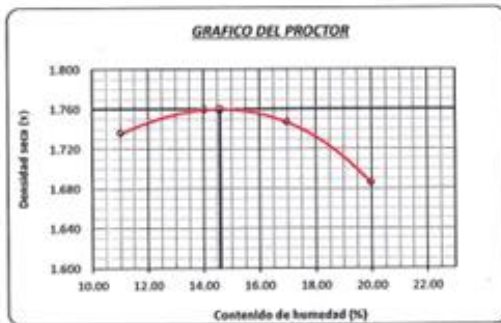
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.700 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.672 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.60 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	4 %	4 %



*Henry Rivadeneira Obilias*  
 Ing. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 90\_Ensayo de CBR C-01+FP0.5%CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

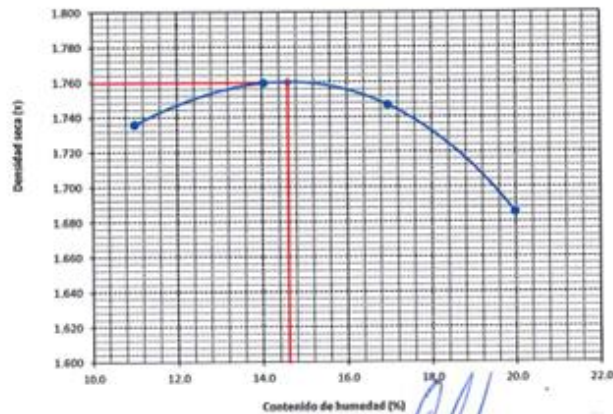
CALCATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5710	5786	5821	5801
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1836	1912	1947	1927
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.007	2.044	2.023

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	185.90	215.60	198.50	169.60
Peso del suelo seco + tara	g.	171.00	194.00	175.00	149.50
Peso de tara	g.	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g.	14.9	21.6	23.5	20.1
Peso de suelo seco	g.	135.4	153.8	138.5	100.6
Contenido de agua	%	11.0	14.0	17.0	20.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.736	1.760	1.747	1.686

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.760	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.60	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivadeneira Obilias*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Lima - Perú



Ilustración 91\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.5%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Teñista : Ihsosief Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CLASIFICACIÓN : C-1  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-1				A-2				A-3					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA															
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12892	13019	12460	12750	12228	12584								
Peso de molde (g)		8295	8295	8395	8395	8453	8453								
Peso del suelo húmedo (g)		4597	4715	4065	4355	3775	4131								
Volumen del molde (cc)		2289	2289	2112	2112	2113	2113								
Densidad húmeda (g/cc)		2.016	2.068	1.925	2.062	1.787	1.955								
% de humedad		14.10	16.71	14.97	22.23	15.66	25.24								
Densidad seca (g/cc)		1.767	1.772	1.674	1.687	1.545	1.561								
HUMEDAD															
Tamo N°		-		-		-		-		-		-			
Tamo + Suelo húmedo ( gr. )		218.5	218.5	471.5	471.5	215.0	215.0	435.5	435.5	245.2	245.2	4131.0			
Tamo + Suelo seco ( gr. )		191.5	191.5	459.7	459.7	187.0	187.0	406.5	406.5	212.0	212.0	3775.0			
Peso del Agua ( gr. )		27.0	27.0	118.0	118.0	28.0	28.0	290.0	290.0	33.2	33.2	356.0			
Peso del tamo ( gr. )		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Peso del suelo seco ( gr. )		191.5	191.5	4517.2	4517.2	187.0	187.0	3998.1	3998.1	212.0	212.0	3717.6			
% de humedad		14.10	14.10	16.71	16.71	14.97	14.97	22.23	22.23	15.66	15.66	25.24			
Promedio de Humedad (%)		14.10	14.10	16.71	16.71	14.97	14.97	22.23	22.23	15.66	15.66	25.24			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN						
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%				
10/05/2023	14.3	0	0.9	0	0	0.8	0	0	0.8	0	0				
11/05/2023	14.3	24	1.2	0.030		1.2	0.030		1.4	0.035					
12/05/2023	14.3	48	1.5	0.038		1.8	0.045		2.4	0.060					
13/05/2023	14.3	72	1.9	0.048		2.4	0.060		3.5	0.095					
14/05/2023	14.3	96	2.4	0.065		3.4	0.085		4.5	0.113					
			4.57	total	1.86	4.57	total	1.86	4.57	total	2.46				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in <sup>2</sup>	Lect. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"		0	2		0	2		0	2		0	2	
0.640	0.025	0'30"		82	22		25	12		1	3				
1.270	0.050	1'00"		96	38		85	27		12	7				
1.910	0.075	1'30"		124	49		95	38		28	13				
2.540	0.100	2'00"	1000	165	65	49.0	4.9	124	49	42.2	4.2	59	21	23.4	2.3
3.810	0.150	3'00"		205	80			136	54			75	30		
5.080	0.200	4'00"	1500	265	103	94.8	6.3	162	60	65.7	4.4	110	44	51.3	3.4
6.350	0.250	5'00"		310	121			178	70			124	49		
7.620	0.300	6'00"		345	135			210	82			126	54		
10.160	0.400	8'00"		392	141			235	92			178	68		
12.700	0.500	10'00"		380	148			249	94			210	82		

*Henry Mivadeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

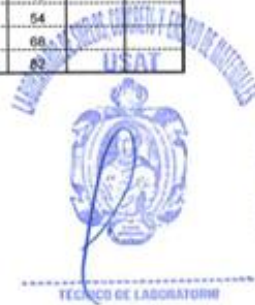


Ilustración 92\_Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%



Testista : Jhossef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 0.50% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

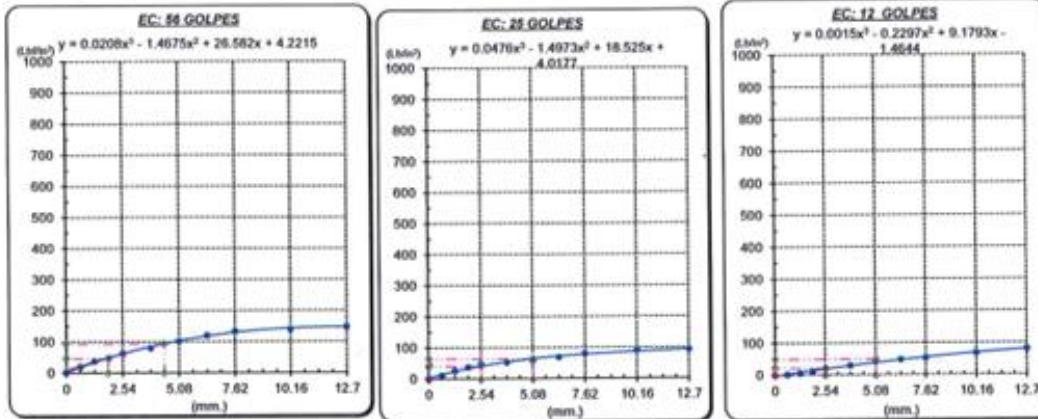


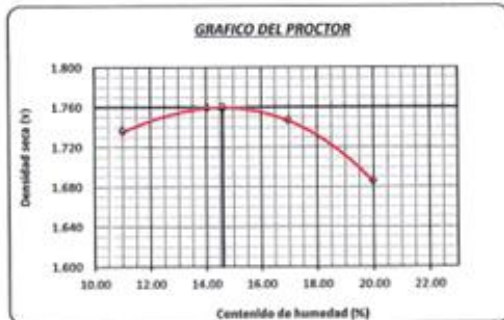
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.760 g./cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.672 g./cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.60 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	4 %



Henry Rivasnevara Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 93\_Ensayo de CBR C-01+FP0.5%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·mm<sup>3</sup> [66000 ple-lbf/ple<sup>3</sup>])**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10%

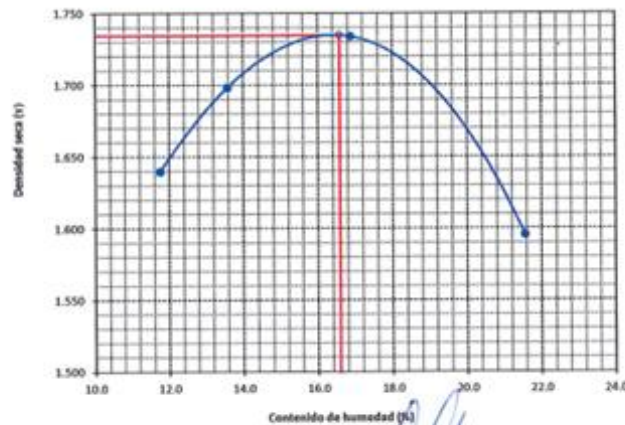
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5620	5712	5805	5722
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1746	1838	1931	1848
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.929	2.027	1.940

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	256.20	189.90	175.00	204.00
Peso del suelo seco + tara	g.	233.00	172.00	155.00	176.50
Peso de tara	g.	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g.	23.2	17.9	20	27.5
Peso de suelo seco	g.	197.4	131.8	118.5	127.6
Contenido de agua	%	11.8	13.6	16.9	21.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.640	1.698	1.734	1.596

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.735	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.57	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 94\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Yelista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAKATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12680		12980		12160		12640		11820		12246		
Peso de molde (g)		8473		8473		8281		8281		8029		8029		
Peso del suelo húmedo (g)		4207		4507		3879		4259		3791		4216		
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2112		2112		2113		2113		
Densidad húmeda (g/cc)		1.984		2.126		1.837		2.017		1.794		1.995		
% de humedad		13.69		20.95		14.20		24.15		14.81		26.20		
Densidad seca (g/cc)		1.745		1.758		1.608		1.624		1.563		1.581		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		335.6		335.6		4507		4507		386.5		386.5		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		304.4		304.4		4207		4207		348.0		348.0		
Peso del Agua ( gr. )		31.2		31.2		300.0		300.0		38.5		38.5		
Peso del tarro ( gr. )		76.5		76.5		0		0		76.8		76.8		
Peso del suelo seco ( gr. )		227.9		227.9		4134.8		4134.8		271.2		271.2		
% de humedad		13.69		13.69		20.95		20.95		14.20		14.20		
Promedio de Humedad (%)		13.69		13.69		20.95		20.95		14.20		14.20		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	25	0.625		29	0.500		15	0.375				
3/09/2022	14.3	48	42	1.050		31	0.775		23	0.575				
4/09/2022	14.3	72	51	1.275		42	1.050		36	0.900				
4/09/2022	14.3	96	65	1.625		51	1.275		48	1.200				
			4.57	total	35.58	4.57	total	27.92	4.57	total	26.28			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leat. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	Leat. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	Leat. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.840	0.025	0'30"	88	39			35	16			19	9		
1.270	0.050	1'00"	156	61			89	38			46	20		
1.910	0.075	1'30"	240	94			145	57			81	33		
2.540	0.100	2'00"	315	123	115.9	11.6	215	84	81.6	8.2	142	56	49.7	5.0
3.810	0.150	3'00"	350	137			290	113			180	70		
5.080	0.200	4'00"	436	171	255.7	17.0	350	141	134.6	9.0	223	87	85.3	5.7
6.350	0.250	5'00"	480	188			385	151			249	97		
7.620	0.300	6'00"	542	214			412	161			275	107		
10.160	0.400	8'00"	580	229			412	161			275	107		
12.700	0.500	10'00"	610	242			415	161			275	107		

Henry Huadencaya Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 Universidad Católica del Perú

TÉCNICO DE LABORATORIO

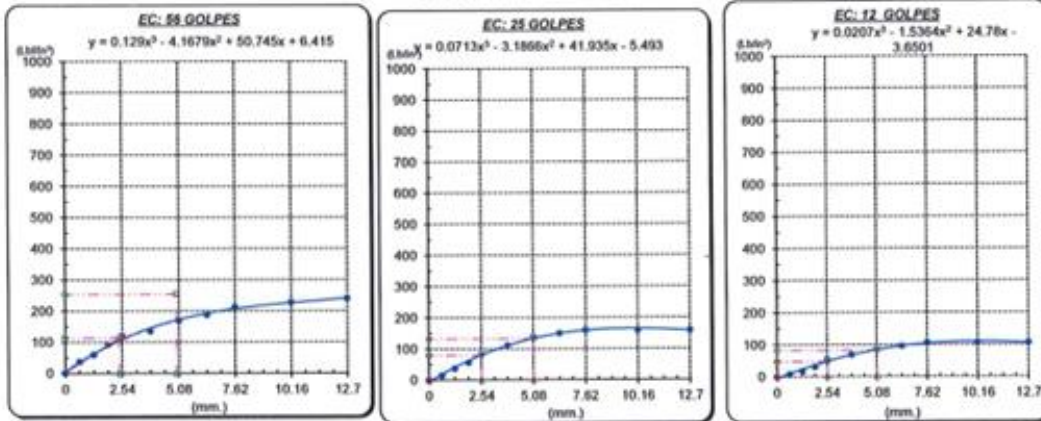
Ilustración 95\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**



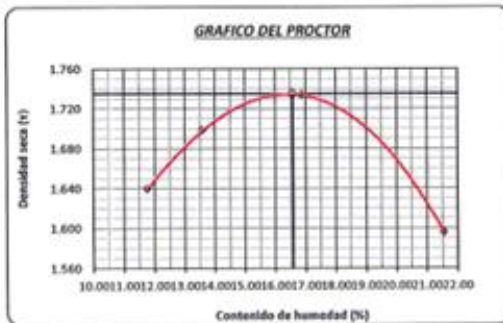
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.735 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.648 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.57 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	16 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	11 %	12 %



*Henry Rivedeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 96\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

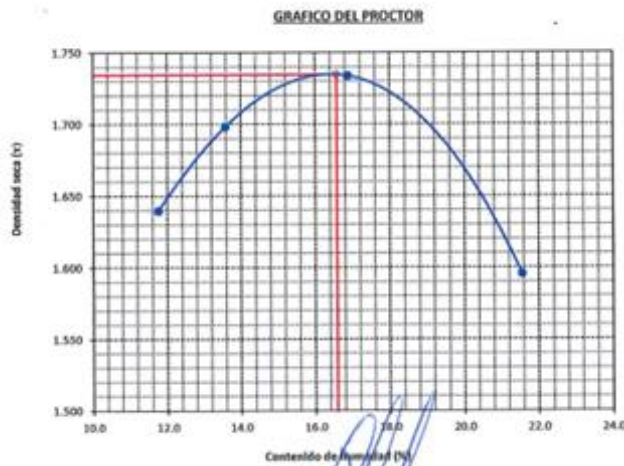
Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5712	5805	5722
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1838	1931	1848
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.929	2.027	1.940

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	256.20	189.90	175.00	204.00
Peso del suelo seco + tara	g	233.00	172.00	155.00	176.50
Peso de tara	g	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g	23.2	17.9	20	27.5
Peso de suelo seco	g	197.4	131.8	118.5	127.6
Contenido de agua	%	11.8	13.6	16.9	21.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.640	1.698	1.734	1.596

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.735	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.57	%



Henry Rivadeneira Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 97\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAKICATA : C-1 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10%

COMPACTACIÓN															
		A-1				A-2				A-3					
N° Molde		5				5				5					
N° Capas		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12882	13210	12400	12650	12228	12584	8295	8395	8453	8453	3775	4131		
Peso de molde (g)		4587	4915	4005	4255	3775	4131	2280	2112	2213	2213	2213	2213		
Peso del suelo húmedo (g)		2280	2280	2112	2112	2213	2213	2012	2156	1896	2015	1706	1867		
Volumen del molde (cc)		16.00	23.27	16.36	22.71	16.67	26.24	1.734	1.749	1.630	1.642	1.462	1.479		
Densidad húmeda (g/cc)		140.625	97.545	127.110	92.731	127.110	82.015	133.500	127.110	104.834	104.834	104.834	104.834		
% de humedad		16.00	23.27	16.36	22.71	16.67	26.24	16.00	23.27	16.36	22.71	16.67	26.24		
Densidad seca (g/cc)		119.914	78.282	108.744	74.581	108.744	62.411	113.500	101.887	89.468	84.663	89.468	79.012		
HUMEDAD															
Tarro N°		-													
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		195.6	195.6	491.5	491.5	256.0	256.0	425.5	425.5	190.5	190.5	4131.0	4131.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		175.5	175.5	458.7	458.7	220.0	220.0	400.5	400.5	163.3	163.3	3775.0	3775.0		
Peso del Agua ( gr. )		20.1	20.1	32.8	32.8	36.0	36.0	25.0	25.0	27.2	27.2	356.0	356.0		
Peso del tarro ( gr. )		49.87	49.87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		125.6	125.6	450.8	450.8	220.0	220.0	394.8	394.8	163.3	163.3	3720.6	3720.6		
% de humedad		16.00	16.00	23.27	23.27	16.36	16.36	22.71	22.71	16.67	16.67	26.24	26.24		
Promedio de Humedad (%)		16.00	23.27	16.36	22.71	16.67	26.24								
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
10/05/2023	14.3	0	1.1	0	0	0.97	0	0	0.84	0	0				
11/05/2023	14.3	24	3.5	0.088		1.25	0.031		4.85	0.121					
12/05/2023	14.3	48	4.17	0.104		2.8	0.070		4.98	0.125					
13/05/2023	14.3	72	4.17	0.104		3.5	0.088		4.98	0.125					
14/05/2023	14.3	96	4.17	0.104		4.2	0.105		4.98	0.125					
			4.57	total	2.28	4.57	total	2.30	4.57	total	2.73				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbs/in2	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%		
0.000	0.000	0'00"	0	2		0	2			0	2				
0.640	0.025	0'30"	65	27		45	19			35	15				
1.270	0.050	1'00"	180	70		152	60			99	39				
1.910	0.075	1'30"	253	102		180	70			112	44				
2.540	0.100	2'00"	390	148	115.2	11.5	288	104	96.3	9.6	190	70	65.4	6.5	
3.810	0.150	3'00"	452	177		395	119			225	88				
5.080	0.200	4'00"	510	201	218.8	14.6	395	155	149.7	10.0	260	101	99.5	6.6	
6.350	0.250	5'00"	512	201		420	167			276	108				
7.620	0.300	6'00"	526	211		431	169			280	109				
10.160	0.400	8'00"	640	213		445	174			292	114				
12.700	0.500	10'00"	640	213		445	174			292	114				

Henny Ruedencyra Oblitas  
 Ing. Laboratorio USAT



Ilustración 99\_Ensayo CBR C-01+FP0.75%+CR10%



Tesista : Jhossel Aldair Matca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 0.75% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. I Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

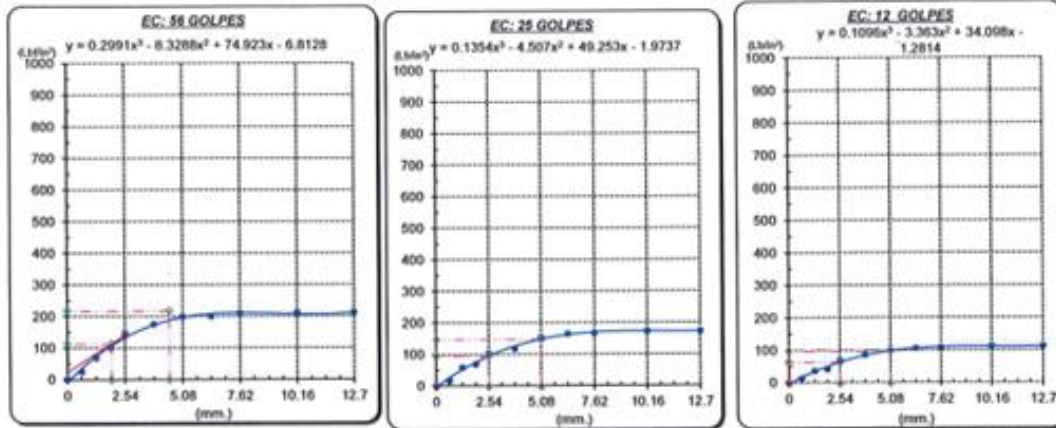


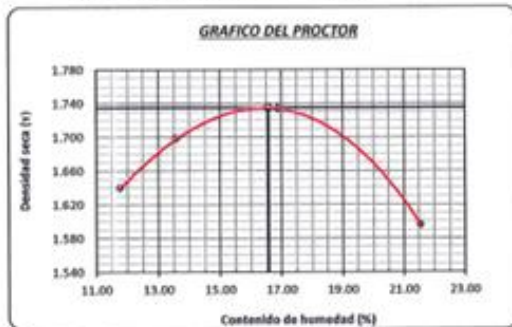
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.735 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.648 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.57 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	12 %	15 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	10 %



*Henry Rivas Obilias*  
 Henry Rivas Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LA UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 100\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhosef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAUCATA** : C-1  
**MUESTRA** : FP 0.75% CR 10%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

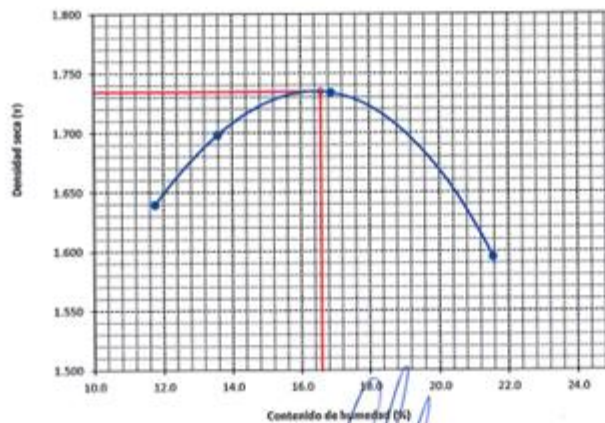
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5620	5712	5805	5722
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1746	1838	1931	1848
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.929	2.027	1.940

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	266.20	189.90	175.00	204.00
Peso del suelo seco + tara	g.	233.00	172.00	155.00	176.50
Peso de tara	g.	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g.	23.2	17.9	20	27.5
Peso de suelo seco	g.	197.4	131.8	118.5	127.6
Contenido de agua	%	11.8	13.6	16.9	21.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.640	1.698	1.734	1.596

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.735	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	16.57	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivas Encaya Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



*Ilustración 101\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGRÓVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																	
Nº Molde		A-1				A-2				A-3							
Nº Capa		5				5				5							
Nº Golpes por capa		56				25				17							
CONDICIÓN DE LA MUESTRA																	
		Sin Saturado				Saturado				Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		12792	12910	12650	12650	12318	12684	8395	8395	8453	8453	8453	8453				
Peso de molde (g)		4497	4615	4155	4255	3865	4131	2200	2112	2113	2113	2113	2113				
Peso del suelo húmedo (g)		8295	8295	8295	8295	4593	4593	4195	4143	6340	6340	6340	6340				
Volumen del molde (cc)		2200	2200	2112	2112	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113				
Densidad húmeda (g/cc)		1.972	2.024	1.967	2.015	1.829	1.955	1.972	1.963	2.996	2.996	2.996	2.996				
% de humedad		14.09	16.76	14.65	17.10	15.25	22.24	14.09	16.76	15.25	22.24	15.25	22.24				
Densidad seca (g/cc)		1.729	1.734	1.716	1.721	1.587	1.599	1.729	1.734	1.587	1.599	1.587	1.599				
HUMEDAD																	
Tamo Nº		100				20				75		150					
Tamo + Suelo húmedo (gr.)		180.7	180.7	4615	4615	325.6	325.6	4255	4255	180.4	180.4	4131.0	4131.0				
Tamo + Suelo seco (gr.)		164.6	164.6	4497	4497	284.0	284.0	4155	4155	163.3	163.3	3865.0	3865.0				
Peso del Agua (gr.)		16.2	16.2	118.0	118.0	41.6	41.6	100.0	100.0	17.1	17.1	266.0	266.0				
Peso del tamo (gr.)		49.67	49.67	0	0	0	0	0	0	50.89	50.89	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)		114.7	114.7	4420.6	4420.6	284.0	284.0	4084.9	4084.9	112.4	112.4	3804.6	3804.6				
% de humedad		14.09	14.09	16.76	16.76	14.65	14.65	17.10	17.10	15.25	15.25	22.24	22.24				
Promedio de Humedad (%)		14.09	16.76	14.65	17.10	15.25	22.24	14.09	16.76	15.25	22.24	15.25	22.24				
EXPANSIÓN																	
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN							
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%						
10/05/2023	14.3	0	1.1	0	0	0.97	0	0	0.84	0	0						
11/05/2023	14.3	24	3.5	0.088	0	1.25	0.031	0	4.85	0.121	0						
12/05/2023	14.3	48	4.17	0.104	0	2.8	0.070	0	4.98	0.125	0						
13/05/2023	14.3	72	4.17	0.104	0	3.5	0.088	0	4.98	0.125	0						
14/05/2023	14.3	96	4.17	0.104	0	4.2	0.105	0	4.98	0.125	0						
			4.57	total	2.28	4.57	total	2.30	4.57	total	2.73						
PENETRACIÓN																	
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3						
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN				
			Libr	kg	Libr	%	Libr	kg	Libr	%	Libr	kg	Libr	%			
mm.	pulg.	Lbs/in <sup>2</sup>	Libr	pulg	Libr	pulg	%	Libr	pulg	Libr	pulg	%	Libr	pulg	Libr	pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	195	42	86	35			26	12			32	14			
1.270	0.050	1'00"	175	68	112	44			52	22			63	28			
1.910	0.075	1'30"	260	101	162	63			90	36			101	40			
2.540	0.100	2'00"	345	135	86.6	8.7			235	92	90.2	9.0	165	65	54.9	5.5	
3.810	0.150	3'00"	369	144	170.1	11.3			312	122	140.6	9.4	236	92	91.5	6.1	
5.080	0.200	4'00"	480	188	378	148			378	148	140.6	9.4	236	92	91.5	6.1	
6.350	0.250	5'00"	542	214	390	152			390	152	140.6	9.4	236	92	91.5	6.1	
7.620	0.300	6'00"	563	222	415	162			415	162	140.6	9.4	236	92	91.5	6.1	
10.160	0.400	8'00"	579	225	415	162			415	162	140.6	9.4	236	92	91.5	6.1	
12.700	0.500	10'00"	579	225	415	162			415	162	140.6	9.4	236	92	91.5	6.1	

Henry Riusdeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 102\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%CR10%



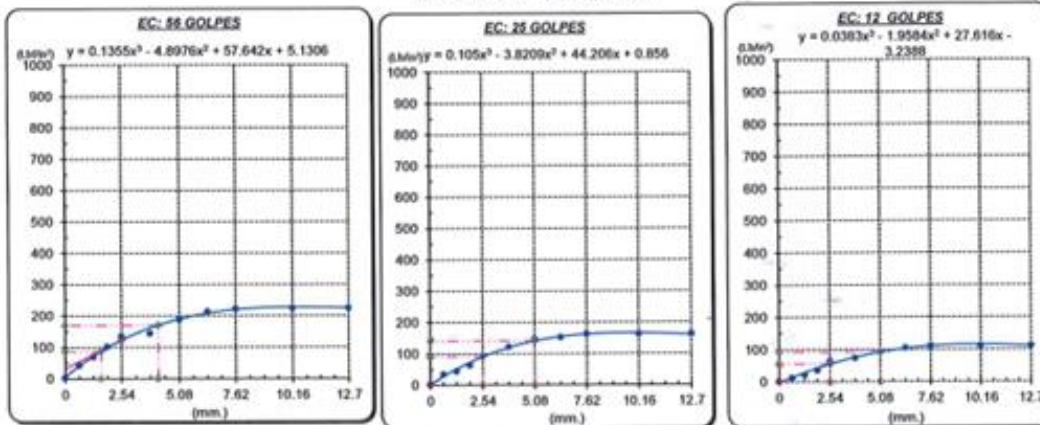
Tesis : Jhossef Abdair Maica Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 0.75% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN



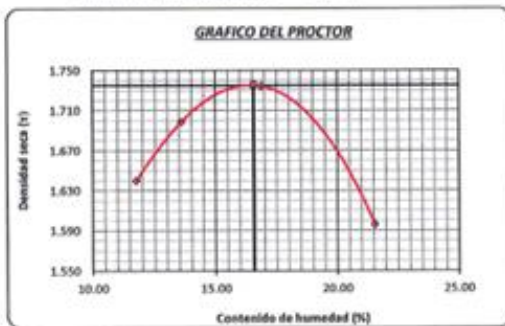
**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.735 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.648 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.57 %

**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	9 %	12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	7 %	8 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Jec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 103\_Ensayo CBR C-01+FP0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : Ihsoséf Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CLASIFICACIÓN: C-1  
 MUESTRA: FP 0.75% CR 10% PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

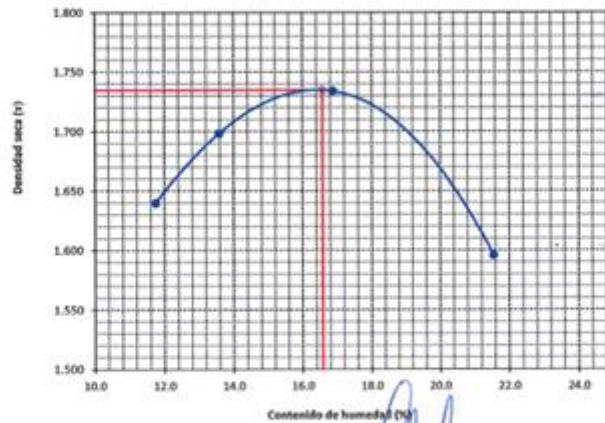
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5712	5805	5722
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1838	1931	1848
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.929	2.027	1.940

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

N° Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	256.20	189.90	175.00	204.00
Peso del suelo seco + tara	g	233.00	172.00	155.00	176.50
Peso de tara	g	35.60	40.20	36.50	48.90
Peso de agua	g	23.2	17.9	20	27.5
Peso de suelo seco	g	197.4	131.8	118.5	127.6
Contenido de agua	%	11.8	13.6	16.9	21.6
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.640	1.698	1.734	1.596

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.735	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.57	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivas Obispo  
 Tec. Laboratorio  
 USAT Universidad Católica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales



Ilustración 104\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALECATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-1				A-2				A-3					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				32					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12232		12410		11890		12059		11518		11784			
Peso de molde (g)		7671		7671		7840		7840		7855		7855			
Peso del suelo húmedo (g)		4561		4739		4050		4210		3663		3929			
Volumen del molde (cc)		2280		2290		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)		2.000		2.079		1.918		1.993		1.734		1.859			
% de humedad		15.15		19.12		16.54		20.56		16.05		23.42			
Densidad seca (g/cc)		1.737		1.745		1.645		1.653		1.494		1.507			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		190.6	190.6	4739	4739	215.6	215.6	4210	4210	192.6	192.6	3929.0	3929.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		172.0	172.0	4561	4561	185.0	185.0	4050	4050	173.0	173.0	3663.0	3663.0		
Peso del Agua (gr.)		18.5	18.5	178.0	178.0	30.6	30.6	160.0	160.0	19.6	19.6	266.0	266.0		
Peso del tarro (gr.)		49.67	49.67	0	0	0	0	0	0	50.69	50.69	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		122.1	122.1	4483.1	4483.1	185.0	185.0	3984.4	3984.4	122.1	122.1	3609.1	3609.1		
% de humedad		15.15	15.15	19.12	19.12	16.54	16.54	20.56	20.56	16.05	16.05	23.42	23.42		
Promedio de Humedad (%)		15.15		19.12		16.54		20.56		16.05		23.42			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
10/05/2023	14.3	0	1.1	0	0	0.97	0	0	0.84	0	0				
11/05/2023	14.3	24	3.5	0.088		1.25	0.031		4.85	0.121					
12/05/2023	14.3	48	4.17	0.104		2.8	0.070		4.98	0.125					
13/05/2023	14.3	72	4.17	0.104		3.5	0.088		4.98	0.125					
14/05/2023	14.3	96	4.17	0.104		4.2	0.105		4.98	0.125					
			4.57		total	2.28		total	2.30		total	2.73			
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STANO	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3				
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
			Libr/Dial	Libr/pulg	Libr/pulg	%	Libr/Dial	Libr/pulg	Libr/pulg	%	Libr/Dial	Libr/pulg	Libr/pulg	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	95	38			88	35			38	16			
1.270	0.050	1'00"	180	74			195	42			92	37			
1.910	0.075	1'30"	350	137			260	101			142	56			
2.540	0.100	2'00"	1000	410	160	148.4	14.6	312	122	128.2	12.6	215	84	73.2	7.3
3.810	0.150	3'00"		475	186			355	143			245	95		
5.080	0.200	4'00"	1500	505	199	312.0	20.8	435	170	221.9	14.8	280	109	109.4	7.3
6.350	0.250	5'00"		521	205			452	177			290	113		
7.620	0.300	6'00"		536	211			463	182			310	121		
10.160	0.400	8'00"		560	221			470	184			315	123		
12.700	0.500	10'00"		560	221			470	184			315	122		

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 105\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%



Tesista : Jhossel Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 0.75% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

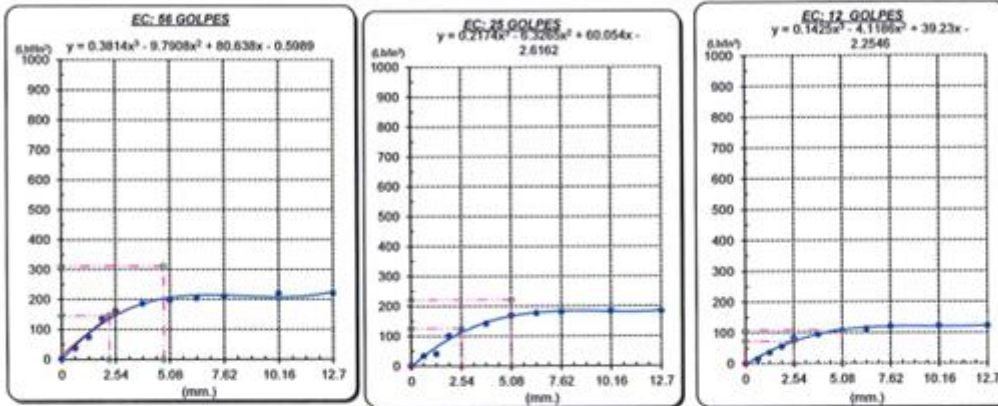


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.735 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.648 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.57 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	15 %	21 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	13 %	15 %



*Henry Ribadeneyra Obilias*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 106\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (60000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

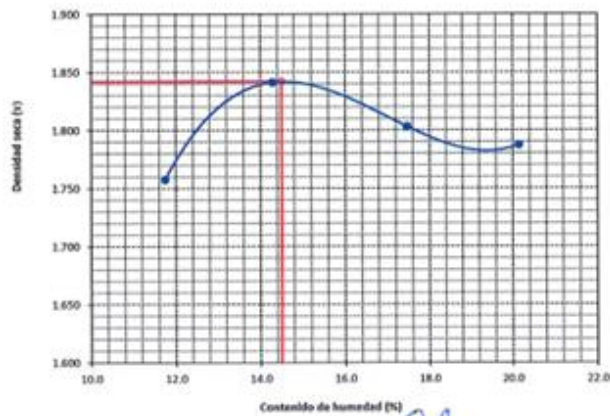
CAJONATA : C-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10%

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5745	5879	5892	5920
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1871	2005	2018	2046
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.964	2.104	2.118	2.147

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	125.50	118.56	130.37	148.22
Peso del suelo seco + tara	g	116.00	108.12	115.21	128.11
Peso de tara	g	35.08	35.08	28.45	28.32
Peso de agua	g	9.5	10.44	15.16	20.11
Peso de suelo seco	g	80.92	73.04	86.76	99.79
Contenido de agua	%	11.7	14.3	17.5	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.757	1.841	1.803	1.787

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.842	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivasdeneyra Obilias*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 107\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-2				A-3				A-10					
N° Capas		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12326		12644		12360		12600		12268		12600			
Peso de molde (g)		8804		8804		8453		8453		8650		8650			
Peso del suelo húmedo (g)		3522		3840		3907		4147		3608		3950			
Volumen del molde (cc)		1652		1652		1913		1913		1993		1993			
Densidad húmeda (g/cc)		2.132		2.324		2.042		2.168		1.810		1.982			
% de humedad		15.54		24.74		17.41		23.66		17.62		27.24			
Densidad seca (g/cc)		1.845		1.863		1.740		1.753		1.539		1.558			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		158.2		158.2		3840		3840		258.2		258.2			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		143.5		143.5		3522		3522		229.6		229.6			
Peso del Agua ( gr. )		14.7		14.7		318.0		318.0		26.6		26.6			
Peso del tarro ( gr. )		48.89		48.89		0		0		76.8		76.8			
Peso del suelo seco ( gr. )		94.6		94.6		3458.2		3458.2		152.8		152.8			
% de humedad		15.54		15.54		24.74		24.74		17.41		17.41			
Promedio de Humedad (%)		15.54		24.74		17.41		23.66		17.62		27.24			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN						
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%				
13/06/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
14/06/2023	14.3	24	0.97	0.024	0.024	0.9	0.023	0.023	0.88	0.025	0.025				
15/06/2023	14.3	48	1.36	0.032	0.032	1.2	0.030	0.030	1.25	0.046	0.046				
16/06/2023	14.3	72	1.45	0.036	0.036	1.6	0.040	0.040	1.56	0.049	0.049				
16/06/2023	14.3	96	1.72	0.043	0.043	1.9	0.048	0.048	2.05	0.051	0.051				
			4.57	total	0.94	4.57	total	1.04	4.57	total	1.12				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3				MOLDE N° A-10			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/in2	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	95	38			76	30			32	14			
1.270	0.050	1'00"	184	72			142	56			55	25			
1.910	0.075	1'30"	290	113			210	82			104	41			
2.540	0.100	2'00"	425	166	144.7	14.5	340	133	112.0	11.2	175	68	65.1	6.5	
3.810	0.150	3'00"	480	188			380	148			240	94			
5.080	0.200	4'00"	560	221	278.2	18.5	428	167	172.2	11.5	275	107	107.7	7.2	
6.350	0.250	5'00"	660	229			460	180			308	120			
7.620	0.300	6'00"	890	233			610	201			345	135			
10.160	0.400	8'00"	810	242			520	205			360	141			
12.700	0.500	10'00"	610	242			520	205			380	148			

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Ing. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

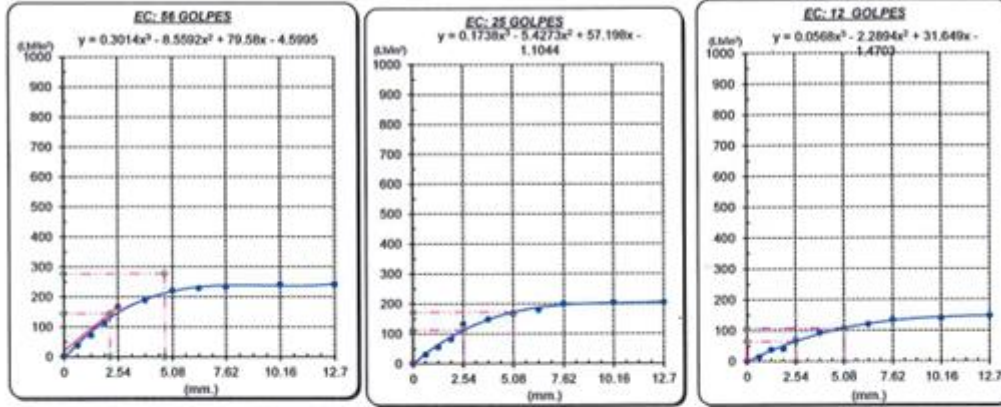
Ilustración 108\_ Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR10%

Tesis : Jhossaf Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



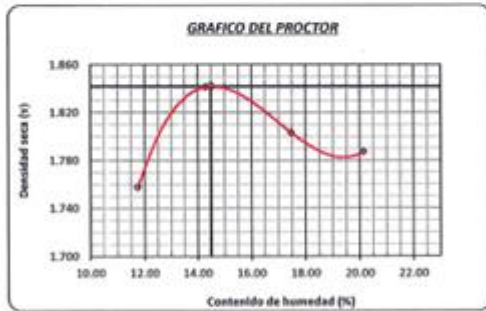
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.842 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 98%	1.750 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.50 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	14 %	18 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	11 %	12 %



*Henry Rivasdeneyra Oblitas*  
 Ing. Laboratorio USAT



*Ilustración 109\_Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR10%*

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (50000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : Jhossef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

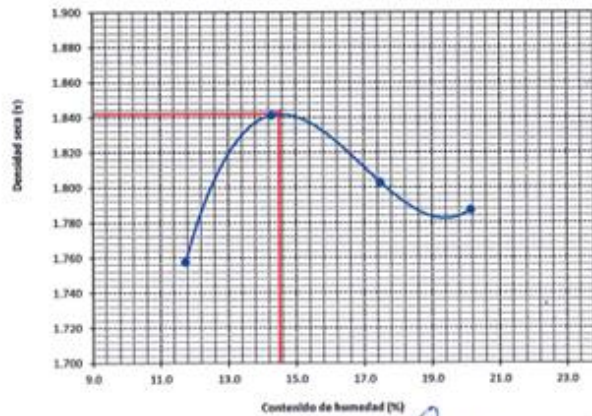
CAÍCATA : C-1  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5745	5879	5892	5920
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1871	2005	2018	2046
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.964	2.104	2.118	2.147

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	125.50	118.56	130.37	148.22
Peso del suelo seco + tara	g	116.00	108.12	115.21	128.11
Peso de tara	g	35.08	35.08	28.45	28.32
Peso de agua	g	9.5	10.44	15.16	20.11
Peso de suelo seco	g	80.92	73.04	86.76	99.79
Contenido de agua	%	11.7	14.3	17.5	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.757	1.841	1.803	1.787

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.842	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivadeneira Obilitas*  
 Henry Rivadeneira Obilitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 110\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																	
Nº Molde		A-1				A-2				A-3							
Nº Capa		5				5				5							
Nº Golpes por capa		56				25				12							
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado							
Peso molde + Suelo húmedo		12519	12965	12639	13040	12450	12760	12450	12760	12450	12760						
Peso de molde (g)		8029	8029	8384	8384	8558	8558	8558	8558	8558	8558						
Peso de suelo húmedo (g)		4490	4936	4255	4656	3892	4192	3892	4192	3892	4192						
Volumen del molde (cc)		2144	2144	2122	2122	2122	2122	2122	2122	2122	2122						
Densidad húmeda (g/cc)		2.094	2.302	2.001	2.194	1.834	1.975	1.834	1.975	1.834	1.975						
% de humedad		13.63	23.74	14.46	24.28	14.95	22.78	14.95	22.78	14.95	22.78						
Densidad seca (g/cc)		1.843	1.860	1.748	1.765	1.596	1.609	1.596	1.609	1.596	1.609						
HUMEDAD																	
Tarro Nº		1		2		3		4		5							
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		389.5	389.5	4936	4936	374.5	374.5	4656	4656	398.5	398.5						
Tarro + Suelo seco (gr.)		352.5	352.5	4490	4490	336.9	336.9	4248	4248	356.2	356.2						
Peso del Agua (gr.)		37.0	37.0	446.0	446.0	37.6	37.6	410.0	410.0	42.3	42.3						
Peso del tarro (gr.)		81	81	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3						
Peso del suelo seco (gr.)		271.5	271.5	4408.7	4408.7	260.1	260.1	4173.0	4173.0	282.9	282.9						
% de humedad		13.63	13.63	23.74	23.74	14.46	14.46	24.28	24.28	14.95	14.95						
Promedio de Humedad (%)		13.63	23.74	14.46	24.28	14.95	22.78	14.95	22.78	14.95	22.78						
EXPANSIÓN																	
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN							
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%						
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
2/09/2022	14.3	24	25	0.625	0.625	22	0.550	18	0.450	0.450	0.450						
3/09/2022	14.3	48	30	0.750	0.750	32	0.800	26	0.875	0.875	0.875						
4/09/2022	14.3	72	34	0.850	0.850	36	0.900	36	0.900	0.900	0.900						
4/09/2022	14.3	96	36	0.900	0.900	42	1.050	40	1.000	1.000	1.000						
			4.57	total	19.71	4.57	total	22.99	4.57	total	21.90						
PENETRACIÓN																	
PENETRACIÓN	TIEMPO	GARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3						
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN				
mm	ps/g	Lbt/in <sup>2</sup>	Lbt	ps/g	Lbt	ps/g	%	Lbt	ps/g	Lbt	ps/g	%	Lbt	ps/g	Lbt	ps/g	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2		0	2	0	2		0	2	0	2	
0.640	0.025	0'30"	36	38	68	28		25	12	25	12		25	12	25	12	
1.270	0.050	1'00"	145	57	120	47		165	65	165	65		165	65	165	65	
1.910	0.075	1'30"	250	97	175	68		176	68	176	68		176	68	176	68	
2.540	0.100	2'00"	420	164	235	92	95.3	205	90	205	90	83.9	205	90	205	90	8.4
3.810	0.150	3'00"	480	188	340	133		245	95	245	95		245	95	245	95	
5.080	0.200	4'00"	590	233	420	164	160.5	360	148	360	148	135.3	360	148	360	148	9.0
6.350	0.250	5'00"	610	242	480	188		390	152	390	152		390	152	390	152	
7.620	0.300	6'00"	625	248	510	201		415	162	415	162		415	162	415	162	
10.160	0.400	8'00"	630	250	526	207		425	166	425	166		425	166	425	166	
12.700	0.500	10'00"	645	256	560	221		430	168	430	168		430	168	430	168	

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Ing. Laboratorio USAT




TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 111\_Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jossel Aldair Maica Hasman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

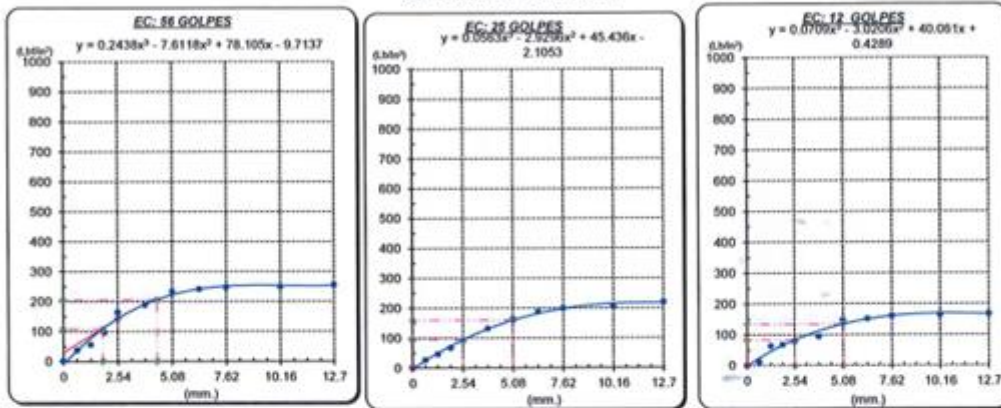
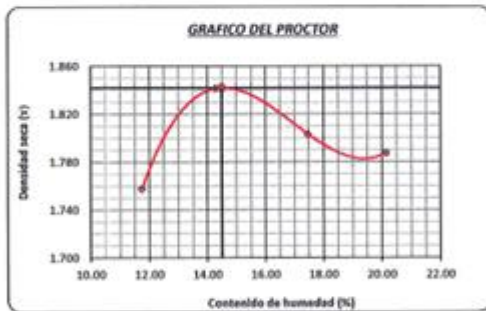


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR		VALOR DEL C.B.R.	
DENSIDAD SECA AL 100%	1.842 g/cm <sup>3</sup>	2.54 cm.	5.08 cm.
DENSIDAD SECA AL 95%	1.750 g/cm <sup>3</sup>	C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %    14 %
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.50 %	C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %    11 %



*Henry Rivasdeyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 112\_Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

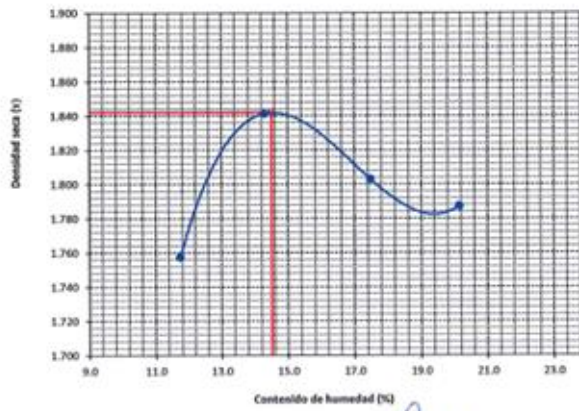
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5745	5879	5892	5920
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1871	2005	2018	2046
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.964	2.104	2.118	2.147

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	125.60	118.56	130.37	148.22
Peso del suelo seco + tara	g	116.00	108.12	115.21	128.11
Peso de tara	g	35.08	35.08	28.45	28.32
Peso de agua	g	9.5	10.44	15.16	20.11
Peso de suelo seco	g	80.92	73.04	86.76	99.79
Contenido de agua	%	11.7	14.3	17.5	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.757	1.841	1.803	1.787

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.842	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*[Firma]*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 113\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Teste : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA: C-1  
 MUESTRA: FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-1				A-2				A-3					
Nº Capa		5				5				5					
Nº Golpes por capa		56				25				17					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12610	13080	12690	13010	12640	12490	12640	12490	12640	12490				
Peso de molde (g)		8295	8295	8395	8395	8413	8413	8413	8413	8413	8413				
Peso del suelo húmedo (g)		4315	4785	4295	4615	3627	4077	3627	4077	3627	4077				
Volumen del molde (cc)		2114	2114	2128	2128	2129	2129	2129	2129	2129	2129				
Densidad húmeda (g/cc)		2.041	2.283	2.018	2.169	1.704	1.915	1.704	1.915	1.704	1.915				
% de humedad		13.32	24.41	14.98	22.56	15.77	28.36	15.77	28.36	15.77	28.36				
Densidad seca (g/cc)		1.801	1.810	1.755	1.770	1.472	1.492	1.472	1.492	1.472	1.492				
HUMEDAD															
Tarro Nº															
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		310.5	310.5	4785	4785	345.5	345.5	4615	4615	380.9	380.9	4077.0	4077.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		283.0	283.0	4315	4315	310.5	310.5	4295	4295	339.0	339.0	3627.0	3627.0		
Peso del Agua ( gr. )		27.5	27.5	470.0	470.0	35.0	35.0	320.0	320.0	41.9	41.9	450.0	450.0		
Peso del tarro ( gr. )		76.5	76.5	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		206.5	206.5	4238.7	4238.7	233.7	233.7	4220.9	4220.9	265.7	265.7	3574.4	3574.4		
% de humedad		13.32	13.32	24.41	24.41	14.98	14.98	22.56	22.56	15.77	15.77	28.36	28.36		
Promedio de Humedad (%)		13.32	13.32	24.41	24.41	14.98	14.98	22.56	22.56	15.77	15.77	28.36	28.36		
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2/09/2022	14.3	24	1.5	0.038	1.6	0.040	1	0.025	1	0.025					
3/09/2022	14.3	48	3.6	0.090	3.6	0.090	3.6	0.090	3.6	0.090					
4/09/2022	14.3	72	4.5	0.113	4.5	0.113	4.5	0.093	3.7	0.093					
4/09/2022	14.3	96	6.5	0.163	6.2	0.155	5.8	0.145	5.8	0.145					
			4.57	total	3.56	4.57	total	3.39	4.57	total	3.18				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%	Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%	Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2	0		0	2	0		0	2			
0.640	0.025	0'30"	85	34	78		31	36	16		36	16			
1.270	0.050	1'00"	165	65	115		46	100	40		100	40			
1.910	0.075	1'30"	280	148	210		82	160	50		160	50			
2.540	0.100	2'00"	510	201	338	104.9	10.5	338	90	114.7	11.5	220	90	83.1	
3.810	0.150	3'00"	850	221	362	218.5	14.6	362	100	191.7	12.8	388	100	138.9	
5.080	0.200	4'00"	1100	229	450	218.5	14.6	450	100	191.7	12.8	388	100	138.9	
6.350	0.250	5'00"	1350	233	430	218.5	14.6	430	100	191.7	12.8	388	100	138.9	
7.620	0.300	6'00"	1600	242	420	218.5	14.6	420	100	191.7	12.8	388	100	138.9	
10.160	0.400	8'00"	2100	246	490	218.5	14.6	490	100	191.7	12.8	388	100	138.9	
12.700	0.500	10'00"	2600	250	470	218.5	14.6	470	100	191.7	12.8	388	100	138.9	

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 114\_Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhosef Aldair Maica Humán  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

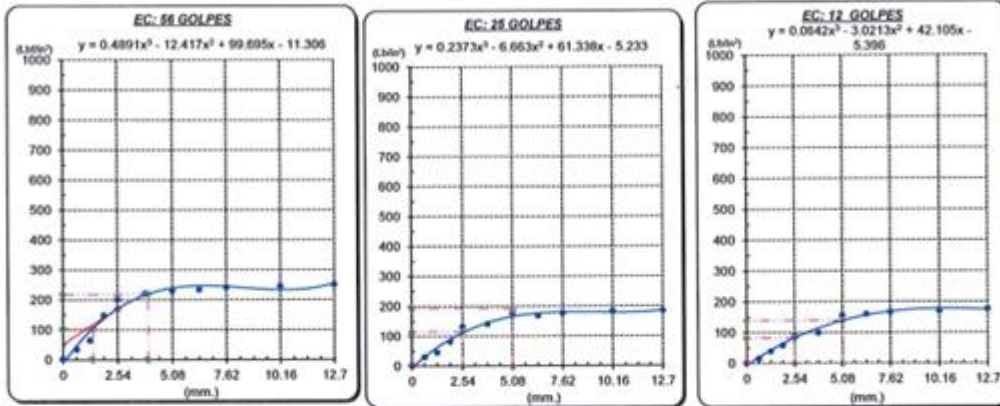


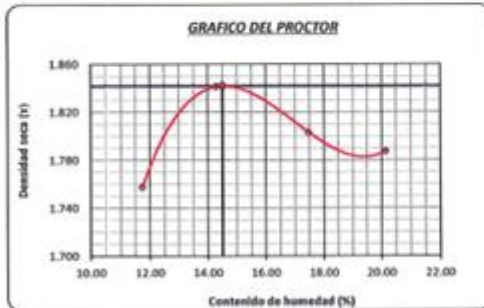
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.842 g./cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.750 g./cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.50 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	16 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	11 %	13 %



*Henry Rivadeneira Obilias*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 115\_ Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10%

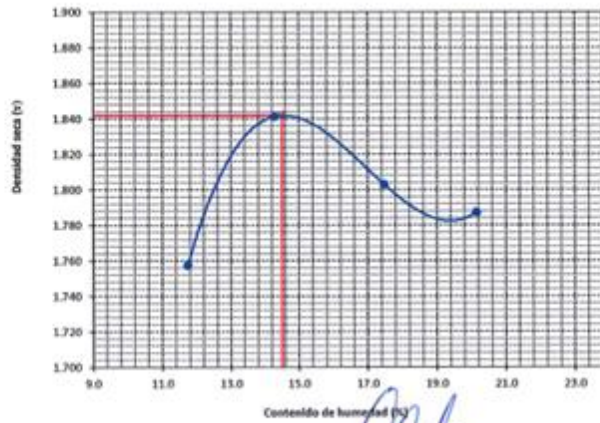
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5745	5879	5892	5920
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1871	2005	2018	2046
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.964	2.104	2.118	2.147

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	125.50	118.56	130.37	148.22
Peso del suelo seco + tara	g	116.00	108.12	115.21	128.11
Peso de tara	g	35.08	35.08	28.45	28.32
Peso de agua	g	9.5	10.44	15.16	20.11
Peso de suelo seco	g	80.92	73.04	86.76	99.79
Contenido de agua	%	11.7	14.3	17.5	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.757	1.841	1.803	1.787

