



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

AUTOR: José Luis López Sánchez

TUTOR: Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda

AMBATO - ECUADOR

Agosto - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el estudiante José Luis López Sánchez, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804780011, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certificó:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

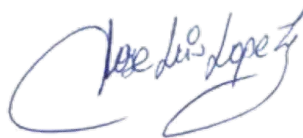
Ambato, Agosto 2021

Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda
TUTOR

AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Yo, **José Luis López Sánchez**, con C.I. 1804780011, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema: **“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Agosto 2021



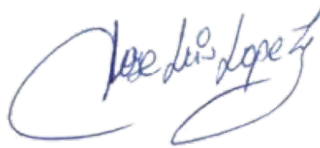
José Luis López Sánchez
C.I. 1804780011
AUTOR

DERECHO DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Agosto 2021.



José Luis López Sánchez
C.I. 1804780011
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante José Luis López Sánchez de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, Agosto 2021

Para constancia firman:

Ing. Mg. Myriam Marisol Bayas Altamirano
Miembro Calificador

Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás
Miembro Calificador

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme y cuidarme en cada paso dado en mi vida y carrera para llegar a este momento esperado.

*A mi padre Héctor Polivio López, por su apoyo, paciencia, sabiduría, fortaleza, consejos, e innumerables bendiciones impartidas en los pasillos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, convirtiéndose en el eje fundamental a lo largo de mi vida, pues ante los tropezones, caídas me brindaba sus manos para continuar de pie, por ser el mejor padre del mundo, el sueño de convertirme en profesional lo empezamos los dos pero hoy que ya no estás aquí para compartir esta felicidad me siento incompleto, como desearía que me des por última vez la bendición para comenzar esta nueva etapa de mi vida; fuiste el mejor padre que Dios me pudo haber dado, fuiste y seguirás siendo mi gran ejemplo a seguir; lo que me impulsa a lograr todos los objetivos y metas que plateamos juntos **TE AMO MUCHO MI ANGELITO HERMOSO.***

A mi madre Narcisa de Jesús Sánchez, por ser ese ser tan maravilloso que Dios me pudo regalarme, por ser mi pilar fundamental, mi razón de ser, mi todo, mi gordita hermosa, mi fortaleza, mi compañera de desveladas en mi carrera ayudándome a estudiar, diciéndome cada palabra que siempre llevare en mi mente “tu puedes lo vas a lograr es la mejor herencia que te podemos dar tu papa y yo”, te amo mucho mi razón de seguir adelante, mi guerrera, daré todo para lograr mis metas.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional, por su amor, por siempre estar a mi lado y por sus enseñanzas en cada momento de mi vida.

José Luis López Sánchez

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios por darme la vida y la salud de cumplir este sueño, por la fortaleza y sabiduría en cada momento de mi vida.

A mis padres por todo su amor incondicional, su paciencia, su comprensión y su motivación; por siempre creer en mí, gracias por el apoyo incondicional para lograr esta meta tan importante para mí.

A mi hermana Paulina por ser mi segunda madre y apoyarme en todo el transcurso de mi vida con sus consejos, sabiduría y ejemplo para ser un buen profesional en mi nueva etapa.

A mi hermano Byron, por sus palabras de aliento y por toda su ayuda brindada durante mi vida y el desarrollo de mi trabajo experimental.

A mis hermanos Fernanda, Amparito y Javier gracias por apoyarme, por sus palabras de motivación y aliento para cumplir esta meta.

A mis profesores por sus enseñanzas impartidas, de manera muy especial al Ingeniero Alex Lopez, quien con sus palabras de motivación y aliento en los momentos difíciles estuvo presente durante la pérdida de mi padre; ya que, con sus conocimientos impartidos durante el desarrollo de este trabajo experimental se logró cumplir esta meta tan anhelada de convertirme en un profesional.

José Luis López Sánchez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICCIÓN	ii
AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	3
1.1.3 Fundamentación teórica	4
1.1.3.1 Suelo	4
1.1.3.1.1 Tipos de suelos.....	4
1.1.3.1.2 Clasificación de suelos.....	6
1.1.3.2 Propiedades Índices	9
1.1.3.2.1 Contenido de Humedad	10
1.1.3.2.2 Peso Específico del suelo.....	10
1.1.3.2.3 Relación de Vacíos	11
1.1.3.2.4 Porosidad	11
1.1.3.2.5 Grado de Saturación de Agua	11
1.1.3.2.6 Grado de Saturación del aire.....	12
1.1.3.2.7 Gravedad Específica	12
1.1.3.2.8 Granulometría	12
1.1.3.2.9 Límites de Atterberg	14
1.1.3.3 Propiedades Mecánicas.....	16

1.1.3.3.1	Compactación de Suelos.....	16
1.1.3.3.2	California Bearing Ratio (CBR)	18
1.1.3.3.3	Dinamic Cone Penetrometer (DCP)	20
1.1.3.4	Correlación y Regresión	22
1.1.3.4.1	Regresión y Correlación Lineal	22
1.1.3.4.2	Método de mínimos cuadrados	23
1.1.3.4.3	Coeficiente de determinación	24
1.1.3.4.4	Correlación y Regresión Multiple.....	24
1.1.3.5	Pavimentos.....	25
1.1.3.5.1	Tipos de Pavimentos.....	26
1.1.3.5.2	Función de las capas que conforman la estructura del pavimento.....	28
1.1.3.6	Diseño de pavimentos flexibles mediante el Método AASHTO 93.....	29
1.1.3.6.1	Período de diseño.....	29
1.1.3.6.2	Tránsito Equivalente (W18).....	30
1.1.3.6.3	Nivel de confiabilidad (R)	30
1.1.3.6.4	Desviación estándar normal (Zr)	31
1.1.3.6.5	Desviación estándar global (So)	31
1.1.3.6.6	Módulo de resiliencia (Mr)	31
1.1.3.6.7	Índice de serviciabilidad (PSI).....	31
1.1.3.6.8	Determinación de los espesores por capa	32
1.1.3.6.9	Coeficientes estructurales a1, a2, a3	32
1.1.3.6.10	Coeficiente de drenaje	34
1.1.4	Hipótesis.....	36
1.2	Objetivos	36
1.2.1	Objetivo General	36
1.2.2	Objetivo Específico.....	36
CAPÍTULO II		37
2 METODOLOGÍA		37
2.1	Tipo o Nivel de Investigación	37
2.1.1	Investigación exploratoria.....	37
2.1.2	Investigación de campo.....	37

2.1.3	Investigación de laboratorio.....	37
2.1.4	Investigación Analítica.....	37
2.2	Población y Muestra.....	38
2.2.1	Población.....	38
2.2.1.1	Muestra	41
2.3	Equipos y Materiales.....	45
2.4	Métodos.....	46
2.4.1	Plan de Recolección de Datos	46
2.4.2	Ensayos	48
2.4.2.1	Ensayos de Campo.....	48
2.4.2.2	Ensayos de Laboratorio	49
2.4.3	Plan de Procesamiento y Análisis de Información.....	53
2.4.3.1	Plan de Procesamiento	53
2.4.3.2	Plan de Análisis de Información.....	53
CAPÍTULO III.....		54
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		54
3.1	Análisis y discusión de los resultados	54
3.1.1	Correlaciones.....	58
3.1.1.1	Resumen de Correlaciones.....	59
3.1.1.2	Correlaciones analizadas.....	60
3.1.1.2.1	Correlación N ^a 1.....	60
3.1.1.2.2	Correlación N ^a 2.....	61
3.1.1.2.3	Correlación N ^a 3.....	62
3.1.1.2.4	Correlación N ^a 4.....	63
3.1.1.2.5	Correlación N ^a 5.....	64
3.1.1.2.6	Correlación N ^o 6	65
3.1.1.2.7	Correlación N ^a 7.....	66
3.1.1.2.8	Correlación N ^a 8.....	67
3.1.1.2.9	Correlación N ^a 9.....	68
3.1.1.2.10	Correlación N ^a 10.....	69
3.1.1.2.11	Correlación N ^a 11.....	70
3.1.1.2.12	Correlación N ^a 12.....	71
3.1.1.2.13	Correlación N ^a 13.....	72

3.1.1.2.14	Correlación N ^a 14.....	73
3.1.1.2.15	Correlación N ^a 15.....	74
3.1.1.2.16	Correlación N ^a 16.....	75
3.1.1.2.17	Correlación N ^a 17.....	76
3.1.1.2.18	Correlación N ^a 18.....	77
3.1.1.2.19	Correlación N ^a 19.....	78
3.1.1.2.20	Correlación N ^a 20.....	79
3.1.1.2.21	Correlación N ^a 21.....	80
3.1.1.2.22	Correlación N ^a 22.....	81
3.1.1.2.23	Correlación N ^a 23.....	82
3.1.1.2.24	Correlación N ^a 24.....	83
3.1.1.2.25	Correlación N ^a 25.....	84
3.1.1.2.26	Correlación N ^a 26.....	85
3.1.1.2.27	Correlación N ^a 27.....	86
3.1.1.2.28	Correlación N ^a 28.....	87
3.1.1.2.29	Correlación N ^a 29.....	88
3.1.1.2.30	Correlación N ^a 30.....	89
3.1.2	Diseño del pavimento flexible AASHTO 93	90
3.2	Verificación de Hipótesis	119
CAPÍTULO IV		120
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		120
4.1	Conclusiones	120
4.2	Recomendaciones.....	122
5 BIBLIOGRAFÍA.....		123
ANEXOS.....		126
A.	Tablas de ensayos.....	126
6	DCP.....	126
7	Densidad de campo	138
8	Contenido de humedad natural.....	150
9	Gravedad específica	156
10	Granulometría	168
11	Límite líquido.....	180
12	Límite plástico.....	192

13	Proctor modificado “B”.....	198
14	CBR.....	210
D.	Coeficiente de Temperatura del Agua.....	249
E.	Conteo Vehicular	250
F.	Pesos y dimensiones de los transportes.....	251
G.	Fotografías.....	253

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tamaño estándar de tamices.	12
Tabla 2: Proctor Modificado Especificaciones Técnicas.	17
Tabla 3: Valores de Carga Unitaria Patrón para Ecuación CBR.	18
Tabla 4: Clasificación de suelos en función de valores de CBR.	20
Tabla 5: Funciones matemáticas.	22
Tabla 6: Rango de ajuste mediante criterios.	24
Tabla 7 : Período de diseño de acuerdo al tipo de carreteras.	30
Tabla 8: Factor de distribución por carril.	30
Tabla 9: Nivel de confiabilidad de acuerdo a la zona.	30
Tabla 10: Valores de Z_r en función de la confiabilidad R	31
Tabla 11: Índice de serviciabilidad de acuerdo a los usuarios.	32
Tabla 12: Espesores mínimos en pulgadas de la carpeta asfáltica y base según los ejes equivalentes.	32
Tabla 13: Tiempos de drenaje.	34
Tabla 14: Corrección de coeficientes estructurales con respecto al drenaje y a la humedad que está expuesto el pavimento.	35
Tabla 15: Ubicación de las 12 muestras de estudio.	41
Tabla 16: Equipos y Materiales.	45
Tabla 17: Plan de recolección de datos.	46
Tabla 18: Nomenclatura y Unidades de las diferentes variables.	54
Tabla 19: Resumen de las propiedades índices de las muestras.	55
Tabla 20: Resumen de las propiedades mecánicas de las muestras.	56
Tabla 21: Rango del Coeficiente de Correlación.	58
Tabla 22: Correlación entra CBR, DCP, propiedades índices y mecánicas de las muestras obtenidas.	59
Tabla 23: Resumen del conteo vehicular durante 7 días.	90
Tabla 24: Hora pico de vehículos.	91
Tabla 25: TPDA actual.	93
Tabla 26: Tráfico Promedio Diario Anual aproximado del proyecto.	95
Tabla 29: Tránsito proyectado para el período de diseño.	99
Tabla 30: Factor de daño según el tipo de vehículo.	100