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.842	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*[Firma]*  
 Henry Rivadeneira Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 116\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Iñosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Teste : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAALKATA : C-1  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
		A-1				A-2				A-3					
N° Molde		5				5				5					
N° Capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12760		13980		12590		13010		12340		12890			
Peso de molde (g)		8295		8295		8395		8395		8413		8413			
Peso del suelo húmedo (g)		4465		4785		4195		4615		3927		4477			
Volumen del molde (cc)		2114		2114		2128		2128		2129		2129			
Densidad húmeda (g/cc)		2.112		2.263		1.971		2.169		1.845		2.103			
% de humedad		13.64		20.94		14.13		24.32		16.85		31.07			
Densidad seca (g/cc)		1.859		1.872		1.727		1.745		1.579		1.604			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		250.0	250.0	4785	4785	210.0	210.0	4615	4615	215.0	215.0	4477.0	4477.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		220.0	220.0	4465	4465	184.0	184.0	4195	4195	184.0	184.0	3927.0	3927.0		
Peso del Agua (gr.)		30.0	30.0	320.0	320.0	26.0	26.0	420.0	420.0	31.0	31.0	550.0	550.0		
Peso del tarro (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		220.0	220.0	4383.5	4383.5	184.0	184.0	4123.8	4123.8	184.0	184.0	3866.0	3866.0		
% de humedad		13.64	13.64	20.94	20.94	14.13	14.13	24.32	24.32	16.85	16.85	31.07	31.07		
Promedio de Humedad (%)		13.64		20.94		14.13		24.32		16.85		31.07			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%					
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2/09/2022	14.3	24	1.5	0.038			1.6	0.040			1	0.025			
3/09/2022	14.3	48	3.6	0.090			3.6	0.090			2.6	0.065			
4/09/2022	14.3	72	4.5	0.113			4.5	0.113			3.7	0.093			
4/09/2022	14.3	96	6.5	0.163			6.2	0.155			5.9	0.145			
			4.57	total	3.56		4.57	total	3.39		4.57	total	3.18		
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	STAND.	CARGA Lbf/in <sup>2</sup>	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				Leit. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leit. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leit. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	105	42			85	34			39	16			
1.270	0.050	1'00"	215	84			165	65			96	38			
1.910	0.075	1'30"	360	141			219	82			145	57			
2.540	0.100	2'00"	490	193	142.7	14.3	326	127	112.1	11.2	210	82	77.2	7.7	
3.810	0.150	3'00"	662	272			380	148			240	94			
5.080	0.200	4'00"	915	244	273.5	18.2	428	167	170.6	11.4	260	141	131.3	8.8	
6.350	0.250	5'00"	625	248			450	176			495	158			
7.620	0.300	6'00"	663	263			512	201			412	161			
10.160	0.400	8'00"	679	266			536	211			428	162			
12.700	0.500	10'00"	670	266			560	221			445	174			

Henry Rivasdenegra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 117\_Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10%

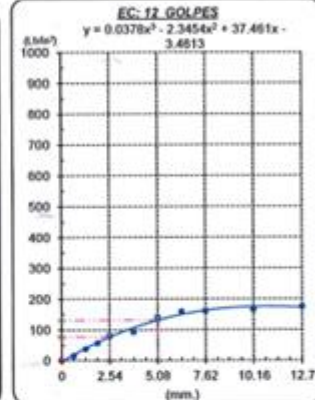
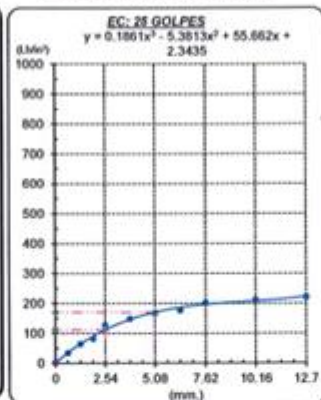
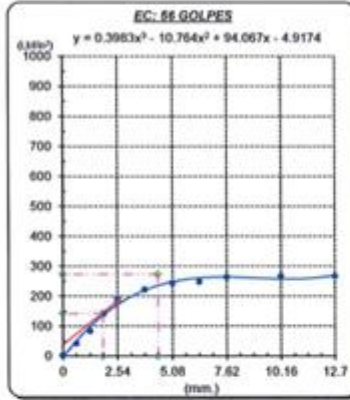


Testista : Jhossel Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**



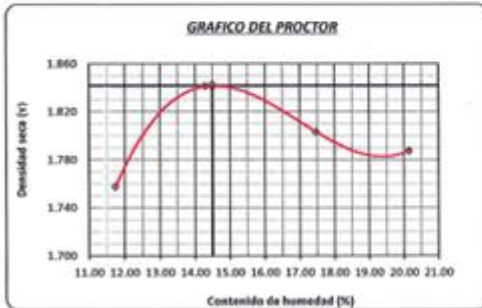
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.842 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 99%	1.750 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.50 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	14 %	17 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	12 %



Henry Rivasdeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 118\_Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Testista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

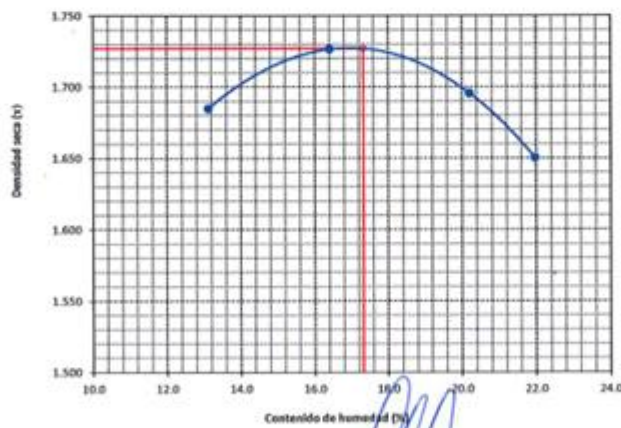
**CAUCARA:** C-2  
**MUESTRA:** FP 1.25% CR 10% **PROFUNDIDAD:** 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	62.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.727	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	17.32	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



  
**Henry Rivadeneira Oblitas**  
 Tec. Laboratorio USAT



*Ilustración 119\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAKATA : C-2  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
		A-1		A-2		A-3									
N° Molde		5		5		5									
N° Capa		56		25		12									
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		11980	12340	11599	12040	11680	12080								
Peso de molde (g)		7843	7843	7671	7671	7840	7840								
Peso del suelo húmedo (g)		4147	4497	3919	4369	3840	4240								
Volumen del molde (cc)		2120	2120	2112	2112	2113	2113								
Densidad húmeda (g/cc)		1.956	2.121	1.856	2.069	1.817	2.007								
% de humedad		13.16	21.74	13.41	25.08	14.33	24.91								
Densidad seca (g/cc)		1.729	1.742	1.636	1.654	1.590	1.666								
HUMEDAD															
Tarro N°															
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		410.2	410.2	4497	4497	385.6	385.6	4369	4369	412.5	412.5				
Tarro + Suelo seco ( gr. )		362.5	362.5	4147	4147	340.0	340.0	3919	3919	360.8	360.8				
Peso del Agua ( gr. )		47.7	47.7	350.0	350.0	45.6	45.6	450.0	450.0	51.7	51.7				
Peso del tarro ( gr. )		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Peso del suelo seco ( gr. )		362.5	362.5	4076.5	4076.5	340.0	340.0	3855.9	3855.9	360.8	360.8				
% de humedad		13.16	13.16	21.74	21.74	13.41	13.41	25.08	25.08	14.33	14.33				
Promedio de Humedad (%)		13.16		21.74		13.41		25.08		14.33					
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN			
			Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%		
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2/09/2022	14.3	24	0.6	0.015		0.6	0.013		0.8	0.020		0.8	0.020		
3/09/2022	14.3	48	1.1	0.028		1.4	0.035		1.4	0.035		1.4	0.035		
4/09/2022	14.3	72	1.4	0.035		1.6	0.040		1.9	0.048		1.9	0.048		
4/09/2022	14.3	96	1.9	0.048		2.1	0.053		2.4	0.060		2.4	0.060		
			4.57		1.04	4.57	total	1.15	4.57	total	1.31				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
mm.	pulg.			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
			Lbf/in <sup>2</sup>	Leat. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leat. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leat. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		31	78			23	58			14	36		
1.270	0.050	1'00"		96	237			65	161			23	58		
1.910	0.075	1'30"		106	258			88	210			46	115		
2.540	0.100	2'00"	1000	142	349	303.5	30.3	105	258	224.2	22.4	68	168	144.2	14.4
3.810	0.150	3'00"		210	515			114	280			75	185		
5.080	0.200	4'00"	1500	283	644	574.0	38.3	124	305	355.3	23.7	95	234	230.6	15.4
6.350	0.250	5'00"		275	673			162	398			101	249		
7.620	0.300	6'00"		319	770			180	441			112	278		
10.160	0.400	8'00"		345	844			210	515			118	290		
12.700	0.500	10'00"		360	880			210	515			121	298		

*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 120\_Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

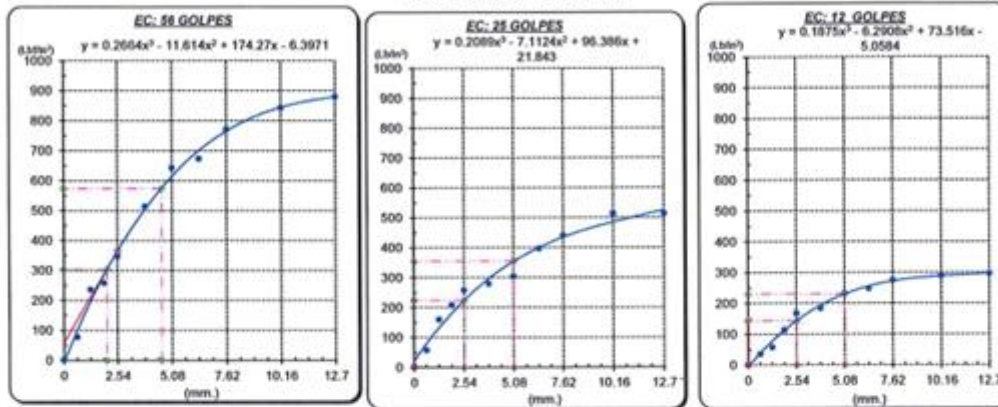


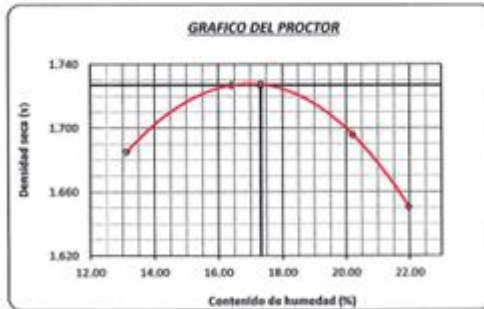
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	30 %	38 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	23 %	24 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 121\_Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (66000 pie·lb/ft<sup>3</sup>))**  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossel Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

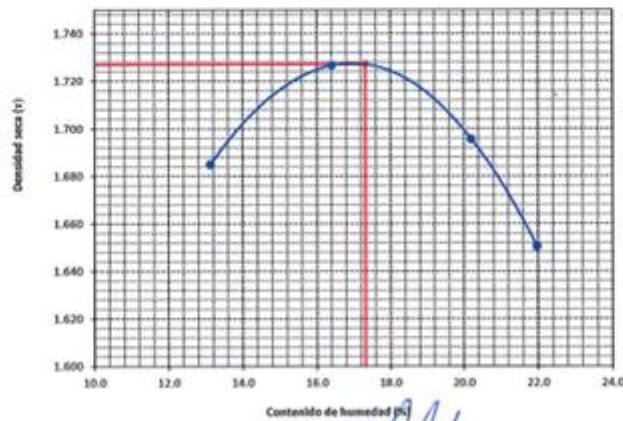
CAJONATA: C-1  
MUESTRA: FP 1.25% CR 10% PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.727	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.32	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



*Ilustración 122\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Técnico : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10%

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-1				A-2				A-3					
	5				5				5					
N° Capas	56				25				12					
N° Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12789		12980		12410		12540		11740		12045			
Peso de molde (g)	8473		8473		8281		8281		8029		8029			
Peso del suelo húmedo (g)	4307		4507		4129		4259		3711		4016			
Volumen del molde (cc)	2120		2120		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)	2.032		2.128		1.955		2.017		1.756		1.901			
% de humedad	17.83		22.56		18.25		21.45		17.23		25.57			
Densidad seca (g/cc)	1.724		1.735		1.653		1.660		1.498		1.514			
HUMEDAD														
Tarro N°	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	245.6	245.6	4597	4597	219.4	219.4	4259	4259	236.5	236.5	4016.0	4016.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	214.0	214.0	4397	4397	185.0	185.0	4129	4129	210.0	210.0	3711.0	3711.0		
Peso del Agua (gr.)	31.6	31.6	200.0	200.0	25.4	25.4	130.0	130.0	26.5	26.5	305.0	305.0		
Peso del tarro (gr.)	36.8	36.8	0	0	45.8	45.8	0	0	56.2	56.2	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	177.2	177.2	4234.0	4234.0	139.2	139.2	4001.8	4001.8	153.8	153.8	3656.2	3656.2		
% de humedad	17.83	17.83	22.56	22.56	18.25	18.25	21.45	21.45	17.23	17.23	25.57	25.57		
Promedio de Humedad (%)	17.83		22.56		18.25		21.45		17.23		25.57			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.8	0.020	0.6	0.015	0.2	0.005						
3/09/2022	14.3	48	1.4	0.035	1.6	0.040	0.6	0.015						
4/09/2022	14.3	72	1.9	0.048	1.9	0.048	1.2	0.030						
4/09/2022	14.3	96	2.4	0.060	2.6	0.065	1.8	0.045						
			4.57	total 1.31	4.57	total 1.42	4.57	total 0.99						
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	GARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			GARGA		CORRECCIÓN		GARGA		CORRECCIÓN		GARGA		CORRECCIÓN	
			Leet. Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%	Leet. Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%	Leet. Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	28	68	21	54	18	41	18	41	18	41		
1.270	0.050	1'00"	98	212	45	112	34	81	34	81	34	81		
1.910	0.075	1'30"	115	283	95	234	31	78	31	78	31	78		
2.540	0.100	2'00"	135	332	325.1	32.5	112	276	263.2	26.3	65	161		
3.810	0.150	3'00"	189	441			126	310			75	185		
5.080	0.200	4'00"	150	515	647.2	43.1	132	324	427.4	28.5	88	241		
6.350	0.250	5'00"	223	546			142	349			112	276		
7.620	0.300	6'00"	245	609			158	388			124	308		
10.160	0.400	8'00"	260	636			162	398			123	302		
12.700	0.500	10'00"	280	636			177	429			130	319		

Henry Piodeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 123\_Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

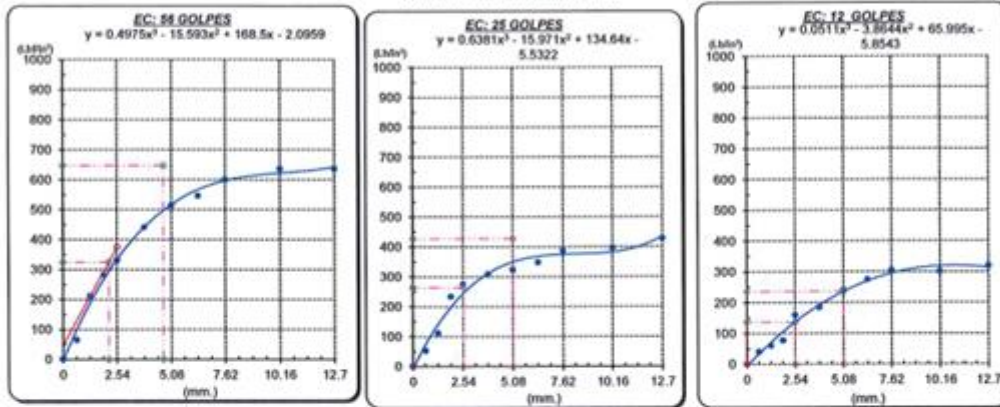


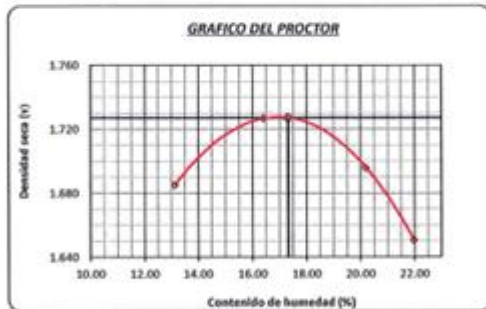
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	33 %	44 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	25 %	27 %



*Henry Rivadeneira Obilitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 124\_Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 ple-lb/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhossel Aldair Maica Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CALECATA** : C-1  
**MUESTRA** : FP 1.25% CR 10% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

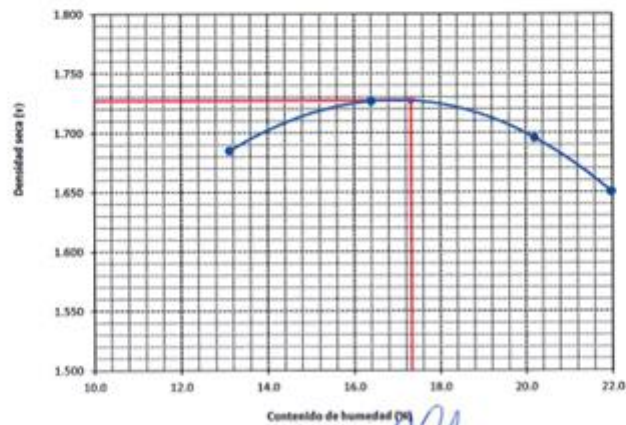
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.727</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>17.32</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT  




*Ilustración 125\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-1  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
N° Molde		A-1			A-2			A-3								
N° Capas		5			5			5								
N° Golpes por capa		56			25			12								
CONDICIÓN DE LA MUESTRA																
		Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		12892			13210			12450			12750					
Peso de molde (g)		8395			8205			8395			8395					
Peso del suelo húmedo (g)		4597			4915			4055			4355					
Volumen del molde (cc)		2280			2280			2112			2112					
Densidad húmeda (g/cc)		2.016			2.156			1.920			2.062					
% de humedad		17.14			24.17			17.23			24.75					
Densidad seca (g/cc)		1.721			1.730			1.638			1.653					
HUMEDAD																
Tamo N°																
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		210.5			210.5			4915			4915					
Tarro + Suelo seco (gr.)		187.0			187.0			4597			4597					
Peso del Agua (gr.)		23.5			23.5			318.0			318.0					
Peso del tarro (gr.)		49.87			49.87			0			0					
Peso del suelo seco (gr.)		137.1			137.1			4519.2			4519.2					
% de humedad		17.14			17.14			24.17			24.17					
Promedio de Humedad (%)		17.14			24.17			17.23			24.75					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
10/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
11/05/2023	14.3	24	9.6	0.015		0.7	0.018		0.8	0.020						
12/05/2023	14.3	48	1.1	0.028		1.5	0.038		1.6	0.040						
13/05/2023	14.3	72	1.4	0.035		1.9	0.048		2.1	0.053						
14/05/2023	14.3	96	2.4	0.060		2.4	0.060		2.5	0.063						
			4.57	total	1.31	4.57	total	1.31	4.57	total	1.37					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3				
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
mm.	pulg.		Lbs/in <sup>2</sup>	Lev. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lev. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lev. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"		48	115			28	66			12	32			
1.270	0.050	1'00"		89	219			63	156			23	59			
1.910	0.075	1'30"		105	258			82	202			42	105			
2.540	0.100	2'00"	1000	126	310	237.3	23.7	101	249	214.3	21.4	63	156	132.7	13.3	
3.810	0.150	3'00"		145	356			112	276			74	183			
5.080	0.200	4'00"	1500	186	456	465.1	31.0	126	310	364.4	24.3	92	227	240.1	16.0	
6.350	0.250	5'00"		200	636			167	410			115	283			
7.620	0.300	6'00"		230	710			205	502			132	324			
10.160	0.400	8'00"		310	758			236	578			146	355			
12.700	0.500	10'00"		315	770			236	578			146	355			

Henry Rivas Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 126\_Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10%



Tesista : Joseef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.25% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

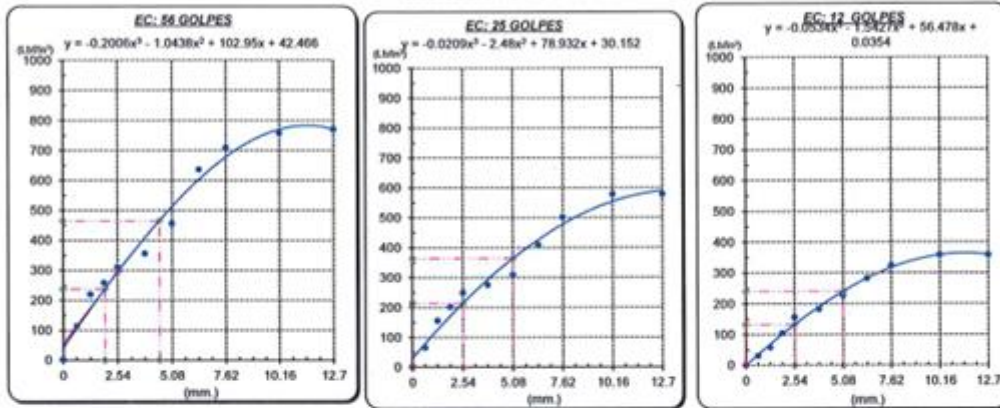


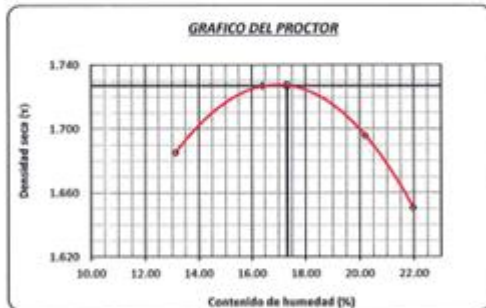
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 98%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	24 %	31 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	22 %	24 %



*Henry Obilias*  
 Henry Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 127\_Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (86000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

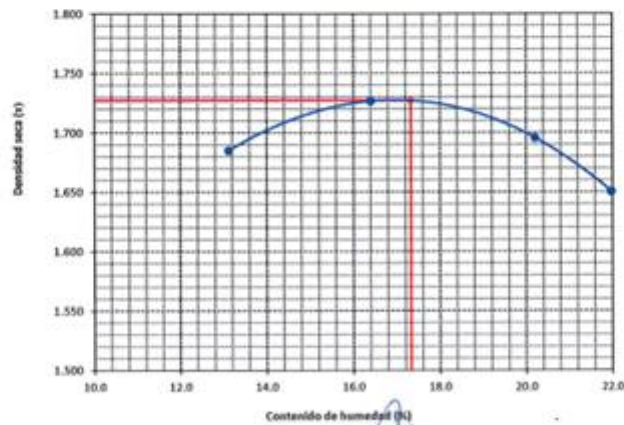
CAJALATA : C-1  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	82.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.727	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.32	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivadeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 128\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. I Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-1 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12652	13210	12420	12869	12388	12684	12388	12684	12388	12684	12388	12684	
Peso de molde (g)		8295	8295	8395	8395	8453	8453	8453	8453	8453	8453	8453	8453	
Peso del suelo húmedo (g)		4567	4915	4025	4455	3935	4231	3935	4231	3935	4231	3935	4231	
Volumen del molde (cc)		2280	2280	2112	2112	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	
Densidad húmeda (g/cc)		2.003	2.156	1.906	2.109	1.862	2.002	1.862	2.002	1.862	2.002	1.862	2.002	
% de humedad		15.75	23.50	16.42	27.27	17.24	24.89	17.24	24.89	17.24	24.89	17.24	24.89	
Densidad seca (g/cc)		1.731	1.746	1.637	1.657	1.588	1.603	1.588	1.603	1.588	1.603	1.588	1.603	
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		263.9	263.9	4915	4915	246.8	246.8	4455	4455	365.8	365.8	4231.0	4231.0	
Tarro + Suelo seco ( gr. )		228.0	228.0	4567	4567	212.0	212.0	4025	4025	312.0	312.0	3935.0	3935.0	
Peso del Agua ( gr. )		35.9	35.9	348.0	348.0	34.8	34.8	430.0	430.0	53.8	53.8	296.0	296.0	
Peso del tarro ( gr. )		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso del suelo seco ( gr. )		228.0	228.0	4489.3	4489.3	212.0	212.0	3960.2	3960.2	312.0	312.0	3873.5	3873.5	
% de humedad		15.75	15.75	23.50	23.50	16.42	16.42	27.27	27.27	17.24	17.24	24.89	24.89	
Promedio de Humedad (%)		15.75	15.75	23.50	23.50	16.42	16.42	27.27	27.27	17.24	17.24	24.89	24.89	
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11/05/2023	14.3	24	0.6	0.015	0.9	0.023	0.6	0.015	0.6	0.015	0.6			
12/05/2023	14.3	48	0.9	0.023	1.2	0.030	0.8	0.020	0.8	0.020	0.8			
13/05/2023	14.3	72	1.2	0.030	1.8	0.045	1.4	0.035	1.4	0.035	1.4			
14/05/2023	14.3	96	1.9	0.048	2.4	0.060	1.9	0.048	1.9	0.048	1.9			
			4.57	total 1.04	4.57	total 1.31	2.60	total 1.83						
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Libr	Dial	Libr	%	Libr	Dial	Libr	%	Libr	Dial	Libr	%
mm.	pulg.	Lbt/in <sup>2</sup>	Libr	Dial	Libr	%	Libr	Dial	Libr	%	Libr	Dial	Libr	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
0.640	0.025	0'30"	29	73	20	51	18	41	18	41	18	41	18	41
1.270	0.050	1'00"	85	210	75	185	23	58	23	58	23	58	23	58
1.910	0.075	1'30"	98	241	88	212	29	77	29	77	29	77	29	77
2.540	0.100	2'00"	132	324	112	276	67	166	67	166	67	166	67	166
3.810	0.150	3'00"	184	378	122	300	75	185	75	185	75	185	75	185
5.080	0.200	4'00"	191	468	131	322	96	237	96	237	96	237	96	237
6.350	0.250	5'00"	219	515	142	349	101	249	101	249	101	249	101	249
7.620	0.300	6'00"	223	546	150	368	112	275	112	275	112	275	112	275
10.180	0.400	8'00"	230	563	153	376	116	285	116	285	116	285	116	285
12.700	0.500	10'00"	230	563	153	376	116	285	116	285	116	285	116	285

Henry Rivadeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 129\_ Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.25% CR 10%

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

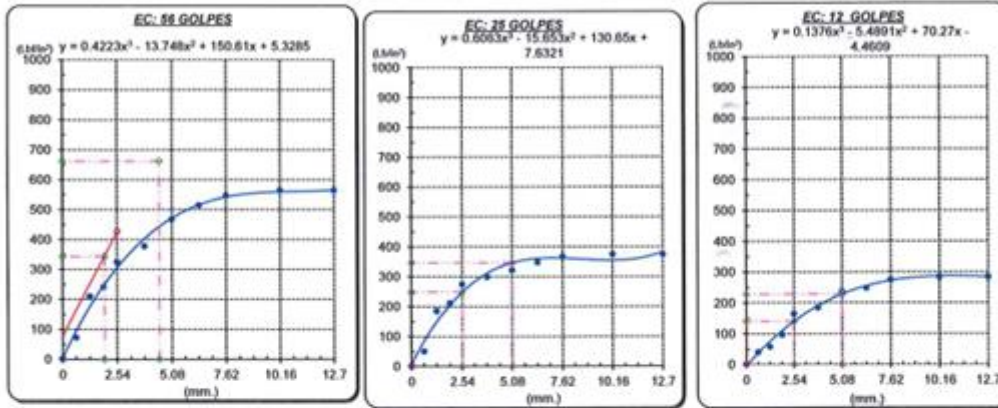


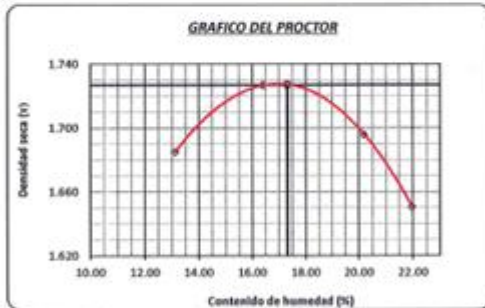
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	34 %	43 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	26 %	24 %



*Henry Rivasdeneyra Oblitas*  
 Henry Rivasdeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 130\_Ensayo CBR C-01+FP 1.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA: **C-01**  
 MUESTRA: **FP 0.25 % CR 25%** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.836</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>13.73</b>	%

GRAFICO DEL PROCTOR

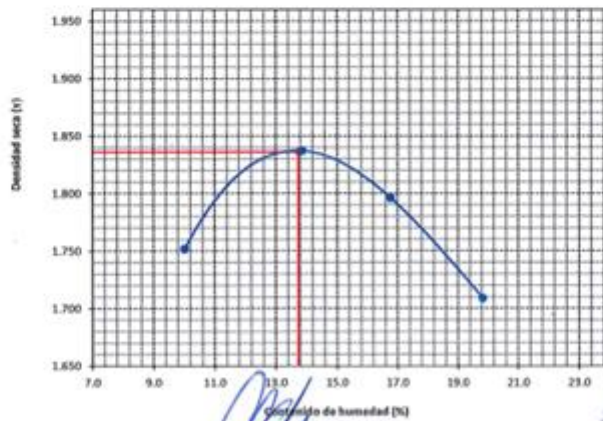


Ilustración 131\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25 % CR 25%

COMPACTACIÓN																	
Nº Molde	A-19				A-20				A-21								
	5				5				5								
Nº Capa	56				25				12								
Nº Golpes por capa	56				25				12								
CONDICIÓN DE LA MUESTRA																	
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo	12260	12260	12850	12850	12099	12099	12610	12610	11820	11820	12350	12350					
Peso de molde (g)	7649	7649	7649	7649	7728	7728	7728	7728	7756	7756	7756	7756					
Peso del suelo húmedo (g)	4611	4611	5201	5201	4371	4371	4882	4882	4064	4064	4594	4594					
Volumen del molde (cc)	2315	2315	2315	2315	2114	2114	2114	2114	2134	2134	2134	2134					
Densidad húmeda (g/cc)	2.160	2.160	2.259	2.259	2.068	2.068	2.309	2.309	1.904	1.904	2.153	2.153					
% de humedad	13.63	13.63	26.67	26.67	14.67	14.67	26.57	26.57	14.85	14.85	28.10	28.10					
Densidad seca (g/cc)	1.919	1.919	1.941	1.941	1.803	1.803	1.825	1.825	1.858	1.858	1.680	1.680					
HUMEDAD																	
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-						
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	265.0	265.0	520.1	520.1	365.0	365.0	488.2	488.2	410.0	410.0	459.4	459.4					
Tarro + Suelo seco (gr.)	240.0	240.0	461.1	461.1	326.0	326.0	437.1	437.1	365.0	365.0	406.4	406.4					
Peso del Agua (gr.)	25.0	25.0	59.0	59.0	39.0	39.0	51.0	51.0	45.0	45.0	53.0	53.0					
Peso del tarro (gr.)	56.6	56.6	0	0	60.2	60.2	0	0	61.9	61.9	0	0					
Peso del suelo seco (gr.)	183.4	183.4	452.4	452.4	265.8	265.8	429.3	429.3	303.1	303.1	399.7	399.7					
% de humedad	13.63	13.63	26.67	26.67	14.67	14.67	26.57	26.57	14.85	14.85	28.10	28.10					
Promedio de Humedad (%)	13.63		26.67		14.67		26.57		14.85		28.10						
EXPANSIÓN																	
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN								
			DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%						
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
1/06/2023	14.3	24	0.5	0.013	0.5	0.013	0.5	0.013	0.5	0.015	0.5						
2/06/2023	14.3	48	3.8	0.095	3.8	0.095	3.8	0.095	4.8	0.115	3.8						
3/06/2023	14.3	72	4.9	0.123	4.8	0.120	4.8	0.120	5.8	0.145	4.8						
4/06/2023	14.3	96	7.5	0.188	6.5	0.170	6.5	0.170	7.8	0.195	6.5						
			4.57	total	4.11	total	4.57	total	3.72	total	4.27	total					
PENETRACIÓN																	
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-19				MOLDE Nº A-20				MOLDE Nº A-21						
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN				
			Levit. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levit. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levit. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%			
mm.	pulg.	Lbs/ft <sup>2</sup>															
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2					
0.640	0.025	0'30"	30	14			18	8			10	6					
1.270	0.050	1'00"	91	36			62	26			36	16					
1.910	0.075	1'30"	116	46			88	35			52	22					
2.540	0.100	2'00"	175	66	61.0	6.1	114	45	42.0	4.2	76	31	25.5	2.6			
3.810	0.150	3'00"	274	107			136	54			81	33					
5.080	0.200	4'00"	298	116	113.8	7.6	180	70	72.1	4.8	89	36	39.5	2.6			
6.350	0.250	5'00"	365	142			226	88			100	42					
7.620	0.300	6'00"	374	149			236	92			124	49					
10.160	0.400	8'00"	386	151			279	109			138	54					
12.700	0.500	10'00"	390	152			305	119			142	56					

Henry Rivas Obitos  
 Tec. Laboratorio USAT

SECRETARÍA DE LABORATORIO

Ilustración 132\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25%



Tesista : Jhosef Aldir Maica Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

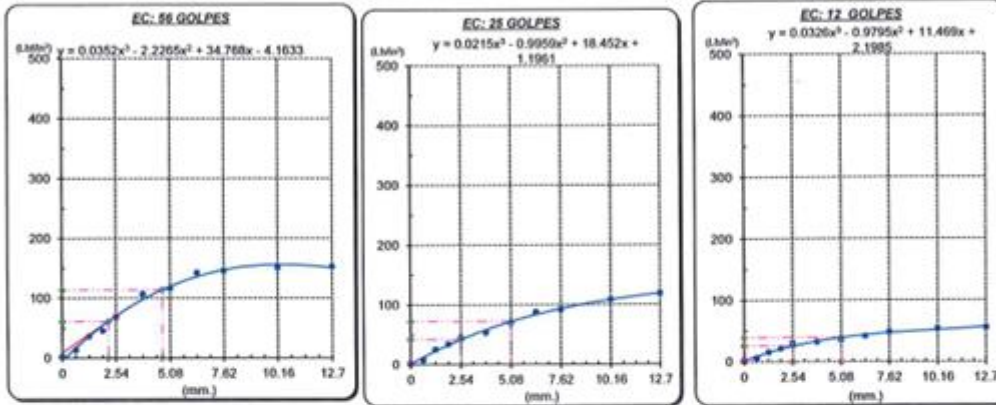


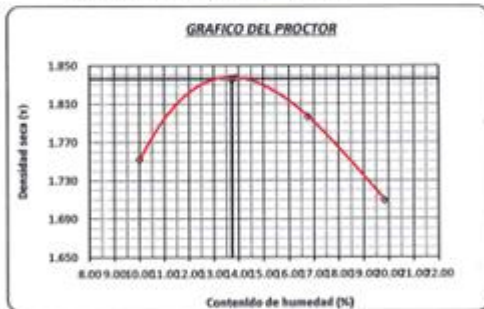
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 98%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	4 %



*Henry Rivadeneira Obitias*  
 Tec. Laboratorios USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 133\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pla-1bf/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

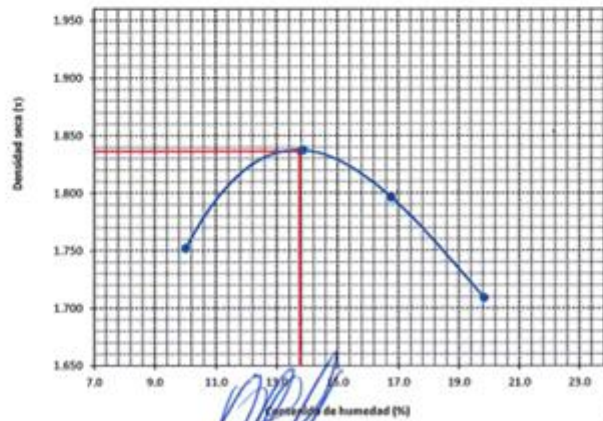
CALCATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25 % CR 25%

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6940	6090	6095	6050
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g.	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g.	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.836	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.73	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rosales Oblass  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 134\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCUTA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-13				A-14				A-15					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	12460	13080	12290	12890	11850	12510								
Peso de molde (g)	7855	7855	7901	7903	7828	7828								
Peso del suelo húmedo (g)	4595	5225	4387	4987	4022	4682								
Volumen del molde (cc)	2117	2117	2119	2119	2125	2125								
Densidad húmeda (g/cc)	2.171	2.468	2.070	2.353	1.893	2.203								
% de humedad	13.63	27.60	13.34	27.27	12.29	28.97								
Densidad seca (g/cc)	1.910	1.934	1.827	1.849	1.686	1.708								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	410.5	410.5	5225	5225	266.5	266.5	4987	4987	396.6	396.6	4682.0	4682.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	368.0	368.0	4595	4595	240.0	240.0	4387	4387	350.0	350.0	4022.0	4022.0		
Peso del Agua ( gr. )	42.5	42.5	630.0	630.0	25.5	25.5	600.0	600.0	36.6	36.6	660.0	660.0		
Peso del tarro ( gr. )	56.2	56.2	0	0	48.9	48.9	0	0	52.1	52.1	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	311.8	311.8	4508.9	4508.9	191.1	191.1	4308.3	4308.3	297.9	297.9	3955.3	3955.3		
% de humedad	13.63	13.63	27.60	27.60	13.34	13.34	27.27	27.27	12.29	12.29	28.97	28.97		
Promedio de Humedad (%)			27.60	27.60	13.34	13.34	27.27	27.27	12.29	12.29	28.97	28.97		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
			Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%	Pulg	%		
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/06/2023	14.3	24	0.9	0.023		0.1	0.003		0.6	0.015				
2/06/2023	14.3	48	3.5	0.088		3.8	0.090		3.8	0.098				
3/06/2023	14.3	72	4.2	0.105		5.9	0.148		4.7	0.118				
4/06/2023	14.3	96	6.8	0.170		7.2	0.180		7.4	0.185				
			4.57	total	3.72	4.57	total	3.94	4.57	total	4.05			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbt/in <sup>2</sup>	MOLDE Nº A-13				MOLDE Nº A-14				MOLDE Nº A-15			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leet. Dial	Lbt/ pulg <sup>2</sup>	Lbt/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbt/ pulg <sup>2</sup>	Lbt/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbt/ pulg <sup>2</sup>	Lbt/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	28	13			18	8			10	6		
1.270	0.050	1'00"	86	35			46	20			32	14		
1.910	0.075	1'30"	125	50			86	35			61	25		
2.540	0.100	2'00"	168	66	58.0	5.8	117	46	44.0	4.4	76	31	26.3	2.6
3.810	0.150	3'00"	295	115			162	63			89	32		
5.080	0.200	4'00"	324	126	108.5	7.2	205	80	76.3	5.1	92	37	40.3	2.7
6.350	0.250	5'00"	263	105			224	87			112	44		
7.620	0.300	6'00"	374	146			235	92			122	49		
10.160	0.400	8'00"	389	152			310	121			182	56		
12.700	0.500	10'00"	410	160			326	127			196	61		

Henry Rivasdenegra  
 Ceballos  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 135\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Teclista : Jhosef Almir Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

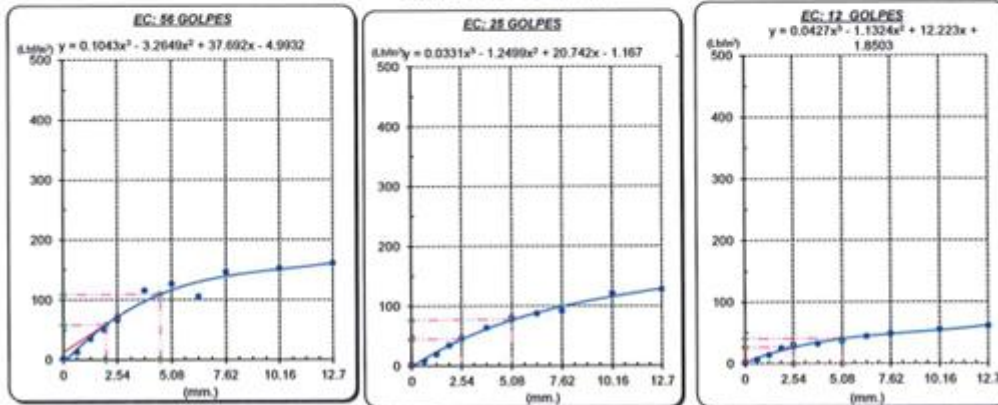


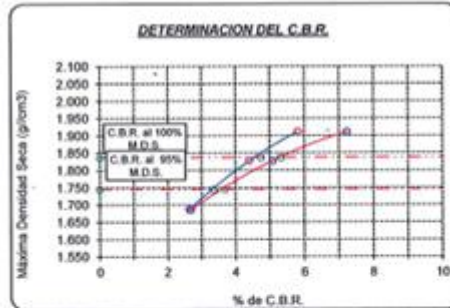
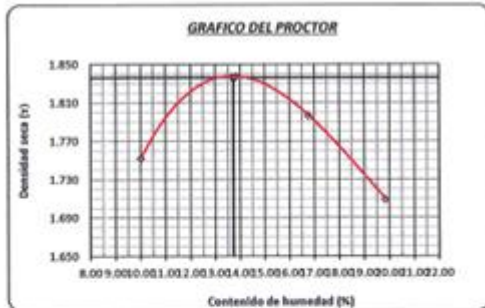
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3 %	4 %



*Henry Rivas Encaya Obillos*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 136\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CLASIFICACIÓN : C-01  
 MUESTRA : FP 0.25 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g.	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g.	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.836	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.73	%

GRAFICO DEL PROCTOR

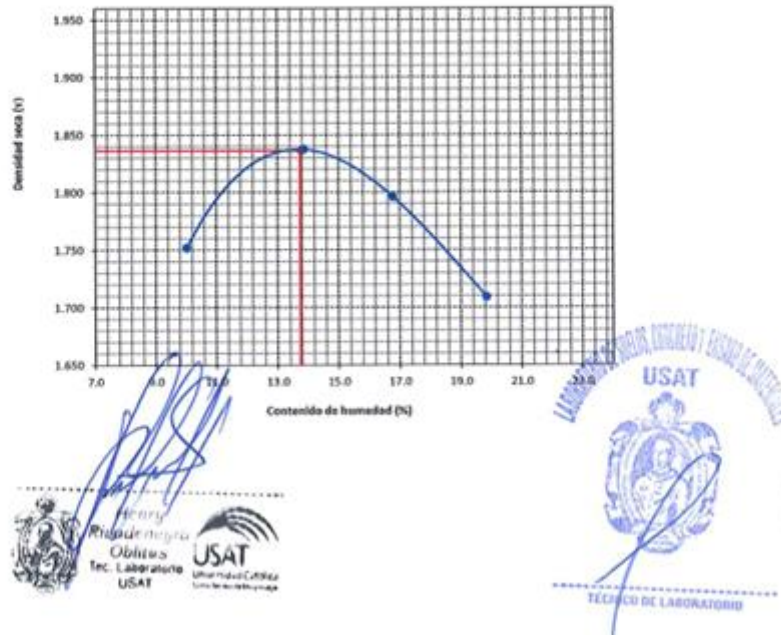


Ilustración 137\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Makca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJGATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-16				A-17				A-18					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				13					
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12380	12980	12240	12890	11950	12660	7835	7835	7788	7730	7730	7730		
Peso de molde (g)	4545	5145	4452	5102	4220	4830	2108	2108	2115	2135	2135	2135		
Peso del suelo húmedo (g)	2.158	2.441	2.105	2.412	1.977	2.262	12.68	26.13	13.25	28.12	13.93	28.64		
Volumen del molde (cc)	1.913	1.935	1.859	1.883	1.735	1.759								
Densidad húmeda (g/cc)														
% de humedad														
Densidad seca (g/cc)														
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	365.5	365.5	5145	5145	310.0	310.0	5102	5102	386.6	386.6	4830.0	4830.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	330.0	330.0	4545	4545	280.0	280.0	4452	4452	346.0	346.0	4220.0	4220.0		
Peso del Agua ( gr. )	35.5	35.5	600.0	600.0	30.0	30.0	650.0	650.0	40.6	40.6	610.0	610.0		
Peso del tarro ( gr. )	50	50	0	0	53.5	53.5	0	0	54.6	54.6	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	280.0	280.0	4459.7	4459.7	226.5	226.5	4370.8	4370.8	291.4	291.4	4148.0	4148.0		
% de humedad	12.68	12.68	26.13	26.13	13.25	13.25	28.12	28.12	13.93	13.93	28.64	28.64		
Promedio de Humedad (%)	12.68	12.68	26.13	26.13	13.25	13.25	28.12	28.12	13.93	13.93	28.64	28.64		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%	Pulg	%		
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1/06/2023	14.3	24	0.9	0.023	0.1	0.003	0.6	0.015						
2/06/2023	14.3	48	3.5	0.088	3.6	0.090	3.9	0.098						
3/06/2023	14.3	72	4.2	0.105	5.9	0.148	4.7	0.118						
4/06/2023	14.3	96	6.8	0.170	7.2	0.180	7.4	0.185						
			4.57	total	3.72	total	4.57	total	3.94	total	4.57	total		
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-16				MOLDE Nº A-17				MOLDE Nº A-18			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leot. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leot. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leot. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
mm.	pulg.	Lbs/in <sup>2</sup>												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	33	15			20	10			15	8		
1.270	0.050	1'00"	95	38			53	22			34	15		
1.910	0.075	1'30"	127	50			92	37			48	20		
2.540	0.100	2'00"	188	73	63.0	6.3	124	49	49.0	4.9	81	33		
3.810	0.150	3'00"	284	111			176	69			85	35		
5.080	0.200	4'00"	312	122	117.4	7.8	215	84	80.3	5.4	94	38		
6.350	0.250	5'00"	375	146			238	92			119	47		
7.620	0.300	6'00"	387	151			242	94			122	52		
10.160	0.400	8'00"	397	153			280	109			148	59		
12.700	0.500	10'00"	395	162			310	121			152	60		

*[Handwritten signature]*  
 Jhossef Aldair Makca Huaman  
 Ingeniero Civil Ambiental  
 Laboratorio USAT

*[Handwritten signature]*  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Ilustración 138\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

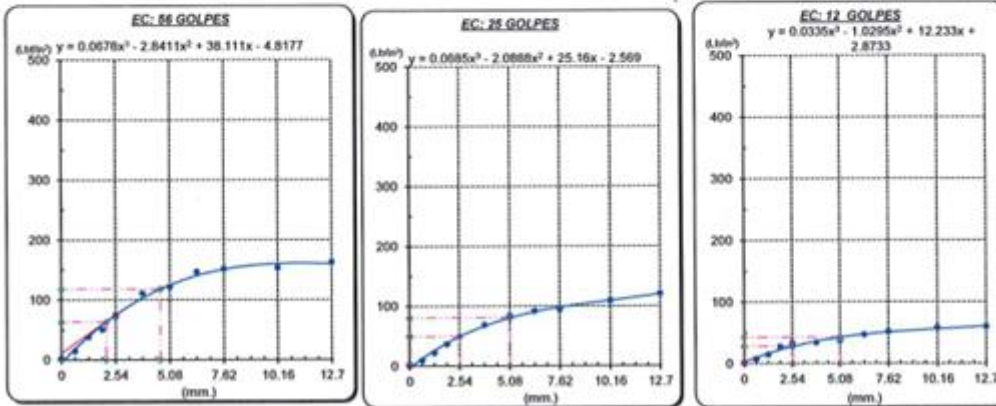


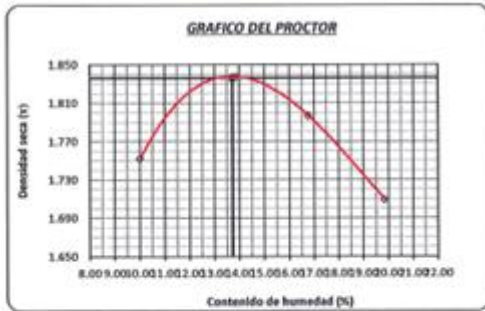
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3 %	3 %



*[Handwritten signature]*  
 Jhosef Maica Huaman  
 Obispo  
 Ing. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 139\_Ensayo CBR C-01+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 ple-lbf/ple<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Maica Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CALICATA** : C-01  
**MUESTRA** : FP 0.50 % CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6090	6180	6195	6180
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1907.48	1997.48	2012.48	1997.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.092	2.190	2.207	2.190

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	256.50	310.50	288.50	245.60
Peso del suelo seco + tara	g.	232.00	277.00	254.00	210.50
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	24.5	33.5	34.5	35.1
Peso de suelo seco	g.	201.5	220.5	188.5	168
Contenido de agua	%	12.2	15.2	18.3	20.9
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.865	1.902	1.865	1.812

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.902</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>14.88</b>	%

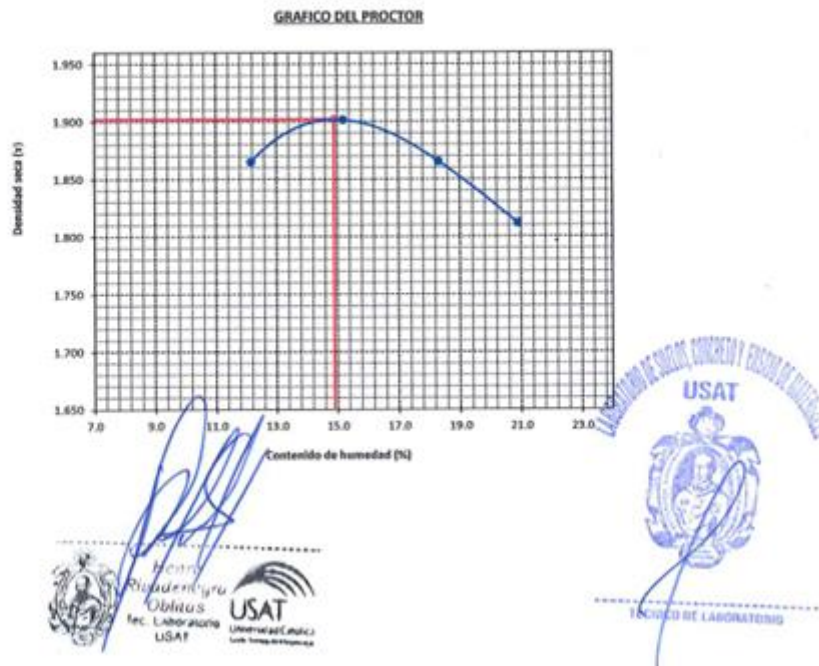


Ilustración 140\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.50 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-22				A-23				A-24					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				26				26					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12880	12990	12310	12710	11990	12460								
Peso de molde (g)	7992	7992	7957	7957	7899	7899								
Peso del suelo húmedo (g)	4588	4998	4353	4753	4081	4561								
Volumen del molde (cc)	2116	2116	2118	2118	2129	2129								
Densidad húmeda (g/cc)	2.168	2.362	2.055	2.244	1.917	2.142								
% de humedad	13.34	22.45	14.35	23.71	14.53	26.49								
Densidad seca (g/cc)	1.913	1.929	1.797	1.814	1.674	1.694								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	410.5	410.5	4998	4998	415.0	415.0	4753	4753	415.5	415.5	4561.0	4561.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	368.0	368.0	4688	4688	370.0	370.0	4353	4353	370.0	370.0	4081.0	4081.0		
Peso del Agua (gr.)	42.5	42.5	410.0	410.0	45.0	45.0	400.0	400.0	45.5	45.5	480.0	480.0		
Peso del tarro (gr.)	49.5	49.5	0	0	56.5	56.5	0	0	56.8	56.8	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	318.5	318.5	4501.9	4501.9	313.5	313.5	4278.1	4278.1	313.2	313.2	4013.8	4013.8		
% de humedad	13.34	13.34	22.45	22.45	14.35	14.35	23.71	23.71	14.53	14.53	26.49	26.49		
Promedio de Humedad (%)	13.34	13.34	22.45	22.45	14.35	14.35	23.71	23.71	14.53	14.53	26.49	26.49		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
					Pulg	%			Pulg	%			Pulg	%
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/06/2023	14.3	24	1.2	0.030	0.5	0.013	0.8	0.020	0.8	0.020	0.8	0.020	0.8	0.020
2/06/2023	14.3	48	4.5	0.113	2.8	0.070	3.8	0.095	3.8	0.095	3.8	0.095	3.8	0.095
3/06/2023	14.3	72	5.9	0.148	4.9	0.123	5.8	0.145	5.8	0.145	5.8	0.145	5.8	0.145
4/06/2023	14.3	96	7.9	0.198	7.8	0.195	7.8	0.190	7.8	0.190	7.8	0.190	7.8	0.190
			4.57	total	4.32	total	4.57	total	4.27	total	4.57	total	4.16	total
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in <sup>2</sup>	MOLDE Nº A-22				MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Least Dial	Lbr pulg <sup>2</sup>	Lbr pulg <sup>2</sup>	%	Least Dial	Lbr pulg <sup>2</sup>	Lbr pulg <sup>2</sup>	%	Least Dial	Lbr pulg <sup>2</sup>	Lbr pulg <sup>2</sup>	%
0.600	0.000	0.00"	8	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0.30"	30	14			15	8			10	6		
1.270	0.050	1.00"	75	30			51	21			29	12		
1.910	0.075	1.30"	86	35			56	25			35	15		
2.540	0.100	2.00"	145	57	54.1	5.4	105	42	40.6	4.1	80	32	27.3	2.7
3.810	0.150	3.00"	215	84			124	49			92	37		
5.080	0.200	4.00"	265	103	101.1	6.7	175	68	65.7	4.4	112	44	42.2	2.8
6.350	0.250	5.00"	375	107			190	74			129	53		
7.620	0.300	6.00"	315	121			224	87			145	57		
10.160	0.400	8.00"	325	122			236	92			152	60		
12.700	0.500	10.00"	340	141			310	121			168	68		

Henry Rivas Alvarado Obdinas  
 Ing. Civil  
 USAT



Ilustración 141\_Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhosef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

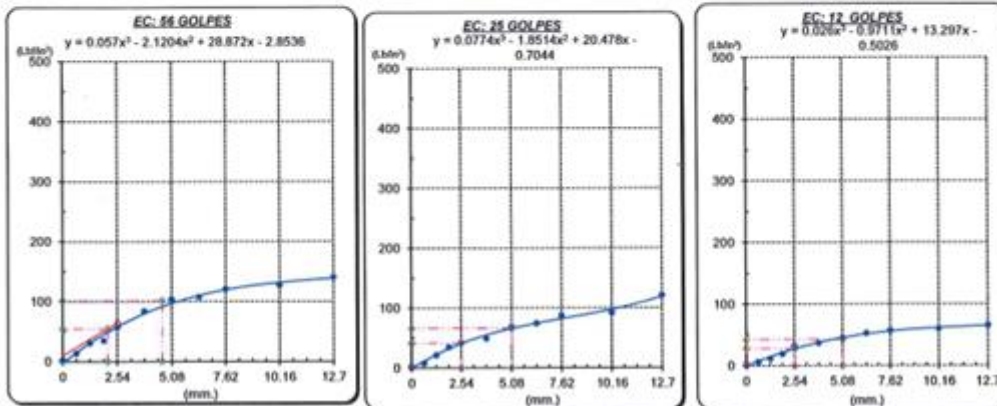


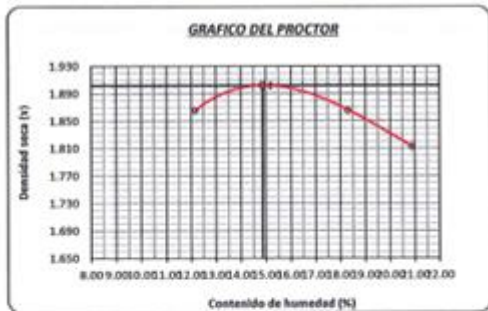
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.902 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.807 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.88 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %



*[Signature]*  
 Responsable de  
 Objetivos  
 Laboratorio  
 USAT

USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 142\_Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

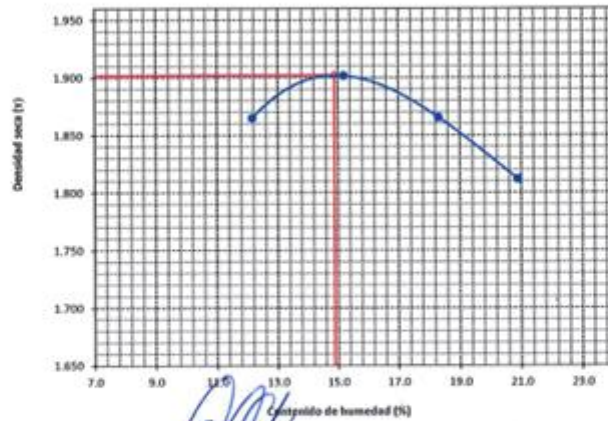
CAICATA: C-01  
 MUESTRA: FP 0.50 % CR 25% PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	6090	6180	6195	6180
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1907.48	1997.48	2012.48	1997.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.092	2.190	2.207	2.190

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	256.50	310.50	288.50	245.60
Peso del suelo seco + tara	g	232.00	277.00	254.00	210.50
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	24.5	33.5	34.5	35.1
Peso de suelo seco	g	201.5	220.5	188.5	168
Contenido de agua	%	12.2	15.2	18.3	20.9
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.865	1.902	1.865	1.812

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.902	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.88	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*[Firma]*  
 Henry  
 Obilias  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 143\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.5%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



USAT

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-01  
 MUESTRA : FP 0.50 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-16				A-17				A-18				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12460	12890	12250	12650	11850	12450	11850	12450	11850	12450			
Peso de molde (g)		7835	7835	7788	7788	7730	7730	7730	7730	7730	7730			
Peso del suelo húmedo (g)		4615	5055	4462	4862	4120	4720	4120	4720	4120	4720			
Volumen del molde (cc)		2108	2108	2115	2115	2135	2135	2135	2135	2135	2135			
Densidad húmeda (g/cc)		2.189	2.398	2.110	2.299	1.930	2.211	1.930	2.211	1.930	2.211			
% de humedad		13.52	23.24	13.04	22.18	12.16	26.98	12.16	26.98	12.16	26.98			
Densidad seca (g/cc)		1.929	1.948	1.866	1.882	1.720	1.741	1.720	1.741	1.720	1.741			
HUMEDAD														
Tamo Nº		-		-		-		-		-				
Tamo + Suelo húmedo ( gr. )		145.6	145.6	5055	5055	390.0	390.0	4862	4862	415.0	415.0			
Tamo + Suelo seco ( gr. )		136.0	136.0	4615	4615	345.0	345.0	4462	4462	370.0	370.0			
Peso del Agua ( gr. )		9.6	9.6	440.0	440.0	45.0	45.0	400.0	400.0	45.0	45.0			
Peso del tamo ( gr. )		65	65	0	0	0	0	0	0	0	0			
Peso del suelo seco ( gr. )		71.0	71.0	4527.7	4527.7	345.0	345.0	4380.3	4380.3	370.0	370.0			
% de humedad		13.52	13.52	23.24	23.24	13.04	13.04	22.18	22.18	12.16	12.16			
Promedio de Humedad (%)		13.52	23.24	13.04	22.18	12.16	26.98	12.16	26.98	12.16	26.98			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1/06/2023	14.3	24	1.2	0.030		0.9	0.023		0.8	0.020				
2/06/2023	14.3	48	4.5	0.113		4.6	0.115		3.9	0.098				
3/06/2023	14.3	72	6.6	0.140		6.8	0.170		5.6	0.140				
4/06/2023	14.3	96	7.2	0.180		7.8	0.195		6.9	0.223				
			4.57	total	3.94	4.57	total	4.27	4.57	total	4.87			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-16				MOLDE Nº A-17				MOLDE Nº A-18			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			mm.	pulg.	Libras	kg	Libras	kg	Libras	kg	Libras	kg	Libras	kg
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	25	12	15	8	15	8	15	8	15	8		
1.270	0.050	1'00"	55	39	55	27	55	27	42	18	42	18		
1.910	0.075	1'30"	124	49	86	35	86	35	69	24	69	24		
2.540	0.100	2'00"	180	70	115	46	115	46	75	30	75	30		
3.810	0.150	3'00"	245	95	165	65	165	65	80	32	80	32		
5.080	0.200	4'00"	305	119	180	70	180	70	92	37	92	37		
6.350	0.250	5'00"	324	126	210	82	210	82	105	42	105	42		
7.620	0.300	6'00"	375	140	236	92	236	92	124	49	124	49		
10.160	0.400	8'00"	380	140	275	107	275	107	136	54	136	54		
12.700	0.500	10'00"	405	150	280	109	280	109	142	56	142	56		

Henry Rivadeneira Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 144\_Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

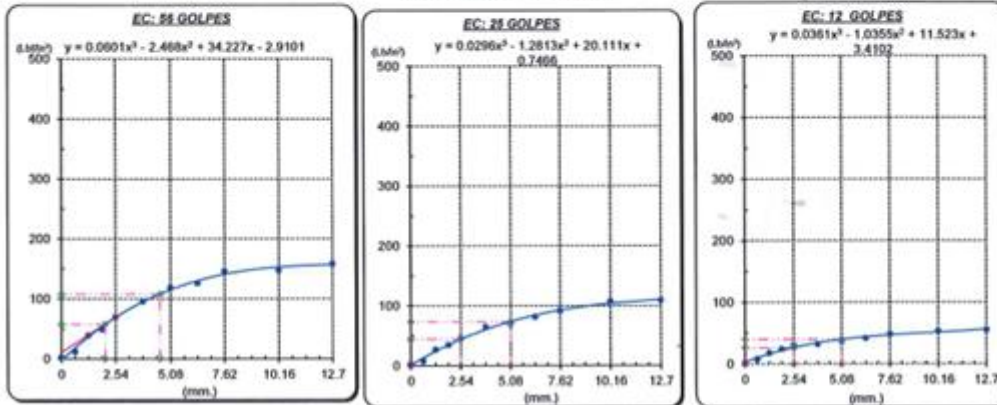


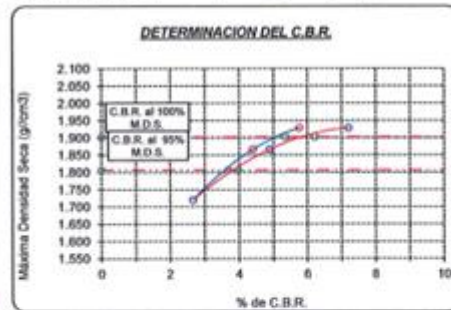
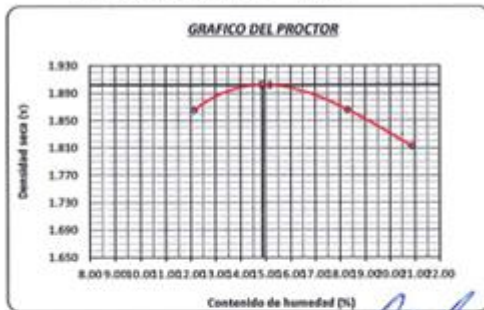
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.902 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.807 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.88 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	4 %



*Jhossef Aldair Malca Huaman*  
 Henry Obillos  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 145\_Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25%

USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CALCATA** : C-01  
**MUESTRA** : FP 0.50 % CR 25% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

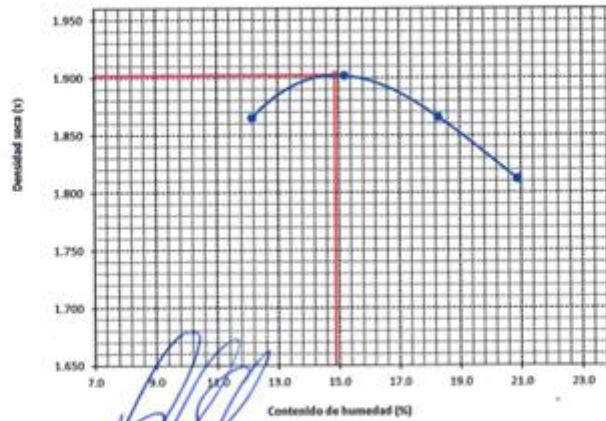
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6090	6180	6195	6180
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1907.48	1997.48	2012.48	1997.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.092	2.190	2.207	2.190

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	256.50	310.50	288.50	245.60
Peso del suelo seco + tara	g.	232.00	277.00	254.00	210.50
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	24.5	33.5	34.5	35.1
Peso de suelo seco	g.	201.5	220.5	188.5	168
Contenido de agua	%	12.2	15.2	18.3	20.9
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.865	1.902	1.865	1.812

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.902</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>14.88</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

*Ilustración 146\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 0.5%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Testis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCARA : C-01 PROFUNDIDAD : 1,00 m - 1,50 m  
 MUESTRA : FP 0.50 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-19				A-20				A-21					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12250		12650		11980		12560		11750		12280			
Peso de molde (g)	7649		7649		7728		7728		7756		7756			
Peso del suelo húmedo (g)	4601		5001		4252		4832		3994		4494			
Volumen del molde (cc)	2115		2115		2114		2114		2134		2134			
Densidad húmeda (g/cc)	2.175		2.365		2.011		2.286		1.872		2.106			
% de humedad	13.19		22.06		14.35		28.23		14.63		27.56			
Densidad seca (g/cc)	1.922		1.937		1.759		1.783		1.630		1.651			
HUMEDAD														
Tamo Nº	-		-		-		-		-		-			
Tamo + Suelo húmedo ( gr. )	326.0	326.0	5001	5001	410.5	410.5	4832	4832	480.0	480.0	4494.0			
Tamo + Suelo seco ( gr. )	288.0	288.0	4691	4691	359.0	359.0	4252	4252	418.0	418.0	3994.0			
Peso del Agua ( gr. )	38.0	38.0	400.0	400.0	51.5	51.5	580.0	580.0	62.0	62.0	500.0			
Peso del tamo ( gr. )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Peso del suelo seco ( gr. )	288.0	288.0	4514.2	4514.2	359.0	359.0	4178.5	4178.5	418.0	418.0	3929.9			
% de humedad	13.19	13.19	22.06	22.06	14.35	14.35	28.23	28.23	14.83	14.83	27.56			
Promedio de Humedad (%)	13.19		22.06		14.35		28.23		14.83		27.56			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
					Pulg.	%			Pulg.	%			Pulg.	%
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/06/2023	14.3	24	0.9	0.023			1	0.025			0.2	0.005		
2/06/2023	14.3	48	3.8	0.090			4.1	0.103			3.6	0.090		
3/06/2023	14.3	72	4.8	0.120			5.8	0.140			4.8	0.120		
4/06/2023	14.3	96	7.2	0.180			7.1	0.178			7.8	0.195		
			4.57	total	3.94		4.57	total	3.89		4.57	total	4.27	
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-19				MOLDE Nº A-20				MOLDE Nº A-21			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.	Lbf/in <sup>2</sup>	Let. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Let. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Let. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	25	12			15	8			10	6		
1.270	0.050	1'00"	90	36			52	22			30	14		
1.910	0.075	1'30"	105	42			68	28			64	23		
2.540	0.100	2'00"	165	65	56.2	5.6	95	38	37.0	3.7	69	28	23.6	2.4
3.810	0.150	3'00"	269	105			124	49			75	30		
5.080	0.200	4'00"	286	111	105.1	7.0	165	65	65.9	4.4	86	35	36.8	2.4
6.350	0.250	5'00"	319	123			219	82			95	38		
7.620	0.300	6'00"	357	146			224	87			112	44		
10.160	0.400	8'00"	375	146			235	92			126	57		
12.700	0.500	10'00"	392	149			240	94			168	62		

Henry Rivas Encaya Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 147\_ Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCARA : C-01 PROFUNDIDAD : 1,00 m - 1,50 m  
 MUESTRA : FP 0.50 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-19				A-20				A-21					
	5				5				5					
Nº Capa	56				25				12					
Nº Golpes por capa	Sin Saturado				Saturado				Sin Saturado			Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	12250	12650	11980	12560	11750	12280								
Peso de molde (g)	7649	7649	7728	7728	7756	7756								
Peso del suelo húmedo (g)	4601	5001	4252	4832	3994	4494								
Volumen del molde (cc)	2115	2115	2114	2114	2134	2134								
Densidad húmeda (g/cc)	2.175	2.365	2.011	2.286	1.872	2.106								
% de humedad	13.19	22.06	14.35	28.23	14.63	27.56								
Densidad seca (g/cc)	1.922	1.937	1.759	1.783	1.630	1.651								
HUMEDAD														
Tamo Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tamo + Suelo húmedo (gr.)	326.0	326.0	500.1	500.1	410.5	410.5	4832	4832	480.0	480.0	4494.0			
Tamo + Suelo seco (gr.)	288.0	288.0	460.1	460.1	359.0	359.0	4252	4252	418.0	418.0	3994.0			
Peso del Agua (gr.)	38.0	38.0	400.0	400.0	51.5	51.5	580.0	580.0	62.0	62.0	500.0			
Peso del tamo (gr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Peso del suelo seco (gr.)	288.0	288.0	4514.2	4514.2	359.0	359.0	4178.5	4178.5	418.0	418.0	3929.9			
% de humedad	13.19	13.19	22.06	22.06	14.35	14.35	28.23	28.23	14.63	14.63	27.56			
Promedio de Humedad (%)	13.19	13.19	22.06	22.06	14.35	14.35	28.23	28.23	14.63	14.63	27.56			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.9	0.023		1	0.025		0.2	0.005				
2/06/2023	14.3	48	3.8	0.090		4.1	0.103		3.6	0.090				
3/06/2023	14.3	72	4.8	0.120		5.8	0.140		4.8	0.120				
4/06/2023	14.3	96	7.2	0.180		7.1	0.178		7.8	0.195				
			4.57	total	3.94	4.57	total	3.89	4.57	total	4.27			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-19				MOLDE Nº A-20				MOLDE Nº A-21			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.	Lbf/in <sup>2</sup>	Lect Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%	Lect Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%	Lect Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	25	12			15	8			10	6		
1.270	0.050	1'00"	90	36			52	22			30	14		
1.910	0.075	1'30"	105	42			68	28			64	23		
2.540	0.100	2'00"	165	65	56.2	5.6	95	38	37.0	3.7	69	28	23.6	2.4
3.810	0.150	3'00"	269	105			124	49			75	30		
5.080	0.200	4'00"	286	111	105.1	7.0	165	65	65.9	4.4	86	35	36.8	2.4
6.350	0.250	5'00"	319	123			219	82			95	38		
7.620	0.300	6'00"	357	146			224	87			112	44		
10.160	0.400	8'00"	375	146			235	92			126	57		
12.700	0.500	10'00"	392	149			240	94			168	62		

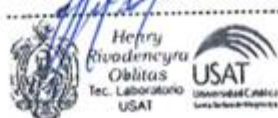


Ilustración 148\_ Ensayo CBR C-01+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis : Joseff Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

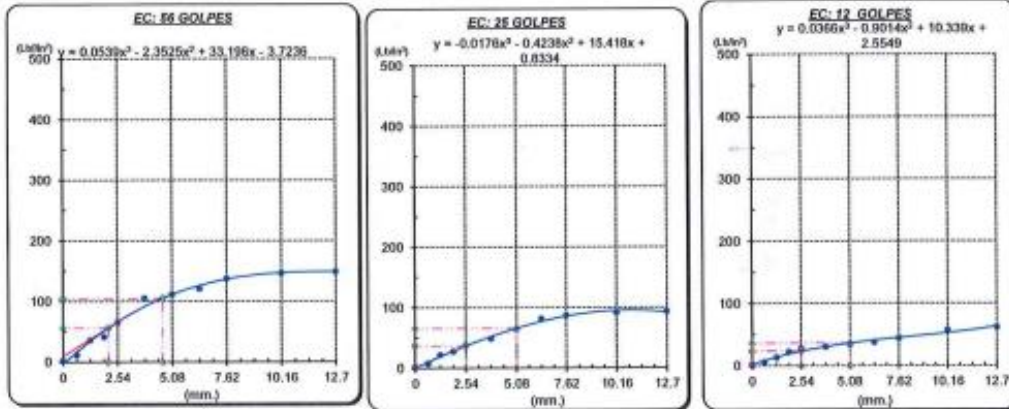


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.902 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.807 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.88 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %



*Henry Ribadeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 149\_Ensayo CBR C-01+FP0.5%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-01  
 MUESTRA : FP 0.50 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	6090	6180	6195	6180
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1907.48	1997.48	2012.48	1997.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.092	2.190	2.207	2.190

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	266.50	310.50	288.50	245.60
Peso del suelo seco + tara	g	232.00	277.00	254.00	210.50
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	24.5	33.5	34.5	36.1
Peso de suelo seco	g	201.5	220.5	188.5	168
Contenido de agua	%	12.2	15.2	18.3	20.9
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.865	1.902	1.865	1.812

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.902	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.88	%

GRAFICO DEL PROCTOR

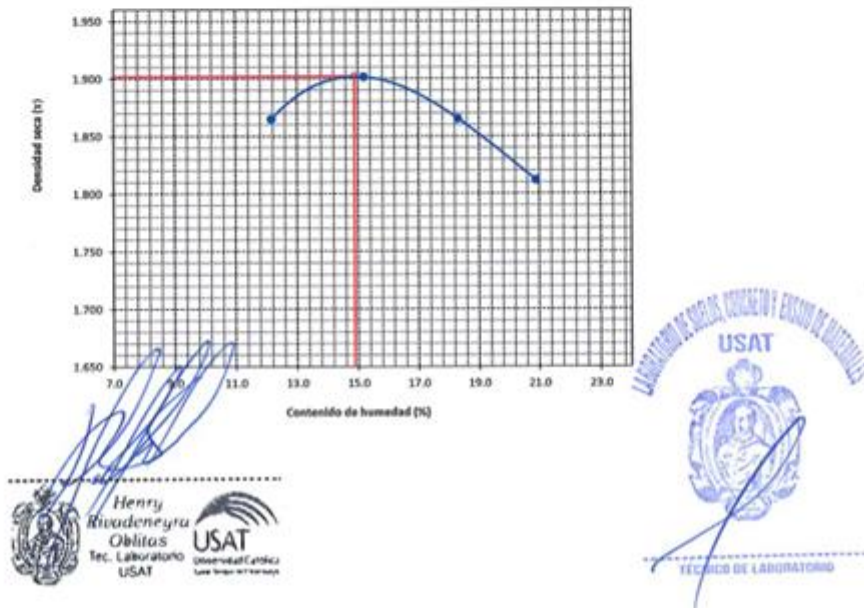


Ilustración 150\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testeta : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.50 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-22				A-23				A-24					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12610	12950	12199	12610	12020	12450								
Peso de molde (g)	7992	7992	7957	7957	7899	7899								
Peso del suelo húmedo (g)	4618	4958	4242	4653	4121	4551								
Volumen del molde (cc)	2116	2116	2118	2118	2129	2129								
Densidad húmeda (g/cc)	2.182	2.343	2.003	2.197	1.936	2.138								
% de humedad	13.39	20.90	14.18	14.18	14.58	25.19								
Densidad seca (g/cc)	1.925	1.938	1.754	1.771	1.680	1.707								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	310.0	310.0	4958	4958	380.0	380.0	4653	4653	320.0	320.0	4551.0	4551.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	280.0	280.0	4618	4618	340.0	340.0	4242	4242	285.0	285.0	4121.0	4121.0		
Peso del Agua (gr.)	30.0	30.0	340.0	340.0	40.0	40.0	411.0	411.0	35.0	35.0	430.0	430.0		
Peso del tarro (gr.)	56	56	0	0	58	58	0	0	45	45	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	224.0	224.0	4530.8	4530.8	282.0	282.0	4168.9	4168.9	240.0	240.0	4052.5	4052.5		
% de humedad	13.39	13.39	20.90	20.90	14.18	14.18	24.04	24.04	14.58	14.58	25.19	25.19		
Promedio de Humedad (%)	13.39		20.90		14.18		24.04		14.58		25.19			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	1.8	0.045	1.1	0.028	0.6	0.015	0.6	0.015	0.015			
2/06/2023	14.3	48	4.1	0.103	3.4	0.085	4.9	0.123	4.9	0.123	0.145			
3/06/2023	14.3	72	8.1	0.128	4.9	0.123	8.8	0.145	8.8	0.145	0.145			
4/06/2023	14.3	96	7.2	0.180	7.8	0.195	7.2	0.180	7.2	0.180	3.94			
			4.57	total	3.94	total	4.27	total	4.57	total	3.94			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-22				MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/in <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	20	10	12	7	12	7	12	7	12	7		
1.270	0.050	1'00"	75	30	45	19	45	19	45	19	45	19		
1.910	0.075	1'30"	85	34	69	28	62	22	62	22	62	22		
2.540	0.100	2'00"	145	57	53.6	5.4	95	38	34.8	3.5	81	33		
3.810	0.150	3'00"	250	97	115	46	86	35	86	35	86	35		
5.080	0.200	4'00"	275	107	99.9	6.7	135	53	58.2	3.9	97	39		
6.350	0.250	5'00"	290	113	185	72	105	42	105	42	105	42		
7.620	0.300	6'00"	340	133	196	77	124	49	124	49	124	49		
10.180	0.400	8'00"	360	141	215	84	132	52	132	52	132	52		
12.700	0.500	10'00"	375	144	263	102	142	58	142	58	142	58		

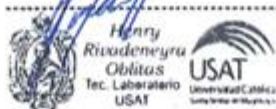


Ilustración 151\_Ensayo CBR C-01+FP0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

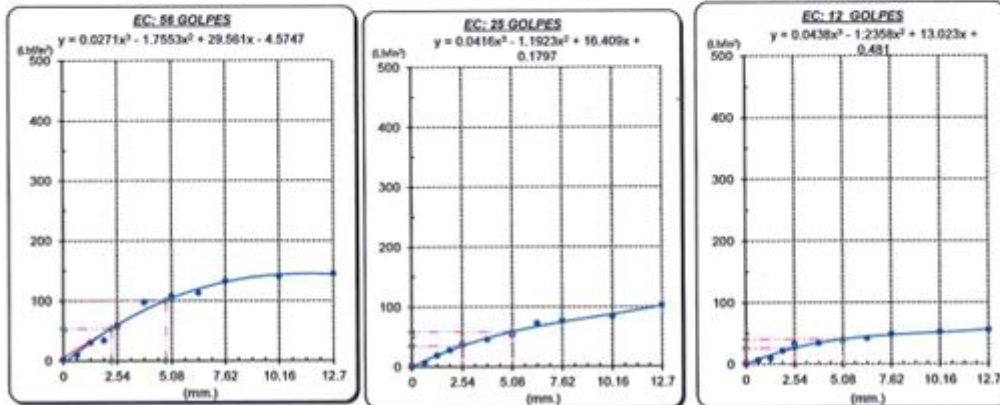


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.902 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.807 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.88 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	0 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %

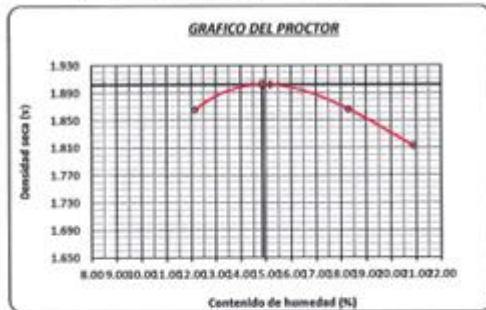


GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.

*Henry Rivadomyra Obllitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DEL LABORATORIO

Ilustración 152\_Ensayo CBR C-01+FP0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (50000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhossel Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAJICARA:** C-01  
**MUESTRA:** FP 0.75 % CR 25%  
**PROFUNDIDAD:** 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.727</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>17.32</b>	%

GRAFICO DEL PROCTOR

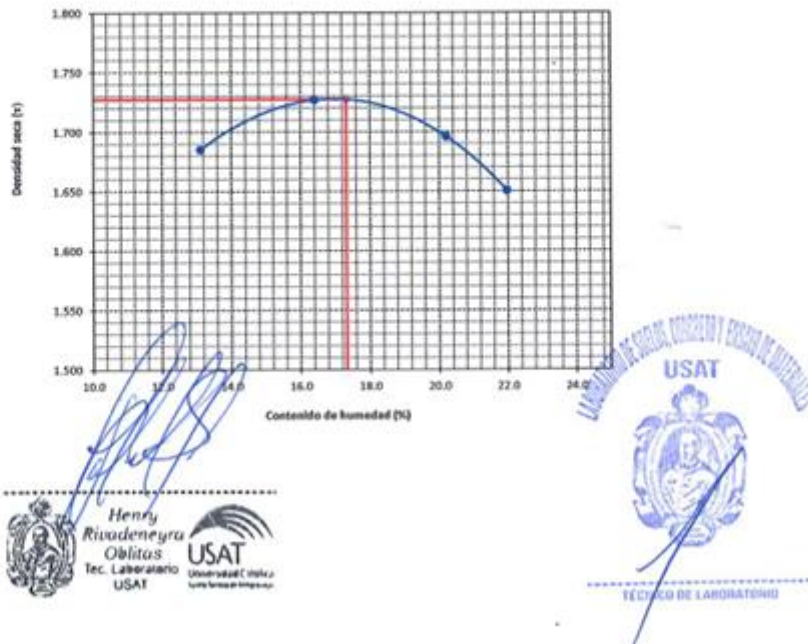


Ilustración 153\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhosef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJAKATA : C-01  
 MUESTRA : FP 0.75 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12882	13210	12600	12750	12328	12884	12882	13210	12600	12750	12328	12884		
Peso de molde (g)	8295	8295	8395	8395	8453	8453	8295	8295	8395	8395	8453	8453		
Peso del suelo húmedo (g)	4587	4915	4205	4355	3875	4131	4587	4915	4205	4355	3875	4131		
Volumen del molde (cc)	2280	2280	2112	2112	2213	2213	2280	2280	2112	2112	2213	2213		
Densidad húmeda (g/cc)	2.012	2.156	1.991	2.062	1.751	1.867	2.012	2.156	1.991	2.062	1.751	1.867		
% de humedad	17.06	24.33	17.10	20.73	17.73	24.44	17.06	24.33	17.10	20.73	17.73	24.44		
Densidad seca (g/cc)	1.719	1.734	1.700	1.708	1.487	1.500	1.719	1.734	1.700	1.708	1.487	1.500		
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	365.5	365.5	4915	4915	196.5	196.5	4355	4355	216.6	216.6	4131.0	4131.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	319.5	319.5	4587	4587	173.0	173.0	4205	4205	192.0	192.0	3875.0	3875.0		
Peso del Agua ( gr. )	46.0	46.0	328.0	328.0	23.5	23.5	150.0	150.0	23.6	23.6	256.0	256.0		
Peso del tarro ( gr. )	49.87	49.87	0	0	35.6	35.6	0	0	58.9	58.9	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	269.6	269.6	4509.5	4509.5	137.4	137.4	4134.7	4134.7	133.1	133.1	3818.2	3818.2		
% de humedad	17.06	17.06	24.33	24.33	17.10	17.10	20.73	20.73	17.73	17.73	24.44	24.44		
Promedio de Humedad (%)	17.06	17.06	24.33	24.33	17.10	17.10	20.73	20.73	17.73	17.73	24.44	24.44		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11/05/2023	14.3	24	0.4	0.010	0	0.1	0.003	0.15	0.004	0.008	0.008			
12/05/2023	14.3	48	0.5	0.013	0	0.5	0.013	0.3	0.008	0.023	0.023			
13/05/2023	14.3	72	0.8	0.020	0	0.9	0.023	0.9	0.023	0.040	0.040			
14/05/2023	14.3	96	1.1	0.028	0.60	1.4	0.035	1.6	0.040	0.88	0.88			
			4.57	total	0.60	4.57	total	0.77	4.57	total	0.88			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	Pulg.	Lbf/in <sup>2</sup>	Leet. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
0.840	0.025	0'30"	36	90	26	66	12	32	12	32	12	32	12	32
1.270	0.050	1'00"	49	122	34	85	21	54	21	54	21	54	21	54
1.910	0.075	1'30"	62	154	49	122	32	80	32	80	32	80	32	80
2.540	0.100	2'00"	79	195	62	129	46	115	46	115	46	115	46	115
3.810	0.150	3'00"	86	212	61	151	48	120	48	120	48	120	48	120
5.080	0.200	4'00"	96	237	79	195	52	129	52	129	52	129	52	129
6.350	0.250	5'00"	112	276	84	212	63	156	63	156	63	156	63	156
7.620	0.300	6'00"	139	310	97	239	78	190	78	190	78	190	78	190
10.160	0.400	8'00"	174	329	104	256	86	212	86	212	86	212	86	212
12.700	0.500	10'00"	188	363	121	298	91	224	91	224	91	224	91	224

Henry Rivadeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 154\_ Ensayo CBR C-01+FP0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis : Jhosef Abdair Melca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024  
 FP 6.75 % CR 25%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

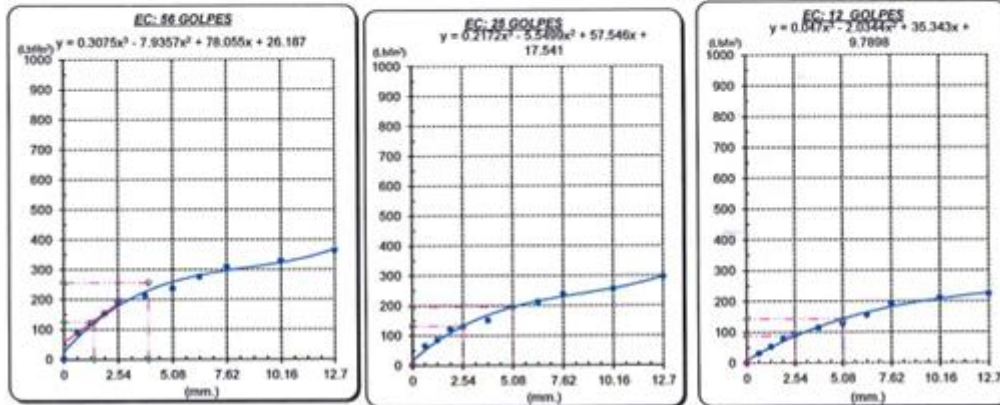


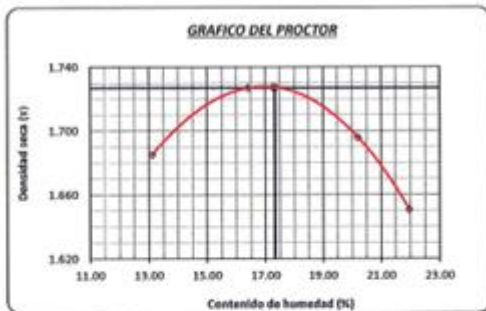
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	13 %	19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	12 %



*Henry Rivas*  
 Henry Rivas  
 Obilias  
 Tec. LABORATORIO USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 155\_Ensayo CBR C-01+FP0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (60000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

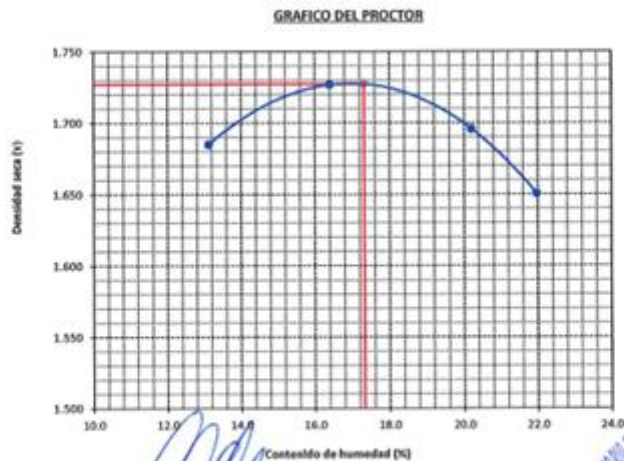
Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-01  
 MUESTRA : FP 0.75 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1916
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.727	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.32	%



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 156\_ Ensayo Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-1			A-2			A-3						
N° Capa		5			5			5						
N° Golpes por capa		56			25			12						
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12250	12640	11860	12140	11390	12080	12250	12640	11860	12140			
Peso de molde (g)		7843	7843	7671	7671	7840	7840	7843	7843	7671	7671			
Peso del suelo húmedo (g)		4407	4697	4189	4469	3550	4240	4407	4697	4189	4469			
Volumen del molde (cc)		2120	2120	2112	2112	2113	2113	2120	2120	2112	2112			
Densidad húmeda (g/cc)		2.079	2.216	1.983	2.116	1.680	2.007	2.079	2.216	1.983	2.116			
% de humedad		16.54	23.24	17.00	23.79	16.93	36.65	16.54	23.24	17.00	23.79			
Densidad seca (g/cc)		1.784	1.798	1.695	1.709	1.437	1.468	1.784	1.798	1.695	1.709			
HUMEDAD														
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		385.9	385.9	4697	4697	326.5	326.5	4469	4469	269.5	269.5			
Tarro + Suelo seco (gr.)		340.0	340.0	4407	4407	287.0	287.0	4189	4189	240.0	240.0			
Peso del Agua (gr.)		45.9	45.9	290.0	290.0	39.5	39.5	280.0	280.0	29.5	29.5			
Peso del tarro (gr.)		62.5	62.5	0	0	54.6	54.6	0	0	65.8	65.8			
Peso del suelo seco (gr.)		277.5	277.5	4329.8	4329.8	232.4	232.4	4119.2	4119.2	174.2	174.2			
% de humedad		16.54	16.54	23.24	23.24	17.00	17.00	23.79	23.79	16.93	16.93			
Promedio de Humedad (%)		16.54	23.24	17.00	23.79	16.93	36.65	16.54	23.24	17.00	23.79			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.36	0.007	0.35	0.009	0.35	0.009	0.36	0.009	0.36			
3/09/2022	14.3	48	0.36	0.009	0.48	0.012	0.48	0.012	0.36	0.009	0.36			
4/09/2022	14.3	72	0.66	0.022	0.63	0.016	0.63	0.016	0.66	0.022	0.66			
4/09/2022	14.3	96	0.9	0.023	1.1	0.028	1.1	0.028	0.9	0.023	0.9			
			4.57	total	0.49	4.57	total	0.60	4.57	total	0.77			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
				Lbs/in <sup>2</sup>	Levt Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>		%	Levt Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>		%	Levt Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>
mm	g/pulg	Lbs/in <sup>2</sup>	Levt Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levt Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levt Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levt Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2		0	2		0	2		0	2	
0.640	0.025	0'30"	22	56		17	44		12	32		12	32	
1.270	0.050	1'00"	41	102		26	66		19	49		19	49	
1.910	0.075	1'30"	53	132		41	102		31	78		31	78	
2.540	0.100	2'00"	59	146	119.2	11.9	48	119	111.0	11.1	39	97	88.3	8.8
3.810	0.150	3'00"	68	168			53	132			42	105		
5.080	0.200	4'00"	75	185	233.6	15.6	60	149	154.5	10.3	51	127	128.0	8.5
6.350	0.250	5'00"	86	212			63	156			53	132		
7.620	0.300	6'00"	92	227			68	168			56	140		
10.160	0.400	8'00"	94	241			70	173			60	149		
12.700	0.500	10'00"	94	256			76	185			65	161		

Henry Rivadeneira Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

Ilustración 157\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR25%



Tesista : Jhossel Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

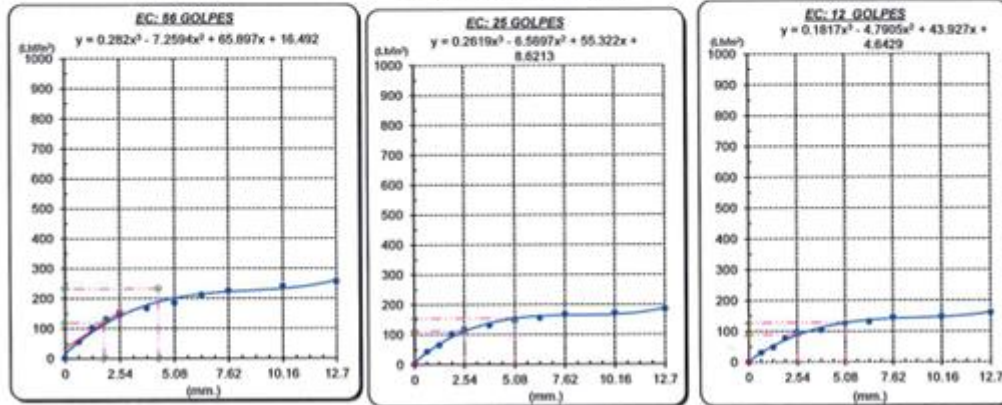


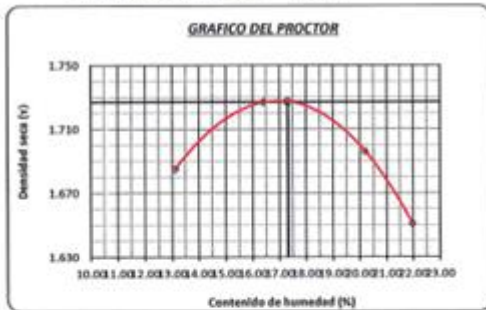
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	12 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	11 %	10 %



*Henry Rivas Obitas*  
 Henry Rivas Obitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 158\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR25%

USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-mm<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossel Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

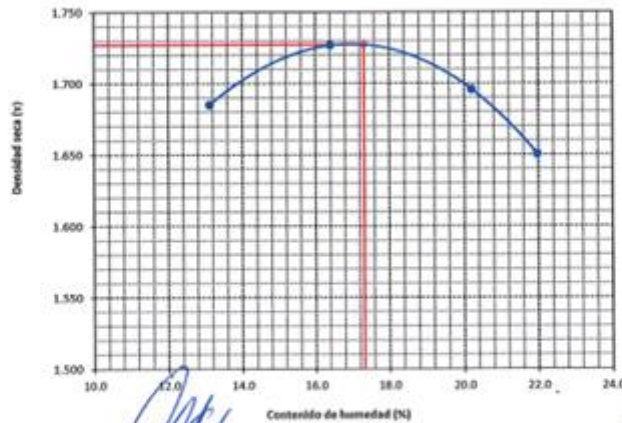
**CALICATA** : C-01  
**MUESTRA** : FP 0.75 % CR 25% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g.	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g.	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g.	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g.	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.727	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	17.32	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henny Rivadeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 159\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJICATA : C-01  
 MUESTRA : FP 0.75 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12780	12780	12880	12880	12280	12280	12480	12480	11950	11950	12245	12245		
Peso de molde (g)	8473	8473	8473	8473	8281	8281	8281	8281	8029	8029	8029	8029		
Peso del suelo húmedo (g)	4307	4307	4507	4507	4009	4009	4209	4209	3921	3921	4216	4216		
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2120	2120	2112	2112	2112	2112	2113	2113	2113	2113		
Densidad húmeda (g/cc)	2.032	2.032	2.126	2.126	1.898	1.898	1.993	1.993	1.856	1.856	1.995	1.995		
% de humedad	16.84	16.84	21.57	21.57	17.26	17.26	22.33	22.33	17.66	17.66	25.31	25.31		
Densidad seca (g/cc)	1.739	1.739	1.749	1.749	1.619	1.619	1.629	1.629	1.577	1.577	1.592	1.592		
HUMEDAD														
Tarro Nº	198.6		4507		215.4		4209		236.6		4216.0			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	198.6	198.6	4507	4507	215.4	215.4	4209	4209	236.6	236.6	4216.0	4216.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	181.0	181.0	4307	4307	195.0	195.0	4009	4009	212.0	212.0	3921.0	3921.0		
Peso del Agua (gr.)	17.6	17.6	200.0	200.0	20.4	20.4	200.0	200.0	24.5	24.5	295.0	295.0		
Peso del tarro (gr.)	76.5	76.5	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	104.5	104.5	4233.4	4233.4	118.2	118.2	3945.1	3945.1	138.7	138.7	3660.1	3660.1		
% de humedad	16.84	16.84	21.57	21.57	17.26	17.26	22.33	22.33	17.66	17.66	25.31	25.31		
Promedio de Humedad (%)	16.84		21.57		17.26		22.33		17.66		25.31			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.25	0.006	0.3	0.008	0.2	0.005						
3/09/2022	14.3	48	0.46	0.012	0.45	0.011	0.6	0.015						
4/09/2022	14.3	72	0.68	0.015	0.65	0.016	0.8	0.020						
4/09/2022	14.3	96	0.77	0.019	0.9	0.023	1.2	0.030						
			4.57	total 0.42	4.57	total 0.49	4.57	total 0.66						
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.	Lbs/ft <sup>2</sup>	Leat. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Leat. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Leat. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Leat. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Leat. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>		
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.040	0.025	0'30"	27	68	20	51	13	34						
1.270	0.050	1'00"	43	107	34	85	29	73						
1.910	0.075	1'30"	59	140	48	119	34	85						
2.540	0.100	2'00"	68	168	53	132	49	122	110.5	11.1				
3.810	0.150	3'00"	75	185	61	151	56	139						
5.080	0.200	4'00"	86	212	69	171	60	149	157.6	10.5				
6.350	0.250	5'00"	95	234	72	178	67	166						
7.620	0.300	6'00"	107	253	76	188	69	171						
10.160	0.400	8'00"	119	285	85	210	70	173						
12.700	0.500	10'00"	129	305	92	227	73	180						

Henry Rivadeneira Obillos  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 160\_Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhossel Aldair Melca Husman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

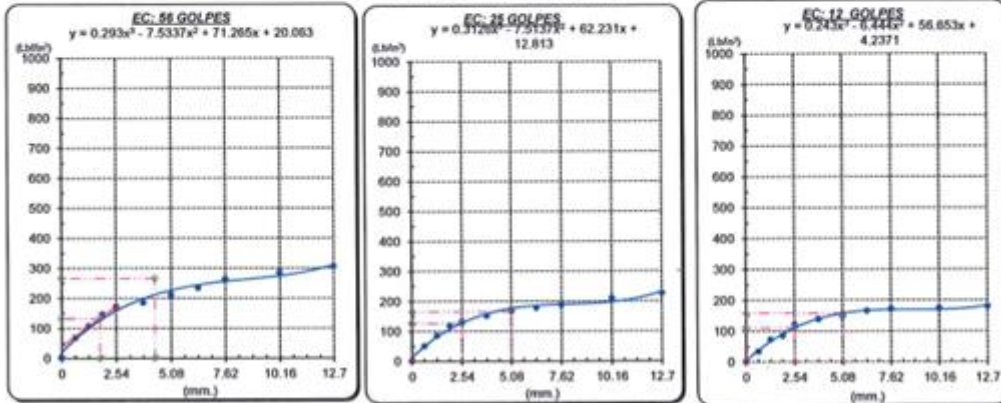


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

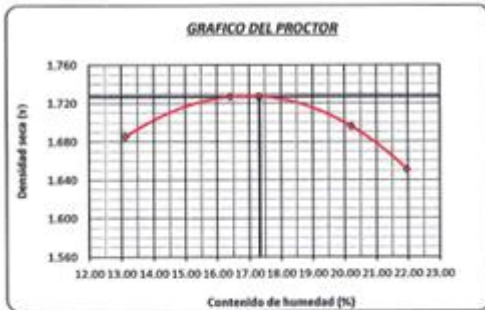
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	13 %	17 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	13 %	11 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



*Henry Rivadeneyra Oblitas*  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 161\_ Ensayo de CBR C-01+FP0.75%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (50000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Testista** : Jhossel Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CALICATA** : C-01  
**MUESTRA** : FP 1.0 % CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5752	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1878	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.971	1.996	2.013

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g	18.7	25.20	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.80	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.731	1.715	1.682

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.731	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.90	%

GRAFICO DEL PROCTOR

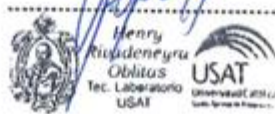
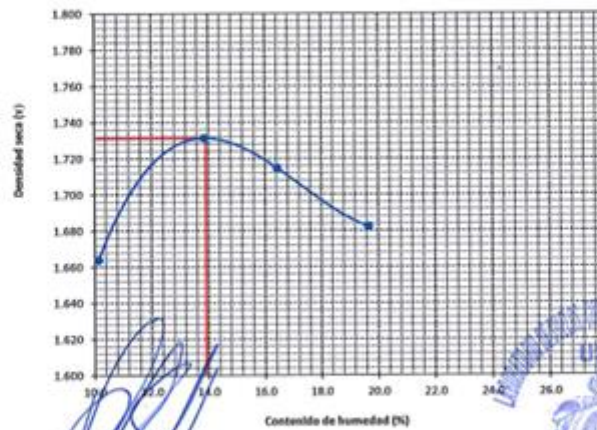


Ilustración 162\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGRÓVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tecnica : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CLASIFICACIÓN : C-01  
 MUESTRA : FP 1.0 % CR 25% CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A1				5				A2				
N° Capa		5				25				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12212	12555	12790	12925	11726	12151							
Peso de molde (g)		8016	8016	8804	8804	8146	8146							
Peso del suelo húmedo (g)		4196	4539	3986	4121	3579	4005							
Volumen del molde (cc)		2071	2071	2112	2112	2082	2082							
Densidad húmeda (g/cc)		2.026	2.192	1.887	1.951	1.744	1.951							
% de humedad		15.18	15.83	15.41	18.85	15.69	16.80							
Densidad seca (g/cc)		1.759	1.892	1.635	1.642	1.607	1.671							
HUMEDAD														
Tamo N°														
Tamo + Suelo húmedo (gr.)		87.80	87.80	162.67	162.67	185.80	185.80	4121.00	4121.00	73.57	73.57	104.18	104.18	
Tamo + Suelo seco (gr.)		82.4	82.4	135.6	135.6	167.0	167.0	3986	3986	66.8	66.8	65.0	65.0	
Peso del Agua (gr.)		5.2	5.2	27.1	27.1	18.6	18.6	135.0	135.0	7.1	7.1	39.2	39.2	
Peso del tamo (gr.)		18.14	18.14	53.98	53.98	46.3	46.3	0	0	21.44	21.44	49.19	49.19	
Peso del suelo seco (gr.)		34.3	34.3	4123.5	4123.5	120.7	120.7	3921.9	3921.9	45.1	45.1	3525.9	3525.9	
% de humedad		15.18	15.18	15.83	15.83	15.41	15.41	18.85	18.85	15.69	15.69	16.80	16.80	
Promedio de Humedad (%)		15.18		15.83		15.41		18.85		15.69		16.80		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
31/08/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/09/2023	14.3	24	4.55	0.114		1.6	0.040		6.35	0.209				
2/09/2023	14.3	48	4.55	0.114		3.4	0.085		6.35	0.209				
3/09/2023	14.3	72	4.55	0.114		4.2	0.105		6.35	0.209				
4/09/2023	14.3	96	4.55	0.114		6.8	0.145		6.35	0.209				
			4.57	total	2.49	4.57	total	3.10	4.57	total	4.57			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A1				MOLDE N° 0				MOLDE N° A2			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lev. Dial	Lev. pulg	Lev. pulg	%	Lev. Dial	Lev. pulg	Lev. pulg	%	Lev. Dial	Lev. pulg	Lev. pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	55	34			72	29			54	23		
1.270	0.050	1'00"	180	70			148	58			100	40		
1.910	0.075	1'30"	288	111			210	82			187	62		
2.540	0.100	2'00"	395	154	161.0	16.1	391	117	122.3	12.2	314	84	89.8	9.0
3.810	0.150	3'00"	610	242			498	195			328	128		
5.080	0.200	4'00"	795	319	314.7	21.0	691	238	239.8	16.0	424	166	159.3	10.6
6.350	0.250	5'00"	952	386			732	292			480	188		
7.620	0.300	6'00"	1065	426			852	348			539	233		
10.160	0.400	8'00"	1282	533			1012	413			636	252		
12.700	0.500	10'00"	1335	581			1143	471			674	353		

*Henry Rivadeneira Obitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 163\_Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis: Jhosef Alder Malca Huaman  
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests: Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación: Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de mayo del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.F. 339.145 / ASTM D-1883  
 GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

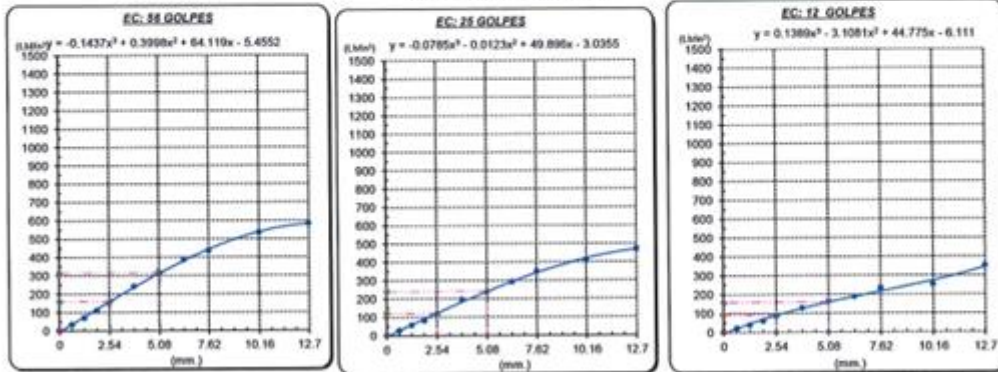


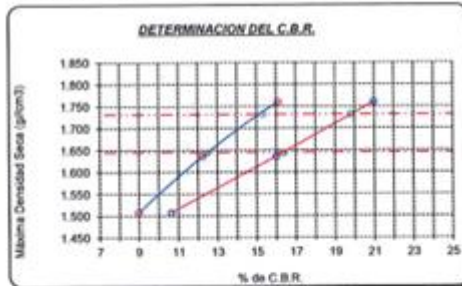
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.731 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.644 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.00 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %	20 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	16 %



*Henry Rivas de la Cruz*  
 Henry Rivas de la Cruz  
 Cobijas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 164\_Ensayo CBR C-01+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio, utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.0 % CR 25%

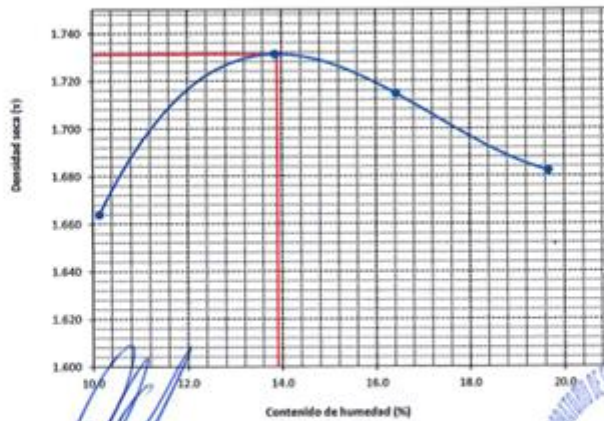
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5752	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1878	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.971	1.996	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	62.40
Peso de agua	g	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.731	1.715	1.682

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.731	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.90	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas  
 Ingeniero Civil  
 Laboratorio USAT



Ilustración 165\_Ensayo Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CUKATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.0 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	1				A-2				3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12510	12542	12490	12990	12012	12304								
Peso de molde (g)	8622	8622	8395	8395	8453	8453								
Peso del suelo húmedo (g)	3888	4020	4095	4595	3559	3851								
Volumen del molde (cc)	1965	1965	2112	2112	2032	2032								
Densidad húmeda (g/cc)	1.979	2.046	1.939	2.176	1.751	1.895								
% de humedad	16.49	19.94	16.67	29.08	17.72	20.04								
Densidad seca (g/cc)	1.699	1.700	1.602	1.686	1.488	1.504								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	135.1	135.1	4020	4020	245.0	245.0	4595	4595	154.0	154.0	3851.0	3851.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	120.0	120.0	3888	3888	210.0	210.0	4095	4095	135.1	135.1	3559.0	3559.0		
Peso del Agua ( gr. )	15.1	15.1	132.0	132.0	35.0	35.0	500.0	500.0	18.9	18.9	292.0	292.0		
Peso del tarro ( gr. )	28.48	28.48	0	0	0	0	0	0	28.34	28.34	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	91.5	91.5	3623.1	3623.1	210.0	210.0	4028.1	4028.1	106.7	106.7	3506.8	3506.8		
% de humedad	16.49	16.49	19.94	19.94	16.67	16.67	29.08	29.08	17.72	17.72	20.04	20.04		
Promedio de Humedad (%)	16.49		19.94		16.67		29.08		17.72		20.04			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
10/05/2023	14.3	0	0.25	0	0	10.23	0	0	0.15	0	0			
11/05/2023	14.3	24	0.5	0.013	0	13.85	0.346		0.64	0.014				
12/05/2023	14.3	48	0.95	0.024		15.94	0.399		1.5	0.040				
13/05/2023	14.3	72	1.5	0.038		16.42	0.411		1.9	0.048				
14/05/2023	14.3	96	2.5	0.063		17.2	0.430		2.05	0.051				
			4.57	total	1.37	4.57	total	9.42	4.57	total	1.12			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº 3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	5	15			5	15			4	12		
1.270	0.050	1'00"	17	44			16	41			15	39		
1.910	0.075	1'30"	39	97			35	88			33	83		
2.540	0.100	2'00"	65	161	154.4	15.4	58	144	145.8	14.6	54	134	129.9	13.0
3.810	0.150	3'00"	105	258			90	222			80	198		
5.080	0.200	4'00"	124	305	277.7	18.5	115	283	257.4	17.2	100	248	230.3	15.4
6.350	0.250	5'00"	132	324			121	298			108	266		
7.620	0.300	6'00"	147	337			128	315			114	280		
10.160	0.400	8'00"	167	361			132	324			123	302		
12.700	0.500	10'00"	183	400			142	348			127	312		

Henry Rivadeneira Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

Ilustración 166\_ Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%



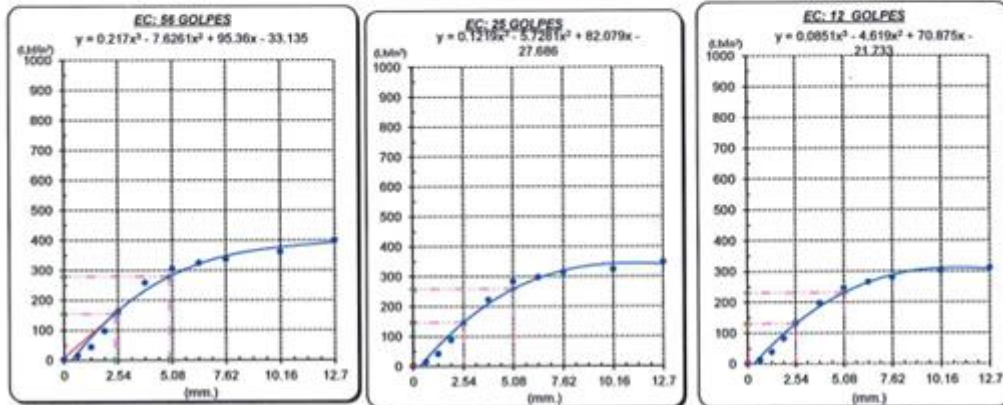
Tesista : Jhossel Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.0 % CR 25%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