Tabla 31: Factor de daño según el tipo de vehículo.....	100
Tabla 33: Cálculo del Eje Equivalente.....	102
Tabla 36: Valores del coeficiente a_1 mediante el Ábaco.	106
Tabla 37: Valores del coeficiente a_2 mediante el Ábaco.	107
Tabla 38: Valores del coeficiente a_3 mediante el Ábaco.	108
Tabla 42: Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento; CBR de laboratorio.	110
Tabla 43: Determinación de los espesores del pavimento; CBR de laboratorio....	112
Tabla 44: Espesores de la estructura del pavimento diseñado; CBR de laboratorio....	113
Tabla 45: Valores obtenidos en las propiedades.....	114
Tabla 46: Valor de CBR obtenido mediante las correlaciones.	114
Tabla 47: Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento.	115
Tabla 48: Determinación de los espesores del pavimento.	117
Tabla 49: Espesores de la estructura del pavimento diseñado.....	118
Tabla 50: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).	126
Tabla 51: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).	127
Tabla 52: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).	128
Tabla 53: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).	129
Tabla 54: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.....	130
Tabla 55: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.....	131
Tabla 56: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.....	132
Tabla 57: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.....	133
Tabla 58: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.	134
Tabla 59: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.	135
Tabla 60: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.....	136
Tabla 61: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.....	137
Tabla 62: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).	138
Tabla 63: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).	139
Tabla 64: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).	140
Tabla 65: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).	141
Tabla 66: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.....	142
Tabla 67: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.....	143

Tabla 68: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.....	144
Tabla 69: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.....	145
Tabla 70: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.	146
Tabla 71: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.	147
Tabla 72: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.....	148
Tabla 73: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.....	149
Tabla 74: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).....	150
Tabla 75: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).....	150
Tabla 76: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).....	151
Tabla 77: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).....	151
Tabla 78: Pozo 1 en la vía Río Negro - Azuay.	152
Tabla 79: Pozo 2 en la vía Río Negro - Azuay.	152
Tabla 80: Pozo 3 en la vía Río Negro - El Topo - Azuay.	153
Tabla 81: Pozo 4 en la vía Río Negro - El Topo - Azuay.	153
Tabla 82: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.	154
Tabla 83: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.	154
Tabla 84: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.....	155
Tabla 85: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.....	155
Tabla 86: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).....	156
Tabla 87: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).....	157
Tabla 88: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).....	158
Tabla 89: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).....	159
Tabla 90: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.....	160
Tabla 91: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.....	161
Tabla 92: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.....	162
Tabla 93: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.....	163
Tabla 94: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.	164
Tabla 95: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.	165
Tabla 96: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.....	166
Tabla 97: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.....	167
Tabla 98: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).	168
Tabla 99: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).	169
Tabla 100: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).	170

Tabla 101: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).	171
Tabla 102: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.	172
Tabla 103: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.	173
Tabla 104: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.	174
Tabla 105: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.	175
Tabla 106: Pozo 1 en la vía Río Negro Topo – La Estancia.	176
Tabla 107: Pozo 2 en la vía Río Negro Topo – La Estancia.	177
Tabla 108: Pozo 1 en la vía Río Negro Topo – Río Verde.	178
Tabla 109: Pozo 2 en la vía Río Negro Topo – Río Verde.	179
Tabla 110: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).	180
Tabla 111: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).	181
Tabla 112: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).	182
Tabla 113: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).	183
Tabla 114: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.	184
Tabla 115: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.	185
Tabla 116: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.	186
Tabla 117: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.	187
Tabla 118: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.	188
Tabla 119: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.	189
Tabla 120: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.	190
Tabla 121: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.	191
Tabla 122: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).	192
Tabla 123: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).	192
Tabla 124: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).	193
Tabla 125: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).	193
Tabla 126: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.	194
Tabla 127: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.	194
Tabla 128: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.	195
Tabla 129: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.	195
Tabla 130: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia	196
Tabla 131: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia	196
Tabla 132: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.	197
Tabla 133: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.	197

Tabla 134: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).....	198
Tabla 135: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).....	199
Tabla 136: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).....	200
Tabla 137: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).....	201
Tabla 138: Pozo 1 en la vía Río Negro - Azuay.	202
Tabla 139: Pozo 2 en la vía Río Negro - Azuay.	203
Tabla 140: Pozo 3 en la vía Río Negro - El Topo - Azuay.	204
Tabla 141: Pozo 4 en la vía Río Negro - El Topo - Azuay.....	205
Tabla 142: Pozo 1 en la vía Río Negro - La Estancia.	206
Tabla 143: Pozo 2 en la vía Río Negro - La Estancia.	207
Tabla 144: Pozo 1 en la vía Río Negro - Río Verde.	208
Tabla 145: Pozo 2 en la vía Río Negro - Río Verde.	209
Tabla 146: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).....	210
Tabla 147: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).....	213
Tabla 148: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).....	216
Tabla 149: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).....	219
Tabla 150: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.....	222
Tabla 151: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.....	225
Tabla 152: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.	228
Tabla 153: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.	231
Tabla 154: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.	234
Tabla 155: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.	237
Tabla 156: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.....	240
Tabla 157: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.....	243
Tabla 158: Clasificación de los suelos por grupos.....	246
Tabla 159: Clasificación de los suelos por subgrupos.	247
Tabla 160: Clasificación de los suelos.....	248
Tabla 161: Densidad del agua y coeficiente de temperatura K.....	249
Tabla 162: Vehículos en ambos sentidos de la vía Río Negro – Mera.	250
Tabla 163: Pesos y Dimensiones de los Tipos de vehículos del Ecuador.....	251

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rango del índice de plasticidad (IP) y del límite líquido (LL) para suelos en los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 Y A-7.	7
Figura 2: Rango de Plasticidad de los Suelos.	9
Figura 3: Fases del suelo, representado en el cubo unitario.	9
Figura 4: Curva de distribución de partículas.	13
Figura 6: Cuchara de Casagrande.	15
Figura 8: Curva de flujo para la determinación del límite líquido de una arcilla limosa.	15
Figura 9: Equipo de Compactación.	17
Figura 10: Aparato de carga.	19
Figura 11: Carga vs Penetración para cálculo de CBR, de diferentes suelos.	19
Figura 12: Esquema equipo DCP.	21
Figura 13: Golpes acumulados vs Penetración.	21
Figura 14: Representación de la pendiente.	23
Figura 20: Estructura del pavimento.	25
Figura 21: Comportamiento del pavimento.	25
Figura 22: Pavimento Rígido.	26
Figura 23: Estructura del pavimento rígido.	26
Figura 24: Estructura del pavimento Semi rígido.	26
Figura 25: Pavimento Articulado.	27
Figura 26: Estructura del pavimento articulado.	27
Figura 27: Pavimento Flexible.	27
Figura 28: Sección Transversal Típica de un Pavimento Flexible.	28
Figura 29: Ábaco para el coeficiente estructural a_1	33
Figura 30: Ábaco para el coeficiente estructural a_2	33
Figura 31: Ábaco para el coeficiente estructural a_3	34
Figura 32: Ubicación de la parroquia de Río Negro.	39
Figura 33: Ubicación de la Parroquia y vías en estudio.	40
Figura 34: Ubicación de las doce muestras de estudio.	42
Figura 35: Clasificación de las muestras de suelo de acuerdo a la SUCS.	43
Figura 36: Clasificación de las muestras de suelo de acuerdo a la AASHTO.	44

Figura 37 : Realización del pozo a cielo abierto.....	48
Figura 38: Determinación de la Densidad de Campo.	48
Figura 39: Realización del ensayo DCP en el interior del pozo a cielo abierto.	49
Figura 40: Determinación de la gravedad específica.....	49
Figura 41: Tamizando las muestras de los suelos.....	50
Figura 42: Toma de muestra para la obtención del límite líquido.....	50
Figura 43: Realización de los rollitos de 3 mm para la determinación del límite plástico.	51
Figura 44: Golpeo con el martillo cada capa.	51
Figura 45: Aplicación de carga sobre la muestra para la obtención del CBR.	52
Figura 46: Granulometría de las muestras de suelo.....	57
Figura 47: Muestra de suelos en la Carta de plasticidad SUCS.....	57
Figura 48: Muestra de suelos en la Carta de plasticidad AASHTO.	58
Figura 49: Límite Líquido vs. Límite Plástico.....	60
Figura 50: Contenido de humedad natural vs. Grado de saturación del agua.	61
Figura 51: Contenido de humedad natural vs. Grado de saturación del aire.....	62
Figura 52: Límite Líquido vs. Densidad seca.	63
Figura 53: Límite Plástico vs. Densidad húmeda.	64
Figura 54: Contenido de humedad natural vs. Pasa tamiz #200.....	65
Figura 55: Coeficiente de curvatura vs. Límite plástico.....	66
Figura 56: Relación de vacíos vs. Límite líquido.....	67
Figura 57: Grado de compactación vs. Densidad húmeda.....	68
Figura 58: Grado compactación vs. Densidad seca.....	69
Figura 59: Grado compactación vs. Densidad seca.....	70
Figura 60: Índice plástico y Relación de vacíos.	71
Figura 61: Límite plástico vs. Porosidad.	72
Figura 62: Contenido de humedad natural vs. Óptimo.....	73
Figura 63: Peso volumétrico seco vs. Contenido de humedad óptimo.....	74
Figura 64: Peso volumétrico seco vs. Grado de compactación.	75
Figura 65: Peso volumétrico seco, Grado de saturación del aire vs Índice plástico. 76	
Figura 66: índice de penetración vs. Pasa tamiz #200.....	77
Figura 67: Coeficiente de curvatura vs. Índice de penetración.....	78
Figura 68: Peso volumétrico seco vs. Índice de penetración.....	79

Figura 69: Peso volumétrico seco, Contenido de humedad natural vs. DN.	80
Figura 70: CBR vs. Grado de compactación.	81
Figura 71: CBR vs. Peso volumétrico seco.	82
Figura 72: CBR vs. Contenido de humedad óptimo.	83
Figura 73: CBR vs. Límite líquido.	84
Figura 74: CBR vs. Contenido de humedad natural.	85
Figura 75: CBR, Límite Líquido vs. Límite Plástico.	86
Figura 76: CBR, Límite Líquido vs. Límite Plástico.	87
Figura 77: CBR, Peso volumétrico seco vs. Porosidad.	88
Figura 78: CBR, Contenido de humedad óptimo vs. Índice Plástico.	89
Figura 82: Cálculo del número estructural; CBR de laboratorio.	111
Figura 83: Espesores del pavimento diseñado; CBR de laboratorio.	113
Figura 84: Cálculo del número estructural.	116
Figura 85: Espesores del pavimento diseñado.	118
Figura 86: Excavación de calicata.	253
Figura 87: Ubicación del cono de Arena de Ottawa.	253
Figura 88: Realización del ensayo DCP.	254
Figura 89: Mezclando adecuadamente el suelo para el ensayo de Próctor Modificado.	254
Figura 90: Apisonando con el martillo 56 golpes a cada capa.	255
Figura 91: Conteo vehicular en doble sentido Río Negro - Mera.	255

RESUMEN

Este presente trabajo experimental tiene como objetivo determinar las correlaciones entre el CBR y las propiedades índices y mecánicas de los suelos de la parroquia de Río Negro del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua.