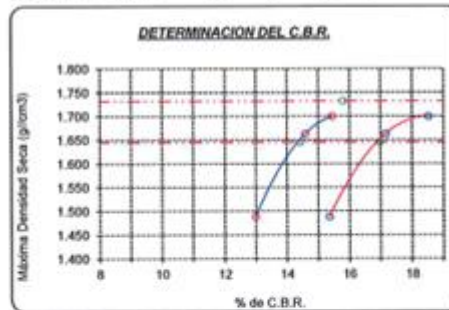
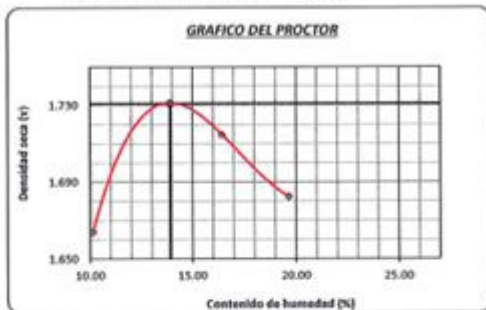
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.731 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.644 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.90 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	16 %	20 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	14 %	17 %



*Henry Rivasdeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 167\_Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%

USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (50000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAICATA : C-01  
MUESTRA : FP 1.0 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

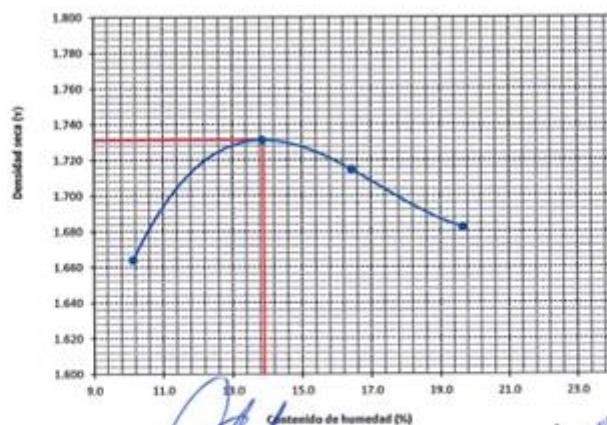
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5752	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1878	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.971	1.996	2.013

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.731	1.715	1.662

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.731	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.90	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry  
Maldeneyra  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo



Ilustración 168\_ Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tecnicista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-01  
 MUESTRA : FP 1.0 % CR 25%  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	12219	12526	12330	12620	12160	12450								
Peso de molde (g)	8029	8029	8384	8384	8558	8558								
Peso del suelo húmedo (g)	4190	4496	3946	4236	3592	3892								
Volumen del molde (cc)	2144	2144	2122	2122	2122	2122								
Densidad húmeda (g/cc)	1.954	2.097	1.860	1.996	1.690	1.834								
% de humedad	13.63	21.06	14.46	21.92	14.95	23.43								
Densidad seca (g/cc)	1.720	1.732	1.625	1.637	1.473	1.486								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	389.5	389.5	4496	4496	374.5	374.5	4236	4236	398.5	398.5	3892.0	3892.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	352.5	352.5	4190	4190	336.9	336.9	3946	3946	356.2	356.2	3592.0	3592.0		
Peso del Agua ( gr. )	37.0	37.0	306.0	306.0	37.6	37.6	290.0	290.0	42.3	42.3	300.0	300.0		
Peso del tarro ( gr. )	81	81	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	271.5	271.5	4119.2	4119.2	260.1	260.1	3682.9	3682.9	282.9	282.9	3539.9	3539.9		
% de humedad	13.63	13.63	21.06	21.06	14.46	14.46	21.92	21.92	14.95	14.95	23.43	23.43		
Promedio de Humedad (%)	13.63		21.06		14.46		21.92		14.95		23.43			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN		
				Pulg	%			Pulg	%			Pulg	%	
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2/09/2022	14.3	24	26	0.625		22	0.550		18	0.450				
3/09/2022	14.3	48	30	0.750		32	0.800		35	0.875				
4/09/2022	14.3	72	34	0.850		36	0.900		36	0.900				
4/09/2022	14.3	96	38	0.900		42	1.050		40	1.000				
			4.57	total	19.71	4.57	total	22.99	4.57	total	21.90			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in <sup>2</sup>	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lev. Dial	Libr/ pulg	Lev. Dial	Libr/ pulg	Lev. Dial	Libr/ pulg	Lev. Dial	Libr/ pulg	Lev. Dial	Libr/ pulg	Lev. Dial	Libr/ pulg
mm.	ps/g.													
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	96	38	68	28	68	28	25	12				
1.270	0.050	1'00"	145	57	120	47	120	47	165	65				
1.910	0.075	1'30"	328	125	210	82	210	82	175	68				
2.540	0.100	2'00"	620	205	324	126	324	126	205	80	83.9	8.4		
3.810	0.150	3'00"	880	229	415	162	415	162	245	95				
5.080	0.200	4'00"	690	258	520	205	520	205	389	148	135.3	9.0		
6.350	0.250	5'00"	710	263	560	221	560	221	390	152				
7.620	0.300	6'00"	726	289	589	233	589	233	416	162				
10.160	0.400	8'00"	746	298	619	242	619	242	425	166				
12.700	0.500	10'00"	790	313	619	242	619	242	430	168				

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 169\_Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%



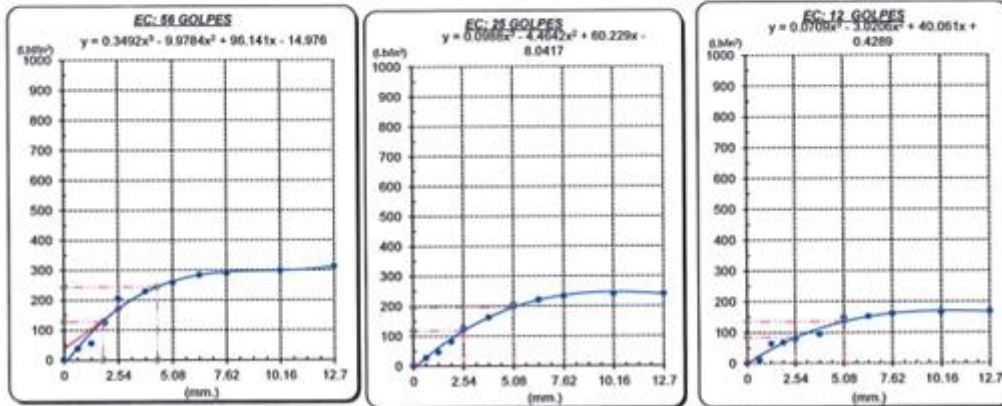
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**



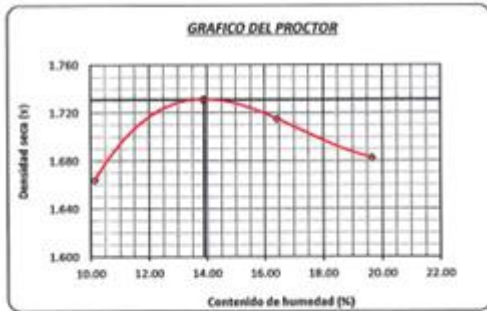
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.731 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.644 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.90 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	13 %	17 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	14 %



*Henry Ribadeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 170\_Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAICATA** : C-01  
**MUESTRA** : FP 1.0 % CR 25%

**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

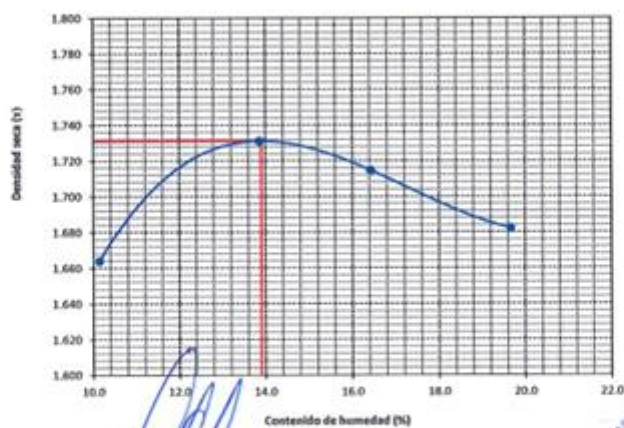
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5752	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1878	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.971	1.996	2.013

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.731	1.715	1.682

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.731</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>13.90</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivasdeneyra Obilias  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo



*Ilustración 171\_ Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1%+CR25%*

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tecnilista : Jhossef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-01  
 MUESTRA : FP 1.0 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-2				A-2				A-10				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				13				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12796	12949	12690	12849	12558	12800	12558	12800	12558	12800			
Peso de molde (g)		8804	8804	8718	8718	8650	8650	8650	8650	8650	8650			
Peso del suelo húmedo (g)		3992	4145	3972	4131	3908	4150	3908	4150	3908	4150			
Volumen del molde (cc)		2000	2000	2120	2120	2165	2165	2165	2165	2165	2165			
Densidad húmeda (g/cc)		1.996	2.073	1.874	1.949	1.805	1.917	1.805	1.917	1.805	1.917			
% de humedad		13.15	17.05	13.45	17.52	14.84	21.13	14.84	21.13	14.84	21.13			
Densidad seca (g/cc)		1.704	1.771	1.651	1.650	1.572	1.582	1.572	1.582	1.572	1.582			
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		158.2	158.2	4145	4145	325.8	325.8	4131	4131	125.4	125.4			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		145.5	145.5	3992	3992	287.0	287.0	3972	3972	112.9	112.9			
Peso del Agua ( gr. )		12.7	12.7	153.0	153.0	38.6	38.6	159.0	159.0	12.6	12.6			
Peso del tarro ( gr. )		48.80	48.80	0	0	0	0	0	0	28.17	28.17			
Peso del suelo seco ( gr. )		96.6	96.6	3922.8	3922.8	287.0	287.0	3907.5	3907.5	84.7	84.7			
% de humedad		13.15	13.15	17.05	17.05	13.45	13.45	17.52	17.52	14.84	14.84			
Promedio de Humedad (%)		13.15	13.15	17.05	17.05	13.45	13.45	17.52	17.52	14.84	14.84			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
13/06/2023	14.3	0	0.97	0	0	0.95	0	0	0.98	0	0			
14/06/2023	14.3	24	1.62	0.041		1.7	0.043		1.85	0.046				
15/06/2023	14.3	48	1.72	0.043		1.9	0.048		2.06	0.051				
16/06/2023	14.3	72	1.72	0.043		2	0.050		2.05	0.051				
17/06/2023	14.3	96	1.72	0.043		2	0.050		2.06	0.051				
			4.57	total	0.94	4.57	total	1.09	4.57	total	1.12			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA BTAND.	MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-10			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Lbs/in <sup>2</sup>	Let. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Let. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Let. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	109	40			85	34			22	11		
1.270	0.050	1'00"	269	101			175	68			100	40		
1.910	0.075	1'30"	380	148			215	84			165	65		
2.540	0.100	2'00"	580	229	161.2	16.1	363	142	131.4	13.1	210	82	86.8	8.7
3.810	0.150	3'00"	692	276			450	176			350	137		
5.080	0.200	4'00"	710	283	313.1	20.9	560	221	214.8	14.3	410	160	167.8	11.2
6.350	0.250	5'00"	725	289			620	246			538	212		
7.620	0.300	6'00"	750	305			645	258			589	233		
10.160	0.400	8'00"	750	313			645	256			670	266		
12.700	0.500	10'00"	770	313			645	256			730	291		

Henry Ruedene y ru  
 Obilitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 172\_Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

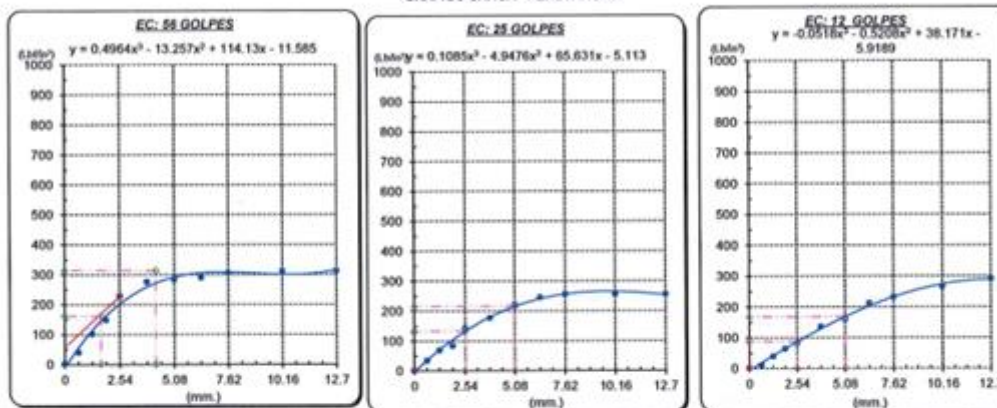


Testista : Joseef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.0 % CR 25%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



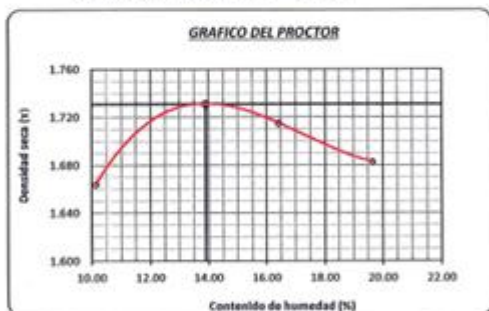
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.731 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.644 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.90 %

**VALOR DEL C.B.R.**

2.54 cm.	6.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %    19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	13 %    14 %



*Henry Rivasdenayara Oblitus*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 173\_Ensayo de CBR C-01+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-01  
 MUESTRA : FP 1.25 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.550	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	23.08	%

GRAFICO DEL PROCTOR

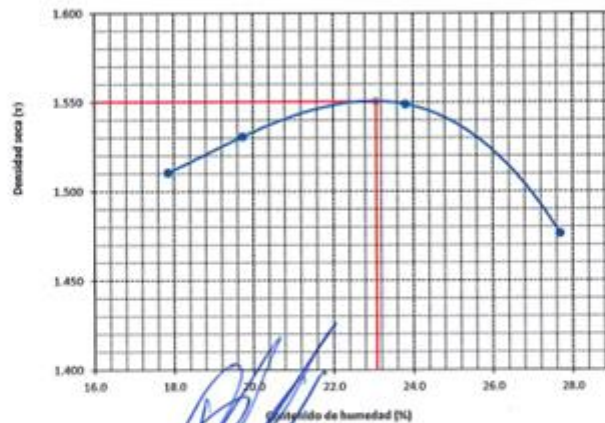


Ilustración 174\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Telista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJALATA : C-01 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25 % CR 25%

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-5				A-2				A-13				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12544	12918	12290	12390	12112	12366	12112	12366	12112	12366			
Peso de molde (g)		8736	8736	8395	8395	8694	8694	8694	8694	8694	8694			
Peso del suelo húmedo (g)		3808	3882	3895	3995	3418	3672	3418	3672	3418	3672			
Volumen del molde (cc)		2025	2025	2112	2112	2023	2023	2023	2023	2023	2023			
Densidad húmeda (g/cc)		1.890	1.917	1.844	1.892	1.690	1.815	1.690	1.815	1.690	1.815			
% de humedad		24.49	26.46	23.85	26.45	23.91	31.44	23.91	31.44	23.91	31.44			
Densidad seca (g/cc)		1.511	1.516	1.489	1.490	1.364	1.381	1.364	1.381	1.364	1.381			
HUMEDAD														
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		140.2	140.2	3882	3882	241.5	241.5	3995	3995	141.8	141.8			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		118.3	118.3	3808	3808	195.0	195.0	3895	3895	121.9	121.9			
Peso del Agua ( gr. )		21.9	21.9	74.0	74.0	46.5	46.5	100.0	100.0	20.0	20.0			
Peso del tarro ( gr. )		28.69	28.69	0	0	0	0	0	0	38.41	38.41			
Peso del suelo seco ( gr. )		80.8	80.8	3751.3	3751.3	195.0	195.0	3837.8	3837.8	83.4	83.4			
% de humedad		24.49	24.49	26.46	26.46	23.85	23.85	26.45	26.45	23.91	23.91			
Promedio de Humedad (%)		24.49	26.46	23.85	26.45	23.91	31.44	23.91	31.44	23.91	31.44			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/09/2023	14.3	0	0.1	0	0	19.23	0	0	0.52	0	0			
12/09/2023	14.3	24	0.12	0.003	0	13.85	0.346	0	0.53	0.013	0			
13/09/2023	14.3	48	0.26	0.007	0	15.96	0.399	0	0.56	0.014	0			
14/09/2023	14.3	72	0.3	0.008	0	16.42	0.411	0	0.6	0.015	0			
15/09/2023	14.3	96	0.35	0.009	0	17.2	0.430	0	0.65	0.016	0			
			4.57	total	0.19	4.57	total	9.42	4.57	total	0.36			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-5				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-13			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Lbf/in <sup>2</sup>	Test Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%	Test Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%	Test Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
0.640	0.025	0'30"	35	88	25	63	12	32	12	32	12	32	12	32
1.270	0.050	1'00"	95	234	66	212	66	144	66	144	66	144	66	144
1.910	0.075	1'30"	100	248	96	237	96	205	83	205	83	205	83	205
2.540	0.100	2'00"	112	276	275.7	27.6	101	249	205.4	29.6	96	237	229.2	22.9
3.810	0.150	3'00"	124	305	132	324	132	290	118	290	118	290	118	290
5.080	0.200	4'00"	145	358	626.6	41.8	165	405	406.0	31.1	136	334	344.8	23.0
6.350	0.250	5'00"	166	407	188	485	188	368	150	368	150	368	150	368
7.620	0.300	6'00"	194	441	205	502	205	390	159	390	159	390	159	390
10.160	0.400	8'00"	295	502	214	524	214	410	187	410	187	410	187	410
12.700	0.500	10'00"	372	568	243	595	243	434	177	434	177	434	177	434

*[Handwritten signature]*  
 Henry Rivas Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 175\_Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



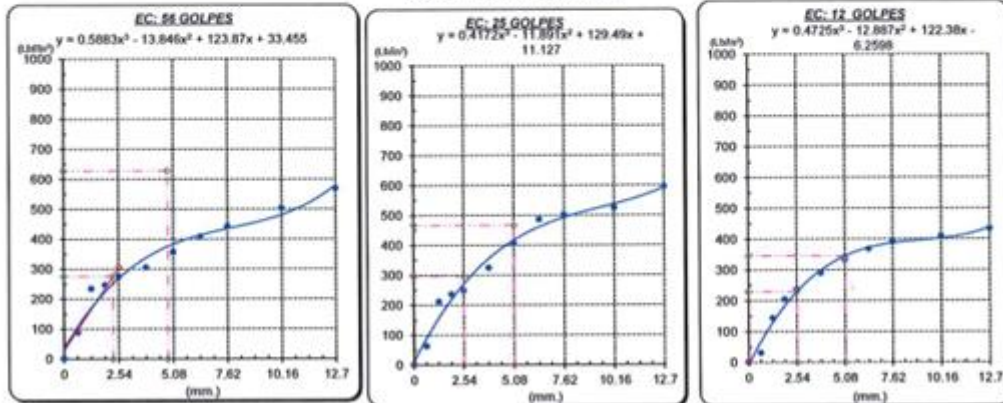
Testista : J. Josef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.25 % CR 28%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



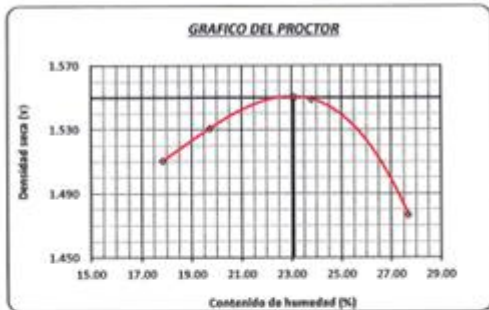
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.473 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	29 %	62 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	29 %	30 %



Henry Rivadeneyra Obliñas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 176\_Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 ple-ib/ple<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAJALATA** : C-01  
**MUESTRA** : FP 1.25 % CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

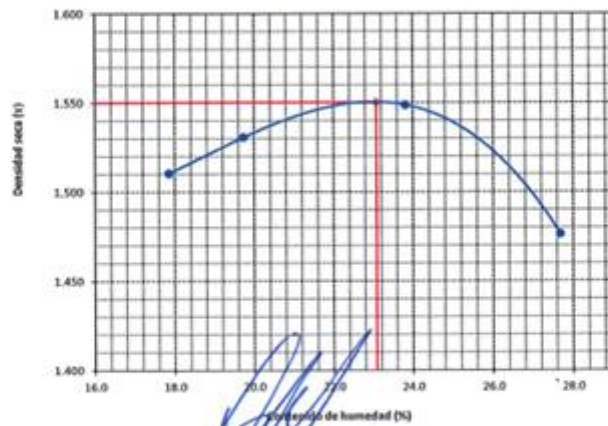
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g.	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g.	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g.	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g.	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.550	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	23.08	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivasdomeyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



*Ilustración 177\_ Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Ilhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Testis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJICATA : C-01  
 MUESTRA : FP 1.25 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-5				A-2				A-13				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12616	12640	12290	12410	12158	12282							
Peso de molde (g)		8736	8736	8395	8395	8694	8694							
Peso del suelo húmedo (g)		3880	3904	3895	4015	3464	3588							
Volumen del molde (cc)		2025	2025	2112	2112	2023	2023							
Densidad húmeda (g/cc)		1.916	1.928	1.844	1.901	1.712	1.774							
% de humedad		21.12	21.75	23.85	26.97	25.51	29.14							
Densidad seca (g/cc)		1.582	1.584	1.489	1.497	1.364	1.373							
HUMEDAD														
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		141.1	141.1	3904	3904	241.5	241.5	4015	4015	145.4	145.4			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		121.5	121.5	3880	3880	195.0	195.0	3895	3895	121.6	121.6			
Peso del Agua ( gr. )		19.6	19.6	24.0	24.0	46.5	46.5	120.0	120.0	23.8	23.8			
Peso del tarro ( gr. )		28.48	28.48	0	0	0	0	0	0	28.29	28.29			
Peso del suelo seco ( gr. )		93.0	93.0	3819.6	3819.6	195.0	195.0	3837.8	3837.8	93.3	93.3			
% de humedad		21.12	21.12	21.75	21.75	23.85	23.85	26.97	26.97	25.51	25.51			
Promedio de Humedad (%)		21.12	21.12	21.75	21.75	23.85	23.85	26.97	26.97	25.51	25.51			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/09/2023	14.3	0	0.18	0	0	0.1	0	0	0.15	0	0			
12/09/2023	14.3	24	0.2	0.005		0.2	0.005		0.2	0.005				
13/09/2023	14.3	48	0.2	0.005		0.36	0.009		0.3	0.008				
14/09/2023	14.3	72	0.26	0.007		0.48	0.011		0.45	0.011				
15/09/2023	14.3	96	0.3	0.008		0.52	0.013		0.54	0.014				
			4.57	total	0.16	4.57	total	0.28	4.57	total	0.30			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-5				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-13			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/in2	Lbs/pulg	Lbs/pulg	%	Lbs/in2	Lbs/pulg	Lbs/pulg	%	Lbs/in2	Lbs/pulg	Lbs/pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	35	88			25	63			12	32		
1.270	0.050	1'00"	112	276			85	212			58	144		
1.910	0.075	1'30"	158	383			105	258			83	205		
2.540	0.100	2'00"	197	483	345.6	34.6	112	276	306.0	30.6	95	237	229.2	22.9
3.810	0.150	3'00"	245	600			163	400			118	290		
5.080	0.200	4'00"	283	644	672.1	44.8	204	500	484.8	32.3	136	334	344.8	23.0
6.350	0.250	5'00"	279	681			215	527			150	368		
7.620	0.300	6'00"	319	756			236	578			169	390		
10.180	0.400	8'00"	325	795			242	593			167	410		
12.700	0.500	10'00"	363	887			242	593			177	434		

Henry Rivasdenys Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Ilustración 178\_Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhosef Aldair Melca Huanan  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024  
 FP 1.25 % CR 25%

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

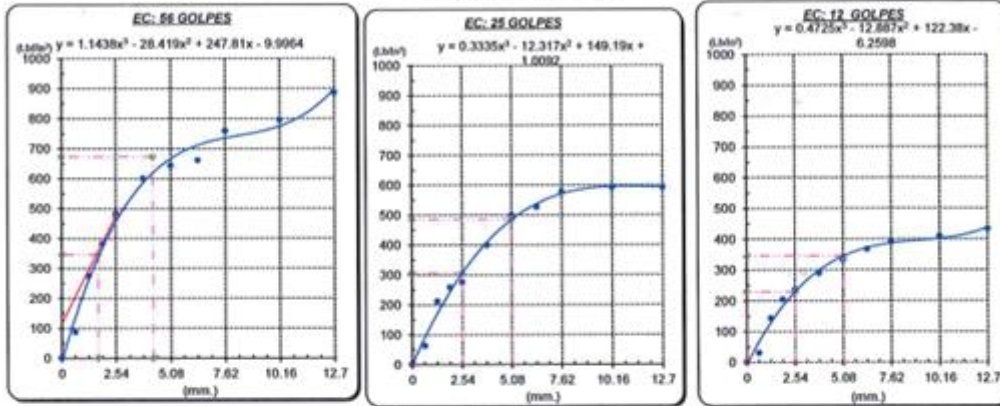
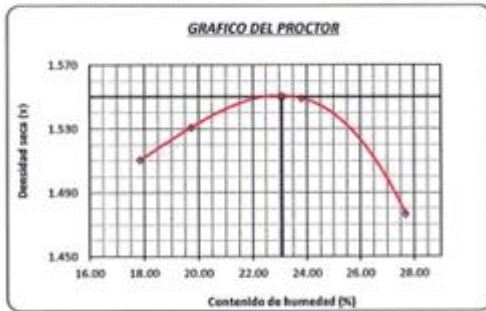


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR		VALOR DEL C.B.R.	
DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>	2.54 cm.	5.08 cm.
DENSIDAD SECA AL 95%	1.473 g/cm <sup>3</sup>	C.B.R. AL 100 % M.D.S.	33 %    41 %
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %	C.B.R. AL 95 % M.D.S.	30 %    31 %



*Henry Rivadeneira Obitos*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 179\_Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 ple-lbf/ple<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossel Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

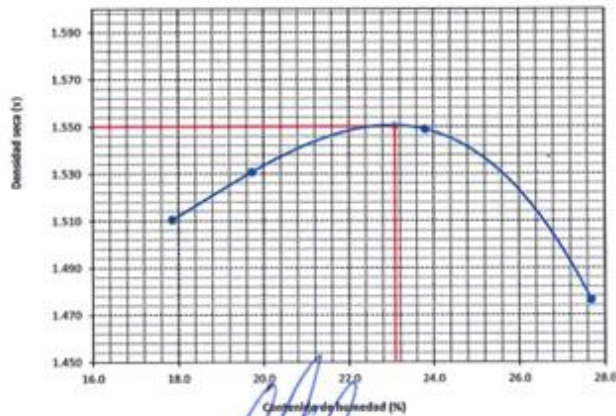
**CALCATA** : C-01  
**MUESTRA** : FP 1.25 % CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.550	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	23.08	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas Encaya Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 180\_ Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-01  
 MUESTRA : FP 1.25 % CR 25% PROFUNDEIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-10			A-11			A-12							
Nº Capa		5			5			5							
Nº Golpes por capa		56			25			12							
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado	Sin Saturado		Saturado	Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		11860	12280		11490	11820		11120	11490						
Peso de molde (g)		7749	7749		7755	7755		7639	7639						
Peso del suelo húmedo (g)		4111	4501		3735	4065		3481	3811						
Volumen del molde (cc)		2129	2120		2132	2112		2113	2113						
Densidad húmeda (g/cc)		1.939	2.123		1.769	1.925		1.647	1.804						
% de humedad		23.80	33.43		22.19	31.16		22.95	32.56						
Densidad seca (g/cc)		1.566	1.591		1.447	1.467		1.340	1.361						
HUMEDAD															
Tarro Nº															
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		215.6	215.6	4501	4501	198.5	198.5	4065	4065	165.9	165.9	3811.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		181.0	181.0	4111	4111	172.0	172.0	3735	3735	141.0	141.0	3481.0			
Peso del Agua (gr.)		34.6	34.6	390.0	390.0	26.5	26.5	330.0	330.0	24.9	24.9	330.0			
Peso del tarro (gr.)		35.6	35.6	0	0	52.6	52.6	0	0	32.5	32.5	0			
Peso del suelo seco (gr.)		145.4	145.4	4047.6	4047.6	119.4	119.4	3681.7	3681.7	108.5	108.5	3435.0			
% de humedad		23.80	23.80	33.43	33.43	22.19	22.19	31.16	31.16	22.95	22.95	32.56			
Promedio de Humedad (%)		23.80		33.43		22.19		31.16		22.95		32.56			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2/09/2022	14.3	24	0.2	0.005		0.6	0.015		0.4	0.010					
3/09/2022	14.3	48	0.7	0.018		0.9	0.023		0.8	0.020					
4/09/2022	14.3	72	0.9	0.023		1.1	0.028		1.2	0.030					
4/09/2022	14.3	96	1.1	0.028		1.4	0.035		1.8	0.045					
			4.57	total	0.60	4.57	total	0.77	4.57	total	0.99				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-10				MOLDE Nº A-11				MOLDE Nº A-12			
			Lbf/in2	CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN	
mm.	pulg.			Levl. Dial	Lbf pulg2	Lbf pulg2	%	Levl. Dial	Lbf pulg2	Lbf pulg2	%	Levl. Dial	Lbf pulg2	Lbf pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		29	73			20	51			10	27		
1.270	0.050	1'00"		86	212			65	161			42	105		
1.910	0.075	1'30"		96	237			79	195			53	132		
2.540	0.100	2'00"	1000	105	258	241.5	24.1	86	212	197.3	19.7	69	171	153.8	15.4
3.810	0.150	3'00"		126	310			104	256			76	188		
5.080	0.200	4'00"	1500	162	373	472.4	31.5	124	305	274.1	18.3	92	227	234.1	15.6
6.350	0.250	5'00"		176	429			132	324			101	249		
7.620	0.300	6'00"		196	490			142	349			112	276		
10.160	0.400	8'00"		216	527			156	456			124	305		
12.700	0.500	10'00"		246	602			190	466			155	332		

Henry Rivasdeneyra Oblitos  
 Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 181\_Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%



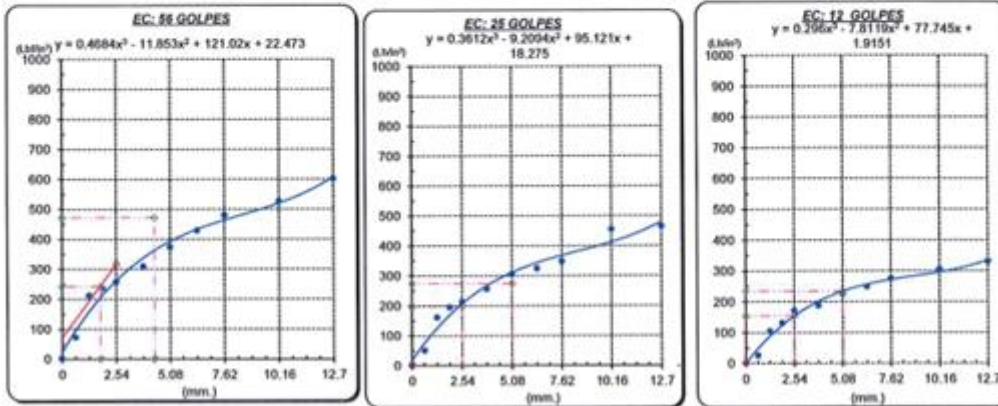
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesiasta : Jhosef Altair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



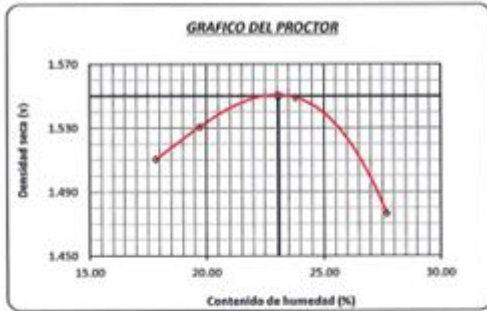
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 98%	1.473 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	24 %	30 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	21 %	19 %



*Henry Rivasdeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 182\_ Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAJALATA** : C-01  
**MUESTRA** : FP 1.25 % CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

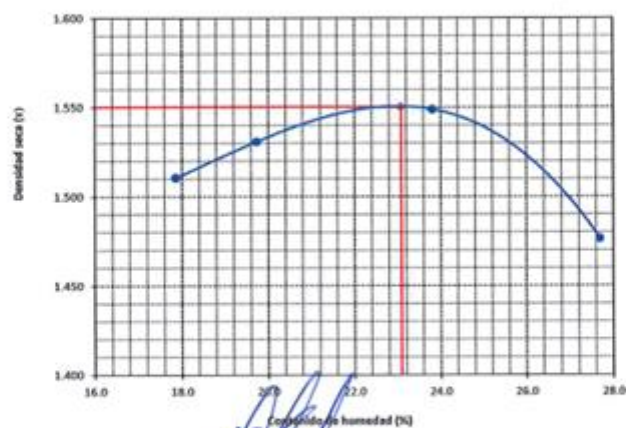
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g.	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g.	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g.	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g.	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.478

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.550	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	23.08	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Lambayeque



*Ilustración 183\_Ensayo de Proctor Modificado C-01+FP 1.25%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Teste : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJAZA : C-01  
 MUESTRA : FP 1.25 % CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																	
Nº Molde	A-13				A-14				A-15								
Nº Capa	5				5				5								
Nº Golpes por capa	56				25				12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo	12020	12480	11620	11980	11420	11845	11420	11845	11420	11845	11420	11845					
Peso de molde (g)	7821	7821	7808	7808	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003					
Peso del suelo húmedo (g)	4199	4659	3812	4172	3417	3842	3417	3842	3417	3842	3417	3842					
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2132	2112	2133	2113	2133	2113	2133	2113	2133	2113					
Densidad húmeda (g/cc)	1.981	2.198	1.805	1.975	1.617	1.818	1.617	1.818	1.617	1.818	1.617	1.818					
% de humedad	16.55	27.69	16.34	25.93	16.62	29.23	16.62	29.23	16.62	29.23	16.62	29.23					
Densidad seca (g/cc)	1.690	1.721	1.551	1.569	1.387	1.407	1.387	1.407	1.387	1.407	1.387	1.407					
HUMEDAD																	
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	215.6	215.6	465.9	465.9	263.5	263.5	417.2	417.2	231.5	231.5	384.2	384.2					
Tarro + Suelo seco ( gr. )	194.0	194.0	419.9	419.9	234.0	234.0	381.2	381.2	206.0	206.0	341.7	341.7					
Peso del Agua ( gr. )	21.6	21.6	46.0	46.0	29.5	29.5	36.0	36.0	25.5	25.5	42.5	42.5					
Peso del tarro ( gr. )	63.5	63.5	0	0	53.5	53.5	0	0	52.6	52.6	0	0					
Peso del suelo seco ( gr. )	130.5	130.5	412.8	412.8	180.5	180.5	375.3	375.3	153.4	153.4	337.3	337.3					
% de humedad	16.55	16.55	27.69	27.69	16.34	16.34	25.93	25.93	16.62	16.62	29.23	29.23					
Promedio de Humedad (%)	16.55	16.55	27.69	27.69	16.34	16.34	25.93	25.93	16.62	16.62	29.23	29.23					
EXPANSIÓN																	
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN					
			Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%	Pulg	%					
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2/09/2022	14.3	24	0.2	0.005		0.2	0.005		0.3	0.008							
3/09/2022	14.3	48	0.4	0.010		0.4	0.015		0.6	0.015							
4/09/2022	14.3	72	0.6	0.015		0.8	0.020		0.8	0.020							
4/09/2022	14.3	96	0.8	0.020		0.9	0.023		1	0.025							
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.55						
PENETRACIÓN																	
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-13				MOLDE Nº A-14				MOLDE Nº A-15						
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN				
			Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%			
mm.	pulg.	Lbs/ pulg <sup>2</sup>															
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	21	54					16	41			19	27			
1.270	0.050	1'00"	46	115					36	90			27	68			
1.910	0.075	1'30"	86	212					68	168			36	90			
2.540	0.100	2'00"	124	305	25.2	25.2	88	212	204.8	20.5	20.5	48	119	107.0	10.7		
3.810	0.150	3'00"	136	334					110	285			66	139			
5.080	0.200	4'00"	166	456	478.6	31.9	142	349	355.5	23.7	23.7	68	168	177.1	11.8		
6.350	0.250	5'00"	215	527					168	412			78	190			
7.620	0.300	6'00"	255	578					189	463			95	234			
10.160	0.400	8'00"	273	673					201	493			106	268			
12.700	0.500	10'00"	309	724					213	522			118	276			

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica



Ilustración 184\_Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%



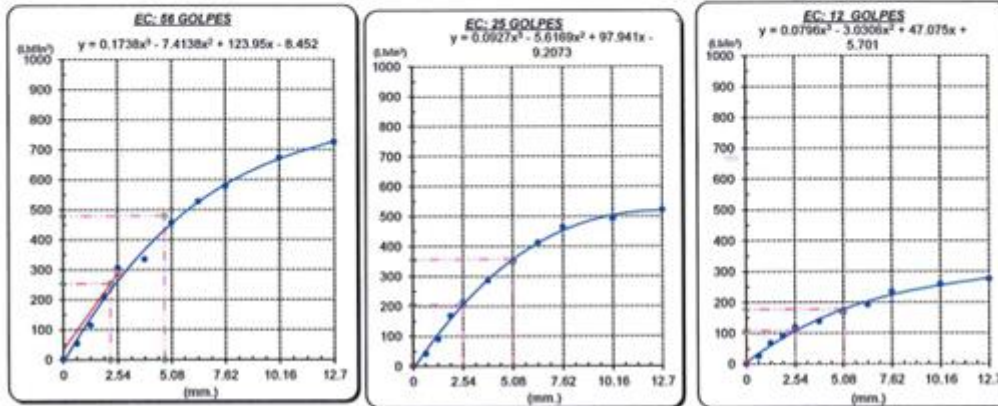
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Jhossef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



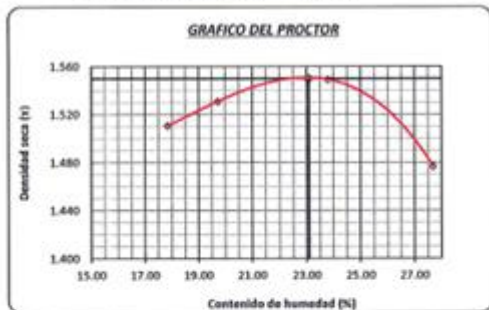
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 98%	1.473 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	18 %	24 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	16 %	18 %



*Henry Rivadeneyra Obilias*  
 Henry Rivadeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
  
 CHICLAYO DE LABORATORIO

*Ilustración 185\_ Ensayo de CBR C-01+FP 1.25%+CR25%*

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

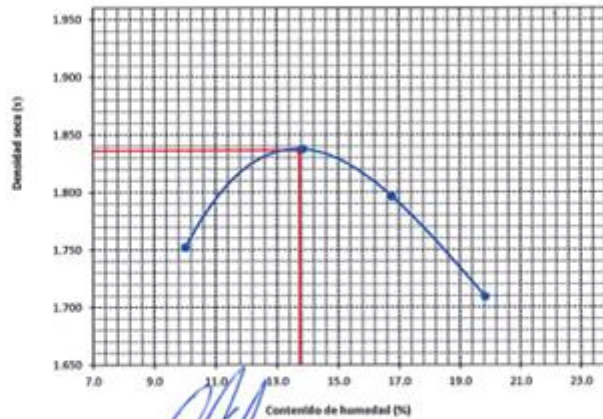
CAICATA : C-03  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 25%  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.836	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.73	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Ripadenejra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
  
 TALLER DE LABORATORIO

Ilustración 186\_ Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-03  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-7				A-8				A-9					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12449	12950	12140	12580	11890	12350	7855	7855	7903	7828	7828	7828		
Peso de molde (g)	4585	5095	4237	4677	4062	4522	2117	2117	2119	2125	2125	2125		
Peso del suelo húmedo (g)	7864	7855	7903	7903	7836	7828	2117	2117	2119	2125	2125	2125		
Volumen del molde (cc)	2117	2117	2119	2119	2125	2125	2117	2117	2119	2125	2125	2125		
Densidad húmeda (g/cc)	2.166	2.407	2.000	2.207	1.912	2.128	1.907	1.927	1.753	1.771	1.561	1.681		
% de humedad	13.58	24.91	14.06	24.63	15.09	26.61	13.58	13.58	24.91	24.91	14.06	14.06		
Densidad seca (g/cc)	1.907	1.927	1.753	1.771	1.561	1.681	1.907	1.927	1.753	1.771	1.561	1.681		
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	356.0	356.0	5095	5095	360.0	360.0	4877	4877	465.0	465.0	4522.0	4522.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	319.0	319.0	4585	4585	320.0	320.0	4237	4237	410.0	410.0	4062.0	4062.0		
Peso del Agua (gr.)	37.0	37.0	510.0	510.0	40.0	40.0	440.0	440.0	55.0	55.0	460.0	460.0		
Peso del tarro (gr.)	46.5	46.5	0	0	35.6	35.6	0	0	45.6	45.6	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	272.5	272.5	4499.2	4499.2	284.4	284.4	4164.0	4164.0	364.4	364.4	3995.6	3995.6		
% de humedad	13.58	13.58	24.91	24.91	14.06	14.06	24.63	24.63	15.09	15.09	26.61	26.61		
Promedio de Humedad (%)	13.58	13.58	24.91	24.91	14.06	14.06	24.63	24.63	15.09	15.09	26.61	26.61		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.6	0.015	0.6	0.015	0.6	0.015	0.6	0.013	0.013			
2/06/2023	14.3	48	4.5	0.113	2.9	0.073	2.9	0.073	3.8	0.073	0.073			
3/06/2023	14.3	72	5.9	0.148	3.9	0.098	3.8	0.095	4.57	0.163	0.163			
4/06/2023	14.3	96	8.8	0.170	6.5	0.163	6.5	0.163	4.57	0.163	0.163			
			4.57	total	3.72	4.57	total	3.56	4.57	total	3.56			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	GARGA STAND.	MOLDE Nº A-7				MOLDE Nº A-8				MOLDE Nº A-9			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/in <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	25	12	19	8	19	8	19	6	19	6		
1.270	0.050	1'00"	59	28	46	20	46	20	25	12	25	12		
1.910	0.075	1'30"	115	46	86	35	86	35	75	30	75	30		
2.540	0.100	2'00"	162	63	59.3	5.9	110	44	43.9	4.4	95	38		
3.810	0.150	3'00"	258	100	155	65	155	65	95	39	95	39		
5.080	0.200	4'00"	295	115	110.1	7.3	209	80	78.4	5.2	110	44		
6.350	0.250	5'00"	342	133	226	88	226	88	124	49	124	49		
7.620	0.300	6'00"	375	146	278	108	278	108	135	53	135	53		
10.160	0.400	8'00"	395	148	310	121	310	121	142	56	142	56		
12.700	0.500	10'00"	419	160	356	139	356	139	154	60	154	60		

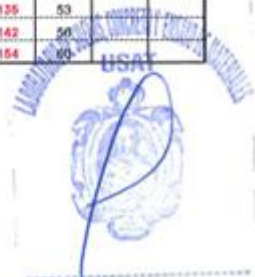


Ilustración 187\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

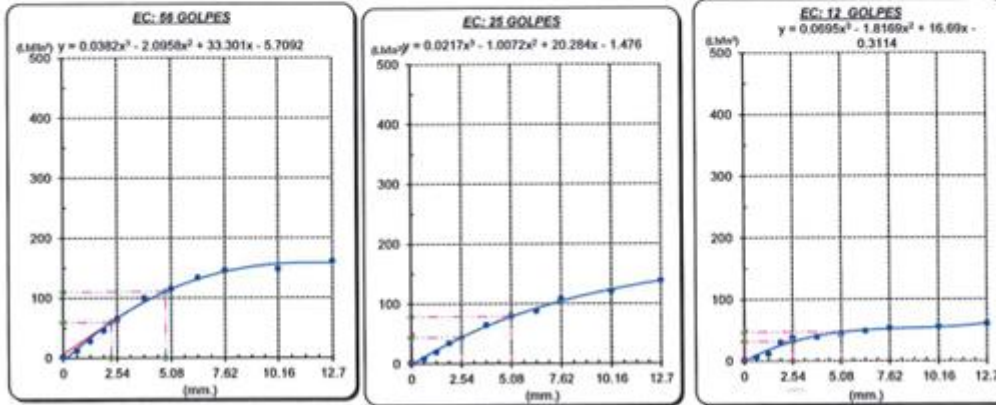


Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Teoría : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



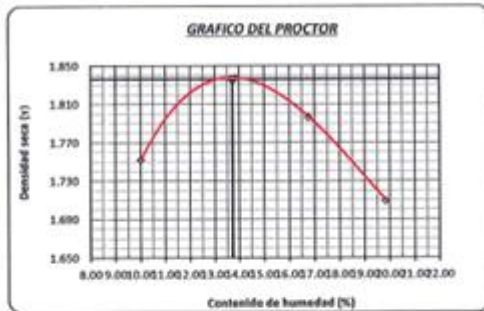
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	5 %



*Henry Rivadeneira Obllias*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 188\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Testista** : Jhosef Aldair Malca Human  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

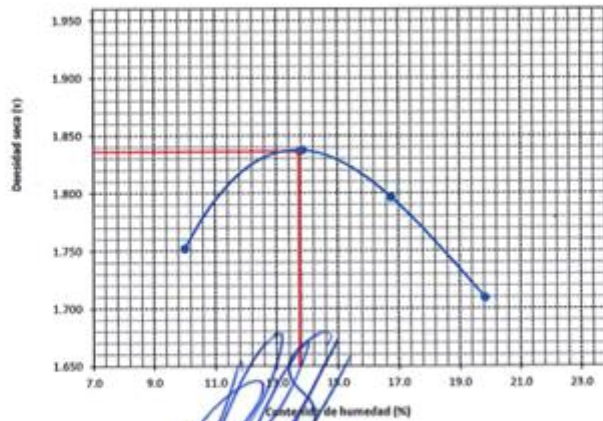
**CALICATA** : C-03  
**MUESTRA** : FP 0.25% CR 25% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.836	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.73	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 189\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Test : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-4				A-5				A-6				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12410		12850		12160		12620		11890		12310		
Peso de molde (g)		7843		7843		7671		7671		7840		7840		
Peso del suelo húmedo (g)		4567		5007		4479		4949		4050		4470		
Volumen del molde (cc)		2122		2122		2125		2125		2132		2132		
Densidad húmeda (g/cc)		2.152		2.360		2.108		2.329		1.900		2.097		
% de humedad		13.40		23.21		14.08		24.76		14.03		24.57		
Densidad seca (g/cc)		1.898		1.915		1.848		1.867		1.666		1.683		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		419.5	419.5	5007	5007	450.8	450.8	4949	4949	410.5	410.5	4470.0	4470.0	
Tarro + Suelo seco ( gr. )		362.0	362.0	4567	4567	395.0	395.0	4479	4479	360.0	360.0	4050.0	4050.0	
Peso del Agua ( gr. )		48.5	48.5	440.0	440.0	55.6	55.6	470.0	470.0	50.5	50.5	420.0	420.0	
Peso del tarro ( gr. )		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso del suelo seco ( gr. )		362.0	362.0	4481.9	4481.9	395.0	395.0	4397.7	4397.7	360.0	360.0	3983.6	3983.6	
% de humedad		13.40	13.40	23.21	23.21	14.08	14.08	24.76	24.76	14.03	14.03	24.57	24.57	
Promedio de Humedad (%)		13.40		23.21		14.08		24.76		14.03		24.57		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.3	0.008		0.6	0.015		1	0.025				
2/06/2023	14.3	48	3.6	0.090		3.9	0.098		2.5	0.065				
3/06/2023	14.3	72	4.5	0.113		4.5	0.113		3.5	0.088				
4/06/2023	14.3	96	5.6	0.140		5.6	0.140		5.6	0.140				
			4.57	total	3.07	4.57	total	3.07	4.57	total	3.07			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lb/in²	Lact. Dial	Lbs/ pulg²	Lbs/ pulg²	%	Lact. Dial	Lbs/ pulg²	Lbs/ pulg²	%	Lact. Dial	Lbs/ pulg²	Lbs/ pulg²	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	15	8			8	5			5	4		
1.270	0.050	1'00"	60	25			50	21			30	14		
1.910	0.075	1'30"	125	49			96	38			69	28		
2.540	0.100	2'00"	175	68	62.6	6.3	124	49	47.1	4.7	89	36	30.5	3.0
3.810	0.150	3'00"	263	102			169	66			92	37		
5.080	0.200	4'00"	310	121	115.9	7.7	215	84	83.4	5.6	115	46	46.2	3.1
6.350	0.250	5'00"	359	139			246	96			128	50		
7.620	0.300	6'00"	386	151			289	113			130	51		
10.160	0.400	8'00"	42	195			320	125			142	56		
12.700	0.500	10'00"	473	278			365	143			148	60		

Henry Obillos  
 Tec. Laboratorio USAT

VERIFICADO DE LABORATORIO

Ilustración 190\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhosef Aldair Melica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

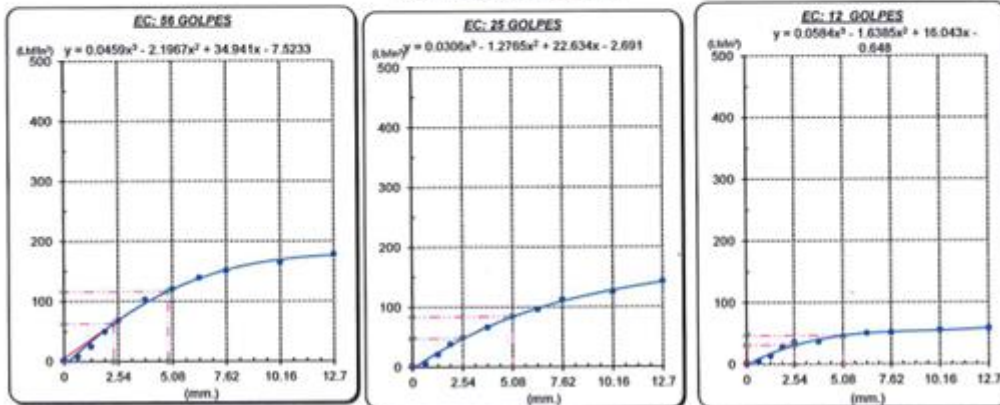


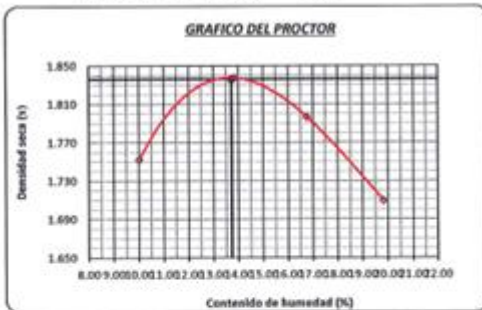
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	4 %



*Henry Rivas de la Cruz Obillos*  
 Henry Rivas de la Cruz Obillos  
 Tec. LABORATORIO USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 191\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%

USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio, utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALECATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 25%

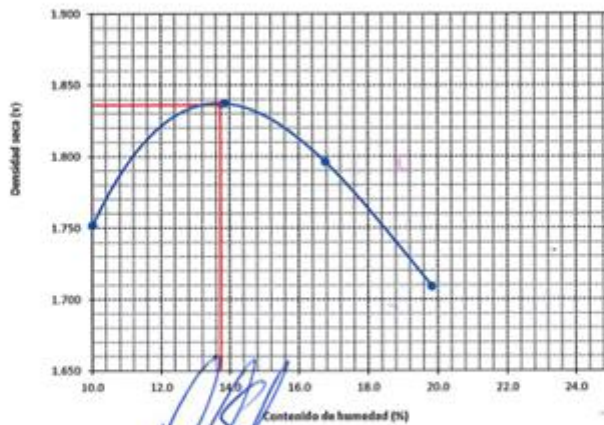
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	85.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.836	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.73	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivasdeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 192\_ Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA: C-03 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA: FP 0.25% CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-9				A-4				A-5				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado				Saturado				Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		13290	13248	13280	13290	12654	12944	12654	12944	12654	12944	12654	12944	
Peso de molde (g)		8738	8710	8738	8718	8738	8738	8738	8738	8738	8738	8738	8738	
Peso del suelo húmedo (g)		4580	4538	4580	4562	4542	4206	4542	4206	4542	4206	4542	4206	
Volumen del molde (cc)		2125	2125	2125	2112	2112	2015	2112	2015	2112	2015	2112	2015	
Densidad húmeda (g/cc)		2.155	2.136	2.180	2.151	2.151	2.087	2.151	2.087	2.151	2.087	2.151	2.087	
% de humedad		14.00	13.07	15.26	14.81	14.81	13.07	14.81	13.07	14.81	13.07	14.81	13.07	
Densidad seca (g/cc)		1.891	1.889	1.874	1.873	1.873	1.793	1.873	1.793	1.873	1.793	1.873	1.793	
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		167.1	167.1	4538	4538	325.6	325.6	4542	4542	190.9	190.9	4206.0	4206.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		150.0	150.0	4580	4580	282.5	282.5	4562	4562	159.9	159.9	3916.0	3916.0	
Peso del Agua (gr.)		17.1	17.1	-42.0	-42.0	43.1	43.1	-20.0	-20.0	30.9	30.9	290.0	290.0	
Peso del tarro (gr.)		28.14	28.14	0	0	0	0	0	0	28.54	28.54	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		121.9	121.9	4495.0	4495.0	282.5	282.5	4478.1	4478.1	131.4	131.4	3855.4	3855.4	
% de humedad		14.00	14.00	13.07	13.07	15.26	15.26	14.81	14.81	23.55	23.55	31.07	31.07	
Promedio de Humedad (%)		14.00		13.07		15.26		14.81		23.55		31.07		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
19/05/2023	14.3	0	15.32	0	0	18	0	0	10.77	0	0			
20/05/2023	14.3	24	18.82	0.471		19.2	0.480		14.05	0.351				
21/05/2023	14.3	48	19.26	0.482		21.6	0.540		14.75	0.369				
22/05/2023	14.3	72	20	0.500		21.9	0.548		15.05	0.376				
23/05/2023	14.3	96	20	0.500		20.3	0.508		19.8	0.488				
			4.57	total	10.95	4.57	total	11.11	4.57	total	10.67			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-9				MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/ Dia	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ Dia	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ Dia	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	9	6			20	10			20	10		
1.270	0.050	1'00"	39	17			37	16			35	15		
1.910	0.075	1'30"	87	27			82	22			48	20		
2.540	0.100	2'00"	97	35	28.6	2.9	75	31	28.1	2.8	68	24	23.4	2.3
3.810	0.150	3'00"	121	48			98	39			73	30		
5.090	0.200	4'00"	150	59	54.5	3.6	105	42	44.5	3.0	85	34	35.1	2.3
6.350	0.250	5'00"	173	68			124	49			95	38		
7.620	0.300	6'00"	19	75			142	58			105	42		
10.160	0.400	8'00"	233	91			165	65			122	48		
12.700	0.500	10'00"	277	108			185	72			136	53		

Henry Rivadeneira Obillos  
 Tec. Laboratorio USAI

EL LABORATORIO

Ilustración 193\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis : Jhossel Adair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