Para iniciar con la parte técnica, se identificó las vías de la parroquia más representativas para la toma de muestras de suelo, donde se realizó calicatas retirando la capa de suelo vegetal. Se realizó los ensayos de campo y la toma de muestras de aproximadamente 50 kg por cada punto esto para los distintos ensayos a realizarse en el laboratorio, en el cual se aplicó la normativa AASHTO.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio, se realizó las correlaciones simples y múltiples, aplicando el análisis de regresión y el método de mínimos cuadrados respectivamente. Se seleccionó las correlaciones aceptables, de acuerdo al coeficiente de determinación que sea mayor al 50 por ciento.

Finalmente, se encontró 30 correlaciones donde el coeficiente de determinación varía entre el 52 por ciento y el 92 por ciento, esto significa que el CBR de las correlaciones se aproxima al CBR de laboratorio, por lo tanto, se pueden utilizar para el diseño de pavimentos flexibles.

ABSTRACT

The purpose of this experimental work aims to determine the correlation between the laboratory CBR and the index and mechanical properties of the soils of the Río Negro parish of the Baños de Agua Santa canton, Tungurahua province.

To start with the technical part, the most representative roads of the parish were identified for taking soil samples, where pits were made removing the layer of vegetal soil. The field tests and the taking of samples of approximately 50 kg for each point were carried out for the different tests to be carried out in the laboratory, in which the AASHTO regulations were applied.

According to the results obtained in the field and laboratory tests, the simple and multiple correlations were carried out, applying the regression analysis and the least squares method respectively. Acceptable correlations were selected, according to the determination coefficient that is greater than 50 percent.

Finally, 30 correlations were found where the coefficient of determination varies between 52 percent and 92 percent, this means that the CBR of the correlations is close to the laboratory CBR, therefore, they can be used for the design of pavements flexible.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

1.1.1 Antecedentes

La presente investigación está fundamentada en diversos trabajos investigados a nivel mundial como nacional, que se han visto reflejados excelentes resultados al momento de encontrar el valor de CBR.

En ingeniería civil es muy importante realizar estudios de suelos para conocer sus propiedades, una propiedad muy importante es el CBR este ensayo tiene un gran problema de complejidad y de mayor costo. Es por esto que sea visto la necesidad de realizar correlaciones entre las diferentes propiedades del suelo, para poder simplificar el trabajo, costo y tiempo. [1]

En el estudio realizado en Arabia Saudita realizaron diferentes correlaciones entre el DCP y CBR, para distintos suelos, desde arcilla hasta arena grava. Donde encontraron modelos únicos para cada suelo con un buen coeficiente de determinación (R^2) y los errores fueron bajos. [2]

En la India realizaron un estudio donde establecieron relaciones de las propiedades índices del suelo y el valor de CBR, mediante ensayos de laboratorio obtuvieron valores experimentales de correlación de $R^2 = 0.844$ con el límite líquido, densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad de 11 muestras de suelo tomadas en Punjab. [3]

Realizaron un estudio con dos tipos de suelos de acuerdo a la clasificación de la AASHTO como son A-2-4 y A-2-6, al correlacionarlos con la densidad seca máxima, el contenido óptimo de humedad, los límites de Atterberg y el CBR con el tipo de suelo A-2-4 obtuvieron un valor de $R^2 > 0.863$ y con el suelo A-2-6 encontraron un valor de $R^2 = 1$, al correlacionarlos con la densidad seca máxima, el límite líquido. [4]

En Colombia se han realizado diferentes investigaciones de forma conjunta con la División de Ingeniería de Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Colombia los cuales realizaron ensayos in situ y en laboratorio de las diferentes vías del país, lo que les permitió encontrar distintos modelos matemáticos para correlacionar la Relación de Soporte de California (CBR) y de Penetración de Cono Dinámico (DCP), estos realizaron estudios para suelos finos saturados, donde obtuvieron una correlación de $R = 0.93$, mediante un modelo de regresión lineal por mínimo cuadrados. [5]

En Manabí, de acuerdo a los estudios realizados han correlacionado el DCP con algunas propiedades del suelo; especificadas en la normativa AASTHO, y así obtener la capacidad portante para el diseño de pavimentos obteniendo una correlación de 0.99 y un margen de error del 1%. [6]

Al igual en nuestro país se han realizado varias aportes que ayudan a correlacionar entre el DCP (Penetración de Cono Dinámico), CBR (Relación de Soporte de California) y las propiedades índices y mecánicas; como en la ciudad de Manta se realizaron ensayos in situ y laboratorio de una vía de 35 kilómetros donde tomaron muestras cada 500 m, de acuerdo a los datos obtenidos los correlacionaron con el método estadístico de regresión lineal donde obtuvieron un valor de 0.82 pero tomando en cuenta las propiedades del suelo, sin tomar las propiedades del suelo obtuvieron un valor de 0.80. [7]

1.1.2 Justificación

A nivel mundial es indispensable realizar un estudio de suelo para el diseño de pavimentos dentro del campo de la Ingeniería Civil, para así optimizar la seguridad estructural y la eficiencia económica de la infraestructura vial. [8]

Existen normas internacionales que describen los métodos que permiten estimar el valor de CBR, entre el más utilizado se considera el CBR de laboratorio con muestras alteradas e inalteradas AASHTO T 193, ASTM D1883 y CBR in situ ASTM D 4429. Para la realización de este método involucran por lo general altos costos y tiempo, por el cual se ha recurrido a métodos más simples y rápidos que permitan obtener la capacidad portante del suelo. [9]

En el Ecuador se aplica la normativa técnica del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones para el diseño de estructuras de pavimentos flexibles, sujeto al ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) [10], no obstante, existen otros como el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) que en la actualidad es el método más utilizado el cual se basa en la normativa ASTM D 6951, lo que se ha visto la importancia de relacionarlos, para obtener valores de resistencia del suelo. [11] [7]

Esta investigación permitirá determinar la correlación entre el CBR y DCP, juntamente con las propiedades índices y mecánicas para la elaboración de ábacos, tablas y gráficas las cuales se pretende utilizar para obtener la resistencia al corte del suelo con mayor facilidad y a menor costo, para crear una base de datos con información real y valedera para el diseño de pavimentos.