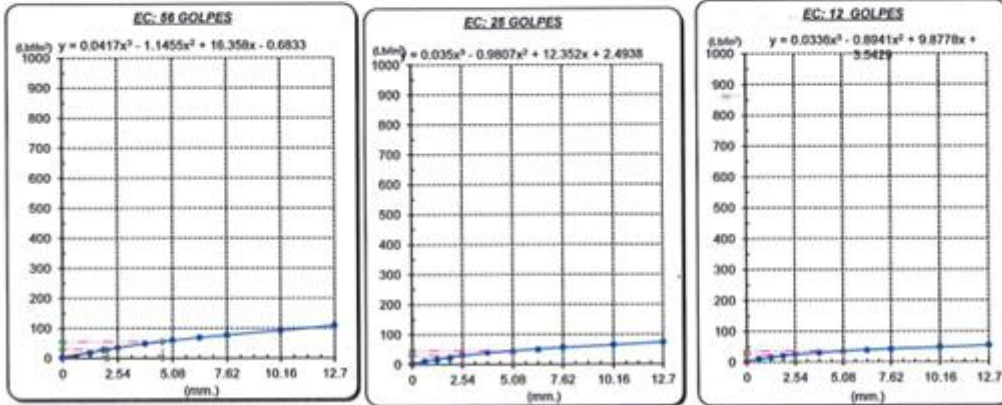


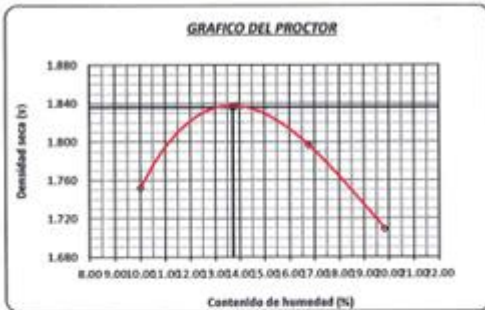
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	3 %	3 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3 %	3 %



*Henry Rivas Obitas*  
 Obitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 194\_ Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

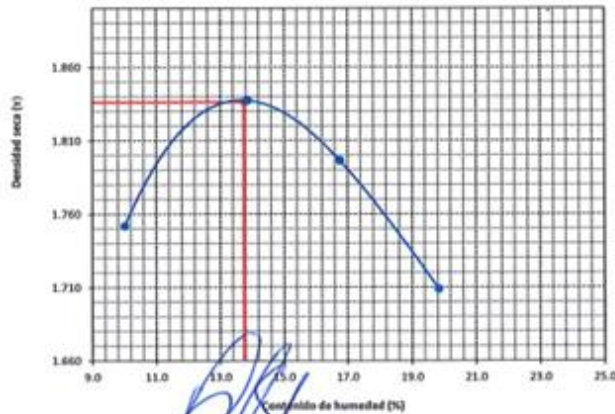
**CALICATA** : C-03  
**MUESTRA** : FP 0.25% CR 25% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.836</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>13.73</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivadeneira Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



*Ilustración 195\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Telista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la Influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-03  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		13274		12962		12610		12990		12930		12850		
Peso de molde (g)		8672		8672		8395		8395		8738		8738		
Peso del suelo húmedo (g)		4602		4290		4215		4595		4192		4112		
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2112		2112		2190		2190		
Densidad húmeda (g/cc)		2.171		2.024		1.990		2.170		1.914		1.876		
% de humedad		14.69		7.78		15.20		24.43		15.51		13.57		
Densidad seca (g/cc)		1.893		1.877		1.732		1.749		1.657		1.653		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		187.3	187.3	4290	4290	325.6	325.6	4595	4595	201.0	201.0	4112.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		167.0	167.0	4602	4602	282.5	282.5	4215	4215	177.8	177.8	4192.0		
Peso del Agua (gr.)		20.4	20.4	-312.0	-312.0	43.1	43.1	380.0	380.0	23.2	23.2	-80.0		
Peso del tarro (gr.)		28.31	28.31	0	0	0	0	0	0	28.3	28.3	0		
Peso del suelo seco (gr.)		138.6	138.6	4516.5	4516.5	282.5	282.5	4143.3	4143.3	149.5	149.5	4123.7		
% de humedad		14.69	14.69	7.78	7.78	15.20	15.20	24.43	24.43	15.51	15.51	13.57		
Promedio de Humedad (%)		14.69		7.78		15.20		24.43		15.51		13.57		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/04/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12/04/2023	14.3	24	28	0.650		18	0.450		18	0.450				
13/04/2023	14.3	48	30	0.750		24	0.600		26	0.650				
14/04/2023	14.3	72	34	0.850		35	0.875		37	0.925				
14/04/2023	14.3	96	40	1.000		42	1.050		44	1.100				
			4.57	total	21.90	4.57	total	22.99	4.57	total	24.09			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.	Lbs/in <sup>2</sup>	Leit. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leit. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leit. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	85	34			69	28			45	19		
1.270	0.050	1'00"	98	38			86	35			56	23		
1.910	0.075	1'30"	124	49			93	37			75	30		
2.540	0.100	2'00"	156	73	50.1	5.0	109	42	42.1	4.2	86	35	31.6	3.2
3.810	0.150	3'00"	245	95			125	49			96	38		
5.080	0.200	4'00"	260	101	98.5	6.0	168	66	74.9	5.0	106	42	49.5	3.3
6.350	0.250	5'00"	325	127			246	96			145	57		
7.620	0.300	6'00"	380	148			296	115			169	66		
10.160	0.400	8'00"	420	164			320	125			188	77		
12.700	0.500	10'00"	460	180			365	143			210	84		

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 196\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Jhoseef Altair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

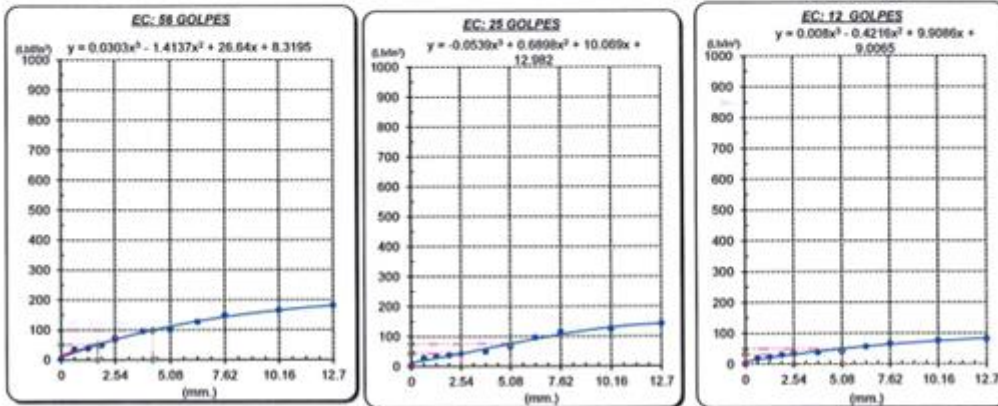


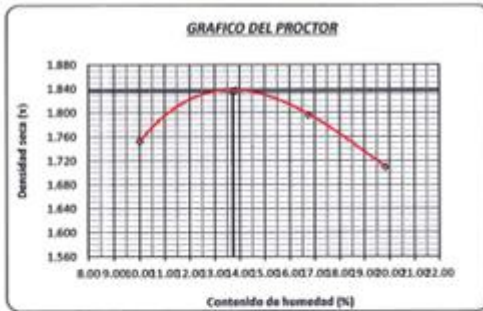
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	4 %	5 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tsc. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 CAJON DE LABORATORIOS

Ilustración 197\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 ple-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

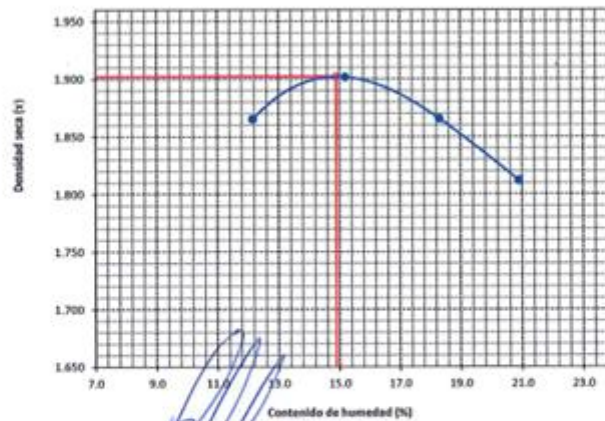
CLASIFICACIÓN : C-03  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	6090	6180	6195	6180
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1907.48	1997.48	2012.48	1997.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.092	2.190	2.207	2.190

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	256.60	310.50	288.50	245.60
Peso del suelo seco + tara	g	232.00	277.00	254.00	210.50
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	24.5	33.5	34.5	35.1
Peso de suelo seco	g	201.5	220.5	188.5	168
Contenido de agua	%	12.2	15.2	18.3	20.9
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.865	1.902	1.865	1.812

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.902	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.88	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivadeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 198\_Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUKATA: C-03 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA: FP 0.50% CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-13				A-14				A-15					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12410	12880	12230	12690	11910	12310								
Peso de molde (g)	7855	7655	7903	7903	7828	7828								
Peso del suelo húmedo (g)	4555	5025	4327	4787	4082	4482								
Volumen del molde (cc)	2117	2117	2119	2119	2125	2125								
Densidad húmeda (g/cc)	2.152	2.374	2.042	2.259	1.921	2.109								
% de humedad	12.78	23.30	13.21	24.03	13.91	23.88								
Densidad seca (g/cc)	1.908	1.925	1.804	1.821	1.666	1.703								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	350.0	350.0	5025	5025	345.0	345.0	4787	4787	410.5	410.5	4482.0	4482.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	316.0	316.0	4555	4555	310.0	310.0	4327	4327	365.0	365.0	4082.0	4082.0		
Peso del Agua (gr.)	34.0	34.0	470.0	470.0	35.0	35.0	460.0	460.0	45.5	45.5	400.0	400.0		
Peso del tarro (gr.)	50	50	0	0	45	45	0	0	38	38	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	266.0	266.0	4469.7	4469.7	265.0	265.0	4250.3	4250.3	327.0	327.0	4014.3	4014.3		
% de humedad	12.78	12.78	23.30	23.30	13.21	13.21	24.03	24.03	13.91	13.91	23.88	23.88		
Promedio de Humedad (%)	12.78		23.30		13.21		24.03		13.91		23.88			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	1.6	0.040		1	0.025		1	0.025				
2/06/2023	14.3	48	4.5	0.113		3.4	0.085		3.5	0.088				
3/06/2023	14.3	72	4.9	0.123		4.8	0.120		4.2	0.105				
4/06/2023	14.3	96	5.6	0.140		6.9	0.173		7	0.175				
			4.57	total	3.07	4.57	total	3.78	4.57	total	3.83			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in <sup>2</sup>	MOLDE Nº A-13				MOLDE Nº A-14				MOLDE Nº A-15			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Levit. Dial	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Levit. Dial	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Levit. Dial	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	35	15			20	10			15	8		
1.270	0.050	1'00"	75	30			58	23			28	12		
1.910	0.075	1'30"	115	46			75	30			38	16		
2.540	0.100	2'00"	142	56	53.4	5.3	95	38	40.0	4.0	70	29	25.0	2.5
3.810	0.150	3'00"	178	68			145	57			75	30		
5.080	0.200	4'00"	310	121	101.9	6.8	180	70	69.2	4.6	86	35	37.6	2.5
6.350	0.250	5'00"	328	127			215	84			105	42		
7.620	0.300	6'00"	365	141			221	86			118	46		
10.160	0.400	8'00"	370	144			280	109			124	49		
12.700	0.500	10'00"	390	148			310	121			142	56		

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 199 Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

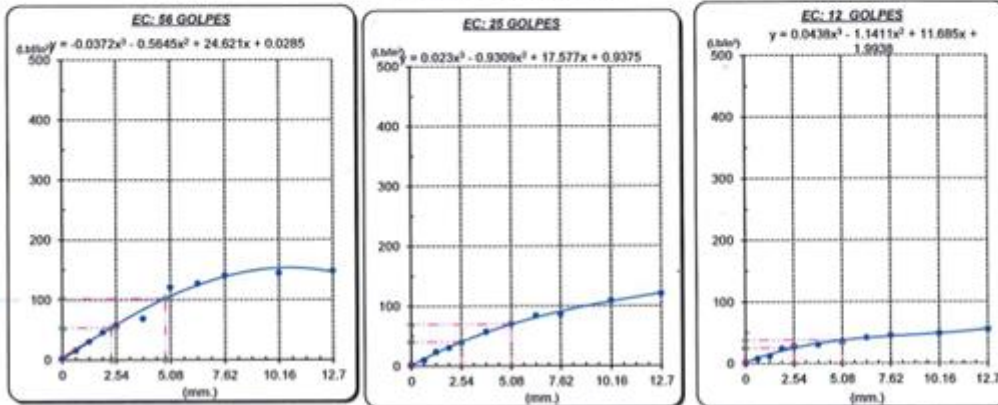


Testista : Jhosaf Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**



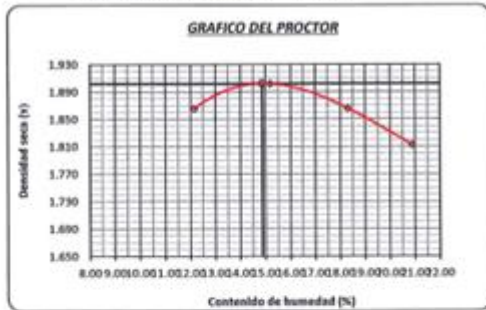
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.902 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.807 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.88 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	5 %	7 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	4 %	5 %



*Mery Ricadenebra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 CENTRO DE LABORATORIO

Ilustración 200\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhossel Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

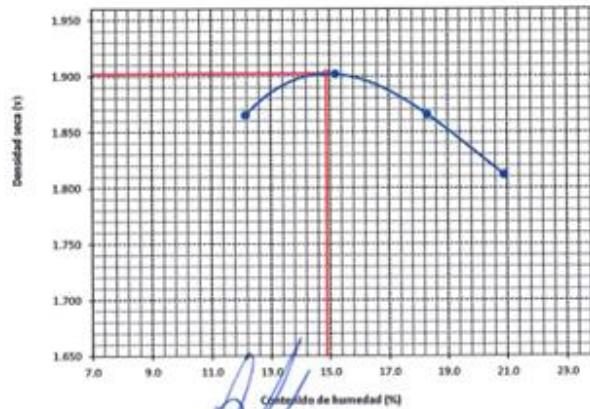
**CALCATA** : C-03  
**MUESTRA** : FP 0.50% CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	6090	6180	6195	6180
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1907.48	1997.48	2012.48	1997.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.092	2.190	2.207	2.190

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	256.50	310.50	288.50	245.60
Peso del suelo seco + tara	g.	232.00	277.00	254.00	210.50
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	24.5	33.5	34.5	35.1
Peso de suelo seco	g.	201.5	220.5	188.5	168
Contenido de agua	%	12.2	15.2	18.3	20.9
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.865	1.902	1.865	1.812

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.902	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	14.88	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 201\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Técnico : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 25%

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-10				A-11				A-12				
N° Capas		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12490	12980	12370	12560	11980	12510							
Peso de molde (g)		7855	7855	7903	7903	7828	7828							
Peso del suelo húmedo (g)		4635	5125	4467	4657	4152	4682							
Volumen del molde (cc)		2117	2117	2119	2119	2125	2125							
Densidad húmeda (g/cc)		2.189	2.421	2.108	2.207	1.954	2.203							
% de humedad		12.77	23.55	13.04	17.83	13.26	26.24							
Densidad seca (g/cc)		1.941	1.959	1.865	1.873	1.725	1.745							
HUMEDAD														
Taro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Taro + Suelo húmedo (gr.)		410.5	410.5	5125	5125	390.0	390.0	4677	4677	410.0	410.0	4682.0	4682.0	
Taro + Suelo seco (gr.)		364.0	364.0	4835	4835	345.0	345.0	4467	4467	362.0	362.0	4152.0	4152.0	
Peso del Agua (gr.)		46.5	46.5	490.0	490.0	45.0	45.0	210.0	210.0	48.0	48.0	530.0	530.0	
Peso del tarro (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		364.0	364.0	4546.7	4546.7	345.0	345.0	4385.2	4385.2	362.0	362.0	4081.6	4081.6	
% de humedad		12.77	12.77	23.55	23.55	13.04	13.04	17.83	17.83	13.26	13.26	26.24	26.24	
Promedio de Humedad (%)		12.77	23.55	13.04	17.83	13.26	26.24							
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%				
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/06/2023	14.3	24	1.5	0.038			6.1	0.003			0.5	0.015		
2/06/2023	14.3	48	4.6	0.115			4.8	0.120			3.4	0.085		
3/06/2023	14.3	72	5.9	0.148			5.6	0.140			4.5	0.113		
4/06/2023	14.3	96	7.1	0.178			7.6	0.190			7.8	0.195		
			4.57	total	3.89	total	4.57	total	4.10	total	4.57	total	4.27	total
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-10				MOLDE N° A-11				MOLDE N° A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/In <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ In <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ In <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.840	0.025	0'30"	39	14			16	8			10	6		
1.270	0.050	1'00"	74	30			62	26			24	11		
1.910	0.075	1'30"	115	46			89	36			55	27		
2.540	0.100	2'00"	185	65	58.6	5.9	115	46	49.3	4.9	71	29	26.6	2.7
3.810	0.150	3'00"	265	103			195	76			80	32		
5.080	0.200	4'00"	309	120	108.6	7.2	226	88	85.4	5.7	96	38	39.2	2.8
6.350	0.250	5'00"	326	127			245	95			105	42		
7.620	0.300	6'00"	354	139			279	107			114	45		
10.160	0.400	8'00"	468	184			310	121			121	48		
12.700	0.500	10'00"	560	218			321	125			142	56		

Henry Ribadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 202\_ Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jossel Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

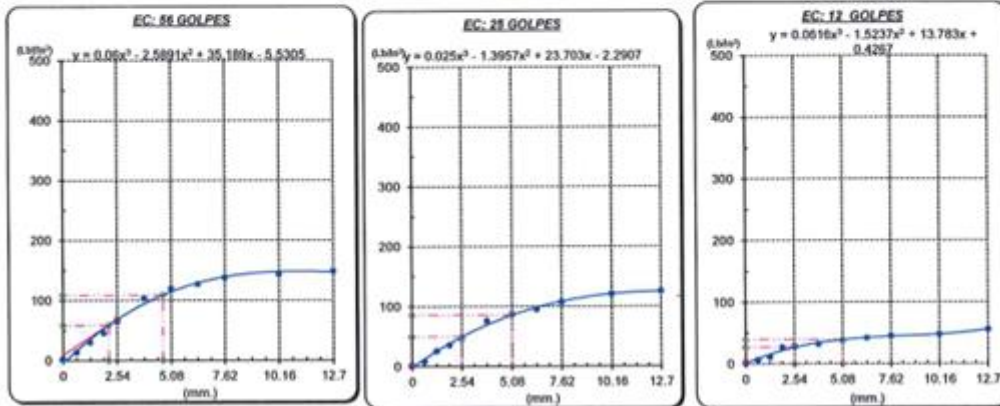


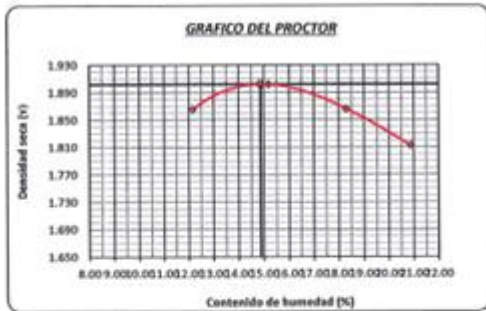
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.902 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.807 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.88 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	4 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 203\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

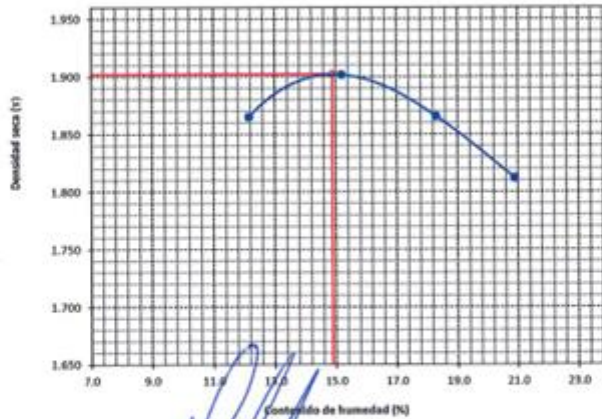
CALICATA: C-03 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA: FP 0.50% CR 25%

Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g 6090	6180	6195	6180
Peso del molde	g 4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g 1907.48	1997.48	2012.48	1997.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup> 911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup> 2.092	2.190	2.207	2.190

Nº Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g 256.50	310.50	288.50	245.60
Peso del suelo seco + tara	g 232.00	277.00	254.00	210.50
Peso de tara	g 30.50	56.50	65.60	42.50
Peso de agua	g 24.5	33.5	34.5	35.1
Peso de suelo seco	g 201.5	220.5	188.5	168
Contenido de agua	% 12.2	15.2	18.3	20.9
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup> 1.865	1.902	1.865	1.812

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.902	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.88	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 204 \_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Teste : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CATEGORÍA : C-03 PROFUNDEIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 25%

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-7				A-8				A-9				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				13				
CONDICION DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12460		12950		11950		12580		11890		12380		
Peso de molde (g)		7855		7855		7903		7903		7828		7828		
Peso del suelo húmedo (g)		4605		5095		4047		4677		4062		4552		
Volumen del molde (cc)		2117		2117		2119		2119		2125		2125		
Densidad húmeda (g/cc)		2.175		2.407		1.910		2.207		1.912		2.128		
% de humedad		13.58		24.42		14.06		29.89		15.09		26.61		
Densidad seca (g/cc)		1.915		1.934		1.674		1.699		1.661		1.681		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		356.0	356.0	6095	6095	380.0	380.0	4677	4677	465.0	465.0	4522.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		319.0	319.0	4605	4605	320.0	320.0	4047	4047	410.0	410.0	4062.0		
Peso del Agua (gr.)		37.0	37.0	490.0	490.0	40.0	40.0	630.0	630.0	55.0	55.0	460.0		
Peso del tarro (gr.)		46.5	46.5	0	0	35.6	35.6	0	0	45.6	45.6	0		
Peso del suelo seco (gr.)		272.5	272.5	4518.5	4518.5	284.4	284.4	3980.4	3980.4	364.4	364.4	3995.6		
% de humedad		13.58	13.58	24.42	24.42	14.06	14.06	29.89	29.89	15.09	15.09	26.61		
Promedio de Humedad (%)		13.58		24.42		14.06		29.89		15.09		26.61		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
						Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%	
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/06/2023	14.3	24	0.6	0.015		0.6	0.015		0.5	0.013				
2/06/2023	14.3	48	4.8	0.113		2.9	0.073		2.9	0.073				
3/06/2023	14.3	72	5.9	0.140		3.9	0.098		3.8	0.095				
4/06/2023	14.3	96	6.8	0.170		6.8	0.183		6.5	0.183				
			4.57	total	3.72	4.57	total	3.56	4.57	total	3.56			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STANO.	MOLODE N° A-7				MOLODE N° A-8				MOLODE N° A-9			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect Dial	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lect Dial	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lect Dial	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	25	12			15	8			10	6		
1.270	0.050	1'00"	68	28			45	19			25	12		
1.910	0.075	1'30"	115	46			78	32			65	27		
2.540	0.100	2'00"	150	59	54.6	5.5	95	38	29.8	3.0	89	35	29.1	2.9
3.810	0.150	3'00"	236	92			145	57			97	39		
5.080	0.200	4'00"	275	107	102.8	6.9	17	9	55.9	3.7	102	41	43.5	2.9
6.350	0.250	5'00"	310	121			210	82			112	44		
7.620	0.300	6'00"	365	142			245	95			124	49		
10.180	0.400	8'00"	399	156			280	101			136	54		
12.700	0.500	10'00"	460	184			310	121			149	55		

Henry Rivasdeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 205 Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

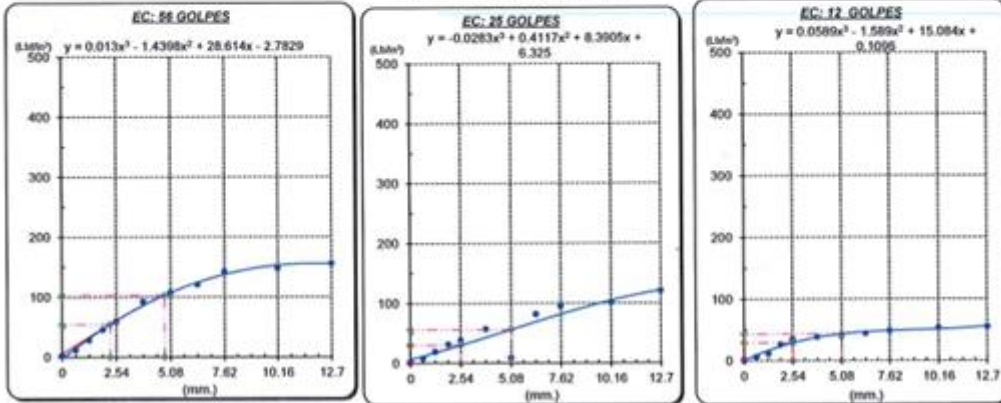


Tesista : Jhosef Aldair Melca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



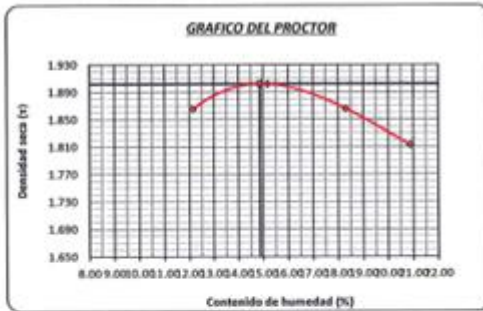
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.902 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.807 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.88 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	5 %	7 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	4 %	12 %



*Henry Ruedeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 206\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Ihsoséf Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-03  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

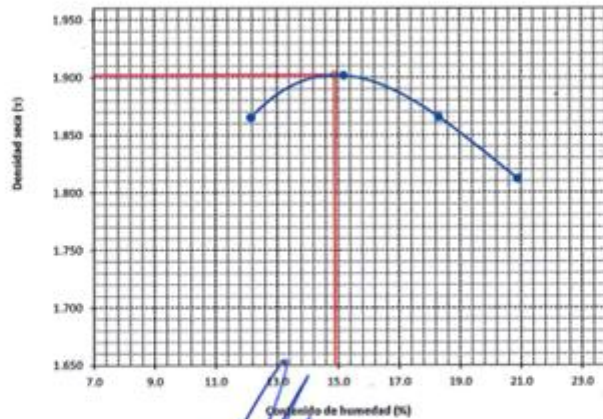
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	6090	6180	6195	6180
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1907.48	1997.48	2012.48	1997.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.092	2.190	2.207	2.190

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	256.50	310.50	288.50	245.60
Peso del suelo seco + tara	g	232.00	277.00	254.00	210.50
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	24.5	33.5	34.5	35.1
Peso de suelo seco	g	201.5	220.5	188.5	168
Contenido de agua	%	12.2	15.2	18.3	20.9
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.865	1.902	1.865	1.812

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.902	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.88	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas Encygra Obilias  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



Ilustración 207\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la Influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALECATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-4				A-5				A-6					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12490		12859		12150		12629		11799		12310			
Peso de molde (g)	7843		7843		7671		7671		7840		7840			
Peso del suelo húmedo (g)	4647		5007		4479		4949		3959		4470			
Volumen del molde (cc)	2122		2122		2125		2125		2132		2132			
Densidad húmeda (g/cc)	2.190		2.360		2.108		2.329		1.853		2.097			
% de humedad	14.32		22.22		15.05		25.74		14.99		28.36			
Densidad seca (g/cc)	1.916		1.931		1.832		1.852		1.611		1.633			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	560.5	560.5	5007	5007	360.5	360.5	4949	4949	510.6	510.6	4470.0	4470.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	496.0	496.0	4647	4647	318.0	318.0	4479	4479	450.0	450.0	3950.0	3950.0		
Peso del Agua (gr.)	64.5	64.5	360.0	360.0	42.5	42.5	470.0	470.0	60.6	60.6	520.0	520.0		
Peso del tarro (gr.)	45.6	45.6	0	0	35.6	35.6	0	0	45.6	45.6	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	450.4	450.4	4559.7	4559.7	282.4	282.4	4308.4	4308.4	404.4	404.4	3687.4	3687.4		
% de humedad	14.32	14.32	22.22	22.22	15.05	15.05	25.74	25.74	14.99	14.99	28.36	28.36		
Promedio de Humedad (%)	14.32		22.22		15.05		25.74		14.99		28.36			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.6	0.015	1	0.025	0.5	0.013						
2/06/2023	14.3	48	3.9	0.098	4.1	0.103	3.6	0.090						
3/06/2023	14.3	72	4.8	0.120	6.8	0.145	4.8	0.120						
4/06/2023	14.3	96	6.2	0.155	6.7	0.168	5.9	0.148						
			4.57	total	3.39	total	4.57	total	3.67	total	3.23			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lb/in <sup>2</sup>	Lb/in <sup>2</sup>	Lb/in <sup>2</sup>	%	Lb/in <sup>2</sup>	Lb/in <sup>2</sup>	Lb/in <sup>2</sup>	%	Lb/in <sup>2</sup>	Lb/in <sup>2</sup>	Lb/in <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	20	10			10	6			8	5		
1.270	0.050	1'00"	55	24			45	19			25	12		
1.910	0.075	1'30"	114	45			121	48			79	32		
2.540	0.100	2'00"	165	65	59.1	5.9	136	53	49.7	5.0	96	38	32.9	3.3
3.810	0.150	3'00"	256	100			175	68			181	40		
5.080	0.200	4'00"	398	116	110.6	7.4	190	74	75.7	5.0	125	49	50.1	3.3
6.350	0.250	5'00"	325	127			234	91			136	54		
7.620	0.300	6'00"	375	140			175	68			145	57		
10.160	0.400	8'00"	415	162			310	121			182	60		
12.700	0.500	10'00"	407	165			351	137			160	63		

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

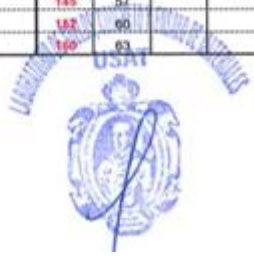


Ilustración 208\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhossef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

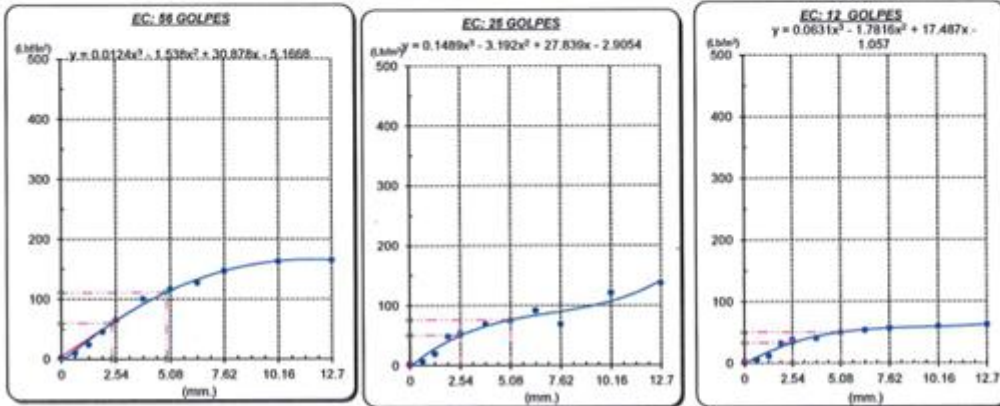


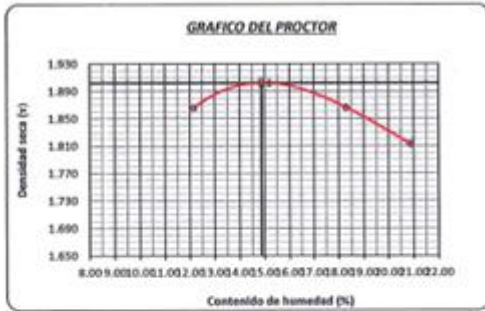
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.902 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.807 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.88 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	5 %	5 %



*Henry Rivadeneira Oblitos*  
 Henry Rivadeneira Oblitos  
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 USAT  
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 209\_ Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhossef Aldair Maica Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

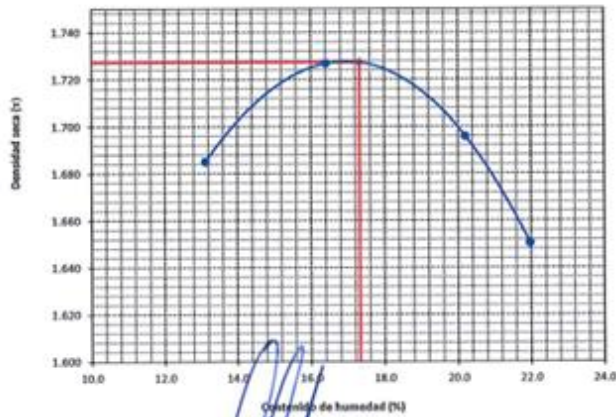
**CALICATA** : C-03  
**MUESTRA** : FP 0.75% CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g.	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g.	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g.	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g.	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.727</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>17.32</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry*  
**Henry**  
**Rivadeneira**  
**Oblitas**  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



*Ilustración 210\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CATEGORÍA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
	5				5				5					
Nº Capas por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado	Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12789		12980		12610		12540		11740		12045			
Peso de molde (p)	8473		8473		8281		8281		8029		8029			
Peso del suelo húmedo (g)	4307		4507		4329		4259		3711		4016			
Volumen del molde (cc)	2128		2120		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)	2.032		2.128		2.050		2.017		1.756		1.901			
% de humedad	17.83		22.56		18.25		16.60		17.23		25.57			
Densidad seca (p/cc)	1.724		1.735		1.733		1.729		1.498		1.514			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	245.6	245.6	4507	4507	210.4	210.4	4259	4259	236.5	236.5	4016.0			
Tarro + Suelo seco ( gr. )	214.0	214.0	4307	4307	185.0	185.0	4329	4329	210.0	210.0	3711.0			
Peso del Agua ( gr. )	31.6	31.6	200.0	200.0	25.4	25.4	-70.0	-70.0	26.5	26.5	305.0			
Peso del tarro ( gr. )	36.8	36.8	0	0	45.8	45.8	0	0	56.2	56.2	0			
Peso del suelo seco ( gr. )	177.2	177.2	4234.0	4234.0	130.2	130.2	4255.2	4255.2	153.8	153.8	3656.2			
% de humedad	17.83	17.83	22.56	22.56	18.25	18.25	16.60	16.60	17.23	17.23	25.57			
Promedio de Humedad (%)	17.83		22.56		18.25		16.60		17.23		25.57			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.8	0.020		0.8	0.015		0.2	0.005				
3/09/2022	14.3	48	1.4	0.035		1.6	0.040		0.6	0.015				
4/09/2022	14.3	72	1.9	0.048		1.9	0.048		1.2	0.030				
4/09/2022	14.3	96	2.4	0.060		2.6	0.065		1.8	0.045				
			4.57	total	1.31	4.57	total	1.42	4.57	total	0.99			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
				Lbs/in <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%		Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>		%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
mm.	polg.	Lbs/in <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%		
0.000	0.000	0'00"	0	2		0	2		0	2				
0.640	0.025	0'30"	26	66		21	54		18	41				
1.270	0.050	1'00"	43	107		33	83		24	61				
1.910	0.075	1'30"	68	144		46	115		31	78				
2.540	0.100	2'00"	89	171	116.3	11.6	53	132	121.5	12.1	42	105		
3.810	0.150	3'00"	75	185			57	141			49	122		
5.080	0.200	4'00"	86	212	234.8	15.7	64	158	171.6	11.4	52	129		
6.350	0.250	5'00"	92	227			72	178			56	139		
7.620	0.300	6'00"	98	241			78	195			61	151		
10.180	0.400	8'00"	112	279			86	212			63	156		
12.700	0.500	10'00"	128	319			91	224			65	171		

  
 Henry Rivas de la Cruz  
 Oblietas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



Ilustración 211\_ Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

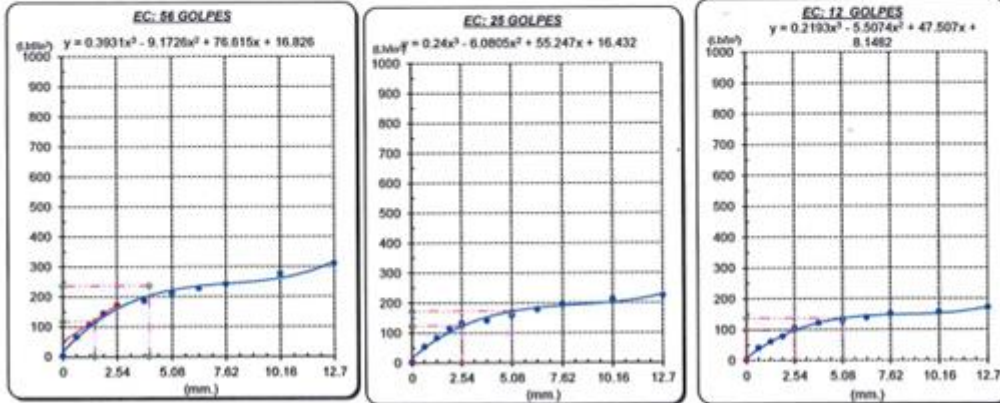


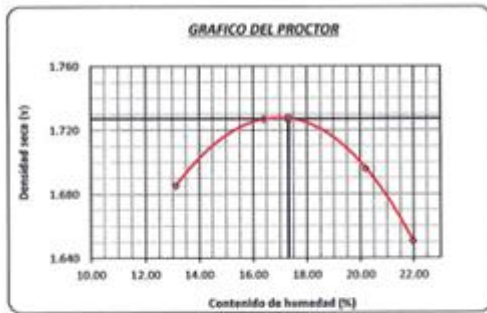
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	12 %	11 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	11 %	11 %



*Henry Rivadeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 212\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (86000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))**  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CALCATA** : C-03  
**MUESTRA** : FP 0.75% CR 25%

**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

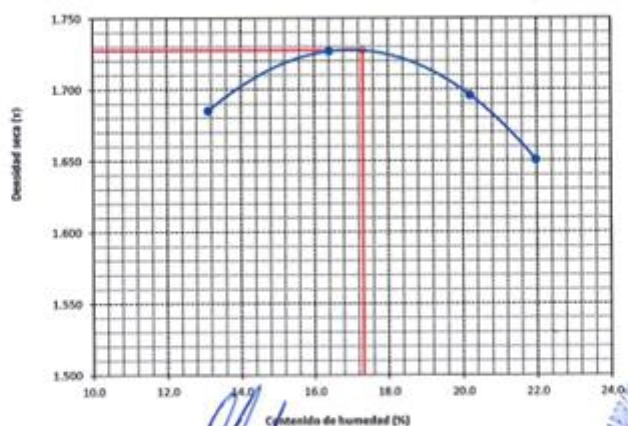
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.60	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.727	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	17.32	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivas Encyru  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo



*Ilustración 213\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 25%

COMPACTACIÓN																
Nº Molde	A-1				A-2				A-3							
Nº Capa	5				5				5							
Nº Golpes por capa	56				25				12							
CONDICION DE LA MUESTRA																
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	11990	12340	11690	12040	11690	12040	11690	12040	11690	12040	11690	12040				
Peso de molde (g)	7843	7843	7843	7843	7843	7843	7843	7843	7843	7843	7843	7843				
Peso del suelo húmedo (g)	4147	4497	4019	4369	4019	4369	4019	4369	4019	4369	4019	4369				
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2113	2113	2113	2113				
Densidad húmeda (g/cc)	1.956	2.121	1.903	2.069	1.903	2.069	1.903	2.069	1.817	2.007	1.817	2.007				
% de humedad	13.16	21.74	13.41	22.27	13.41	22.27	13.41	22.27	14.33	24.91	14.33	24.91				
Densidad seca (g/cc)	1.729	1.742	1.678	1.692	1.678	1.692	1.678	1.692	1.590	1.606	1.590	1.606				
HUMEDAD																
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	410.2	410.2	4497	4497	385.6	385.6	4369	4369	412.5	412.5	4240.0	4240.0				
Tarro + Suelo seco ( gr. )	362.5	362.5	4147	4147	340.0	340.0	4019	4019	360.8	360.8	3840.0	3840.0				
Peso del Agua ( gr. )	47.7	47.7	350.0	350.0	45.6	45.6	350.0	350.0	51.7	51.7	400.0	400.0				
Peso del tarro ( gr. )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Peso del suelo seco ( gr. )	362.5	362.5	4078.5	4078.5	340.0	340.0	3952.7	3952.7	360.8	360.8	3779.9	3779.9				
% de humedad	13.16	13.16	21.74	21.74	13.41	13.41	22.27	22.27	14.33	14.33	24.91	24.91				
Promedio de Humedad (%)	13.16	13.16	21.74	21.74	13.41	13.41	22.27	22.27	14.33	14.33	24.91	24.91				
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2/09/2022	14.3	24	0.6	0.015	0.5	0.013	0.8	0.020	0.8	0.020	0.020					
3/09/2022	14.3	48	1.1	0.028	1.4	0.035	1.4	0.035	1.4	0.035	0.035					
4/09/2022	14.3	72	1.4	0.035	1.6	0.040	1.9	0.048	1.9	0.048	0.048					
4/09/2022	14.3	96	1.9	0.048	2.1	0.053	2.4	0.060	2.4	0.060	0.060					
			4.57	total 1.04	4.57	total 1.15	4.57	total 1.31	4.57	total 1.31	4.57					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Levt. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Levt. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Levt. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%		
mm.	ps/g.	Lbf/in <sup>2</sup>														
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2				
0.640	0.025	0'30"	31	78	23	58	14	36	14	36	14	36				
1.270	0.050	1'00"	46	115	34	85	23	58	23	58	23	58				
1.910	0.075	1'30"	58	144	46	115	34	85	34	85	34	85				
2.540	0.100	2'00"	69	171	53	132	46	115	46	115	46	115	103.7	50.4		
3.810	0.150	3'00"	76	188	61	151	53	132	53	132	53	132				
5.080	0.200	4'00"	89	219	69	171	69	171	69	171	69	171	150.0	50.0		
6.350	0.250	5'00"	95	234	73	180	62	154	62	154	62	154				
7.620	0.300	6'00"	104	256	76	188	67	166	67	166	67	166				
10.160	0.400	8'00"	115	285	82	202	72	176	72	176	72	176				
12.700	0.500	10'00"	123	302	88	219	77	188	77	188	77	188				

Henry Ribadeneira Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Ilustración 214\_ Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

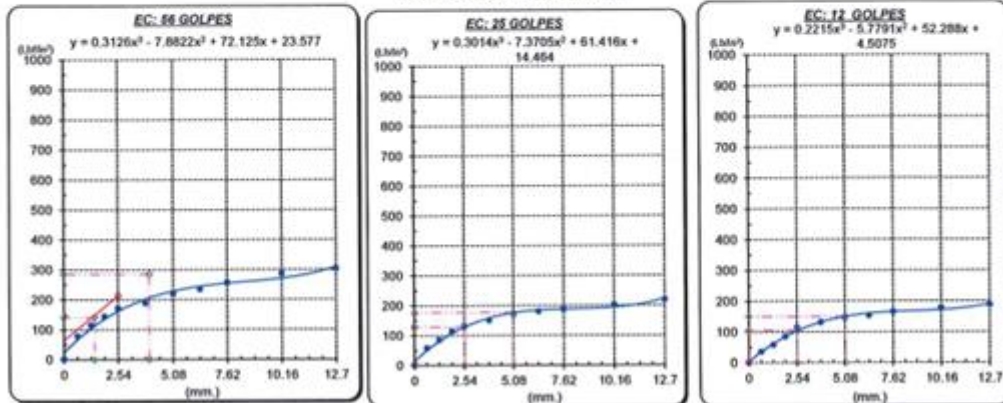


Testista : Jhossel Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883 -

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



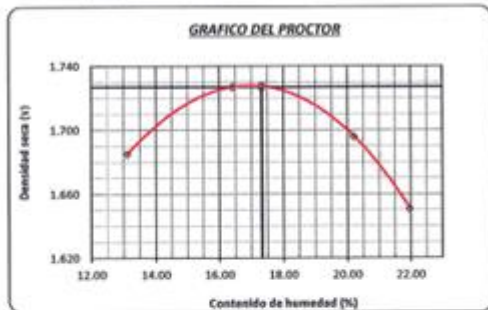
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	14 %	19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	11 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica

USAT  
 LA UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 215\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhosef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAJUKATA** : C-03  
**MUESTRA** : FP 0.75% CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

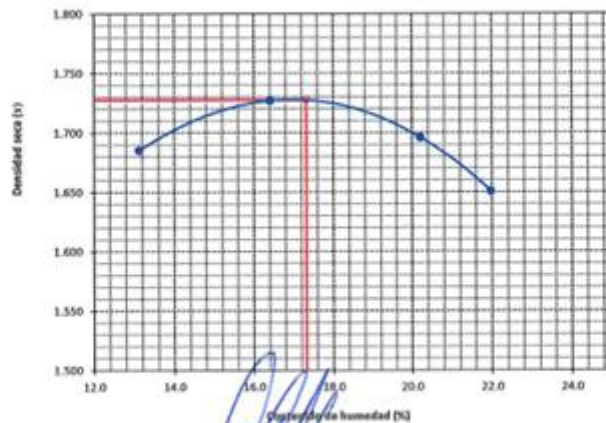
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.096	1.650

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.727	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	17.32	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivadeneira Obllitas  
 Tec. Laboratorio USAT



*Ilustración 216\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Teñista : Jhosef Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 25%

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-8				A-5				A-4				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12832	12852	12780	12990	12792	12844	12792	12844	12792	12844			
Peso de molde (g)		8690	8690	8686	8686	8686	8686	8686	8686	8686	8686			
Peso del suelo húmedo (g)		4142	4162	4104	4304	2906	3748	2906	3748	2906	3748			
Volumen del molde (cc)		1999	1999	2065	2065	2192	2192	2192	2192	2192	2192			
Densidad húmeda (g/cc)		2.072	2.082	1.987	2.084	1.686	1.710	1.686	1.710	1.686	1.710			
% de humedad		17.50	17.99	17.61	22.56	17.87	19.30	17.87	19.30	17.87	19.30			
Densidad seca (g/cc)		1.763	1.765	1.690	1.701	1.431	1.433	1.431	1.433	1.431	1.433			
HUMEDAD														
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		170.1	170.1	4162	4162	256.6	256.6	4304	4304	167.1	167.1			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		148.9	148.9	4142	4142	218.1	218.1	4104	4104	146.0	146.0			
Peso del Agua ( gr. )		21.2	21.2	20.0	20.0	38.4	38.4	200.0	200.0	21.0	21.0			
Peso del tarro ( gr. )		28.09	28.09	0	0	0	0	0	0	28.29	28.29			
Peso del suelo seco ( gr. )		120.8	120.8	4070.2	4070.2	218.1	218.1	4035.8	4035.8	117.7	117.7			
% de humedad		17.50	17.50	17.99	17.99	17.61	17.61	22.56	22.56	17.87	17.87			
Promedio de Humedad (%)		17.50	17.99	17.61	22.56	17.87	19.30	17.87	19.30	17.87	19.30			
EXPANSIÓN														
FECHA	HDRA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/05/2023	14.3	0	0.3	0	0	1.5	0	0	0.3	0	0			
11/05/2023	14.3	24	0.33	0.008		1.7	0.043		0.33	0.008				
12/05/2023	14.3	48	0.38	0.010		2.1	0.053		0.5	0.013				
13/05/2023	14.3	72	0.4	0.010		3.4	0.085		0.74	0.019				
14/05/2023	14.3	96	0.45	0.011		3.2	0.080		0.8	0.020				
			4.57	total	0.25	4.57	total	1.75	4.57	total	0.44			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-8				MOLDE N° A-5				MOLDE N° A-4			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	26	66	20	51	14	36	14	36	14	36		
1.270	0.050	1'00"	45	112	36	90	22	56	22	56	22	56		
1.910	0.075	1'30"	58	144	49	122	34	85	34	85	34	85		
2.540	0.100	2'00"	69	171	110.2	11.6	63	132	120.6	12.1	39	97		
3.810	0.150	3'00"	76	188	64	156	43	107	43	107	43	107		
5.080	0.200	4'00"	95	234	234.9	15.7	78	193	191.4	12.8	51	127		
6.350	0.250	5'00"	99	244			86	212			60	149		
7.820	0.300	6'00"	104	256			92	227			68	171		
10.160	0.400	8'00"	116	285			98	241			75	185		
12.700	0.500	10'00"	126	300			101	249			80	198		

Henry Rivas Encaya Oblitos  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 217\_ Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis : Jhosef Albán Moica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 0.75% CR 25%

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

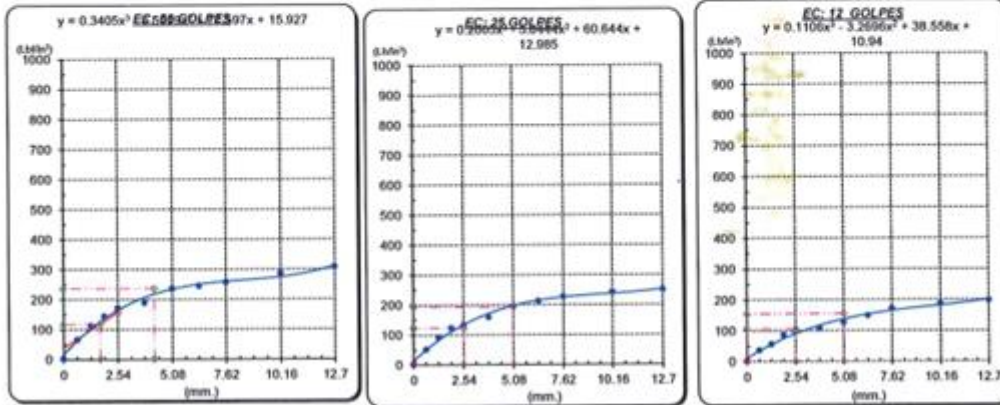


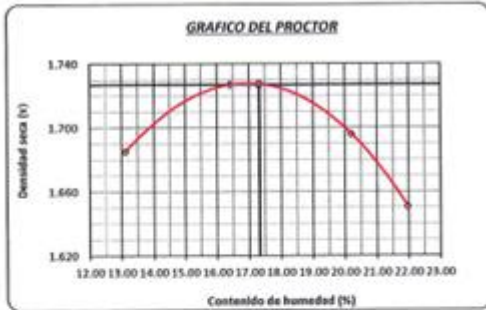
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12 %	12 %



*Henry Rivasdeneyra Obillos*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 218\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (86000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhosef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

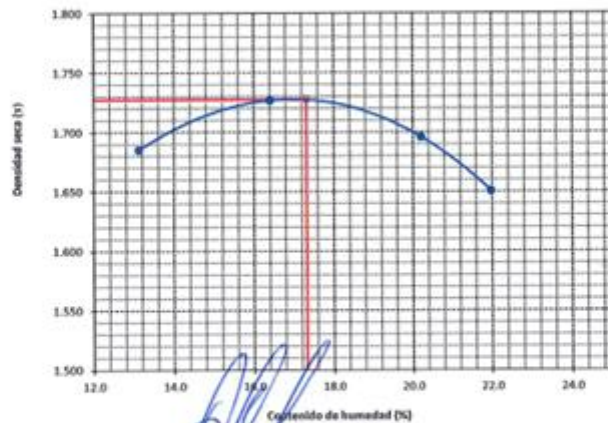
**CAJACASTA** : C-03  
**MUESTRA** : FP 0.75% CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5690	5789	5816	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1816	1915	1942	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.906	2.010	2.038	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		T-16	F-3	G-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	296.30	226.30	209.50	176.50
Peso del suelo seco + tara	g	268.00	201.00	182.00	152.00
Peso de tara	g	52.30	46.80	45.90	40.50
Peso de agua	g	28.3	25.3	27.5	24.5
Peso de suelo seco	g	215.7	154.2	136.1	111.5
Contenido de agua	%	13.1	16.4	20.2	22.0
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.727	1.696	1.650

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.727	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	17.32	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas Obites  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 219\_ Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Técnica : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Fests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAECATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 25%

COMPACTACIÓN														
		A-5				A-7				A-8				
Nº Molde		5				5				5				
Nº Capa		56				25				12				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		13304	13334	12799	12990	12606	12760	12606	12760	12606	12760	12760		
Peso de molde (g)		8836	8836	8690	8690	8690	8690	8690	8690	8690	8690	8690		
Peso del suelo húmedo (g)		4468	4498	4100	4300	3916	4070	3916	4070	3916	4070	4070		
Volumen del molde (cc)		2196	2196	2097	2097	2099	2099	2099	2099	2099	2099	2099		
Densidad húmeda (g/cc)		2.035	2.048	1.955	2.051	1.949	2.026	1.949	2.026	1.949	2.026	2.026		
% de humedad		17.53	18.22	17.97	17.97	22.93	22.93	18.03	18.03	22.03	22.03	22.03		
Densidad seca (g/cc)		1.731	1.733	1.657	1.668	1.651	1.660	1.651	1.660	1.651	1.660	1.660		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		94.6	94.6	4488	4488	325.6	325.6	4300	4300	91.0	91.0	4070.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		84.8	84.6	4468	4468	276.0	276.0	4100	4100	81.4	81.4	3916.0		
Peso del Agua (gr.)		10.0	10.0	30.0	30.0	49.6	49.6	200.0	200.0	9.6	9.6	154.0		
Peso del tarro (gr.)		27.75	27.75	0	0	0	0	0	0	28.11	28.11	0		
Peso del suelo seco (gr.)		56.8	56.8	4392.0	4392.0	276.0	276.0	4033.2	4033.2	53.3	53.3	3852.4		
% de humedad		17.53	17.53	18.22	18.22	17.97	17.97	22.93	22.93	18.03	18.03	22.03		
Promedio de Humedad (%)		17.53	18.22	17.97	17.97	22.93	22.93	18.03	18.03	22.03	22.03	22.03		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/05/2023	14.3	0	1.1	0	0	1.5	0	0	0.61	0	0			
11/05/2023	14.3	24	1.66	0.042		1.7	0.043		1.44	0.036				
12/05/2023	14.3	48	3	0.075		2.1	0.053		1.62	0.041				
13/05/2023	14.3	72	3	0.075		3.4	0.085		2.6	0.065				
14/05/2023	14.3	96	3	0.075		3.2	0.080		3.5	0.088				
			4.57	total	1.64	4.57	total	1.75	4.57	total	1.92			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-8				MOLDE Nº A-7				MOLDE Nº A-5			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Libra	kg	Libra	kg	Libra	kg	Libra	kg	Libra	kg	Libra	kg
mm.	psig.	Lbf/in <sup>2</sup>	Levt. Dial	Lkt/ pulg	Lkt/ pulg	%	Levt. Dial	Lkt/ pulg	Lkt/ pulg	%	Levt. Dial	Lkt/ pulg	Lkt/ pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	28	13			25	12			45	19		
1.270	0.050	1'00"	155	61			142	56			138	54		
1.910	0.075	1'30"	280	113			265	103			242	94		
2.540	0.100	2'00"	350	137	151.1	15.1	352	137	129.6	13.0	330	129	120.6	12.1
3.810	0.150	3'00"	595	199			480	188			428	168		
5.080	0.200	4'00"	578	228	281.1	18.7	505	199	204.2	13.6	485	191	190.0	12.7
6.350	0.250	5'00"	617	244			565	223			523	206		
7.620	0.300	6'00"	649	254			675	227			554	219		
10.160	0.400	8'00"	680	271			645	256			595	239		
12.700	0.500	10'00"	720	277			680	271			685	269		