La finalidad del estudio es tomar muestras representativas de suelo en su estado natural y realizar pruebas de densidad de campo in situ, y realizar ensayos granulométricos, contenido de humedad, gravedad específica de sólidos, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR de laboratorio de la parroquia de Río Negro para establecer la correlación experimental en este tipo de suelo, lo que puede proporcionar una referencia para el diseño preliminar aproximado de la estructura del pavimento.

1.1.3 Fundamentación teórica

1.1.3.1 Suelo

El suelo puede ser definido de diferentes maneras de acuerdo al ámbito que se le esté estudiando o utilizando, como es en la ingeniería civil, el suelo son el conjunto de partículas que forman una capa delgada en la corteza terrestre estas son provenientes de la desintegración y descomposición de las rocas ya sean estas causadas por diferentes agentes como son mecánicas, físicas y químicas. [12]

1.1.3.1.1 Tipos de suelos

Los suelos se dividen en dos principales grupos de acuerdo al origen de sus elementos estos son:

- Suelos que se hayan originado mediante la descomposición química y física de las rocas.
- Suelos orgánicos estos son originados in situ, estos suelos están compuestos de humos y de materia no descompuesta, o cuando su desintegración es alta a relación de los suelos inorgánicos ya que las propiedades son mínimas o eliminadas totalmente. En este tipo de suelo son las turbas, estas se encuentran comúnmente en las zonas pantanosas son de color café oscuro o negras tienen una gran porosidad y gran compresibilidad. [13]

En ingeniería civil los suelos comúnmente utilizados o identificados para su estudio son:

Gravas

Las gravas son fragmentos de rocas, estas son acarreadas por cantos de agua estas sufren desgastes en todas sus aristas, por lo tanto, tienen una forma redonda. Estos suelos se pueden encontrar en los lechos de los ríos y en fosas. El tamaño de sus partículas varía entre 7.62 cm (3”) y 2 mm. [13]

Arenas

Las arenas son suelos finos estos son procedentes de la denudación de las rocas o trituración artificial, el diámetro de sus partículas varía entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro.

Las arenas y las gravas suelen encontrarse en el mismo lugar. La arena de los ríos cuenta con grandes proporciones de arcillas, limos y gravas. De la misma forma las arenas al estar limpias estas no son plásticas como las arcillas y estas no se contraen al momento de secarlas, estas al aplicarlas una carga en su superficie se compactan de manera instantánea. [13]

Limos

Los limos son suelos de partículas finas que cuentan con poca o ninguna plasticidad, estas pueden ser:

Los *limos inorgánicos* estas se originan en las canteras, y los *limos orgánicos* estos se originan y se los encuentran en los ríos, tiene como característica principal que son plásticas.

Estos suelos son considerados pobres, ya que no son capaces de soportar cargas y tienen una gran permeabilidad. [13]

Arcillas

Las arcillas son partículas sólidas cuyo diámetro es menor a 0.005 mm y una de sus principales propiedades es que es altamente plástica al ser mezclada con agua.

Las arcillas son plásticas, se contraen al momento de secarlas, presentan cohesión dependiendo de la humedad, estas se comprimen lentamente al aplicar una carga en su superficie. De acuerdo a los estudios y ensayos realizados un suelo que contenga como mínimo el 15% de arcilla, este ya presenta las propiedades de la arcilla. [13]

1.1.3.1.2 Clasificación de suelos

En ingeniería civil los suelos se los clasifica, de acuerdo al tamaño de las partículas, lo que ayudo a obtener las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los diferentes suelos como son: suelos de partículas gruesas y suelos de partículas finas. [14]

En la actualidad, existen dos sistemas de clasificación de suelos de acuerdo al diámetro de las partículas como son:

- Sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway Officials), esta clasificación es utilizada en el diseño de vías.
- Sistema de clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), esta clasificación es utilizada en el diseño de cimentaciones.

1.1.3.1.2.1 Sistema de clasificación AASHTO

En el año de 1929 fue desarrollado el Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras, pasando por varias revisiones; en la última revisión ejecutada en el año de 1945 la Comisión de Materiales para los Tipos de Carreteras Subrasantes y Granulares de la Junta de Investigación de Carreteras desarrollaron la norma ASTM D-3282; mediante el método AASHTO M145. [14]

Actualmente en el diseño de pavimentos; según este sistema el suelo está clasificada en grupos de A-1 a A-7:

- Los suelos que son agrupados en el A-1, A-2 y A-3 son suelos granulares, donde al menos el 35% de estos suelos pasan por el tamiz # 200.
- También hay otro grupo que son A-4, A-5, A-6 y A-7, estos suelos pasan más del 35% por el tamiz # 200. [14]

Los suelos de tipo limo y arcilla son clasificados de acuerdo algunos criterios que estos son:

- Tamaña de partículas: Grava; partículas que pasan el Tamiz de 75 mm y son retenidos en el tamiz # 10. Arena; partículas que pasan el tamiz # 10 y son retenidos en el tamiz # 200. Limo y Arcilla; partículas que pasan el tamiz #200.
- Plasticidad: cuando el índice de plasticidad (IP) es menor o igual a 10 es un suelo limoso; es suelo arcilloso cuando el índice de plasticidad (IP) es mayor o igual a 11.
- Si en estos suelos se encuentran cantos o piedras pequeñas de tamaño mayor a 75 mm, se los deben tamizar para excluirlos del suelo limoso y arcilloso.

En la carta de plasticidad de la AASHTO; donde se puede clasificar los suelos arcillosos y limosos de una manera más rápida, de acuerdo a los valores de limite liquido (LL) e índice de plasticidad (IP); estos son divididos en los grupos que son A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7. [14]

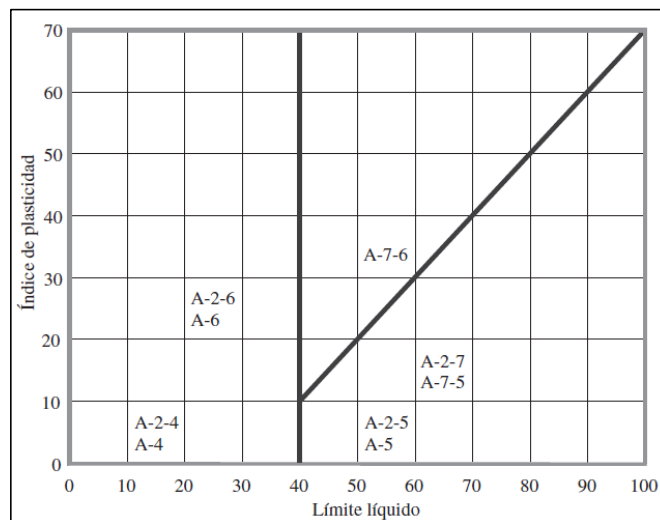


Figura 1: Rango del índice de plasticidad (IP) y del límite líquido (LL) para suelos en los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 Y A-7.

Fuente: Norma ASTM-3282.

1.1.3.1.2.2 Sistema unificado de clasificación de suelo SUCS

En 1948 el investigador e Ing. Civil Arthur Casagrande propuso el sistema unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System), en la segunda guerra mundial para aplicarlo en los trabajos de construcción del aeródromo llevado a cabo por el cuerpo de ingenieros del ejército, en colaboración con la U.S. Bureau of Reclamation, este sistema fue revisado en 1952, hoy en día es utilizado para diferentes trabajos geotécnicos por los ingenieros (Norma ASTM-2487). [14]

El sistema unificado de clasificación de suelos clasifica los suelos en dos grandes categorías:

- **Suelo de grano grueso:** que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200.
- **Suelo de grano fino:** con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200.

El sistema unificado de clasificación utiliza la siguiente nomenclatura para la identificación de los suelos:

- **G:** Para el suelo de grava o grava.
- **S:** Para la arena o suelo arenoso.
- **M:** Limo inorgánico.
- **C:** Arcilla inorgánica.
- **O:** Limos orgánicos y arcillas.
- **Pt:** Turba, suelos altamente orgánicos y lodo.
- **H:** Alta plasticidad (límite líquido mayor de 50).
- **B:** Baja plasticidad (límite líquido menor de 50).
- **W:** Bien graduada.
- **P:** Mal graduada.

En la carta de plasticidad de Casagrande, donde es necesario conocer la siguiente información para una clasificación adecuada:

- Porcentaje de grava, esto es, la fracción que pasa el tamiz de 76.2 mm y retenida en el tamiz núm. 4 (4.75 mm de apertura).
- El porcentaje de arena, es decir, la fracción que pasa el tamiz núm. 4 (4.75 mm de apertura) y es retenida en el tamiz núm. 200 (0.075 mm de apertura).
- El porcentaje de limo y arcilla, esto es, la fracción más fina que el tamiz núm. 200 (0.075mm de abertura).
- El coeficiente de gradación (Cc).
- El coeficiente de uniformidad (Cu).
- El límite líquido y el índice de plasticidad de la porción de suelo que pasa el tamiz núm. 40.

Para los suelos de grano fino los símbolos son CL, ML, OL, CH, MH, OH, CL-ML, Pt, y para el grupo de los suelos de grava de grano grueso son GW, GP, GM, GC, GC-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GM y GP-GC. [14]

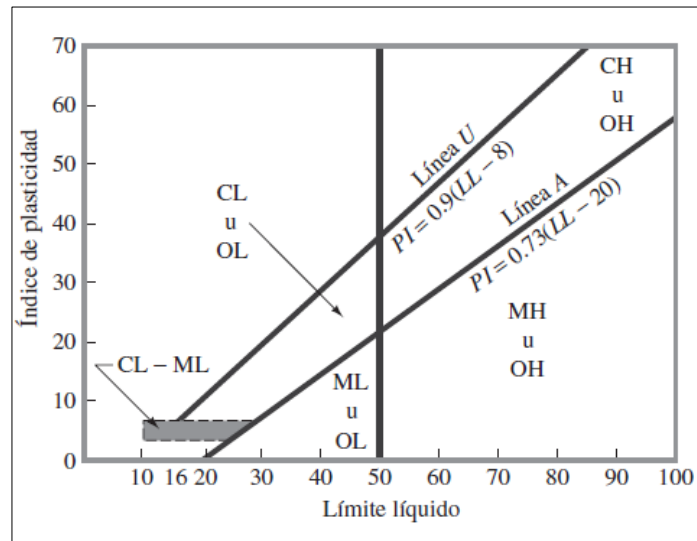


Figura 2: Rango de Plasticidad de los Suelos.
Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja M. Das

1.1.3.2 Propiedades Índices

El suelo está constituido por materia en estado sólido que comprende partículas y minerales, estado líquido constituido por agua y estado gaseoso constituido por vapores y aire, a cada uno de los componentes se le denomina fase del suelo, el comportamiento del suelo depende de la cantidad relativa de cada una de estas tres fases, ya que estas interactúan entre sí, por tal motivo se debe estudiar cada fase para la diferenciación de los distintos tipos de suelo en base a ensayos de clasificación. [14]