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 220\_ Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 0.75% CR 25%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

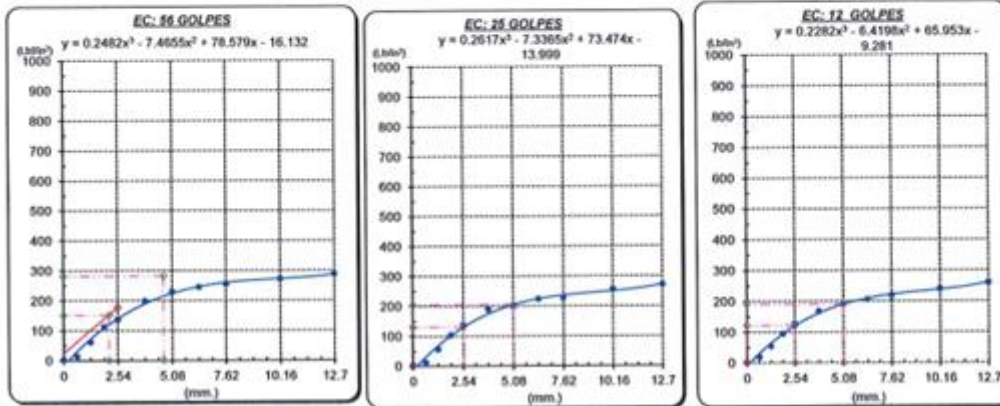


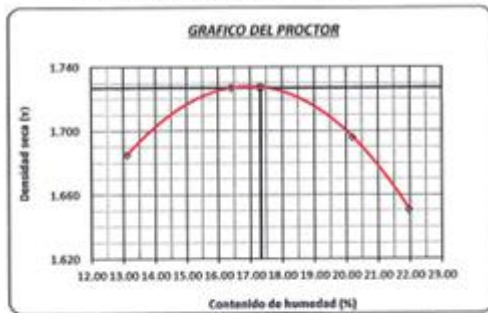
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.727 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.641 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	17.32 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	15 %	18 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	12 %	13 %



*[Handwritten signature]*  
 Henry Rivas Obregon  
 Obregon  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

*[Handwritten signature]*  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 221\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (80000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

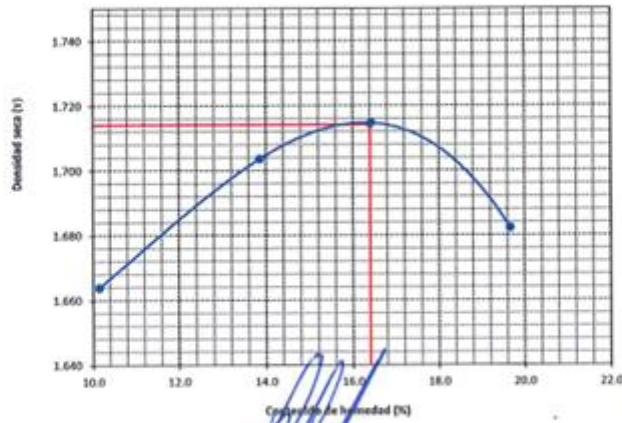
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5722	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1848	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.940	1.996	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.703	1.715	1.682

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.714	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 222\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-03  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	12825	13210	12310	12780	12088	12384	12088	12384	12088	12384	12088	12384		
Peso de molde (g)	8295	8295	8395	8395	8453	8453	8453	8453	8453	8453	8453	8453		
Peso del suelo húmedo (g)	4530	4915	3915	4385	3635	3931	3635	3931	3635	3931	3635	3931		
Volumen del molde (cc)	2280	2280	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112	2112		
Densidad húmeda (g/cc)	1.987	2.156	1.854	2.062	1.711	1.840	1.711	1.840	1.711	1.840	1.711	1.840		
% de humedad	15.78	24.43	15.95	27.36	16.59	24.61	16.59	24.61	16.59	24.61	16.59	24.61		
Densidad seca (g/cc)	1.718	1.732	1.599	1.619	1.467	1.482	1.467	1.482	1.467	1.482	1.467	1.482		
HUMEDAD														
Tarro Nº	-													
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	275.8	275.8	4915	4915	214.8	214.8	4355	4355	198.5	198.5	3901.0	3901.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	245.0	245.0	4530	4530	185.0	185.0	3915	3915	177.5	177.5	3615.0	3615.0		
Peso del Agua (gr.)	30.8	30.8	385.0	385.0	29.5	29.5	440.0	440.0	21.0	21.0	286.0	286.0		
Peso del tarro (gr.)	49.87	49.87	0	0	0	0	0	0	50.89	50.89	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	195.1	195.1	4453.6	4453.6	185.0	185.0	3853.4	3853.4	126.6	126.6	3562.7	3562.7		
% de humedad	15.78	15.78	24.43	24.43	15.95	15.95	27.36	27.36	16.59	16.59	24.61	24.61		
Promedio de Humedad (%)	15.78	15.78	24.43	24.43	15.95	15.95	27.36	27.36	16.59	16.59	24.61	24.61		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN Pulg.		DIAL		EXPANSIÓN Pulg.		DIAL		EXPANSIÓN Pulg.	
10/05/2023	14.3	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11/05/2023	14.3	24	0.9	0.023	0	0	1.6	0.040	0.6	0.015	0	0	0	0
12/05/2023	14.3	48	1.4	0.035	0	0	1.8	0.045	1.5	0.038	0	0	0	0
13/05/2023	14.3	72	1.8	0.045	0	0	2.1	0.053	1.8	0.045	0	0	0	0
14/05/2023	14.3	96	2.9	0.073	0	0	2.6	0.065	2.4	0.060	0	0	0	0
			4.57	total	1.50	total	4.57	total	1.42	total	4.57	total	1.31	total
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Leat. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Leat. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Leat. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
0.640	0.025	0'30"	8	24	6	17	2	7	2	7	2	7	2	7
1.270	0.050	1'00"	28	66	19	49	12	32	12	32	12	32	12	32
1.910	0.075	1'30"	46	115	26	66	18	46	18	46	18	46	18	46
2.540	0.100	2'00"	78	193	46	115	123.1	12.3	23	58	66.5	6.7	23	58
3.810	0.150	3'00"	96	237	86	212	40	100	40	100	40	100	40	100
5.080	0.200	4'00"	115	283	105	256	221.8	14.8	56	139	130.5	8.7	56	139
6.350	0.250	5'00"	126	310	112	276	70	173	70	173	70	173	70	173
7.620	0.300	6'00"	130	319	112	276	85	210	85	210	85	210	85	210
10.160	0.400	8'00"	135	332	126	310	92	227	92	227	92	227	92	227
12.700	0.500	10'00"	165	405	132	324	92	227	92	227	92	227	92	227

Henry Rivas Encinas Obispo  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 223\_Ensayo CBR C-03+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhosef Aldair Melca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.0% CR 25%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

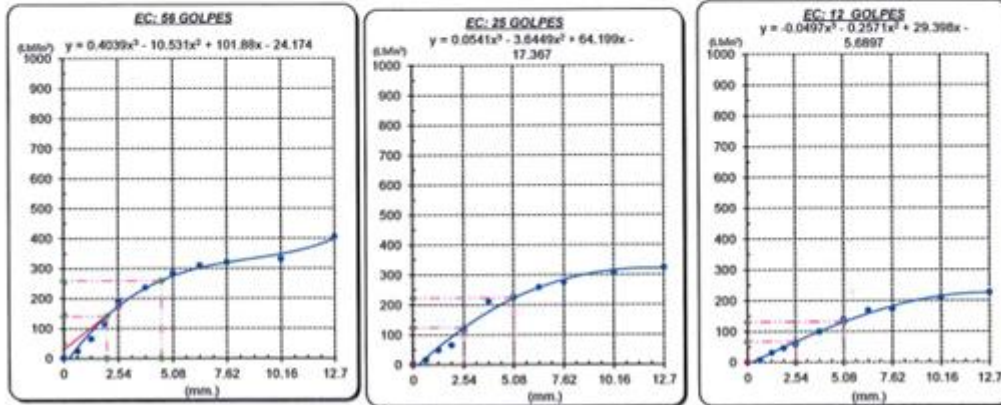


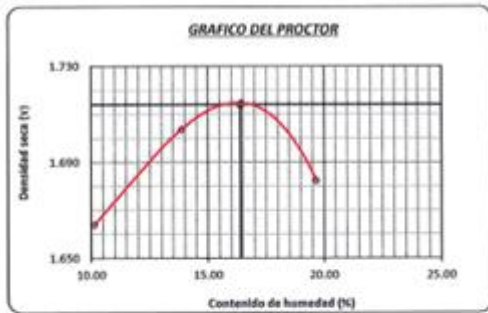
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.714 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.628 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	6.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	14 %	17 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	14 %	10 %



*Jhosef Aldair Melca Huaman*  
 Jhosef Melca Huaman  
 Obllitas  
 Ing. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 224\_Ensayo CBR C-03+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CLASIFICACIÓN:** C-03  
**MUESTRA:** FP 1.0% CR 25% **PROFUNDIDAD:** 1.00 m - 1.50 m

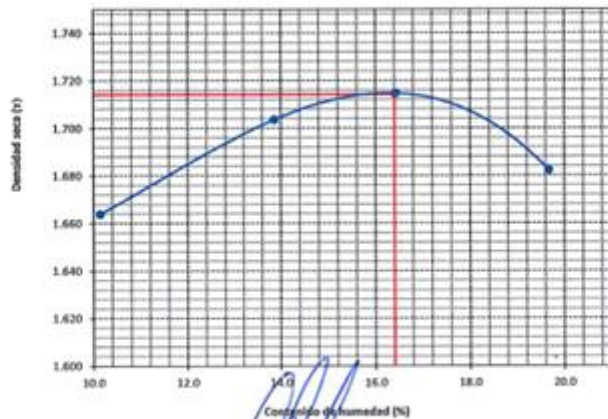
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5722	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1848	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.940	1.996	2.013

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	228.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.703	1.715	1.682

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.714	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	16.40	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Ruedencyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



*Ilustración 225\_ Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Testis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJICATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12090		12240		11520		12140		11320		11880		
Peso de molde (g)		7843		7843		7671		7671		7840		7840		
Peso del suelo húmedo (g)		4247		4397		3849		4469		3480		4040		
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2112		2112		2113		2113		
Densidad húmeda (g/cc)		2.003		2.074		1.822		2.116		1.647		1.912		
% de humedad		16.95		20.54		10.98		33.33		17.02		33.34		
Densidad seca (g/cc)		1.713		1.721		1.558		1.587		1.407		1.434		
HUMEDAD														
Taro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Taro + Suelo húmedo (gr.)		245.6	245.6	4397	4397	189.5	189.5	4469	4469	210.4	210.4	4040.0		
Taro + Suelo seco (gr.)		210.0	210.0	4247	4247	162.0	162.0	3849	3849	179.8	179.8	3480.0		
Peso del Agua (gr.)		35.6	35.6	150.0	150.0	27.5	27.5	620.0	620.0	30.6	30.6	560.0		
Peso del taro (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		210.0	210.0	4175.5	4175.5	162.0	162.0	3790.0	3790.0	179.8	179.8	3431.7		
% de humedad		16.95	16.95	20.54	20.54	10.98	10.98	33.33	33.33	17.02	17.02	33.34		
Promedio de Humedad (%)		16.95		20.54		10.98		33.33		17.02		33.34		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
1/09/2022	14.3	0	0.3	0	0	0.1	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.8	0.020		0.5	0.013		0.9	0.023				
3/09/2022	14.3	48	1.1	0.028		1.4	0.035		1.6	0.038				
4/09/2022	14.3	72	1.8	0.045		1.9	0.048		2.4	0.060				
4/09/2022	14.3	96	2.6	0.065		2.8	0.070		2.6	0.065				
			4.57	total	1.42	4.57	total	1.53	4.57	total	1.42			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Lbs/in <sup>2</sup>	Levt. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levt. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Levt. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.040	0.025	0'30"	9	24			7	19			2	7		
1.270	0.050	1'00"	21	54			15	40			10	27		
1.910	0.075	1'30"	42	105			24	61			16	41		
2.540	0.100	2'00"	68	168	132.0	13.2	36	90	112.5	11.3	23	58	64.7	6.5
3.810	0.150	3'00"	95	234			76	188			40	100		
5.080	0.200	4'00"	105	258	243.1	16.2	92	227	210.7	14.0	56	139	136.8	9.3
6.350	0.250	5'00"	112	276			105	256			76	188		
7.620	0.300	6'00"	126	318			112	278			85	210		
10.160	0.400	8'00"	138	339			123	302			92	227		
12.700	0.500	10'00"	152	375			139	341			105	258		

Henry Rivas Encayra  
 Oblitos  
 Tec. Laboratorista  
 USAT



Ilustración 226\_Ensayo CBR C-03+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhossel Aldair Matca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

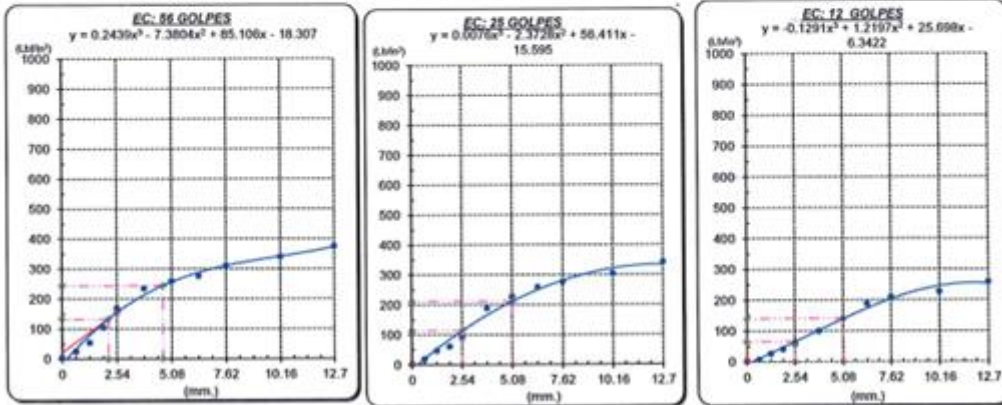


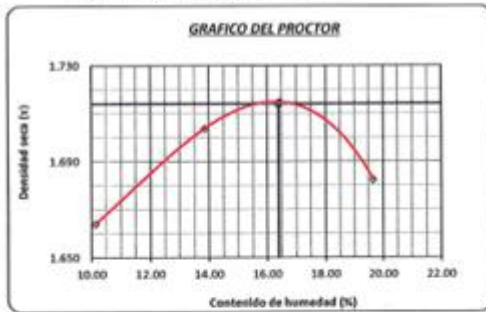
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.714 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.628 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	6.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	13 %	16 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	13 %	16 %



*[Signature]*  
 Henry Rivas  
 Obispo  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 227\_Ensayo CBR C-03+FP 1%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 ple-ft/ple<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tests** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAJICATA** : C-03  
**MUESTRA** : FP 1.25% CR 25%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

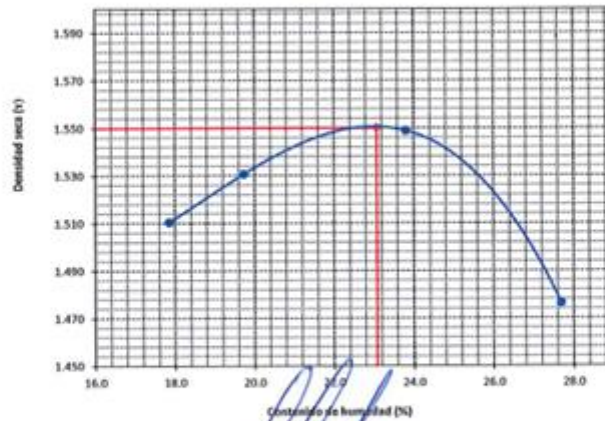
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

N° Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g.	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g.	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g.	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g.	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.550</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>23.08</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Ilustración 228\_Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 25%

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-13				A-14				A-15				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		66				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12189	12410	11680	11950	11958	11994	11958	11994	11958	11994	11994		
Peso de molde (g)		7821	7821	7868	7868	8003	8003	8003	8003	8003	8003	8003		
Peso del suelo húmedo (g)		4368	4589	3812	4142	3955	3991	3955	3991	3955	3991	3991		
Volumen del molde (cc)		2280	2280	2112	2112	2213	2213	2213	2213	2213	2213	2213		
Densidad húmeda (g/cc)		1.916	2.013	1.833	1.961	1.787	1.803	1.787	1.803	1.787	1.803	1.803		
% de humedad		22.93	28.07	22.87	22.87	29.94	23.13	29.94	23.13	24.05	24.05	24.05		
Densidad seca (g/cc)		1.558	1.572	1.492	1.509	1.452	1.454	1.452	1.454	1.452	1.454	1.454		
HUMEDAD														
Tamo N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tamo + Suelo húmedo (gr.)		298.5	298.5	4589	4589	295.5	295.5	4142	4142	236.5	236.5	3991.0		
Tamo + Suelo seco (gr.)		248.0	248.0	4368	4368	224.0	224.0	3872	3872	199.5	199.5	3955.0		
Peso del Agua (gr.)		48.5	48.5	221.0	221.0	41.5	41.5	270.0	270.0	37.0	37.0	36.0		
Peso del tamo (gr.)		36.5	36.5	0	0	42.5	42.5	0	0	39.5	39.5	0		
Peso del suelo seco (gr.)		211.5	211.5	4301.0	4301.0	181.5	181.5	3815.1	3815.1	160.0	160.0	3898.4		
% de humedad		22.93	22.93	28.07	28.07	22.87	22.87	29.94	29.94	23.13	23.13	24.05		
Promedio de Humedad (%)		22.93	28.07	22.87	22.87	29.94	23.13	24.05	24.05	24.05	24.05	24.05		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11/05/2023	14.3	24	0.4	0.010	0	0.5	0.013	0.2	0.005	0	0			
12/05/2023	14.3	48	0.5	0.013	0	0.8	0.020	0.4	0.010	0	0			
13/05/2023	14.3	72	0.9	0.023	0	0.9	0.023	0.8	0.020	0	0			
14/05/2023	14.3	96	1	0.025	0	1.1	0.028	1.1	0.028	0	0			
			4.57	total	0.55	4.57	total	0.80	4.57	total	0.60			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. LB/in <sup>2</sup>	MOLDE N° A-13				MOLDE N° A-14				MOLDE N° A-15			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.840	0.025	0'30"	30	76	20	51	15	39	15	39	15	39		
1.270	0.050	1'00"	91	224	70	188	65	161	65	161	65	161		
1.910	0.075	1'30"	104	256	80	198	75	185	75	185	75	185		
2.540	0.100	2'00"	124	305	450.9	45.1	94	232	238.0	23.8	82	202		
3.810	0.150	3'00"	126	334	104	256	86	212	86	212	86	212		
5.080	0.200	4'00"	152	373	1021.8	68.1	124	305	478.5	31.9	82	227		
6.350	0.250	5'00"	175	429	126	334	104	256	104	256	104	256		
7.620	0.300	6'00"	195	478	174	427	115	283	115	283	115	283		
10.160	0.400	8'00"	310	515	196	480	126	334	126	334	126	334		
12.700	0.500	10'00"	242	593	204	500	134	340	134	340	134	340		



Ilustración 229\_Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



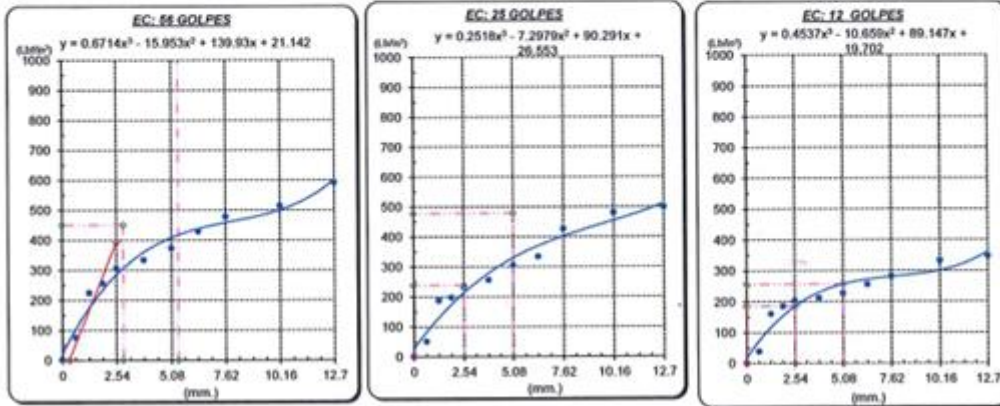
Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.25% CR 25%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



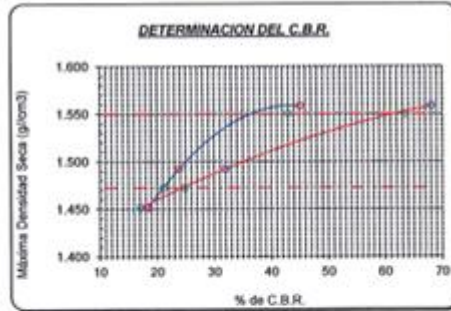
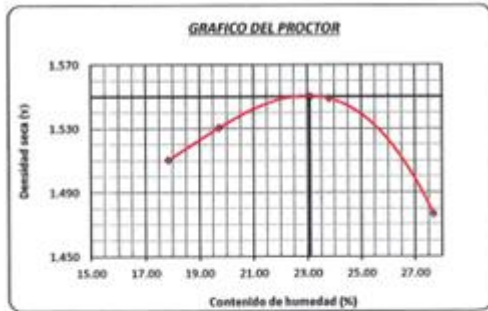
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g./cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.473 g./cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	43 %	64 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	21 %	25 %



*Henry Rivasdenegra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 230\_Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

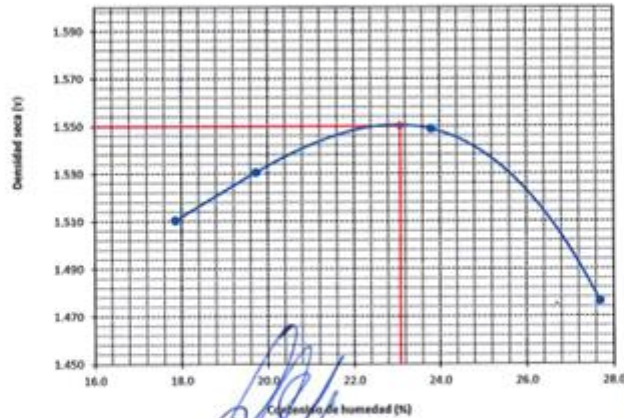
CAICATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 25%

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g	260.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.550	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	23.08	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obiols  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 231\_Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL -  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1,00 m - 1,50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 25%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-16				A-17				A-18				
Nº Capas		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12145	12410	12410	12410	11510	11680	11680	11680	11260	11214			
Peso de molde (g)		7835	7835	7835	7835	7788	7788	7788	7788	7730	7730			
Peso del suelo húmedo (g)		4310	4575	4575	4575	3722	3892	3892	3892	3538	3484			
Volumen del molde (cc)		2280	2280	2280	2280	2112	2112	2112	2112	2133	2113			
Densidad húmeda (g/cc)		1.890	2.007	2.007	2.007	1.762	1.843	1.843	1.843	1.674	1.649			
% de humedad		20.60	26.85	26.85	26.85	22.10	26.73	26.73	26.73	23.78	22.23			
Densidad seca (g/cc)		1.567	1.582	1.582	1.582	1.443	1.454	1.454	1.454	1.353	1.349			
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		156.5	156.5	457.5	457.5	298.5	298.5	389.2	389.2	298.5	298.5			
Tarro + Suelo seco (gr.)		136.0	136.0	431.0	431.0	254.0	254.0	372.2	372.2	248.0	248.0			
Peso del Agua (gr.)		20.5	20.5	266.5	266.5	44.5	44.5	177.0	177.0	50.5	50.5			
Peso del tarro (gr.)		36.5	36.5	0	0	52.6	52.6	0	0	35.6	35.6			
Peso del suelo seco (gr.)		99.5	99.5	4243.5	4243.5	201.4	201.4	3669.0	3669.0	212.4	212.4			
% de humedad		20.60	20.60	26.85	26.85	22.10	22.10	26.73	26.73	23.78	23.78			
Promedio de Humedad (%)		20.60	20.60	26.85	26.85	22.10	22.10	26.73	26.73	23.78	23.78			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
10/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11/05/2023	14.3	24	0.45	0.011	0.011	0.4	0.010	0.3	0.008	0.008	0.008			
12/05/2023	14.3	48	0.9	0.023	0.023	0.8	0.020	0.7	0.018	0.018	0.018			
13/05/2023	14.3	72	1.1	0.028	0.028	1.2	0.030	1.1	0.028	0.028	0.028			
14/05/2023	14.3	96	1.5	0.038	0.038	1.6	0.040	1.8	0.045	0.045	0.045			
			4.57	total 0.82	total 0.82	4.57	total 0.88	4.57	total 0.99	total 0.99	total 0.99			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-16				MOLDE Nº A-17				MOLDE Nº A-18			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
mm	pulg.	Lbf/in <sup>2</sup>	Test Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%	Test Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%	Test Dial	Lbf/pulg <sup>2</sup>	Lbf/pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	30	76			21	54			13	34		
1.270	0.050	1'00"	88	212			65	161			42	105		
1.910	0.075	1'30"	95	234			75	185			65	139		
2.540	0.100	2'00"	104	256	316.9	31.7	95	237	213.8	21.4	75	185	164.3	16.4
3.810	0.150	3'00"	115	283			104	256			85	212		
5.080	0.200	4'00"	136	334	633.1	42.2	112	278	307.9	20.5	92	227	243.9	16.3
6.350	0.250	5'00"	175	429			135	334			101	249		
7.620	0.300	6'00"	185	456			142	349			115	283		
10.160	0.400	8'00"	215	521			165	383			124	305		
12.700	0.500	10'00"	242	583			175	429			132	324		

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 232\_Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%



Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.25% CR 25%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

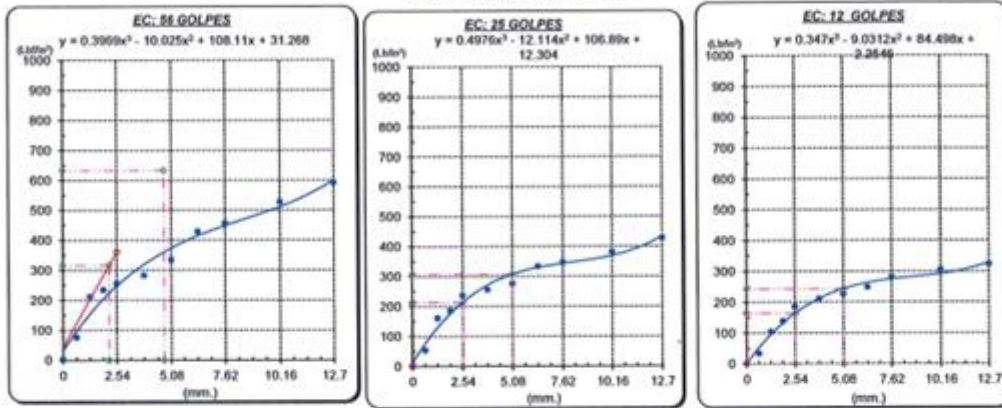


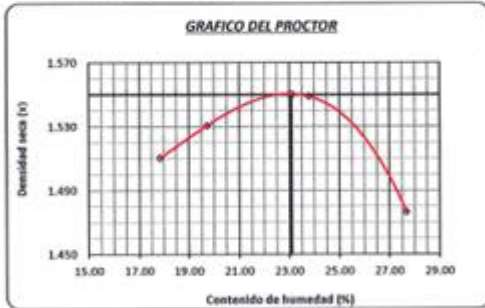
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.473 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	30 %	39 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	23 %	22 %



*Henry Rivas y Obitos*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 233\_Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 ple-8bf/ple<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesisista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RICD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALECERA : C-03  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

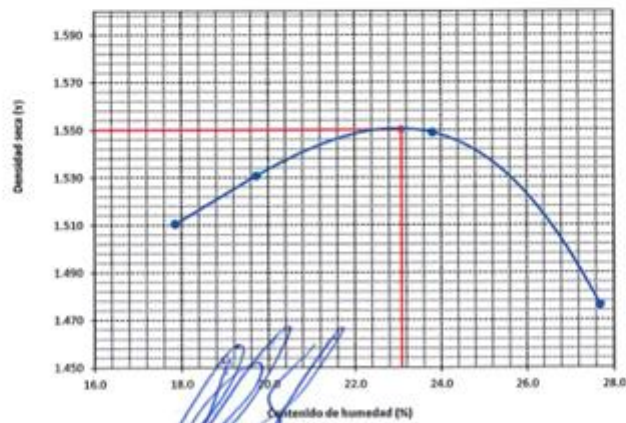
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.550	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	23.08	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 234\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CARICATA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 25%

COMPACTACIÓN															
		A-19				A-20				A-21					
N° Molde		5				5				5					
N° Capa		66				25				12					
N° Golpes por capa		66				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		11669	12340	11690	12240	11490	11780	11490	11780	11490	11780	11780			
Peso de molde (g)		7649	7649	7728	7728	7756	7756	7756	7756	7756	7756	7756			
Peso del suelo húmedo (g)		4011	4691	3862	4512	3734	4024	3734	4024	3734	4024	4024			
Volumen del molde (cc)		2120	2120	2112	2112	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113			
Densidad húmeda (g/cc)		1.892	2.213	1.829	2.136	1.767	1.904	1.767	1.904	1.767	1.904	1.904			
% de humedad		22.51	39.73	22.35	39.43	22.19	30.07	22.19	30.07	22.19	30.07	30.07			
Densidad seca (g/cc)		1.544	1.584	1.495	1.532	1.446	1.464	1.446	1.464	1.446	1.464	1.464			
HUMEDAD															
Tarro N°		-													
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		198.0	198.0	4691	4691	210.5	210.5	4512	4512	246.5	246.5	4024.0	4024.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )		172.0	172.0	4011	4011	178.0	178.0	3862	3862	210.0	210.0	3734.0	3734.0		
Peso del Agua ( gr. )		26.0	26.0	680.0	680.0	32.5	32.5	650.0	650.0	36.5	36.5	290.0	290.0		
Peso del tarro ( gr. )		56.5	56.5	0	0	32.8	32.8	0	0	45.5	45.5	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )		115.5	115.5	3950.0	3950.0	145.4	145.4	3805.1	3805.1	164.5	164.5	3680.8	3680.8		
% de humedad		22.51	22.51	39.73	39.73	22.35	22.35	39.43	39.43	22.19	22.19	30.07	30.07		
Promedio de Humedad (%)		22.51		39.73		22.35		39.43		22.19		30.07			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hc.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2/09/2022	14.3	24	0.39	0.009	0.46	0.012	0.4	0.010	0.4	0.010	0.010				
3/09/2022	14.3	48	0.8	0.020	0.88	0.017	0.8	0.020	0.8	0.020	0.020				
4/09/2022	14.3	72	0.85	0.024	0.79	0.020	0.9	0.023	0.9	0.023	0.023				
4/09/2022	14.3	96	1.1	0.028	1.2	0.030	1.5	0.038	1.5	0.038	0.038				
			4.57	total 0.60	4.57	total 0.60	4.57	total 0.60	4.57	total 0.62	0.62				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-19				MOLDE N° A-20				MOLDE N° A-21			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	puig.		Lbs/in <sup>2</sup>	Libl pulg <sup>2</sup>	Libl pulg <sup>2</sup>	%	Libl. Dial.	Libl pulg <sup>2</sup>	Libl pulg <sup>2</sup>	%	Libl. Dial.	Libl pulg <sup>2</sup>	Libl pulg <sup>2</sup>	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	31	78			15	39			10	27			
1.270	0.050	1'00"	101	249			76	188			45	112			
1.910	0.075	1'30"	115	283			80	198			76	188			
2.540	0.100	2'00"	1000	129	317	278.8	27.9	95	234	252.1	25.2	81	200	188.2	18.8
3.810	0.150	3'00"	132	324			115	283			92	227			
5.080	0.200	4'00"	1500	165	405	559.0	37.3	142	349	439.0	29.3	108	268	273.5	18.2
6.350	0.250	5'00"		178	437			156	383			112	276		
7.620	0.300	6'00"		195	480			169	415			124	305		
10.160	0.400	8'00"		215	527			179	430			132	324		
12.700	0.500	10'00"		256	677			201	493			142	349		

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

Ilustración 235\_Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%



Tesis : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

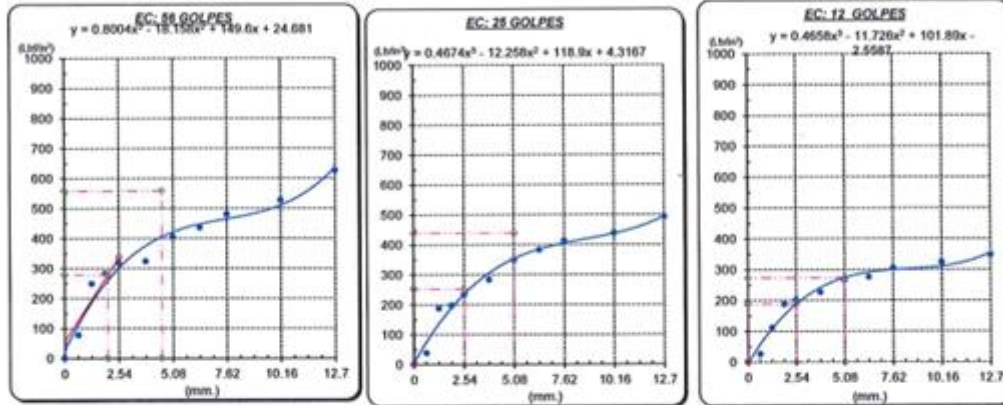


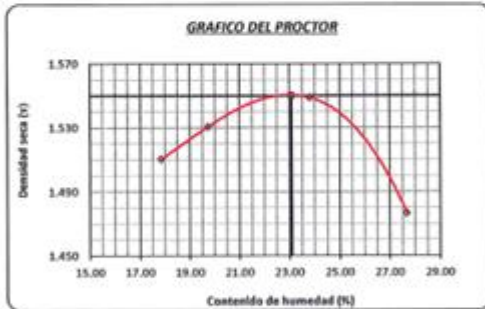
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 98%	1.473 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	6.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	28 %	38 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	22 %	24 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 236\_Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (66000 pie·lb/ft<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Testista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CALCATA :** C-03  
**MAUESTRA :** FP 1.25% CR 25%

**PROFUNDIDAD :** 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo	PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m			
	10	13	16	19
Peso del suelo + molde	g. 5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g. 3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g. 1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup> 952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup> 1.780	1.833	1.918	1.885

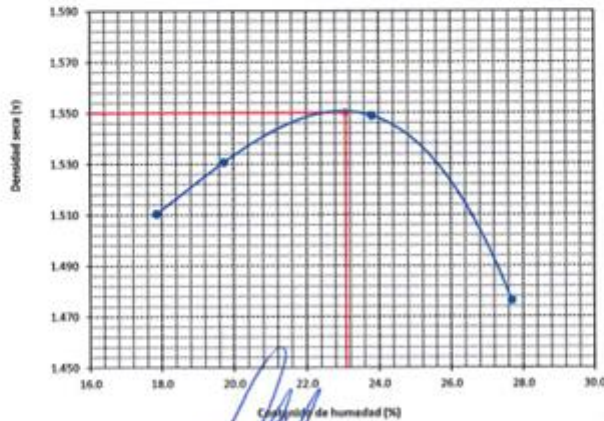
  

CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 286.50	310.50	280.60	266.90
Peso del suelo seco + tara	g. 250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g. 45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g. 36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g. 204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	% 17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup> 1.510	1.631	1.549	1.475

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.550	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	23.08	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



*Ilustración 237\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR25%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-03  
 MUESTRA : FP 1.25% FP 0.25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	H-1				A-2				I-2					
	5				5				5					
N° Capas	56				25				12					
N° Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11410	11692	12390	12620	11528	11762	11528	11762	11528	11762	11528	11762	
Peso de molde (g)		8086	8086	8804	8804	8169	8169	8169	8169	8169	8169	8169	8169	
Peso del suelo húmedo (g)		3324	3606	3586	3816	3359	3593	3359	3593	3359	3593	3359	3593	
Volumen del molde (cc)		1892	1892	2112	2112	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	
Densidad húmeda (g/cc)		1.757	1.906	1.698	1.807	1.590	1.700	1.590	1.700	1.590	1.700	1.590	1.700	
% de humedad		12.95	14.01	14.46	17.86	15.68	17.41	15.68	17.41	15.68	17.41	15.68	17.41	
Densidad seca (g/cc)		1.555	1.672	1.483	1.533	1.374	1.448	1.374	1.448	1.374	1.448	1.374	1.448	
HUMEDAD														
Tarro N°	-		-		-		-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		90.8	90.8	212.72	212.72	185.6	185.6	4316	4316	86.2	86.2	198.3	198.3	
Tarro + Suelo seco (gr.)		83.3	83.3	177.84	177.84	168.0	168.0	4196	4196	78.2	78.2	140.9	140.9	
Peso del Agua (gr.)		7.5	7.5	34.9	34.9	17.6	17.6	120.0	120.0	8.0	8.0	57.4	57.4	
Peso del tarro (gr.)		25.63	25.63	46.6	46.6	46.3	46.3	0	0	27.04	27.04	48.8	48.8	
Peso del suelo seco (gr.)		57.7	57.7	3273.1	3273.1	121.7	121.7	3533.6	3533.6	51.2	51.2	3313.5	3313.5	
% de humedad		12.95	12.95	14.01	14.01	14.46	14.46	17.86	17.86	15.68	15.68	17.41	17.41	
Promedio de Humedad (%)		12.95		14.01		14.46		17.86		15.68		17.41		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	2.1	0.053	0.6	0.013	2.55	0.064	2.55	0.064	2.55			
2/06/2023	14.3	48	2.1	0.053	1.8	0.038	2.55	0.064	2.55	0.064	2.55			
3/06/2023	14.3	72	2.1	0.053	1.8	0.045	2.55	0.064	2.55	0.064	2.55			
4/06/2023	14.3	96	2.1	0.053	2.4	0.060	2.55	0.064	2.55	0.064	2.55			
			4.57	total	1.15	4.57	total	1.31	4.57	total	1.40			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	GARGA STAND.	MOLDE N° H-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° I-2			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%	Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%	Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%
mm.	pulg.	Lb/ft <sup>2</sup>												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	115	46			76	30			63	22		
1.270	0.050	1'00"	285	103			145	57			105	42		
1.910	0.075	1'30"	425	166			279	108			186	65		
2.540	0.100	2'00"	690	233	225.0	22.5	365	143	136.5	13.6	219	85	81.4	8.1
3.810	0.150	3'00"	900	304			462	181			312	122		
5.080	0.200	4'00"	1170	483	434.7	29.0	598	237	241.7	16.1	391	153	129.8	8.7
6.350	0.250	5'00"	1180	487			742	297			210	82		
7.620	0.300	6'00"	1385	581			860	347			479	184		
10.160	0.400	8'00"	1822	790			945	383			480	180		
12.700	0.500	10'00"	1970	833			1240	514			619	201		



Ilustración 238\_Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%



Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

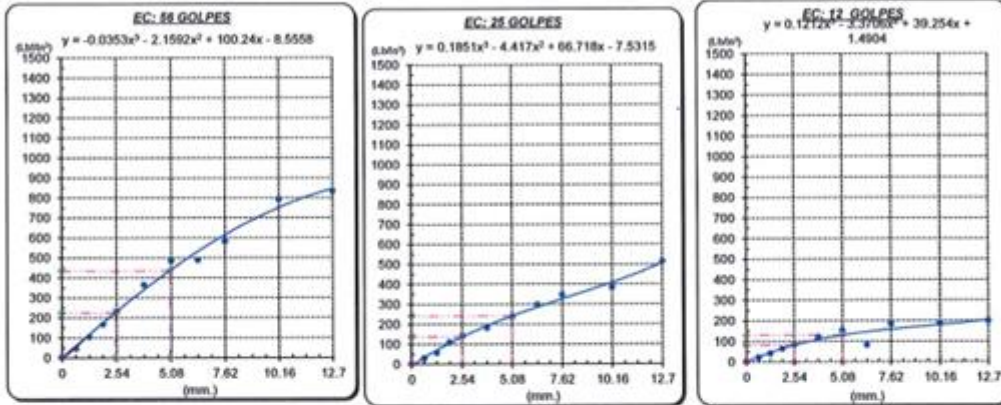


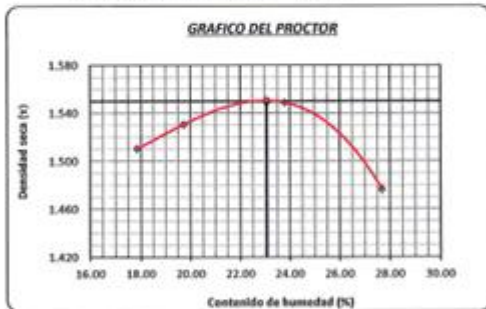
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.473 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	22 %	20 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	13 %	15 %



Henry Rivasdegrua Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 239\_Ensayo de CBR C-03+FP 1.25%+CR25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (56000 pie·lb/pie<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhosef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAICATA: C-3 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA: FP 0.25% CR 10%

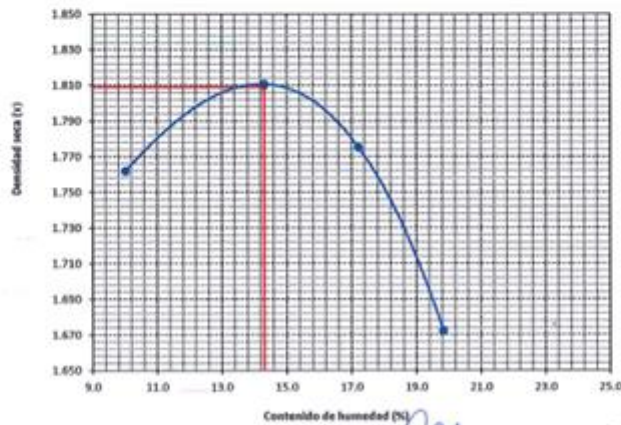
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5950	6070	6080	6010
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1767.48	1887.48	1897.48	1827.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.938	2.070	2.081	2.004

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	304.50	321.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	35.5	44	60
Peso de suelo seco	g	304.5	248	255.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	14.3	17.2	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.762	1.811	1.775	1.672

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.809	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.31	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneira Obilias*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo



*Ilustración 240\_ Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10%

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-6				A-2				A-12				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				17				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12710		12964		12010		12990		12342		12695		
Peso de molde (g)		8366		8366		8395		8395		8619		8610		
Peso del suelo húmedo (g)		4344		4598		4215		4595		3732		4088		
Volumen del molde (cc)		2319		2119		2112		2112		2118		2118		
Densidad húmeda (g/cc)		2.050		2.170		1.996		2.176		1.762		1.930		
% de humedad		13.17		19.13		16.62		25.79		13.62		23.31		
Densidad seca (g/cc)		1.811		1.822		1.711		1.730		1.551		1.565		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		193.2		459.8		365.6		459.5		190.1		4088.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		174.0		4344		313.5		4215		170.7		3732.0		
Peso del Agua (gr.)		19.2		254.0		52.1		380.0		19.4		356.0		
Peso del tarro (gr.)		28.38		0		0		0		28.26		0		
Peso del suelo seco (gr.)		145.6		4266.7		313.5		4144.1		142.5		3675.0		
% de humedad		13.17		19.13		16.62		25.79		13.62		23.31		
Promedio de Humedad (%)		13.17		19.13		16.62		25.79		13.62		23.31		
EXPANSIÓN														
FECHA	HDRA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
19/05/2023	14.3	0	5.39	0	0	10.8	0	0	16.15	0	0			
20/05/2023	14.3	24	11.4	0.285		14.6	0.365		21.05	0.549				
21/05/2023	14.3	48	13.8	0.345		18.8	0.463		22	0.550				
22/05/2023	14.3	72	15.65	0.391		21.1	0.528		21.9	0.548				
23/05/2023	14.3	96	15.65	0.391		21.7	0.543		21.9	0.548				
			4.57	total	8.57	4.57	total	11.88	4.57	total	11.99			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-6				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Libr	Dial	Libr	%	Libr	Dial	Libr	%	Libr	Dial	Libr	%
mm.	psg.	Lb/in <sup>2</sup>	Lev. Dial	Libr pulg <sup>2</sup>	Libr pulg <sup>2</sup>	%	Lev. Dial	Libr pulg <sup>2</sup>	Libr pulg <sup>2</sup>	%	Lev. Dial	Libr pulg <sup>2</sup>	Libr pulg <sup>2</sup>	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	11	6			13	7			12	7		
1.270	0.050	1'00"	19	9			20	10			22	11		
1.910	0.075	1'30"	32	14			31	14			30	14		
2.540	0.100	2'00"	45	19	18.1	1.8	40	17	16.7	1.7	35	15	15.2	1.5
3.810	0.150	3'00"	62	26			51	21			44	19		
5.080	0.200	4'00"	76	31	36.0	2.4	65	27	26.7	1.8	51	21	21.8	1.5
6.350	0.250	5'00"	88	35			76	31			66	23		
7.620	0.300	6'00"	98	39			82	33			60	25		
10.180	0.400	8'00"	114	45			93	37			69	28		
12.700	0.500	10'00"	132	52			98	39			76	30		

Henry Rivadeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 241\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

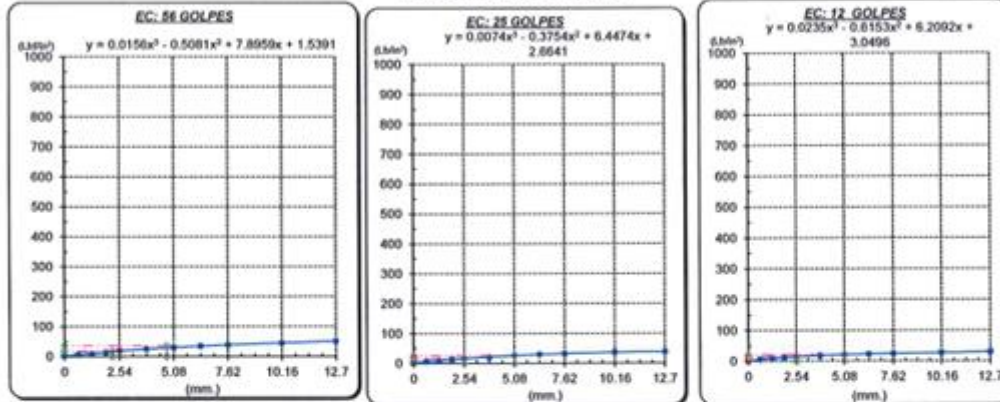


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.809 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.719 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.31 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	2 %	2 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2 %	2 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



*[Signature]*  
 Henry Rivasdeneyra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica del Perú



Ilustración 242\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10%

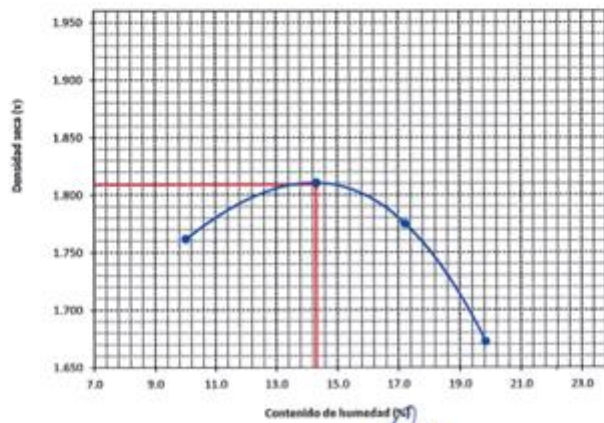
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5950	6070	6080	6010
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1767.48	1887.48	1897.48	1827.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.938	2.070	2.081	2.004

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g.	335.00	304.50	321.00	345.00
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	30.5	35.5	44	60
Peso de suelo seco	g.	304.5	248	255.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	14.3	17.2	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.762	1.811	1.775	1.672

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.809	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.31	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivas Encaya Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 243\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10%

COMPACTACIÓN														
		A-4				A-5				A-6				
N° Molde		5				5				5				
N° Capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		13019	13648	11890	12290	11750	12158							
Peso de molde (g)		8716	8716	7671	7671	7840	7840							
Peso del suelo húmedo (g)		4294	4930	4219	4619	3910	4318							
Volumen del molde (cc)		2122	2122	2125	2125	2132	2132							
Densidad húmeda (g/cc)		2.024	2.323	1.985	2.174	1.834	2.024							
% de humedad		12.11	27.19	12.50	22.15	12.43	22.98							
Densidad seca (g/cc)		1.805	1.827	1.785	1.780	1.631	1.646							
HUMEDAD														
Tamo N°														
Tamo + Suelo húmedo (gr.)		358.5	358.5	4930	4930	310.5	310.5	4619	4619	380.0	380.0	4316.0	4316.0	
Tamo + Suelo seco (gr.)		318.0	318.0	4294	4294	276.0	276.0	4219	4219	338.0	338.0	3910.0	3910.0	
Peso del Agua (gr.)		38.5	38.5	636.0	636.0	34.5	34.5	400.0	400.0	42.0	42.0	406.0	406.0	
Peso del tamo (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		318.0	318.0	4217.9	4217.9	276.0	276.0	4145.8	4145.8	338.0	338.0	3847.2	3847.2	
% de humedad		12.11	12.11	27.19	27.19	12.50	12.50	22.15	22.15	12.43	12.43	22.98	22.98	
Promedio de Humedad (%)		12.11		27.19		12.50		22.15		12.43		22.98		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.6	0.015		0.6	0.013		0.3	0.008				
2/06/2023	14.3	48	2.5	0.063		2.6	0.065		2.9	0.073				
3/06/2023	14.3	72	3.6	0.090		3.4	0.085		3.9	0.098				
4/06/2023	14.3	96	4.5	0.113		4.8	0.120		5.2	0.130				
			4.57	total	2.46	4.57	total	2.63	4.57	total	2.85			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-4				MOLDE N° A-5				MOLDE N° A-6			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/in <sup>2</sup>	Lbs/pulg	Lbs/pulg	%	Lbs/pulg	Lbs/pulg	Lbs/pulg	%	Lbs/pulg	Lbs/pulg	Lbs/pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	42	18			25	12			19	6		
1.270	0.050	1'00"	65	27			42	18			25	12		
1.910	0.075	1'30"	86	35			65	27			38	18		
2.540	0.100	2'00"	115	46	37.0	3.7	86	35	31.4	3.1	68	28	22.9	2.3
3.810	0.150	3'00"	148	57			115	46			75	30		
5.080	0.200	4'00"	215	84	71.4	4.8	125	49	52.2	3.5	86	35	35.1	2.3
6.350	0.250	5'00"	240	94			134	53			92	37		
7.620	0.300	6'00"	256	100			159	70			106	42		
10.160	0.400	8'00"	280	109			210	82			112	44		
12.700	0.500	10'00"	310	121			275	84			121	49		

Henry Rivadeneira Obiles  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica



Ilustración 244\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%

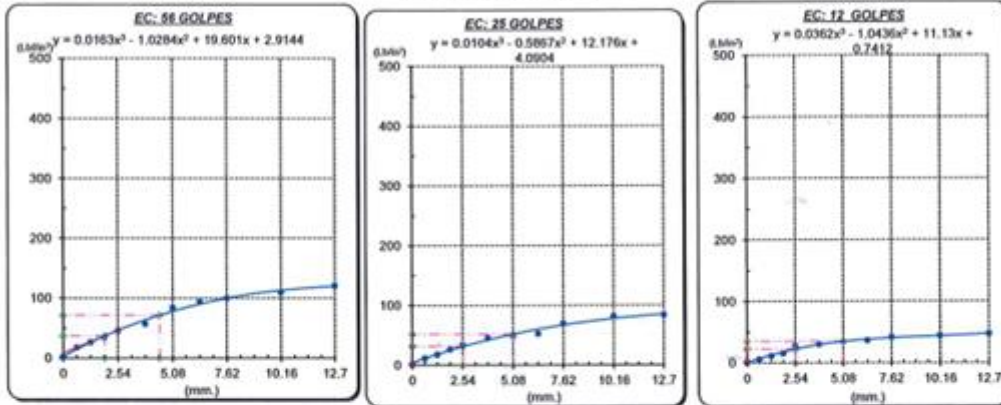


Testista : Josef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**



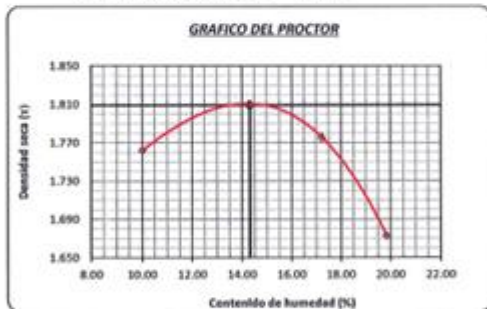
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.809 g./cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.719 g./cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.31 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	4 %	5 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	3 %	3 %



*Henry Ribdeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 245\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m<sup>3</sup> (50000 pie-lb/pie<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossel Aldair Maica Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

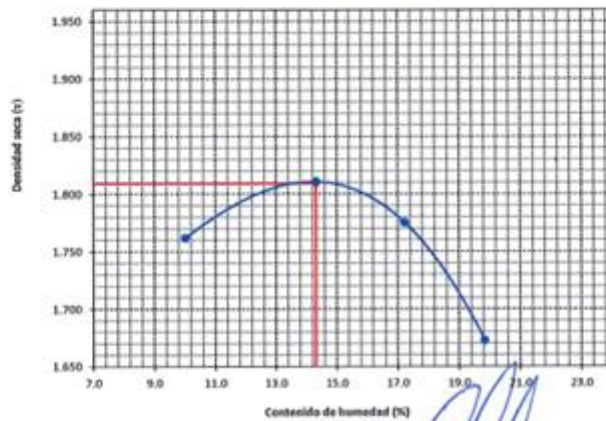
**CATEGORÍA** : C-3  
**MUESTRA** : FP 0.25% CR 10% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5950	6070	6080	6010
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1767.48	1887.48	1897.48	1827.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.938	2.070	2.081	2.004

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g.	335.00	304.50	321.00	345.00
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	30.5	35.5	44	60
Peso de suelo seco	g.	304.5	248	255.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	14.3	17.2	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.762	1.811	1.775	1.672

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.809	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	14.31	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry  
 Rivadeneira  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



Ilustración 246\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR10%



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-3  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-7				A-8				A-9					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12140	12850	11850	12850	11850	12850	11850	12850	11850	12850	11850	12850		
Peso de molde (g)	7855	7855	7903	7903	7903	7903	7903	7903	7828	7828	7828	7828		
Peso del suelo húmedo (g)	4285	4995	3947	4747	3947	4747	3947	4747	3732	4222	3732	4222		
Volumen del molde (cc)	2117	2117	2119	2119	2119	2119	2119	2119	2125	2125	2125	2125		
Densidad húmeda (g/cc)	2.024	2.359	1.863	2.240	1.863	2.240	1.863	2.240	1.756	1.987	1.756	1.987		
% de humedad	12.70	29.57	12.85	33.45	12.85	33.45	12.85	33.45	12.77	26.11	12.77	26.11		
Densidad seca (g/cc)	1.796	1.821	1.651	1.679	1.651	1.679	1.651	1.679	1.557	1.576	1.557	1.576		
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	412.5	412.5	4995	4995	325.0	325.0	4747	4747	415.0	415.0	4222.0	4222.0		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	366.0	366.0	4285	4285	288.0	288.0	3947	3947	368.0	368.0	3732.0	3732.0		
Peso del Agua ( gr. )	46.5	46.5	710.0	710.0	37.0	37.0	800.0	800.0	47.0	47.0	490.0	490.0		
Peso del tarro ( gr. )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco ( gr. )	366.0	366.0	4209.4	4209.4	288.0	288.0	3882.9	3882.9	368.0	368.0	3674.6	3674.6		
% de humedad	12.70	12.70	29.57	29.57	12.85	12.85	33.45	33.45	12.77	12.77	26.11	26.11		
Promedio de Humedad (%)	12.70	12.70	29.57	29.57	12.85	12.85	33.45	33.45	12.77	12.77	26.11	26.11		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	1.5	0.038		0.9	0.023		0.5	0.013				
2/06/2023	14.3	48	3.5	0.090		2.8	0.070		3.4	0.085				
3/06/2023	14.3	72	4.5	0.120		4.2	0.105		4.8	0.120				
4/06/2023	14.3	96	5.5	0.140		5.1	0.128		6.2	0.155				
			4.57	total	3.07	4.57	total	2.79	4.57	total	3.39			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-7				MOLDE Nº A-8				MOLDE Nº A-9			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%	Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%	Lib/ pulg	Lib/ pulg	Lib/ pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	35	15			25	12			16	8		
1.270	0.050	1'00"	65	27			46	20			35	15		
1.910	0.075	1'30"	89	36			65	27			42	18		
2.540	0.100	2'00"	110	44	57.4	5.7	84	34	30.7	3.1	65	27	41.3	4.1
3.810	0.150	3'00"	124	49			95	38			68	35		
5.080	0.200	4'00"	138	54	109.4	7.3	101	40	43.4	2.9	95	38	74.5	5.0
6.350	0.250	5'00"	175	68			114	45			110	44		
7.620	0.300	6'00"	210	82			124	49			115	46		
10.160	0.400	8'00"	225	88			132	52			129	50		
12.700	0.500	10'00"	245	95			142	56			130	51		

Henry Rivasneyra Obitas  
 USAT



Ilustración 247\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%



Tesista : Jhossel Aldair Malca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

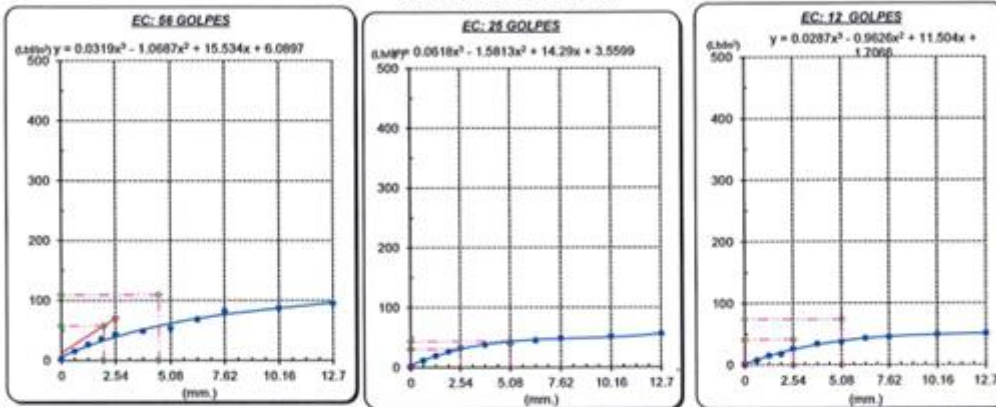


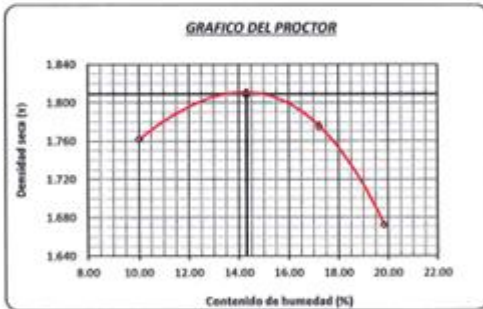
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.809 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.719 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.31 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2 %	1 %



Henry Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 248\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%

USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))**  
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Testista** : Ihssef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAICATA** : C-3  
**MUESTRA** : FP 0.25% CR 10%

**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

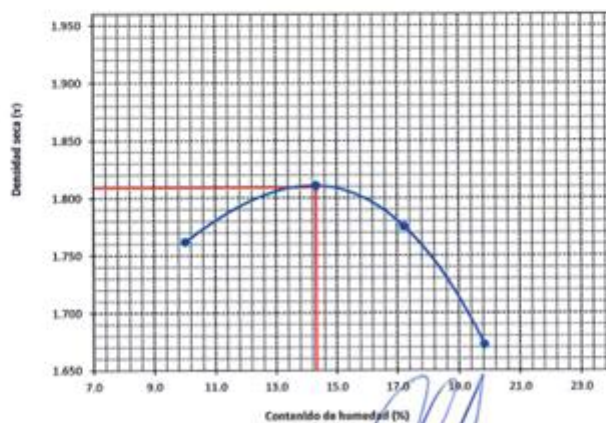
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5950	6070	6080	6010
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1767.48	1887.48	1897.48	1827.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.938	2.070	2.081	2.004

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	304.50	321.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	35.5	44	60
Peso de suelo seco	g	304.5	248	255.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	14.3	17.2	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.762	1.811	1.775	1.672

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.809	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	14.31	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

USAT  
Universidad Católica  
Lambayeque



*Ilustración 249\_ Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.25%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Techista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJICATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.25% CR 10%

COMPACTACIÓN															
		A-10				A-11				A-12					
N° Molde		5				5				5					
N° Capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12160		12749		13090		13689		12810		13350			
Peso de molde (g)		7749		7749		8912		8912		8806		8806			
Peso del suelo húmedo (g)		4411		4991		4138		4768		4004		4544			
Volumen del molde (cc)		2133		2133		2124		2124		2118		2118			
Densidad húmeda (g/cc)		2.068		2.340		1.948		2.245		1.890		2.145			
% de humedad		14.08		27.47		14.23		29.72		14.82		28.53			
Densidad seca (g/cc)		1.813		1.836		1.705		1.731		1.646		1.669			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		385.6	385.6	4991	4991	305.0	305.0	4768	4768	345.6	345.6	4544.0			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		338.0	338.0	4411	4411	267.0	267.0	4138	4138	301.0	301.0	4004.0			
Peso del Agua ( gr. )		47.6	47.6	580.0	580.0	38.0	38.0	630.0	630.0	44.6	44.6	540.0			
Peso del tarro ( gr. )		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Peso del suelo seco ( gr. )		338.0	338.0	4332.5	4332.5	267.0	267.0	4068.6	4068.6	301.0	301.0	3939.1			
% de humedad		14.08	14.08	27.47	27.47	14.23	14.23	29.72	29.72	14.82	14.82	28.53			
Promedio de Humedad (%)		14.08		27.47		14.23		29.72		14.82		28.53			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
1/06/2023	14.3	24	1.1	0.028		1	0.025		0.9	0.023					
2/06/2023	14.3	48	2.9	0.073		3.4	0.085		3.7	0.093					
3/06/2023	14.3	72	3.8	0.095		4.9	0.123		5.8	0.145					
4/06/2023	14.3	96	5.1	0.128		5.8	0.145		6.9	0.173					
			4.57	total	2.79	4.57	total	3.18	4.57	total	3.78				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	STAND.	MOLDE N° A-10				MOLDE N° A-11				MOLDE N° A-12			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	42	18			25	12			20	10			
1.270	0.050	1'00"	76	31			56	23			36	16			
1.910	0.075	1'30"	85	34			74	30			55	23			
2.540	0.100	2'00"	95	38	54.2	5.4	86	35	32.1	3.2	68	28	25.5	2.6	
3.810	0.150	3'00"	110	44			92	37			75	30			
5.080	0.200	4'00"	125	49	104.9	7.0	108	43	44.6	3.0	86	35	36.2	2.4	
6.350	0.250	5'00"	136	54			114	45			85	38			
7.620	0.300	6'00"	154	60			124	49			101	40			
10.160	0.400	8'00"	170	67			136	54			108	43			
12.700	0.500	10'00"	186	73			146	55			115	46			

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 250\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

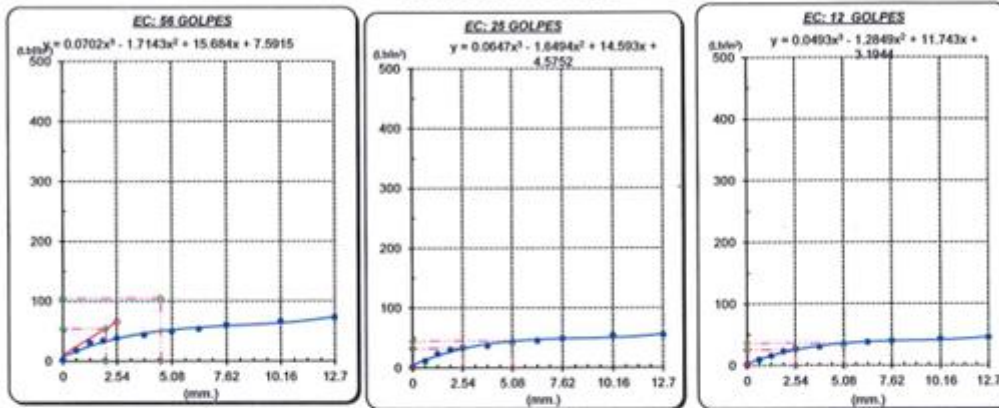


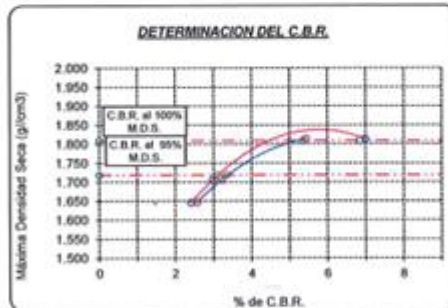
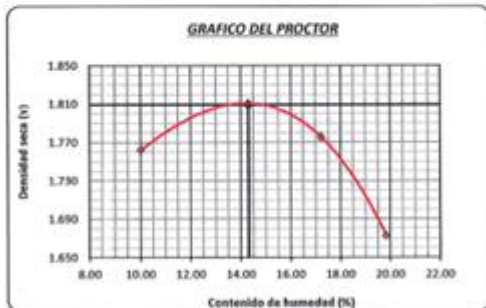
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.809 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.719 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.31 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	3 %	3 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LEONARDO DE TORRES FIGUEROA Y CASANOVA DE GONZALEZ  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 251\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.25%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-ib/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

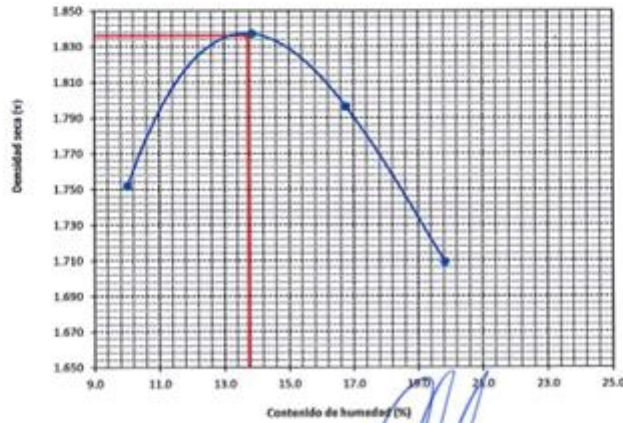
CAJONERA : C-1 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10%

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	365.60	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g.	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g.	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.836	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.73	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 252\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Telista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-1  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
N° Molde		A-1				A-2				A-3						
N° Capa		5				5				5						
N° Golpes por capa		56				25				12						
CONDICION DE LA MUESTRA																
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		13114		13252		12610		12990		12512		12854				
Peso de molde (g)		8710		8710		8395		8395		8366		8366				
Peso del suelo húmedo (g)		4404		4542		4215		4595		4146		4488				
Volumen del molde (cc)		2056		2056		2112		2112		2113		2113				
Densidad húmeda (g/cc)		2.142		2.209		1.996		2.176		1.962		2.124				
% de humedad		16.55		19.74		16.62		25.79		17.35		25.74				
Densidad seca (g/cc)		1.838		1.845		1.711		1.730		1.672		1.689				
HUMEDAD																
Tarro N°		-		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		224.6	224.6	454.2	454.2	365.6	365.6	459.5	459.5	201.2	201.2	448.0				
Tarro + Suelo seco ( gr. )		196.7	196.7	440.4	440.4	313.5	313.5	421.5	421.5	175.7	175.7	414.0				
Peso del Agua ( gr. )		27.9	27.9	138.0	138.0	52.1	52.1	380.0	380.0	25.6	25.6	342.0				
Peso del tarro ( gr. )		28.38	28.38	0	0	0	0	0	0	28.26	28.26	0				
Peso del suelo seco ( gr. )		168.3	168.3	4324.5	4324.5	313.5	313.5	4144.1	4144.1	147.4	147.4	4077.8				
% de humedad		16.55	16.55	19.74	19.74	16.62	16.62	25.79	25.79	17.35	17.35	25.74				
Promedio de Humedad (%)		16.55		19.74		16.62		25.79		17.35		25.74				
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
10/05/2023	14.3	0	15.58	0	0	12.5	0	0	8.8	0	0					
11/05/2023	14.3	24	22	0.550		15.9	0.398		14.8	0.370						
12/05/2023	14.3	48	24.6	0.615		19.5	0.486		14.85	0.371						
13/05/2023	14.3	72	26.94	0.674		22.6	0.565		14.93	0.373						
14/05/2023	14.3	96	27.1	0.678		23.6	0.590		15.6	0.463						
			4.57	total	14.83	4.57	total	12.92	4.57	total	10.13					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Lbs/ Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%	Lbs/ Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%	Lbs/ Dial	Lbs/ pulg	Lbs/ pulg	%		
mm.	pulg.															
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2					
0.640	0.025	0'30"	14	8			15	8		16	8					
1.270	0.050	1'00"	31	14			30	14		29	13					
1.910	0.075	1'30"	45	19			42	18		38	17					
2.540	0.100	2'00"	68	28	23.7	2.4	50	21	20.4	2.0	46	19	19.1	1.9		
3.810	0.150	3'00"	89	36			82	26		67	24					
5.080	0.200	4'00"	95	38	45.8	3.1	74	30	31.3	2.1	66	27	27.5	1.8		
6.350	0.250	5'00"	115	46			86	35		73	30					
7.620	0.300	6'00"	124	49			97	39		78	32					
10.160	0.400	8'00"	126	54			105	42		88	35					
12.700	0.500	10'00"	152	60			112	44		97	39					

Henry Rivadeneira Obillos  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 253 Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGRÓVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

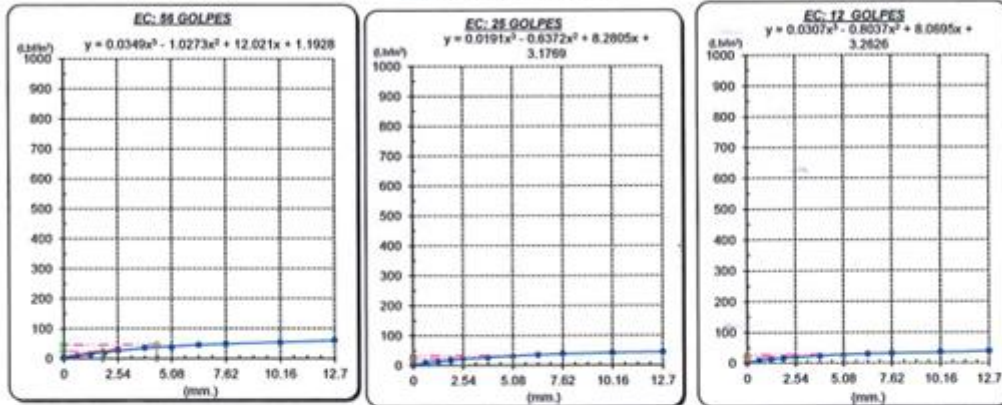


Tesista : Jhossef Aldair Malca Humán  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	2 %	3 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	2 %	2 %



*[Signature]*  
 Henry Riyadencya Obillos  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
*[Signature]*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 254\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-2  
 MUESTRA : FP 0.5% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

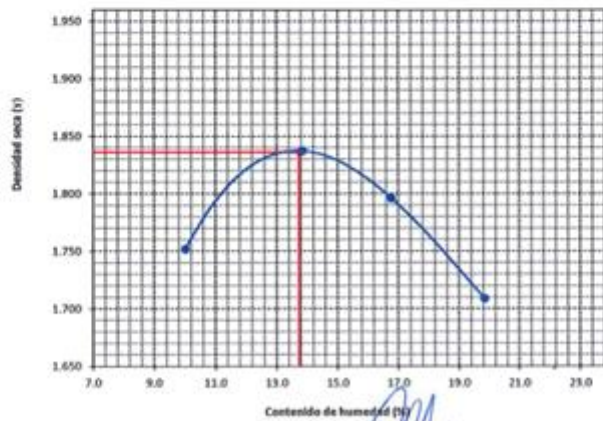
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.836	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.73	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Riuadeneyra Oblitos*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 255\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-2  
 MUESTRA : FP 0.5% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-22				A-23				A-24				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12350	12980	12998	12580	11560	12068	12350	12980	12998	12580	11560	12068	
Peso de molde (g)		7992	7992	7992	7992	7992	7992	7992	7992	7992	7992	7992	7992	
Peso del suelo húmedo (g)		4358	4988	4988	4588	3568	4068	4988	4988	4988	4988	4988	4988	
Volumen del molde (cc)		2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	
Densidad húmeda (g/cc)		2.060	2.357	2.357	2.168	1.686	1.923	2.357	2.357	2.357	2.357	2.357	2.357	
% de humedad		13.94	28.66	28.66	14.81	26.65	26.65	14.52	14.52	28.33	28.33	28.33	28.33	
Densidad seca (g/cc)		1.807	1.832	1.832	1.703	1.723	1.723	1.502	1.522	1.522	1.522	1.522	1.522	
HUMEDAD														
Tamo Nº		-		-		-		-		-		-		
Tamo + Suelo húmedo (gr.)		319.5	319.5	4988	4988	310.0	310.0	4623	4623	315.5	315.5	4159.0	4159.0	
Tamo + Suelo seco (gr.)		272.5	272.5	4358	4358	270.0	270.0	4141	4141	275.5	275.5	3661.0	3661.0	
Peso del Agua (gr.)		38.0	38.0	630.0	630.0	40.0	40.0	482.0	482.0	40.0	40.0	498.0	498.0	
Peso del tamo (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		272.5	272.5	4280.6	4280.6	270.0	270.0	4071.7	4071.7	275.5	275.5	3606.8	3606.8	
% de humedad		13.94	13.94	28.66	28.66	14.81	14.81	26.65	26.65	14.52	14.52	28.33	28.33	
Promedio de Humedad (%)		13.94		28.66		14.81		26.65		14.52		28.33		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1/06/2023	14.3	24	0.5	0.013	0.013	0.5	0.013	0.013	1	0.025	0.025	0.025		
2/06/2023	14.3	48	3.8	0.095	0.095	3.6	0.090	0.090	3.8	0.095	0.095	0.095		
3/06/2023	14.3	72	4.8	0.120	0.120	4.8	0.120	0.120	7.1	0.178	0.178	0.178		
4/06/2023	14.3	96	5.6	0.140	0.140	7.9	0.195	0.195	7.9	0.198	0.198	0.198		
			4.57	total	3.07	4.57	total	4.27	4.57	total	4.32	total		
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	BYAND.	MOLDE Nº A-22				MOLDE Nº A-23				MOLDE Nº A-24			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Libr	kg	Libr	kg	Libr	kg	Libr	kg	Libr	kg	Libr	kg
mm.	pulg.													
0.200	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	35	15	20	10	15	8	15	8	15	8		
1.270	0.050	1'00"	82	22	56	23	42	18	42	18	42	18		
1.910	0.075	1'30"	105	42	89	30	65	27	65	27	65	27		
2.540	0.100	2'00"	155	61	39.0	3.9	95	38	37.3	3.7	79	32	30.3	3.0
3.810	0.150	3'00"	185	72			115	46			95	38		
5.080	0.200	4'00"	150	82	78.1	5.1	145	57	61.4	4.1	115	46	47.3	3.2
6.350	0.250	5'00"	245	95			190	74			136	54		
7.620	0.300	6'00"	235	92			205	80			145	57		
10.160	0.400	8'00"	240	94			214	83			153	60		
12.700	0.500	10'00"	280	109			225	88			162	63		

Henry Rivasdeygra Obilitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 256\_ Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

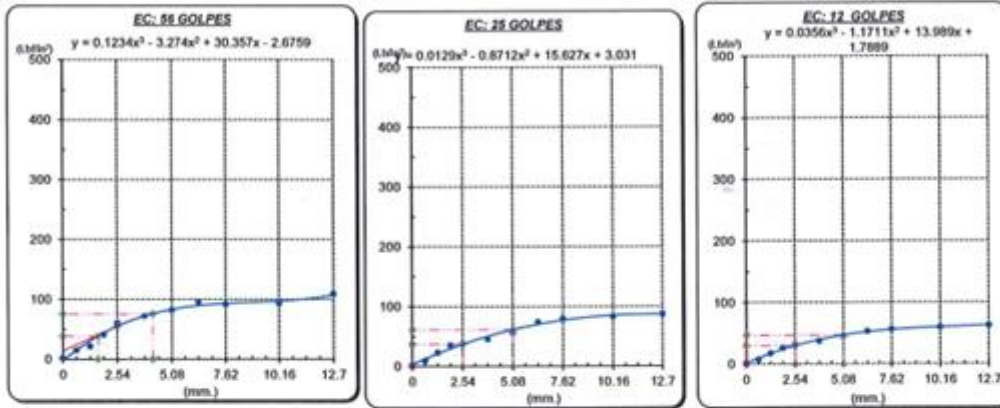


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1,836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1,744 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	4 %	5 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	4 %	4 %



*Henry Rivas de la Cruz*  
 Henry Rivas de la Cruz  
 Obdlitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 257\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEDO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Maica Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

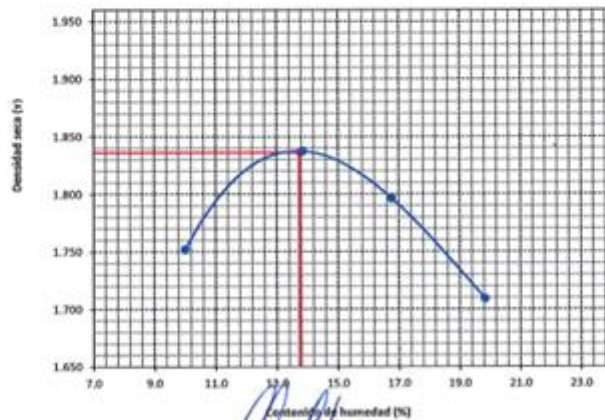
**CAUCATA** : C-2  
**MUESTRA** : FP 0.50% CR 10% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.795	1.709

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.836</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>13.73</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henny*  
 Rivas Encina  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAI



*Ilustración 258\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.5%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-2  
 MUESTRA : FP 0.50% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-22				A-23				A-24					
	5				5				5					
N° Capa	56				25				12					
N° Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12370	12950	12159	12510	11820	12360	11820	12360	11820	12360	12360			
Peso de molde (g)	7992	7992	7957	7957	7899	7899	7899	7899	7899	7899	7899			
Peso del suelo húmedo (g)	4378	4958	4202	4553	3921	4451	3921	4451	3921	4451	4451			
Volumen del molde (cc)	2116	2116	2118	2118	2129	2129	2129	2129	2129	2129	2129			
Densidad húmeda (g/cc)	2.069	2.343	1.984	2.150	1.842	2.091	1.842	2.091	1.842	2.091	2.091			
% de humedad	12.37	25.86	13.60	22.10	13.68	27.42	13.68	27.42	13.68	27.42	27.42			
Densidad seca (g/cc)	1.841	1.862	1.746	1.761	1.620	1.641	1.620	1.641	1.620	1.641	1.641			
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	365.0	365.0	495.8	495.8	398.5	398.5	455.3	455.3	456.5	456.5	4451.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)	332.0	332.0	437.8	437.8	368.0	368.0	420.2	420.2	409.0	409.0	3921.0			
Peso del agua (gr.)	33.0	33.0	580.0	580.0	40.5	40.5	351.0	351.0	47.5	47.5	530.0			
Peso del tarro (gr.)	65.2	65.2	0	0	60.2	60.2	0	0	61.9	61.9	0			
Peso del suelo seco (gr.)	266.8	266.8	4298.8	4298.8	297.8	297.8	4129.9	4129.9	347.1	347.1	3858.5			
% de humedad	12.37	12.37	25.86	25.86	13.60	13.60	22.10	22.10	13.68	13.68	27.42			
Promedio de Humedad (%)	12.37	12.37	25.86	25.86	13.60	13.60	22.10	22.10	13.68	13.68	27.42			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	1.8	0.045	1.1	0.028	0.8	0.015	0.8	0.015	0.015			
2/06/2023	14.3	48	4.1	0.103	3.4	0.085	4.9	0.123	4.9	0.123	0.123			
3/06/2023	14.3	72	5.1	0.128	4.9	0.123	5.8	0.145	5.8	0.145	0.145			
4/06/2023	14.3	96	7.2	0.180	7.8	0.195	7.2	0.180	7.2	0.180	0.180			
			4.57	total 3.94	4.57	total 4.27	4.57	total 3.94	4.57	total 3.94	3.94			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-22				MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
mm.	pulg.	Lbs/in <sup>2</sup>												
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	26	12	15	8	15	8	9	6	9	6		
1.270	0.050	1'00"	89	36	58	24	58	24	24	11	24	11		
1.910	0.075	1'30"	94	38	76	31	76	31	48	20	48	20		
2.540	0.100	2'00"	166	66	56.7	5.7	105	42	39.1	3.9	76	31	25.1	2.5
3.810	0.150	3'00"	267	104	173	68	124	49	67.7	4.5	84	34	40.8	2.7
5.080	0.200	4'00"	286	111	105.9	7.1	173	68	67.7	4.5	92	37	40.8	2.7
6.350	0.250	5'00"	310	121			215	84			114	45		
7.620	0.300	6'00"	365	148			224	87			136	54		
10.160	0.400	8'00"	378	148			268	103			142	56		
12.700	0.500	10'00"	395	154			298	116			158	61		

Henry Rivasenebra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 259\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%



Tesista : Jossaf Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. I Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

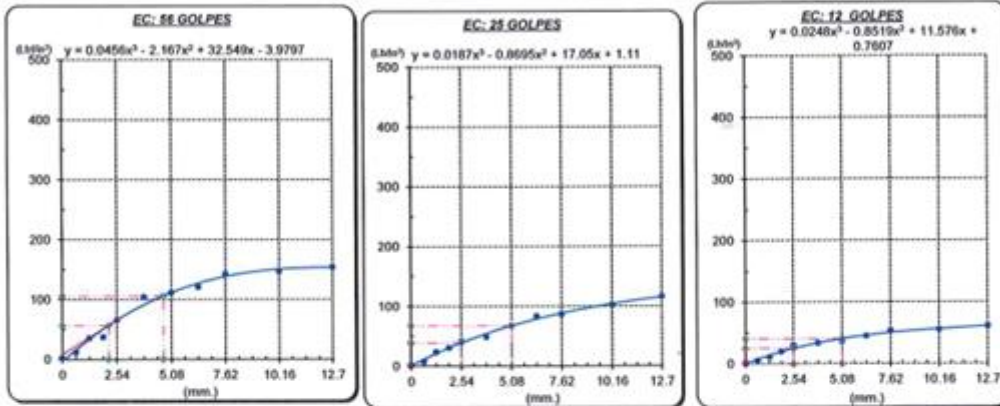


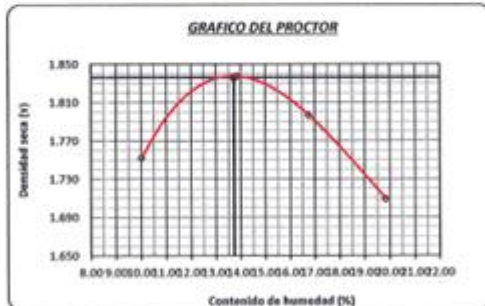
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.830 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 99%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	6 %	7 %
C.B.R. AL 99 % M.D.S.	4 %	4 %



*Henry Ruedenryra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 260\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.5%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando  
 una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/ft<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALECATA : C-2  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

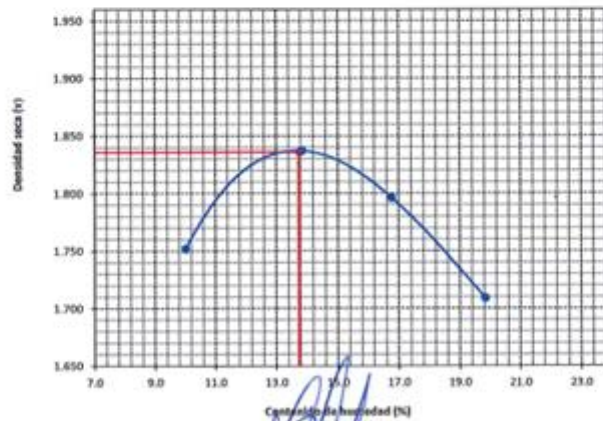
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5940	6090	6095	6050
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1757.48	1907.48	1912.48	1867.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.927	2.092	2.097	2.048

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	365.50	340.00	365.00	405.00
Peso del suelo seco + tara	g	335.00	305.50	322.00	345.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	30.5	34.5	43	60
Peso de suelo seco	g	304.5	249	256.5	302.5
Contenido de agua	%	10.0	13.9	16.8	19.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.752	1.837	1.796	1.709

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.836	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.73	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Ing. Civil  
 USAT  
 Laboratorio



Ilustración 261\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-2  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-22				A-23				A-24					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		12420	12950	12260	12650	11980	12360								
Peso de molde (g)		7992	7992	7957	7957	7899	7899								
Peso del suelo húmedo (g)		4428	4958	4303	4693	4081	4461								
Volumen del molde (cc)		2116	2116	2118	2118	2129	2129								
Densidad húmeda (g/cc)		2.093	2.343	2.032	2.218	1.917	2.095								
% de humedad		13.56	25.75	13.68	22.91	14.83	24.30								
Densidad seca (g/cc)		1.843	1.883	1.787	1.803	1.669	1.686								
HUMEDAD															
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		425.0	425.0	495.8	495.8	485.6	485.6	4693	4693	386.9	386.9				
Tarro + Suelo seco (gr.)		381.0	381.0	442.8	442.8	435.0	435.0	4303	4303	345.0	345.0				
Peso del Agua (gr.)		44.0	44.0	530.0	530.0	50.6	50.6	390.0	390.0	41.9	41.9				
Peso del tarro (gr.)		56.5	56.5	0	0	65.2	65.2	0	0	62.5	62.5				
Peso del suelo seco (gr.)		324.5	324.5	4347.9	4347.9	369.8	369.8	4227.5	4227.5	282.5	282.5				
% de humedad		13.56	13.56	25.75	25.75	13.68	13.68	22.91	22.91	14.83	14.83				
Promedio de Humedad (%)		13.56		25.75		13.68		22.91		14.83					
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
1/06/2023	14.3	24	1.2	0.030		0.9	0.013		6.9	0.020					
2/06/2023	14.3	48	4.5	0.113		2.8	0.070		3.8	0.095					
3/06/2023	14.3	72	5.9	0.148		4.9	0.123		5.8	0.145					
4/06/2023	14.3	96	7.9	0.198		7.8	0.195		7.6	0.190					
			4.57	total	4.32	4.57	total	4.27	4.57	total	4.16				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA	MOLDE N° A-22				MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	BTANO.	Lbs/in2	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lbs/in2	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lbs/in2	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	32	14			10	6			9	6			
1.270	0.050	1'00"	78	31			46	20			21	10			
1.910	0.075	1'30"	98	39			81	33			60	21			
2.540	0.100	2'00"	168	66	54.1	5.4	112	44	39.8	4.0	84	34	27.6	2.8	
3.810	0.150	3'00"	258	101			134	53			95	38			
5.080	0.200	4'00"	276	108	101.1	6.7	155	65	67.2	4.5	104	41	44.1	2.9	
6.350	0.250	5'00"	308	119			205	80			124	49			
7.620	0.300	6'00"	332	129			216	84			136	54			
10.160	0.400	8'00"	385	143			245	95			168	66			
12.700	0.500	10'00"	378	166			265	103			182	63			

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

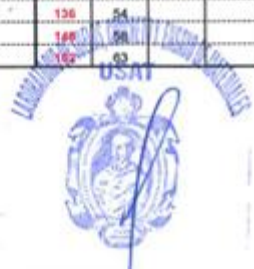


Ilustración 262\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%



Tesis : Jhosef Aldair Melca Human  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

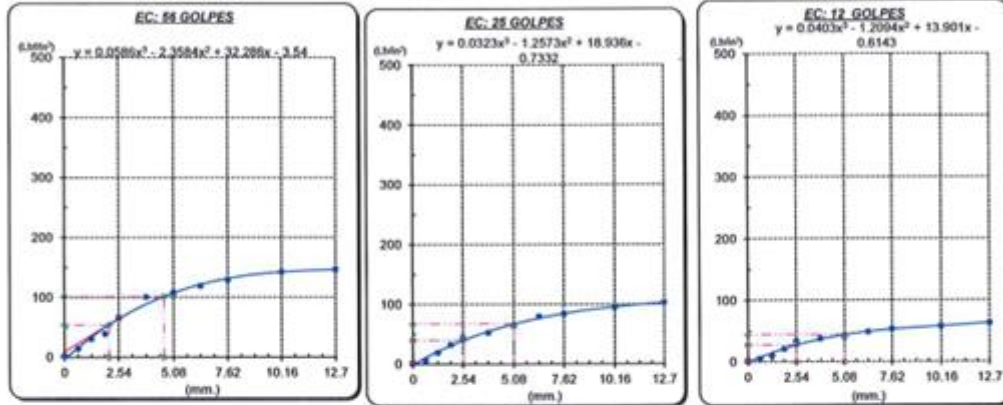


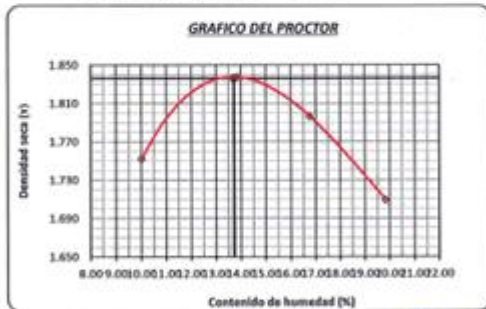
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.836 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.744 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.73 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	6.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	5 %	6 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	4 %	4 %



*Henry Rodenryra Obliques*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 263\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> [66000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>])  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

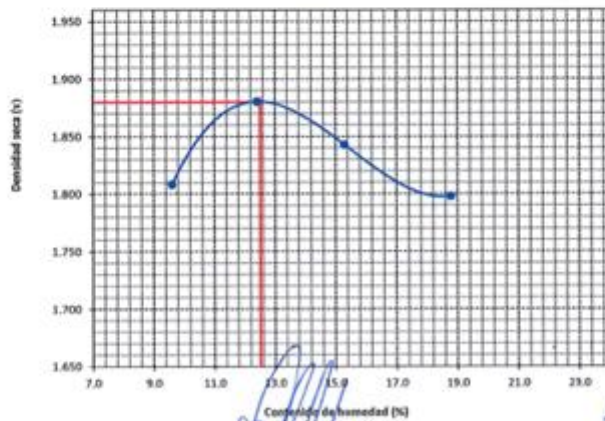
CAJICATA : C-2  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5990	6110	6120	6130
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1807.48	1927.48	1937.48	1947.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.982	2.114	2.125	2.136

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	265.60	296.50	310.50	324.60
Peso del suelo seco + tara	g	245.00	270.00	278.00	280.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	20.6	26.5	32.5	44.6
Peso de suelo seco	g	214.5	213.5	212.5	237.5
Contenido de agua	%	9.6	12.4	15.3	18.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.808	1.880	1.843	1.798

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.880	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas Obillos  
 Ing. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 264\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Teste : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALCATA : C-2  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-13				A-14				A-15				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12290	12740	11980	12550	11790	12350	8003	8003	8003	8003			
Peso de molde (g)		7821	7821	7808	7808	8003	8003	8003	8003	8003	8003			
Peso del suelo húmedo (g)		4469	4919	4172	4742	3787	4347	2800	2800	2800	2800			
Volumen del molde (cc)		2123	2123	2120	2120	2120	2120	2120	2120	2120	2120			
Densidad húmeda (g/cc)		2.105	2.317	1.968	2.237	1.797	2.063	1.321	1.321	1.321	1.321			
% de humedad		11.61	21.87	12.71	26.62	12.55	27.58	12.55	27.58	12.55	27.58			
Densidad seca (g/cc)		1.886	1.901	1.746	1.767	1.597	1.617	1.597	1.617	1.597	1.617			
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		456.5	456.5	4919	4919	315.6	315.6	4742	4742	365.8	365.8			
Tarro + Suelo seco ( gr. )		409.0	409.0	4469	4469	280.0	280.0	4172	4172	325.0	325.0			
Peso del Agua ( gr. )		47.5	47.5	450.0	450.0	35.6	35.6	570.0	570.0	40.8	40.8			
Peso del tarro ( gr. )		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Peso del suelo seco ( gr. )		409.0	409.0	4386.3	4386.3	280.0	280.0	4100.4	4100.4	325.0	325.0			
% de humedad		11.61	11.61	21.87	21.87	12.71	12.71	26.62	26.62	12.55	12.55			
Promedio de Humedad (%)		11.61		21.87		12.71		26.62		12.55				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%	DIAL	EXPANSIÓN Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.8	0.020	0.6	0.015	0.6	0.015	0.6	0.015	0.6			
2/06/2023	14.3	48	1.9	0.048	2.8	0.070	3.4	0.085	3.4	0.085	3.4			
3/06/2023	14.3	72	3.5	0.088	4.9	0.123	4.8	0.120	4.8	0.120	4.8			
4/06/2023	14.3	96	5.1	0.128	6.2	0.155	7.1	0.178	7.1	0.178	7.1			
			4.57	total	2.79	total	4.57	total	3.39	total	3.80			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	STAND.	MOLDE N° A-13				MOLDE N° A-14				MOLDE N° A-15			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Lbs/in <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2		0	2		0	2		0	2	
0.640	0.025	0'30"	40	17		20	10		15	8		15	8	
1.270	0.050	1'00"	85	34		82	26		42	18		42	18	
1.910	0.075	1'30"	124	49		88	35		76	31		76	31	
2.540	0.100	2'00"	186	73	55.4	5.5	105	42	44.3	4.4	105	42	39.7	4.0
3.810	0.150	3'00"	230	90			162	63		135	53		135	53
5.080	0.200	4'00"	290	113	105.4	7.0	201	78	84.0	5.6	182	71	68.1	4.5
6.350	0.250	5'00"	335	131			276	108		204	80		204	80
7.620	0.300	6'00"	360	141			310	121		215	84		215	84
10.160	0.400	8'00"	410	160			320	125		242	94		242	94
12.700	0.500	10'00"	415	162			340	133		260	97		260	97

Henry Rivasnegra Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 265\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%



Tesis : Jhosef Aldair Melca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

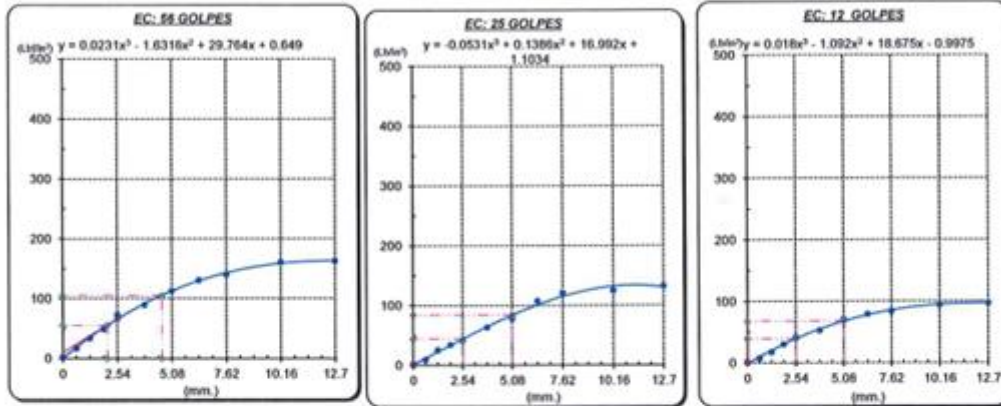


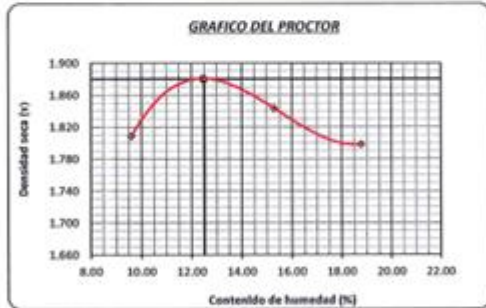
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.880 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.788 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.50 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	6 %	7 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	5 %	6 %



*Henny Rivas Obilias*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 266\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Testista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

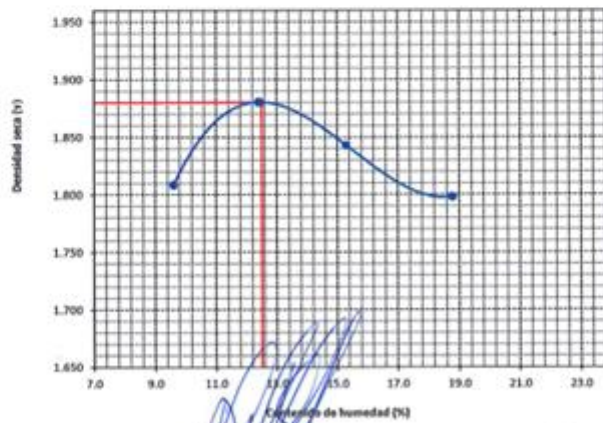
CATEGORÍA : C-2  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10%  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5990	6110	6120	6130
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1807.48	1927.48	1937.48	1947.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.982	2.114	2.125	2.136

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	265.60	296.50	310.50	324.60
Peso del suelo seco + tara	g	245.00	270.00	278.00	280.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.60	42.50
Peso de agua	g	20.6	26.5	32.5	44.6
Peso de suelo seco	g	214.5	213.5	212.5	237.5
Contenido de agua	%	9.6	12.4	15.3	18.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.808	1.880	1.843	1.798

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.880	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivadeneira Obitos*  
 Henry Rivadeneira Obitos  
 Tec. LABORATORIO USAT



Ilustración 267\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Ihsoséf Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUKATA : C-2  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10%  
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-15			A-17			A-18							
	5			5			5							
N° Capas	56			25			12							
N° Golpes por capa	56			25			12							
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12290	12740	12050	12650	12550	11580	12350	12350	11580	12350	12350			
Peso de molde (g)	7835	7835	7788	7788	7788	7730	7730	7730	7730	7730	7730			
Peso del suelo húmedo (g)	4455	4905	4262	4762	4762	3830	4620	4620	3830	4620	4620			
Volumen del molde (cc)	2108	2108	2115	2115	2115	2135	2135	2135	2135	2135	2135			
Densidad húmeda (g/cc)	2.113	2.327	2.015	2.252	2.252	1.794	2.164	2.164	1.794	2.164	2.164			
% de humedad	12.04	22.33	13.18	25.13	25.13	13.18	34.14	34.14	13.18	34.14	34.14			
Densidad seca (g/cc)	1.886	1.902	1.780	1.799	1.799	1.585	1.613	1.613	1.585	1.613	1.613			
HUMEDAD														
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	485.0	485.0	4905	4905	452.6	452.6	4762	4762	265.5	265.5	4620.0			
Tarro + Suelo seco ( gr. )	441.0	441.0	4455	4455	410.0	410.0	4282	4282	245.0	245.0	3830.0			
Peso del Agua ( gr. )	44.0	44.0	450.0	450.0	42.6	42.6	500.0	500.0	20.5	20.5	790.0			
Peso del tarro ( gr. )	75.6	75.6	0	0	86.0	86.0	0	0	89.5	89.5	0			
Peso del suelo seco ( gr. )	365.4	365.4	4372.5	4372.5	323.1	323.1	4187.4	4187.4	155.5	155.5	3770.2			
% de humedad	12.04	12.04	22.33	22.33	13.18	13.18	25.13	25.13	13.18	13.18	34.14			
Promedio de Humedad (%)	12.04	12.04	22.33	22.33	13.18	13.18	25.13	25.13	13.18	13.18	34.14			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN Pulg. %			DIAL			EXPANSIÓN Pulg. %		
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/06/2023	14.3	24	0.8	0.020		0.6	0.015		0.5	0.015		0.5	0.015	
2/06/2023	14.3	48	1.9	0.048		2.8	0.070		3.4	0.085		3.4	0.085	
3/06/2023	14.3	72	3.5	0.088		4.9	0.123		4.8	0.120		4.8	0.120	
4/06/2023	14.3	96	5.1	0.128		6.2	0.155		7.1	0.178		7.1	0.178	
			4.57		2.79	4.57		3.39	4.57		3.89	4.57		3.89
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	GARGA STAND.	MOLDE N° A-16				MOLDE N° A-17				MOLDE N° A-18			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Levt. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Levt. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Levt. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	66	23			23	11			10	6		
1.270	0.050	1'00"	120	47			66	23			36	16		
1.910	0.075	1'30"	210	82			142	56			68	29		
2.540	0.100	2'00"	320	125	74.8	7.5	188	73	61.4	6.1	88	38	38.0	3.8
3.810	0.150	3'00"	360	141			210	82			142	56		
5.080	0.200	4'00"	410	160	146.5	9.8	260	101	102.6	6.8	176	69	66.0	4.4
6.350	0.250	5'00"	426	167			280	109			198	77		
7.620	0.300	6'00"	432	169			328	127			205	80		
10.160	0.400	8'00"	445	174			365	143			235	92		
12.700	0.500	10'00"	450	176			348	136			240	84		

Henry Rivas Encaya Obillas  
 Tec. Laboratorio USAT

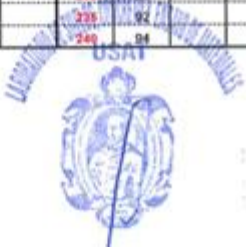


Ilustración 268\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

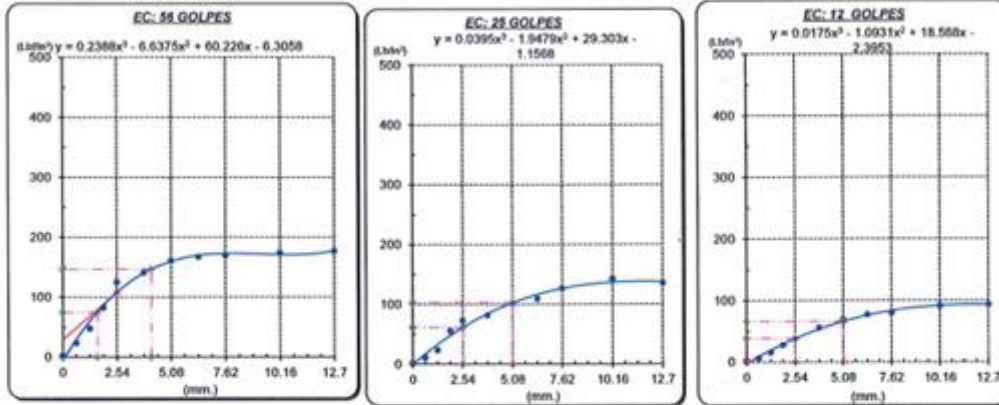


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.880 g./cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.786 g./cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.50 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	7 %	10 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	6 %	7 %

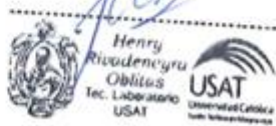
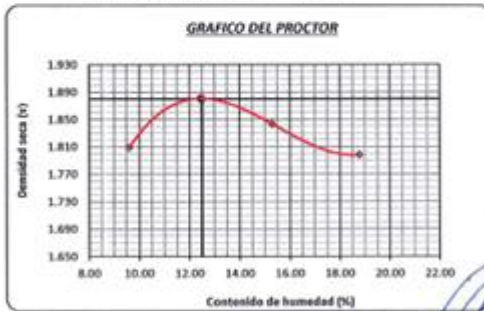


Ilustración 269\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAICATA : C-2 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10%

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5990	6110	6120	6130
Peso del molde	g	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g	1807.48	1927.48	1937.48	1947.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.982	2.114	2.125	2.136

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	265.60	296.50	310.50	324.60
Peso del suelo seco + tara	g	245.00	270.00	278.00	280.00
Peso de tara	g	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g	20.6	26.5	32.5	44.6
Peso de suelo seco	g	214.5	213.5	212.5	237.5
Contenido de agua	%	9.6	12.4	15.3	18.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.808	1.880	1.843	1.796

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.880	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR

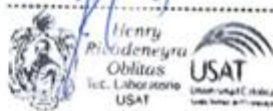
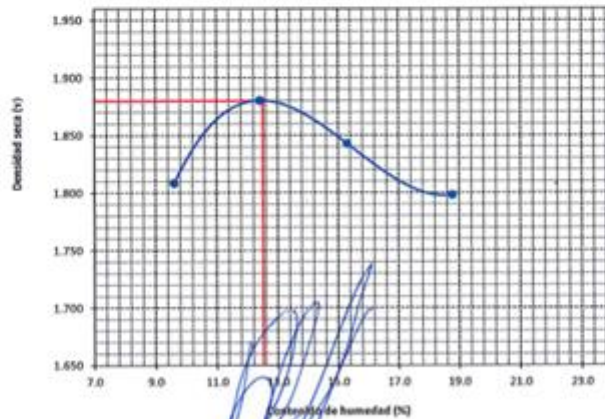


Ilustración 270\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCETA : C-2 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-19				A-20				A-21					
	5				5				5					
Nº Capas	56				25				13					
Nº Golpes por capa	56				25				13					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12150	12620	11950	12250	11760	12050	12050	12050	11760	12050	12050	12050		
Peso de molde (g)	7649	7649	7728	7728	7756	7756	7756	7756	7756	7756	7756	7756		
Peso del suelo húmedo (g)	4501	4971	4222	4522	4004	4294	4294	4294	4004	4294	4294	4294		
Volumen del molde (cc)	2115	2115	2114	2114	2114	2114	2114	2114	2114	2114	2114	2114		
Densidad húmeda (g/cc)	2.128	2.350	1.997	2.139	1.876	2.012	2.012	2.012	1.876	2.012	2.012	2.012		
% de humedad	13.51	24.15	14.29	21.52	13.92	21.29	21.29	21.29	13.92	21.29	21.29	21.29		
Densidad seca (g/cc)	1.875	1.893	1.748	1.760	1.647	1.650	1.650	1.650	1.647	1.650	1.650	1.650		
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	365.5	365.5	4971	4971	360.0	360.0	4522	4522	450.0	450.0	4294.0	4294.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	322.0	322.0	4501	4501	315.0	315.0	4222	4222	395.0	395.0	4004.0	4004.0		
Peso del Agua (gr.)	43.5	43.5	470.0	470.0	45.0	45.0	300.0	300.0	55.0	55.0	290.0	290.0		
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	322.0	322.0	4418.2	4418.2	315.0	315.0	4149.5	4149.5	395.0	395.0	3939.1	3939.1		
% de humedad	13.51	13.51	24.15	24.15	14.29	14.29	21.52	21.52	13.92	13.92	21.29	21.29		
Promedio de Humedad (%)	13.51	13.51	24.15	24.15	14.29	14.29	21.52	21.52	13.92	13.92	21.29	21.29		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.15	0.004		0.5	0.013		0.2	0.005				
2/06/2023	14.3	48	2.1	0.053		3.6	0.090		3.9	0.098				
3/06/2023	14.3	72	3.9	0.098		5.2	0.130		5.1	0.128				
4/06/2023	14.3	96	5.8	0.145		6.2	0.155		7.6	0.190				
			4.57	total 3.18		4.57	total 3.30		4.57	total 4.16				
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in <sup>2</sup>	MOLDE Nº A-19				MOLDE Nº A-20				MOLDE Nº A-21			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lev. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lev. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Lev. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%
mm.	pulg.													
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				
0.640	0.025	0'30"	42	18					20	10				
1.270	0.050	1'00"	180	70					105	42				
1.910	0.075	1'30"	360	141					162	63				
2.540	0.100	2'00"	490	188	112.9	11.3			235	92	79.5	8.0		
3.810	0.150	3'00"	520	205					260	101				
5.080	0.200	4'00"	588	231	219.2	14.6			315	123	125.2	8.3		
6.350	0.250	5'00"	620	245					350	137				
7.620	0.300	6'00"	635	252					380	148				
10.160	0.400	8'00"	680	271					390	152				
12.700	0.500	10'00"	760	271					410	160				

Henry Rivallencyo Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 271\_ Ensayo CBR C-03+FP 0.75%+CR10%



Tesista : Jhossael Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

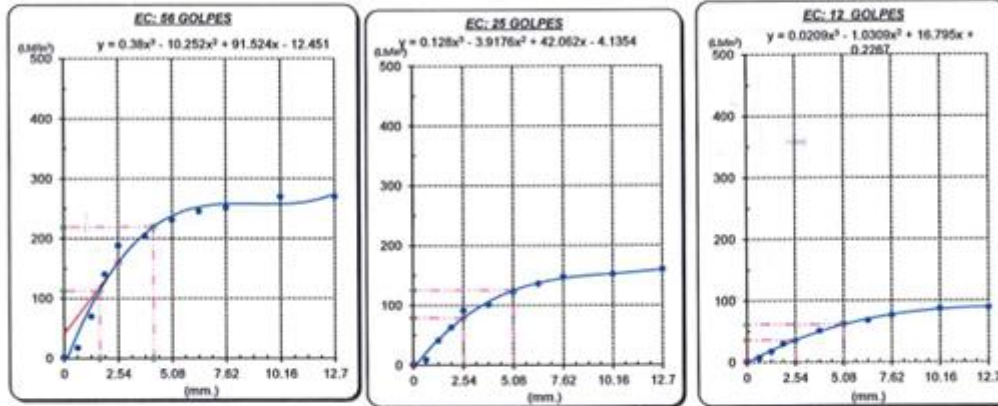


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.880 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.786 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.50 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	11 %	15 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	10 %	10 %

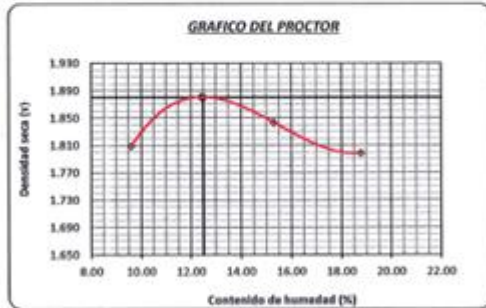


GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.

*[Handwritten signature]*  
 Henry  
 Rodríguez  
 Oñatas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo

USAT  
 LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 272\_Ensayo CBR C-03+FP 0.75%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (58000 ple-lbf/ple<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

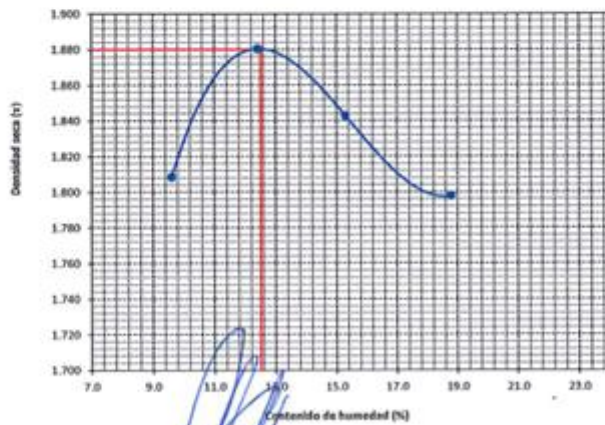
**CAUCATA** : C-2  
**MUESTRA** : FP 0.75% CR 10% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5990	6110	6120	6130
Peso del molde	g.	4182.52	4182.52	4182.52	4182.52
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1807.48	1927.48	1937.48	1947.48
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	911.9	911.9	911.9	911.9
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.982	2.114	2.125	2.136

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	265.60	296.50	310.50	324.60
Peso del suelo seco + tara	g.	245.00	270.00	278.00	280.00
Peso de tara	g.	30.50	56.50	65.50	42.50
Peso de agua	g.	20.6	26.5	32.5	44.6
Peso de suelo seco	g.	214.5	213.5	212.5	237.5
Contenido de agua	%	9.6	12.4	15.3	18.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.808	1.880	1.843	1.798

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.880	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	12.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Henry Rivas Neyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo



Ilustración 273\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 0.75%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testeta : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Testa : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-2 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 0.75% CR 10%

COMPACTACIÓN																
N° Molde	A-22				A-23				A-24							
N° Capa	5				5				5							
N° Golpes por capa	56				25				12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	12550		12750		12290		12450		11650		12550					
Peso de molde (g)	7992		7992		7957		7957		7899		7899					
Peso del suelo húmedo (g)	4558		4758		4333		4493		3751		4151					
Volumen del molde (cc)	2116		2116		2118		2118		2129		2129					
Densidad húmeda (g/cc)	2.154		2.249		2.046		2.121		1.762		1.950					
% de humedad	14.05		18.52		14.39		18.15		13.85		24.68					
Densidad seca (g/cc)	1.889		1.897		1.788		1.795		1.548		1.564					
HUMEDAD																
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	289.0	289.0	475.8	475.8	310.0	310.0	449.3	449.3	285.9	285.9	4151.0	4151.0				
Tarro + Suelo seco ( gr. )	253.4	253.4	458.8	458.8	271.0	271.0	433.3	433.3	252.0	252.0	3761.0	3761.0				
Peso del Agua ( gr. )	35.6	35.6	200.0	200.0	39.0	39.0	160.0	160.0	34.9	34.9	400.0	400.0				
Peso del tarro ( gr. )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Peso del suelo seco ( gr. )	253.4	253.4	4473.5	4473.5	271.0	271.0	4256.9	4256.9	252.0	252.0	3693.8	3693.8				
% de humedad	14.05	14.05	18.52	18.52	14.39	14.39	18.15	18.15	13.85	13.85	24.68	24.68				
Promedio de Humedad (%)	14.05		18.52		14.39		18.15		13.85		24.68					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN				
			Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%			
31/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1/06/2023	14.3	24	0.2	0.005		1	0.025		0.5	0.013						
2/06/2023	14.3	48	3.6	0.090		2.5	0.063		3.2	0.080						
3/06/2023	14.3	72	4.5	0.113		6.5	0.163		6.5	0.163						
4/06/2023	14.3	96	5.8	0.145		7.8	0.195		7.6	0.190						
			4.57	total	3.18	4.57	total	4.27	4.57	total	4.16					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	GARGA STANO.	MOLDE N° A-22				MOLDE N° A-23				MOLDE N° A-24					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Lib/ pulg	Lib/ pulg <sup>2</sup>	Lib/ pulg <sup>2</sup>	%	Lib/ pulg	Lib/ pulg <sup>2</sup>	Lib/ pulg <sup>2</sup>	%	Lib/ pulg	Lib/ pulg <sup>2</sup>	Lib/ pulg <sup>2</sup>	%		
mm.	pulg.	Lb/ft <sup>2</sup>														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2				
0.640	0.025	0'30"	40	17			25	12			10	6				
1.270	0.050	1'00"	45	19			64	26			39	17				
1.910	0.075	1'30"	115	46			96	38			75	30				
2.540	0.100	2'00"	425	166	117.1	11.7	256	100	81.8	8.2	96	38	35.2	3.5		
3.810	0.150	3'00"	480	188			280	109			124	49				
5.080	0.200	4'00"	562	222	208.8	13.9	305	119	145.5	9.7	153	60	59.9	4.0		
6.350	0.250	5'00"	610	252			329	127			168	66				
7.620	0.300	6'00"	620	246			345	135			187	71				
10.160	0.400	8'00"	625	249			360	141			215	82				
12.700	0.500	10'00"	625	249			360	141			228	86				

Henry Rivas Enciso Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 274\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%



Tesista : Jossael Aldair Malca Haaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

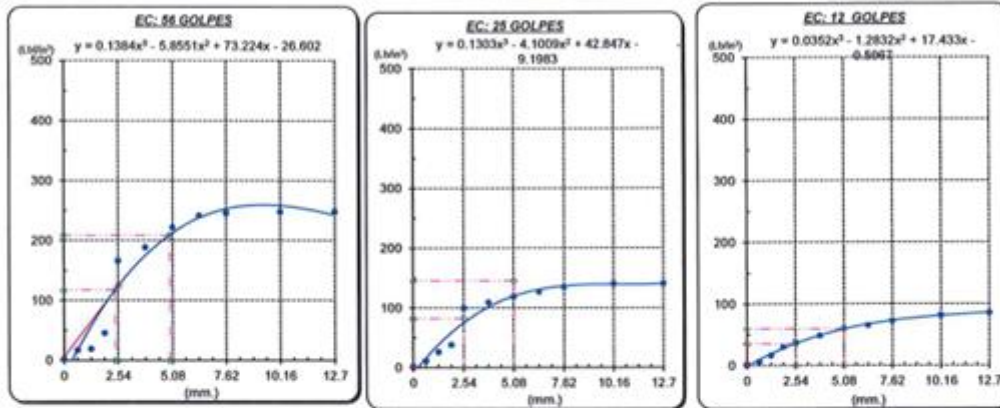


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.880 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.788 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.50 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	12 %	14 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8 %	10 %

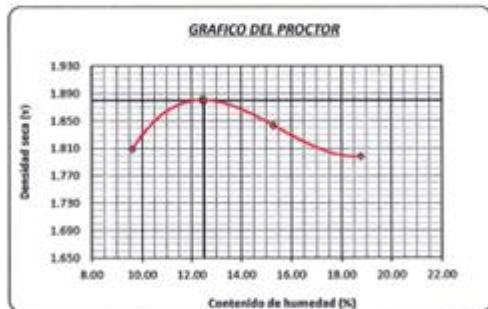


Ilustración 275\_Ensayo de CBR C-03+FP 0.75%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la Influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

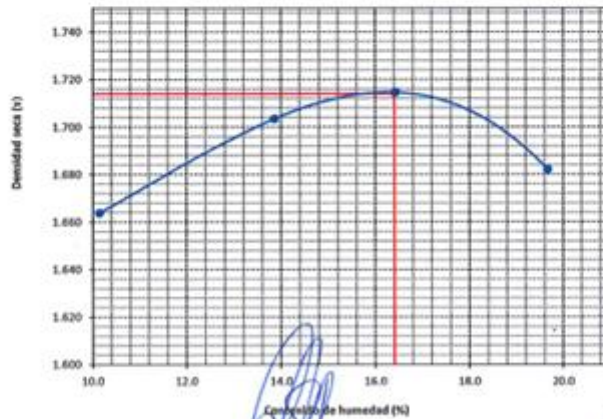
CAICATA : C-2  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5722	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1848	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.940	1.996	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.703	1.715	1.682

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.714	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*[Firma manuscrita]*  
 Henry Rivas Obitos  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 276\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-2 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10%

COMPACTACIÓN															
		1		A-2				3							
N° Molde		5		5				5							
N° Capa		56		25				12							
N° Golpes por capa		56		25				12							
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		12510	12642	12490	12990	12990	12990	12012	12384						
Peso de molde (g)		8622	8622	8395	8395	8395	8395	8453	8453						
Peso del suelo húmedo (g)		3888	4020	4095	4595	4595	4595	3559	3851						
Volumen del molde (cc)		1965	1965	2112	2112	2112	2112	2032	2032						
Densidad húmeda (g/cc)		1.979	2.046	1.939	2.176	2.176	2.176	1.751	1.895						
% de humedad		16.49	19.94	16.67	29.08	29.08	29.08	17.72	26.04						
Densidad seca (g/cc)		1.699	1.706	1.662	1.686	1.686	1.686	1.488	1.504						
HUMEDAD															
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		135.1	135.1	4020	4020	245.0	245.0	4595	4595	154.0	154.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)		120.0	120.0	3888	3888	210.0	210.0	4095	4095	135.1	135.1				
Peso del Agua (gr.)		15.1	15.1	132.0	132.0	35.0	35.0	500.0	500.0	18.9	18.9				
Peso del tarro (gr.)		29.48	29.48	0	0	0	0	0	0	28.34	28.34				
Peso del suelo seco (gr.)		91.5	91.5	3823.1	3823.1	210.0	210.0	4028.1	4028.1	106.7	106.7				
% de humedad		16.49	16.49	19.94	19.94	16.67	16.67	29.08	29.08	17.72	17.72				
Promedio de Humedad (%)		16.49	19.94	19.94	19.94	16.67	16.67	29.08	29.08	17.72	17.72				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
10/05/2023	14.3	0	0.35	0	0	10.23	0	0	0.15	0	0				
11/05/2023	14.3	24	0.5	0.013		13.85	0.346		0.55	0.014					
12/05/2023	14.3	48	0.85	0.024		15.96	0.399		1.6	0.040					
13/05/2023	14.3	72	1.5	0.036		16.42	0.411		1.9	0.048					
14/05/2023	14.3	96	2.5	0.063		17.2	0.430		2.05	0.051					
			4.57	total	1.37	4.57	total	9.42	4.57	total	1.12				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° 1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° 3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs	kg	Lbs	kg	Lbs	kg	Lbs	kg	Lbs	kg	Lbs	kg	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	8	15			8	15			4	12			
1.270	0.050	1'00"	17	44			16	41			15	39			
1.910	0.075	1'30"	29	97			25	88			23	83			
2.540	0.100	2'00"	65	161	154.4	15.4	58	144	145.8	14.6	54	134	129.9	13.0	
3.810	0.150	3'00"	105	258			90	222			80	198			
5.080	0.200	4'00"	124	305	277.7	18.5	110	283	257.4	17.2	100	246	230.3	15.4	
6.350	0.250	5'00"	132	324			121	298			108	266			
7.620	0.300	6'00"	137	333			128	315			114	280			
10.160	0.400	8'00"	147	361			132	324			119	302			
12.700	0.500	10'00"	160	409			142	349			127	312			

Henry Rivas Obitos  
 Tec. Laboratorio USAT



Ilustración 277\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.0% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

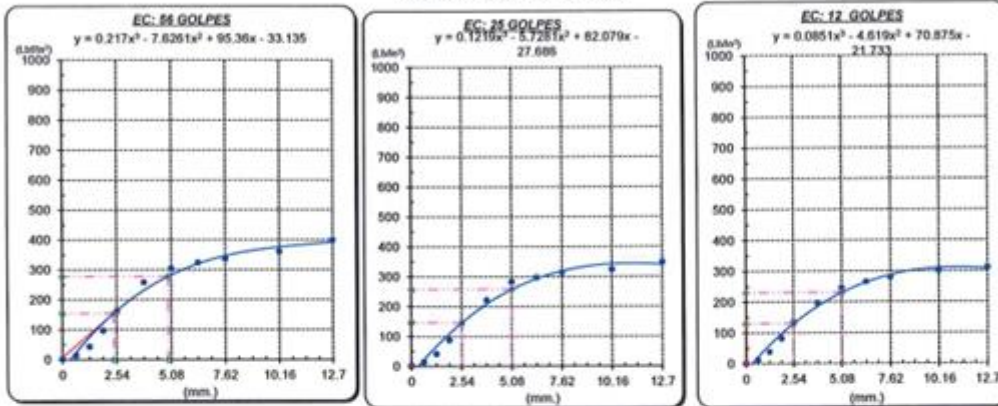


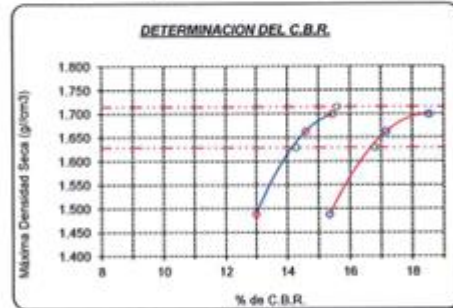
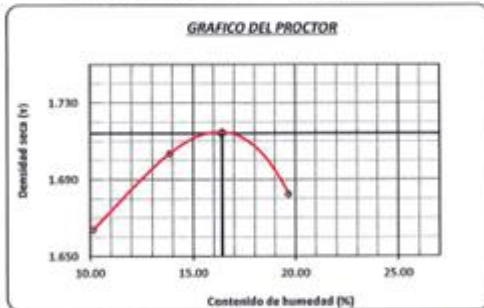
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.714 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 98%	1.628 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	16 %	19 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	14 %	17 %



*Henry Rivadeneyra Obilias*  
 Téc. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo



Ilustración 278\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 ple-lbf/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-2  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5722	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1848	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.940	1.996	2.013

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.703	1.715	1.682

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.714	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.40	%

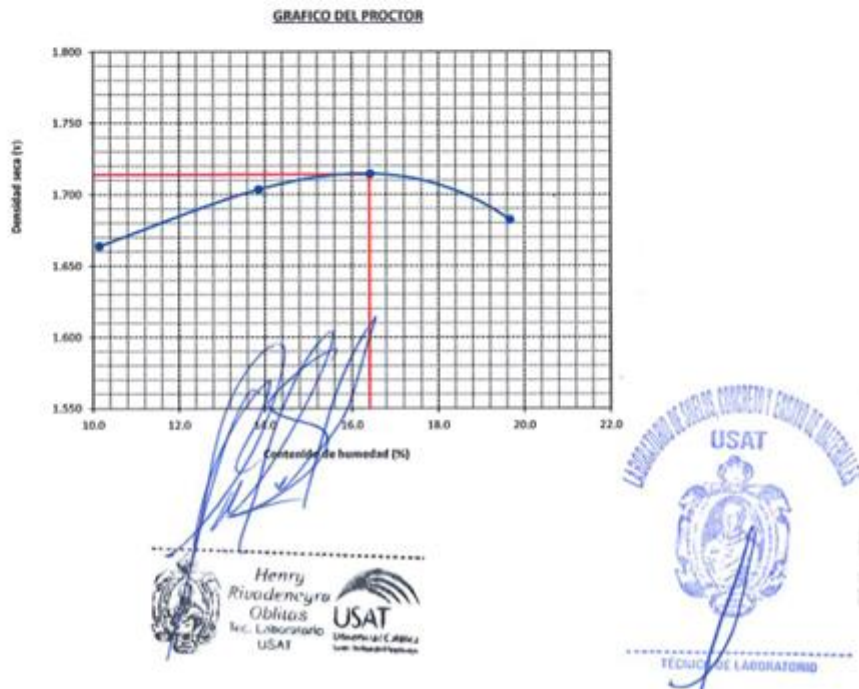


Ilustración 279\_ Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Testis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAJONATA : C-2 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10%

COMPACTACIÓN														
		A-7				A-8				A-9				
N° Molde		5				5				5				
N° Capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12120	12620	11850	12290	11360	11750	11360	11750	11360	11750	11360	11750	
Peso de molde (g)		7855	7855	7903	7903	7828	7828	7828	7828	7828	7828	7828	7828	
Peso del suelo húmedo (g)		4265	4765	3947	4387	3532	3922	3532	3922	3532	3922	3532	3922	
Volumen del molde (cc)		2130	2120	2112	2112	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	2113	
Densidad húmeda (g/cc)		2.012	2.248	1.869	2.077	1.672	1.858	1.672	1.858	1.672	1.858	1.672	1.858	
% de humedad		16.62	28.55	16.85	28.18	16.75	27.95	16.75	27.95	16.75	27.95	16.75	27.95	
Densidad seca (g/cc)		1.725	1.748	1.599	1.621	1.432	1.451	1.432	1.451	1.432	1.451	1.432	1.451	
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		221.5	221.5	4765	4765	146.5	146.5	4387	4387	198.6	198.6	3922.0	3922.0	
Tarro + Suelo seco ( gr. )		195.0	195.0	4265	4265	131.5	131.5	3947	3947	177.5	177.5	3632.0	3632.0	
Peso del Agua ( gr. )		26.5	26.5	500.0	500.0	15.0	15.0	440.0	440.0	21.1	21.1	390.0	390.0	
Peso del tarro ( gr. )		35.6	35.6	0	0	42.5	42.5	0	0	51.5	51.5	0	0	
Peso del suelo seco ( gr. )		159.4	159.4	4192.7	4192.7	89.0	89.0	3884.9	3884.9	126.0	126.0	3482.1	3482.1	
% de humedad		16.62	16.62	28.55	28.55	16.85	16.85	28.18	28.18	16.75	16.75	27.95	27.95	
Promedio de Humedad (%)		16.62	28.55	28.55	16.85	28.18	16.75	27.95	27.95	16.75	27.95	27.95	27.95	
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
1/09/2022	14.3	0	0.25	0	0	0.1	0	0	0.2	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.6	0.015		0.6	0.015		0.6	0.015				
3/09/2022	14.3	48	1.05	0.026		1.2	0.030		0.9	0.023				
4/09/2022	14.3	72	1.45	0.036		1.8	0.045		1.4	0.035				
4/09/2022	14.3	96	2.1	0.053		2.5	0.063		2.4	0.060				
			4.57	total	1.15	4.57	total	1.37	4.57	total	1.31			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lb/In <sup>2</sup>	MOLDE N° A-7				MOLDE N° A-8				MOLDE N° A-9			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lev. Dial	Lb/ pulg <sup>2</sup>	Lb/ pulg <sup>2</sup>	%	Lev. Dial	Lb/ pulg <sup>2</sup>	Lb/ pulg <sup>2</sup>	%	Lev. Dial	Lb/ pulg <sup>2</sup>	Lb/ pulg <sup>2</sup>	%
0.005	0.000	0'00"	0	2		0	2		0	2				
0.640	0.025	0'30"	7	10		4	12		2	7				
1.270	0.050	1'00"	16	41		12	32		8	22				
1.910	0.075	1'30"	34	85		28	66		14	36				
2.540	0.100	2'00"	59	146	143.5	14.4	46	115	114.1	11.4	19	49	40.5	4.1
3.810	0.150	3'00"	96	237		78	193		21	54				
5.080	0.200	4'00"	114	285	292.0	17.5	86	212	204.3	13.6	30	76	76.5	5.1
6.350	0.250	5'00"	124	305		95	234		34	85				
7.620	0.300	6'00"	136	334		101	249		46	115				
10.160	0.400	8'00"	142	348		115	283		58	144				
12.700	0.500	10'00"	153	376		120	295		67	166				

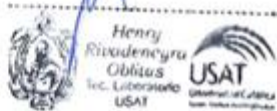


Ilustración 280\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**

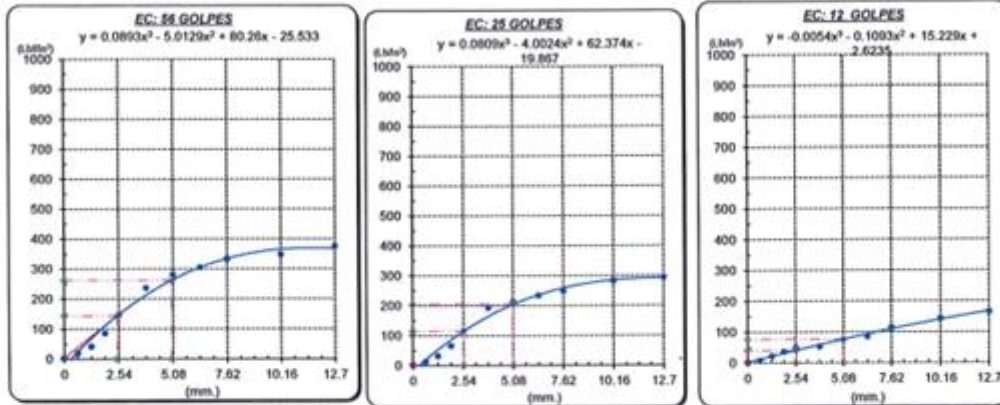


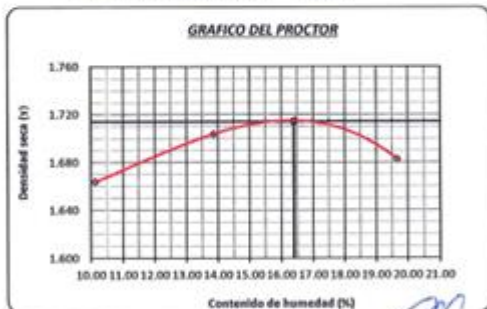
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.714 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.628 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	14 %	17 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	13 %	15 %



*Henry Rivadeneyra Oblitas*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 281\_ Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (60000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Testista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAICATA** : C-2  
**MUESTRA** : FP 1.0% CR 10% **PROFUNDIDAD** : 0.10 m - 1.50 m

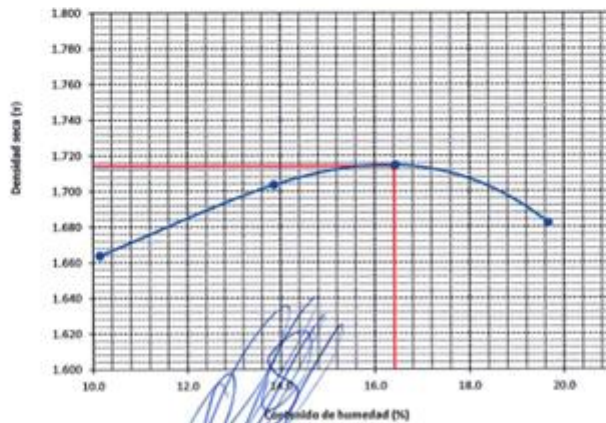
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5620	5722	5776	5792
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1746	1848	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.940	1.996	2.013

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g.	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g.	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g.	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g.	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.703	1.715	1.682

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.714	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	16.40	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Henry Rivadeneira Obillos  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



*Ilustración 282\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testeta : /Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA: C-2 PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA: FP 1.0% CR 10%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-5				A-6				A-7				
Nº Capas		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				26				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11990	12380	11790	12110	11360	11755	7855	7855	3900.0	3900.0	3495.0		
Peso de molde (g)		7671	7671	7880	7840	7855	7855	3495	3900	20.5	20.5	405.0		
Peso del suelo húmedo (g)		4319	4709	3920	4270	3495	3900	0	0	20.5	20.5	405.0		
Volumen del molde (cc)		2120	2120	2112	2112	2113	2113	0	0	20.5	20.5	405.0		
Densidad húmeda (g/cc)		2.037	2.221	1.856	2.022	1.654	1.846	0	0	20.5	20.5	405.0		
% de humedad		16.55	25.74	16.33	25.40	16.61	28.36	0	0	16.61	16.61	28.36		
Densidad seca (g/cc)		1.748	1.766	1.595	1.612	1.418	1.438	0	0	16.61	16.61	28.36		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-												
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		232.5	232.5	4709	4709	204.6	204.6	4270	4270	196.5	196.5	3900.0	3900.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		204.5	204.5	4319	4319	181.0	181.0	3920	3920	176.0	176.0	3495.0	3495.0	
Peso del Agua (gr.)		28.0	28.0	390.0	390.0	23.6	23.6	350.0	350.0	20.5	20.5	405.0	405.0	
Peso del tarro (gr.)		35.36	35.36	0	0	36.5	36.5	0	0	52.6	52.6	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		169.1	169.1	4244.8	4244.8	144.5	144.5	3858.4	3858.4	123.4	123.4	3446.1	3446.1	
% de humedad		16.55	16.55	25.74	25.74	16.33	16.33	25.40	25.40	16.61	16.61	28.36	28.36	
Promedio de Humedad (%)		16.55	16.55	25.74	25.74	16.33	16.33	25.40	25.40	16.61	16.61	28.36	28.36	
EXPANSIÓN														
FECHA	HDRA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.6	0.015	0.5	0.015	0.6	0.015	0.6	0.015	0.015			
3/09/2022	14.3	48	1.2	0.030	1.2	0.030	1.6	0.040	1.6	0.040	0.040			
4/09/2022	14.3	72	1.8	0.045	1.8	0.045	1.9	0.045	1.9	0.045	0.045			
4/09/2022	14.3	96	2.6	0.065	2.4	0.060	2.4	0.060	2.4	0.060	0.060			
			4.57	total	1.42	4.57	total	1.31	4.57	total	1.31			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in <sup>2</sup>	MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6				MOLDE Nº A-7			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Levt. Dial	Lbr pulg <sup>2</sup>	Lbr pulg <sup>2</sup>	%	Levt. Dial	Lbr pulg <sup>2</sup>	Lbr pulg <sup>2</sup>	%	Levt. Dial	Lbr pulg <sup>2</sup>	Lbr pulg <sup>2</sup>	%
mm.	pulg.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	8	22			6	17		2	7			
1.270	0.050	1'00"	19	49			16	39		10	27			
1.910	0.075	1'30"	41	102			32	80		26	66			
2.540	0.100	2'00"	68	168	159.6	16.0	83	132	134.2	13.4	35	88	79.7	
3.810	0.150	3'00"	115	283			86	212		48	119			
5.080	0.200	4'00"	129	317	286.8	19.1	104	256	238.6	15.9	69	146	150.2	
6.350	0.250	5'00"	166	334			112	276		67	160			
7.620	0.300	6'00"	191	346			119	293		89	219			
10.160	0.400	8'00"	193	366			126	310		90	222			
12.700	0.500	10'00"	175	429			132	324		95	234			

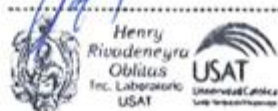


Ilustración 283\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%

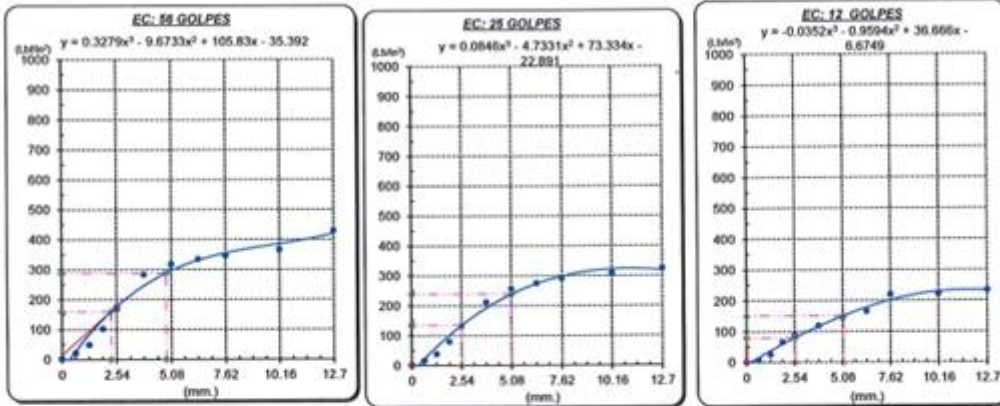


Tesista : Joseef Almir Melca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**



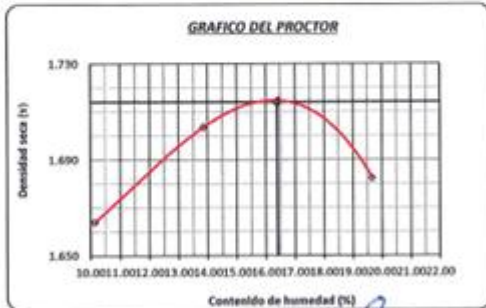
**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.714 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.628 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %

**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	15 %	18 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	14 %	17 %



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 284\_ Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))**  
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Testista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CAUCUTA** : C-2  
**MUESTRA** : FP 1.0% CR 10% **PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5722	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1848	1902	1918
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.940	1.996	2.013

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.50
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.50	46.20	42.10	52.40
Peso de agua	g	18.7	25.2	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.4	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.703	1.715	1.682

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.714	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	16.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR

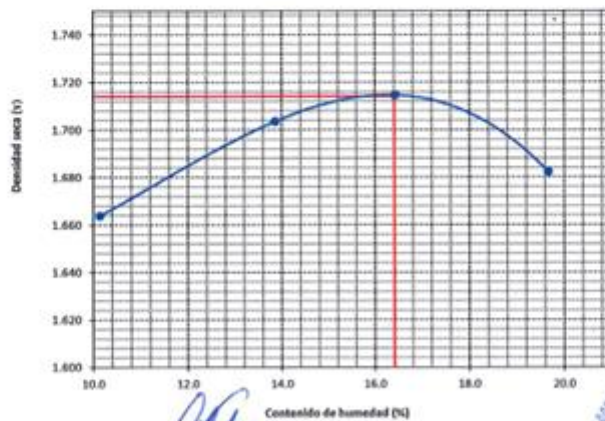


Ilustración 285\_ Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-2  
 MUESTRA : FP 1.0% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
N° Molde	A-4				A-5				A-6							
	5				5				5							
N° Capa	56				25				12							
N° Golpes por capa	56				25				12							
CONDICION DE LA MUESTRA																
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	13282	13210	11790	12650	11628	12684										
Peso de molde (g)	8718	8718	7671	7671	7840	7840										
Peso del suelo húmedo (g)	4564	4492	4119	4979	3988	4744										
Volumen del molde (cc)	2280	2280	2112	2112	2211	2211										
Densidad húmeda (g/cc)	2.002	1.970	1.950	2.357	1.802	2.144										
% de humedad	16.71	15.11	16.93	38.15	16.95	36.20										
Densidad seca (g/cc)	1.715	1.712	1.668	1.706	1.541	1.574										
HUMEDAD																
Tarro N°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	216.5	216.5	4492	4492	186.5	186.5	4979	4979	245.6	245.6	4744.0	4744.0				
Tarro + Suelo seco ( gr. )	185.5	185.5	4564	4564	159.5	159.5	4119	4119	210.0	210.0	3988.0	3988.0				
Peso del Agua ( gr. )	31.0	31.0	-72.0	-72.0	27.0	27.0	860.0	860.0	35.6	35.6	756.0	756.0				
Peso del tarro ( gr. )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Peso del suelo seco ( gr. )	185.5	185.5	4487.0	4487.0	159.5	159.5	4051.4	4051.4	210.0	210.0	3927.5	3927.5				
% de humedad	16.71	16.71	15.11	15.11	16.93	16.93	38.15	38.15	16.95	16.95	36.20	36.20				
Promedio de Humedad (%)	16.71	16.71	15.11	15.11	16.93	16.93	38.15	38.15	16.95	16.95	36.20	36.20				
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN				
			Pulg			%			Pulg			%				
10/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11/05/2023	14.3	24	0.8	0.015		0.1	0.003		0.4	0.010						
12/05/2023	14.3	48	1.1	0.028		1.4	0.035		1.8	0.045						
13/05/2023	14.3	72	1.8	0.045		1.9	0.048		2.4	0.060						
14/05/2023	14.3	96	2.4	0.060		2.9	0.070		2.9	0.073						
			4.57	total	1.31	4.57	total	1.53	4.57	total	1.59					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/ft <sup>2</sup>	MOLDE N° A-4				MOLDE N° A-5				MOLDE N° A-6					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Leet Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet Dial	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	Lbf/ pulg <sup>2</sup>	%		
mm.	Pulg.															
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2				
0.040	0.005	0'30"	8	22			6	17			2	7				
1.270	0.050	1'00"	19	49			17	44			12	32				
1.910	0.075	1'30"	42	105			38	95			25	69				
2.540	0.100	2'00"	76	188	166.8	16.7	62	154	155.3	15.5	36	90	85.2	8.5		
3.810	0.150	3'00"	115	283			95	234			45	112				
5.080	0.200	4'00"	156	334	299.3	20.0	124	305	277.4	18.5	69	171	160.0	10.7		
6.350	0.250	5'00"	141	346			132	324			80	198				
7.620	0.300	6'00"	145	356			138	339			85	212				
10.160	0.400	8'00"	152	373			142	349			89	224				
12.700	0.500	10'00"	169	412			146	358			102	251				

Henry Rivadeneira Obitos  
 Fac. Laboratorio USAT



Ilustración 286\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%



Tesista : Jhoseef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.0% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

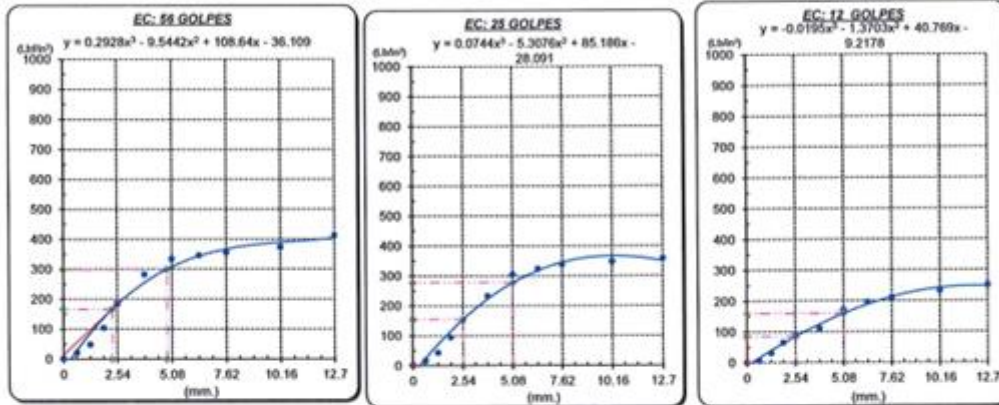


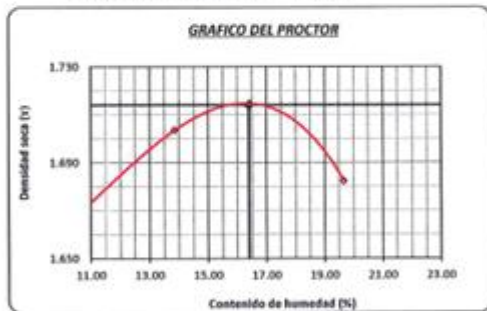
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.714 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.628 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.40 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	17 %	20 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	13 %	16 %



*Henry*  
 Huancahuasi Obillos  
 Ing. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 287\_Ensayo de CBR C-03+FP 1%+CR10%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

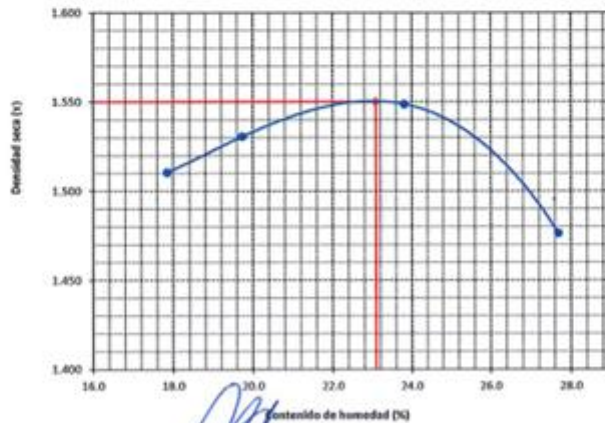
CAUCATA : C-3  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	286.50	310.50	280.60	296.90
Peso del suelo seco + tara	g	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.550	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	23.08	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry  
 Rivas  
 Obillos  
 Ing. Laboratorio  
 USAI

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 288\_Ensayo de Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossel Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CAUCATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-5				A-2				A-13					
	5				5				5					
Nº Capa														
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	12544	12618	12290	12380	12112	12368								
Peso de molde (g)	8736	8736	8395	8395	8694	8694								
Peso del suelo húmedo (g)	3808	3882	3895	3985	3418	3672								
Volumen del molde (cc)	2925	2025	2112	2112	2023	2023								
Densidad húmeda (g/cc)	1.800	1.917	1.844	1.892	1.690	1.815								
% de humedad	24.49	26.46	23.85	26.45	23.91	31.44								
Densidad seca (g/cc)	1.511	1.516	1.489	1.496	1.364	1.381								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	140.2	140.2	3882	3882	241.5	241.5	3995	3995	141.8	141.8	3672.0	3672.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	118.3	118.3	3808	3808	195.0	195.0	3895	3895	121.9	121.9	3418.0	3418.0		
Peso del Agua (gr.)	21.9	21.9	74.0	74.0	46.5	46.5	100.0	100.0	20.0	20.0	254.0	254.0		
Peso del tarro (gr.)	28.69	28.69	0	0	0	0	0	0	38.41	38.41	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	89.6	89.6	3751.3	3751.3	195.0	195.0	3837.8	3837.8	83.4	83.4	3372.0	3372.0		
% de humedad	24.49	24.49	26.46	26.46	23.85	23.85	26.45	26.45	23.91	23.91	31.44	31.44		
Promedio de Humedad (%)	24.49		26.46		23.85		26.45		23.91		31.44			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL			DIAL			DIAL					
			Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%				
11/09/2023	14.3	0	0.1	0	0	10.23	0	0	0.52	0	0			
12/09/2023	14.3	24	0.12	0.003		13.85	0.346		0.53	0.013				
13/09/2023	14.3	48	0.26	0.007		15.96	0.399		0.56	0.014				
14/09/2023	14.3	72	0.3	0.008		16.42	0.411		0.6	0.015				
15/09/2023	14.3	96	0.35	0.009		17.2	0.430		0.65	0.016				
			4.57	total	0.19	4.57	total	9.42	4.57	total	0.36			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-13			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg	Lbr/ pulg	%
mm.	pulg.	Lb/in <sup>2</sup>												
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				
0.640	0.025	0'30"	35	88					25	63				
1.270	0.050	1'00"	95	234					86	212				
1.910	0.075	1'30"	199	246					96	237				
2.540	0.100	2'00"	112	276	275.7	27.8			101	249	298.4	29.6		
3.810	0.150	3'00"	124	305					132	324				
5.080	0.200	4'00"	145	356	626.0	41.8			165	405	468.0	31.1		
6.350	0.250	5'00"	166	407					198	485				
7.620	0.300	6'00"	189	441					205	502				
10.160	0.400	8'00"	205	472					214	524				
12.700	0.500	10'00"	232	568					243	595				



Ilustración 289\_Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10%

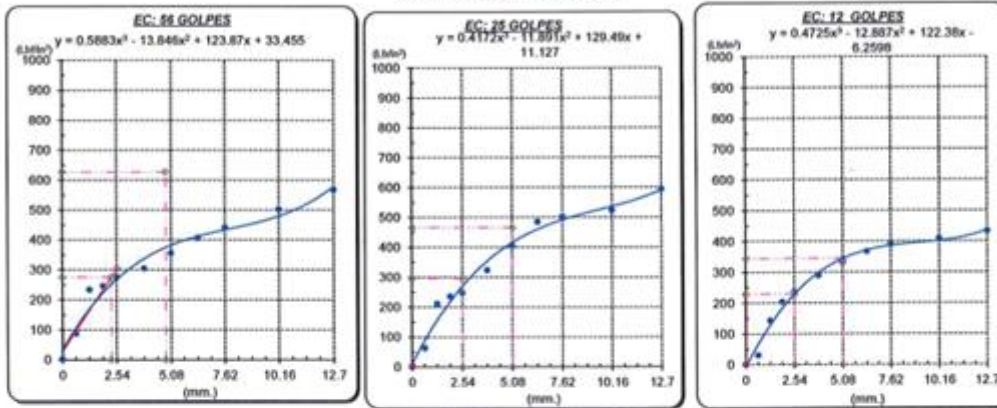


Testista : Jhosef Aldair Matos Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024  
 FP 1.25% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.473 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	29 %	62 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	29 %	30 %

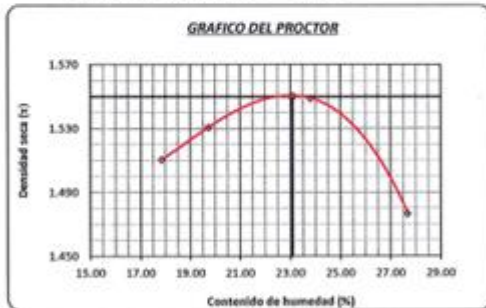


Ilustración 290\_Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10%

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

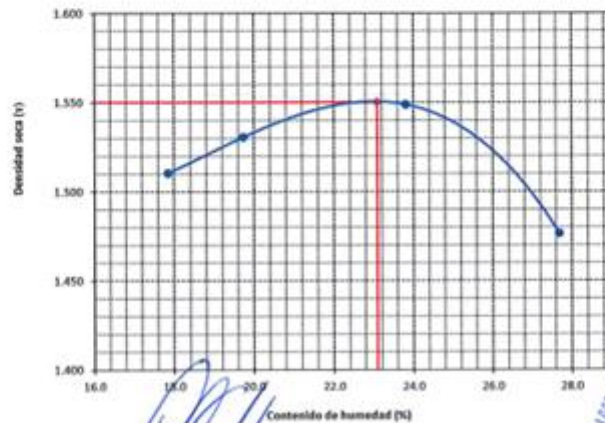
**CAJICATA** : C-3  
**MUESTRA** : FP 1.25% CR 10%  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Recipiente		T-18	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.550	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	23.08	%

GRAFICO DEL PROCTOR



*Hofry Rivas*  
 Obilias  
 Inc. Laboratorio  
 USAI



Ilustración 291\_Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : ihossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10%

COMPACTACIÓN																	
Nº Molde		A-5				A-2				A-13							
Nº Capa		5				5				5							
Nº Golpes por capa		56				25				12							
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		12616	12640	12390	12690	12258	12412										
Peso de molde (g)		8736	8736	8395	8395	8694	8694										
Peso del suelo húmedo (g)		3880	3904	3995	4295	3564	3718										
Volumen del molde (cc)		2025	2025	2112	2112	2023	2023										
Densidad húmeda (g/cc)		1.916	1.928	1.892	2.034	1.762	1.838										
% de humedad		21.12	21.75	23.85	31.47	25.51	29.89										
Densidad seca (g/cc)		1.582	1.584	1.527	1.547	1.404	1.415										
HUMEDAD																	
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-					
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		141.1	141.1	3904	3904	241.5	241.5	4295	4295	145.4	145.4	3718.0					
Tarro + Suelo seco ( gr. )		121.5	121.5	3880	3880	195.0	195.0	3995	3995	121.6	121.6	3564.0					
Peso del Agua ( gr. )		19.6	19.6	24.0	24.0	46.5	46.5	300.0	300.0	23.8	23.8	154.0					
Peso del tarro ( gr. )		20.48	20.48	0	0	0	0	0	0	20.29	20.29	0					
Peso del suelo seco ( gr. )		93.0	93.0	3819.6	3819.6	195.0	195.0	3934.9	3934.9	93.3	93.3	3514.7					
% de humedad		21.12	21.12	21.75	21.75	23.85	23.85	31.47	31.47	25.51	25.51	29.89					
Promedio de Humedad (%)		21.12		21.75		23.85		31.47		25.51		29.89					
EXPANSIÓN																	
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN							
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%						
11/09/2023	14.3	0	0.15	0	0	0.1	0	0	0.15	0	0						
12/09/2023	14.3	24	0.2	0.005		0.2	0.005		0.2	0.005							
13/09/2023	14.3	48	0.2	0.005		0.36	0.009		0.3	0.008							
14/09/2023	14.3	72	0.28	0.007		0.45	0.011		0.45	0.011							
15/09/2023	14.3	96	0.3	0.008		0.52	0.013		0.64	0.014							
			4.57	total	0.16	4.57	total	0.28	4.57	total	0.30						
PENETRACION																	
PENETRACION	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-13						
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN				
			Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%	Leet. Dial	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	Lbs/ pulg <sup>2</sup>	%			
mm.	pulg.	Lbs/in <sup>2</sup>															
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				0	2		
0.640	0.025	0'30"	35	88					25	63				12	32		
1.270	0.050	1'00"	95	234					86	212				55	144		
1.910	0.075	1'30"	100	246					125	307				83	205		
2.540	0.100	2'00"	189	463	392.2	39.2			142	349	347.5	34.8		95	237	229.2	22.9
3.810	0.150	3'00"	235	578					190	466				118	290		
5.080	0.200	4'00"	1500	380	685	751.6	50.1		225	551	567.7	37.8		126	334	344.8	23.0
6.350	0.250	5'00"							293	644				150	368		
7.620	0.300	6'00"							276	675				159	390		
10.160	0.400	8'00"							320	783				167	410		
12.700	0.500	10'00"							320	783				177	434		

Henry Rivadeneira Obilias  
 Ing. Civil  
 USAT  
 Universidad Católica del Perú



Ilustración 292\_Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10



Testista : Jhosef Akair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

FP 1.25% CR 10%

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

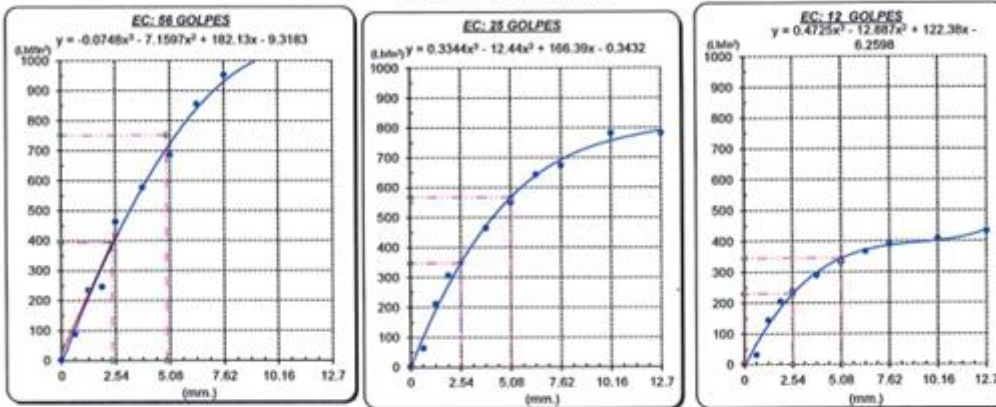


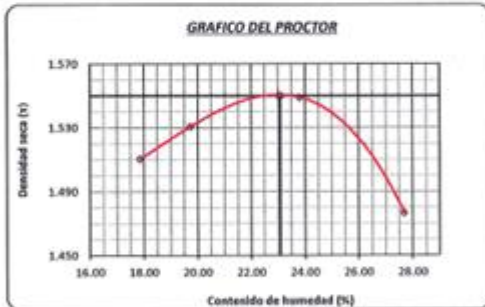
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g./cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.473 g./cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.08 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	36 %	43 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	30 %	31 %



Henry Rivadeneira Obitas  
 Tec. Laboratorio USAT

USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ilustración 293\_Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (86000 pie-lb/pe<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

**Tesista** : Jhossef Aldair Malca Huaman  
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto/Tesis** : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
**Ubicación** : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**CALICATA** : C-3  
**MUESTRA** : FP 1.25% CR 10%  
**PROFUNDIDAD** : 0.10 m - 1.50 m

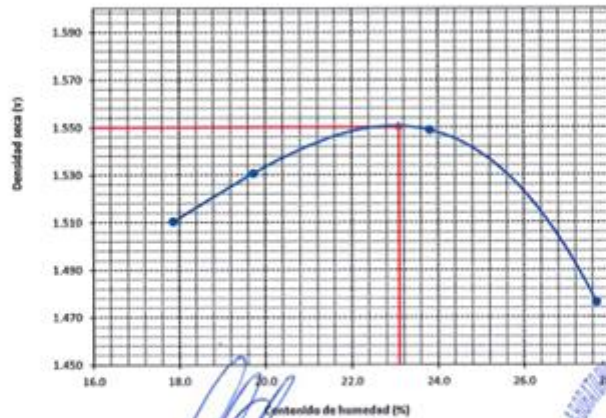
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g	45.60	43.60	43.50	40.60
Peso de agua	g	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.550</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>23.08</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



*Henry Rivadeneira Obllitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 USAT  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 REGISTRO DE LABORATORIO

*Ilustración 294\_ Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR10%*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Jhossef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

CALICATA : C-3 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-10				A-11				A-12					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	11860	12250	11490	11820	11120	11450	7639	7639	3481	3811	3811	3811		
Peso de molde (g)	7749	7749	7755	7755	7639	7639	3481	3481	3811	3811	3811	3811		
Peso del suelo húmedo (g)	4111	4501	3735	4065	3481	3811	0	0	0	0	0	0		
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2112	2112	2113	2113	1.647	1.647	1.647	1.647	1.647	1.647		
Densidad húmeda (g/cc)	1.930	2.123	1.768	1.925	1.647	1.804	0	0	0	0	0	0		
% de humedad	23.80	33.43	22.19	31.16	22.95	32.56	0	0	0	0	0	0		
Densidad seca (g/cc)	1.566	1.591	1.447	1.467	1.340	1.361	0	0	0	0	0	0		
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	215.6	215.6	4501	4501	198.5	198.5	4065	4065	165.9	165.9	3811.0	3811.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	181.0	181.0	4111	4111	172.0	172.0	3735	3735	141.0	141.0	3481.0	3481.0		
Peso del Agua (gr.)	34.6	34.6	390.0	390.0	26.5	26.5	330.0	330.0	24.9	24.9	330.0	330.0		
Peso del tarro (gr.)	35.6	35.6	0	0	52.6	52.6	0	0	32.5	32.5	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	145.4	145.4	4047.0	4047.0	119.4	119.4	3681.7	3681.7	108.5	108.5	3435.0	3435.0		
% de humedad	23.80	23.80	33.43	33.43	22.19	22.19	31.16	31.16	22.95	22.95	32.56	32.56		
Promedio de Humedad (%)	23.80	23.80	33.43	33.43	22.19	22.19	31.16	31.16	22.95	22.95	32.56	32.56		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
1/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2/09/2022	14.3	24	0.2	0.005		0.6	0.015	0.4	0.010					
3/09/2022	14.3	48	0.7	0.018		0.9	0.023	0.8	0.020					
4/09/2022	14.3	72	0.9	0.023		1.1	0.028	1.3	0.030					
4/09/2022	14.3	96	1.1	0.028		1.4	0.035	1.8	0.045					
			4.57	total	0.60	4.57	total	4.57	total	0.99				
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in <sup>2</sup>	MOLDE Nº A-10				MOLDE Nº A-11				MOLDE Nº A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Levt. Dial	Lbr. pulg	Lbr. pulg	%	Levt. Dial	Lbr. pulg	Lbr. pulg	%	Levt. Dial	Lbr. pulg	Lbr. pulg	%
0.000	0.000	0'00"	0	2				0	2					
0.640	0.025	0'30"	29	73				20	51			10	27	
1.270	0.050	1'00"	86	212				65	161			42	105	
1.910	0.075	1'30"	96	237				79	195			63	132	
2.540	0.100	2'00"	105	258	241.5	24.1		89	212	197.3	19.7	69	171	
3.810	0.150	3'00"	126	310				104	256			76	188	
5.080	0.200	4'00"	152	373	472.4	31.5		124	305	274.1	18.3	92	227	
6.350	0.250	5'00"	175	429				132	324			101	249	
7.620	0.300	6'00"	196	480				142	349			112	276	
10.160	0.400	8'00"	215	527				186	456			124	305	
12.700	0.500	10'00"	249	602				190	466			135	332	

Henry Obiliza Obiliza  
 Ing. Civil  
 USAT  
 Universidad Católica del Perú



Ilustración 295\_Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10%



Tesista : Jhosef Aldair Maica Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tesis : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**

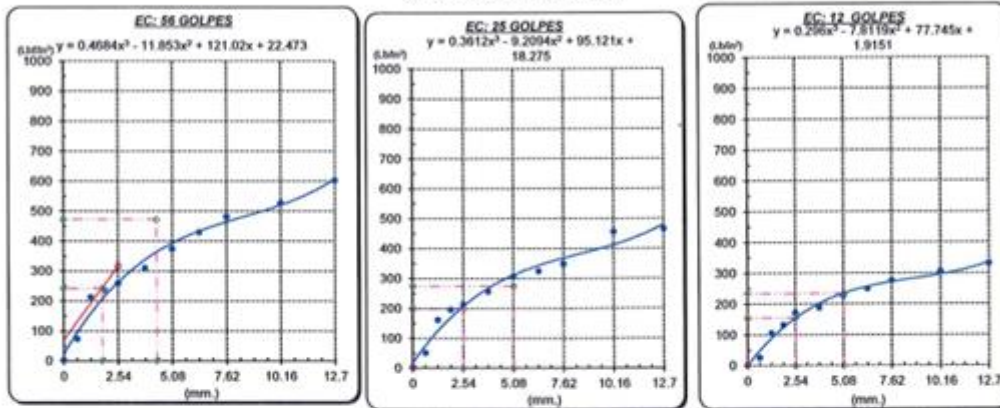


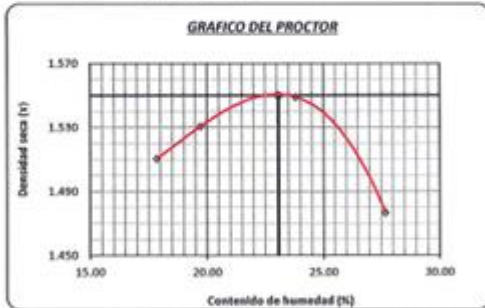
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.550 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.473 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	23.05 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	24 %	30 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	21 %	19 %



*Henry Rupdenyru Oblitas*  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica  
 Santo Toribio de Mogrovejo

USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ilustración 296\_Ensayo CBR C-03+FP 1.25%+CR10%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (66000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))**  
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Jhosef Aldair Malca Huaman  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto/Tests : Análisis de la influencia del RCD con fibra de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso  
 Ubicación : Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de mayo del 2024

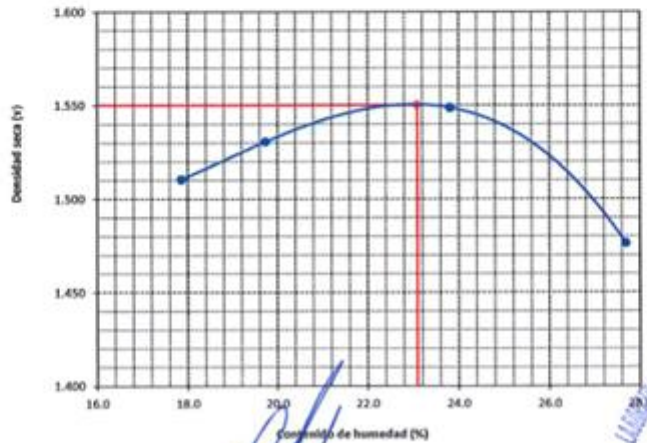
CAICATA : C-3  
 MUESTRA : FP 1.25% CR 10% PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5570	5620	5701	5670
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1696	1746	1827	1796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.780	1.833	1.918	1.885

CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	286.50	310.50	280.60	256.90
Peso del suelo seco + tara	g.	250.00	266.50	235.00	210.00
Peso de tara	g.	45.60	43.50	43.50	40.60
Peso de agua	g.	36.5	44	45.6	46.9
Peso de suelo seco	g.	204.4	223	191.5	169.4
Contenido de agua	%	17.9	19.7	23.8	27.7
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.510	1.531	1.549	1.476

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.550	g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	23.08	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riquelme



Ilustración 297\_Ensayo Proctor Modificado C-03+FP 1.25%+CR10%