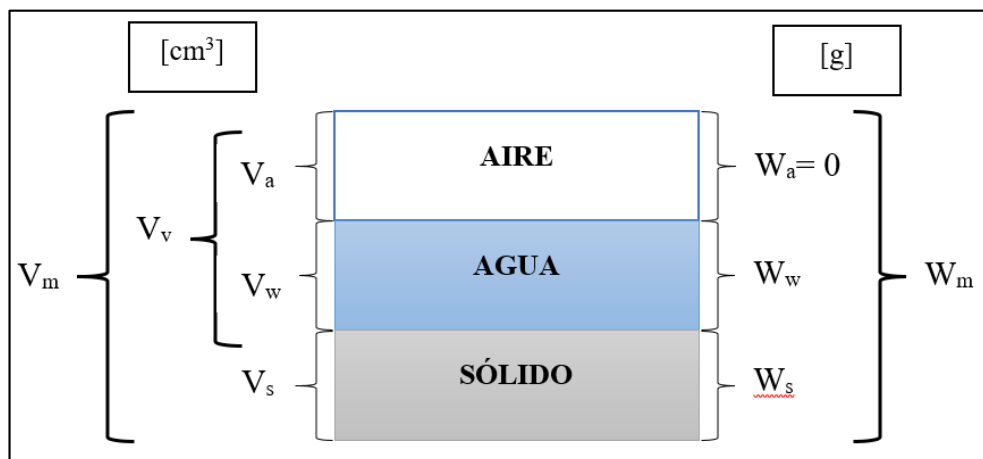


Figura 3: Fases del suelo, representado en el cubo unitario.
Autor: José Luis López Sánchez.

Donde;

V_m: Volumen de la muestra del suelo.

V_v: Volumen de vacíos.

V_a: Volumen de aire.

V_w: Volumen de agua.

V_s: Volumen de sólidos.

W_m: Peso de la muestra del suelo.

W_a: Peso del aire. (Este valor es insignificante por lo tanto es cero.)

W_w: Peso del agua.

W_s: Peso de los sólidos.

1.1.3.2.1 Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua contenida en un material, se define como la razón del peso del agua al peso de los sólidos en un volumen del suelo estudiado, por lo general se expresa en porcentaje, este valor puede variar dependiendo del tipo de suelo y en las condiciones que se encuentre va desde 0 hasta el 100 %. [14]

$$W\% = \left(\frac{W_w}{W_s} \right) * 100$$

1.1.3.2.2 Peso Específico del suelo

Es el peso del suelo por unidad de volumen. Para encontrar este valor se ha realizado el ensayo de Cono y Arena de Ottawa, el cual se obtiene la densidad seca γ_m y la densidad húmeda γ_d in situ, mediante las siguientes ecuaciones. [14]

$$\gamma_m = \left(\frac{W_m}{V_m} \right)$$

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma_m}{1 + W\%} \right)$$

1.1.3.2.3 Relación de Vacíos

Es la relación entre el volumen de espacios vacíos y el volumen de partículas sólidos, el grado de acomodo alcanzado por las partículas del suelo determinan la capacidad de deformación que puede alcanzar el suelo, en suelos poco compactos el volumen de vacíos y la capacidad de deformación será mayor a la deformación en suelos compactos, debido a que las partículas sólidas que lo constituyen tienen un alto grado de acomodo. [14]

$$e = \left(\frac{Vv}{Vm} \right)$$

1.1.3.2.4 Porosidad

Es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total, generalmente se expresa en porcentaje, el cual permite determinar los vacíos en un volumen de muestra de suelo, si los valores son bajos es un suelo denso y si los valores son altos es un suelo saturado. [14] , [15]

$$n\% = \left(\frac{Vv}{Vm} \right) * 100$$

La relación de vacíos para suelos granulares fluctúa entre 0.43 – 0.67, para arena bien graduada, mientras en arenas de tamaño uniforme varía entre 0.51 – 0.85, su valor puede ser menor a 1 o alcanzar valores muy altos [15].

1.1.3.2.5 Grado de Saturación de Agua

Es la relación del volumen de agua que contiene el suelo y el volumen de vacíos del mismo, expresado en porcentajes. [14]

$$Gw\% = \left(\frac{Vw}{Vv} \right) * 100$$

Teóricamente puede variar entre 0% para un suelo que se encuentre seco y 100% cuando todos los poros están llenos de agua, comúnmente el grado de saturación se puede expresar en % pero esto no es una regla.

1.1.3.2.6 Grado de Saturación del aire

Es la relación del volumen de aire que contiene el suelo y el volumen de vacíos del mismo, expresado en porcentajes.

$$Ga\% = \left(\frac{Va}{Vv}\right) * 100$$

1.1.3.2.7 Gravedad Específica

Es la relación del peso específico de los sólidos del suelo y el peso específico del agua a una temperatura determinada. La gravedad específica para suelos friccionantes está alrededor de 2,65 y para suelos cohesivos este puede variar desde 2,60 a 2,90. [14]

1.1.3.2.8 Granulometría

Es la determinación del tamaño de las partículas de una muestra de suelo, esta muestra primero se la debe secar en el horno; luego se la coloca en los tamices para conocer la distribución de sus partículas, estos tamices van ir ordenados como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1: Tamaño estándar de tamices.

# TAMIZ	ABERTURA (mm)
4	4,76
8	2,36
10	2
16	1,18
30	0,6
40	0,425
50	0,3
60	0,25
100	0,15

200	0,075
-----	-------

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja M. Das.

Para la comparación de las diferentes muestras de suelo se debe realizar una curva de distribución donde se identifica el tamaño de las partículas, como se muestra en la siguiente figura. Mediante esta curva se debe también calcular tres parámetros muy importantes como son:

- Coeficiente de uniformidad.
- Coeficiente de curvatura o gradación.
- Tamaño nominal máximo.

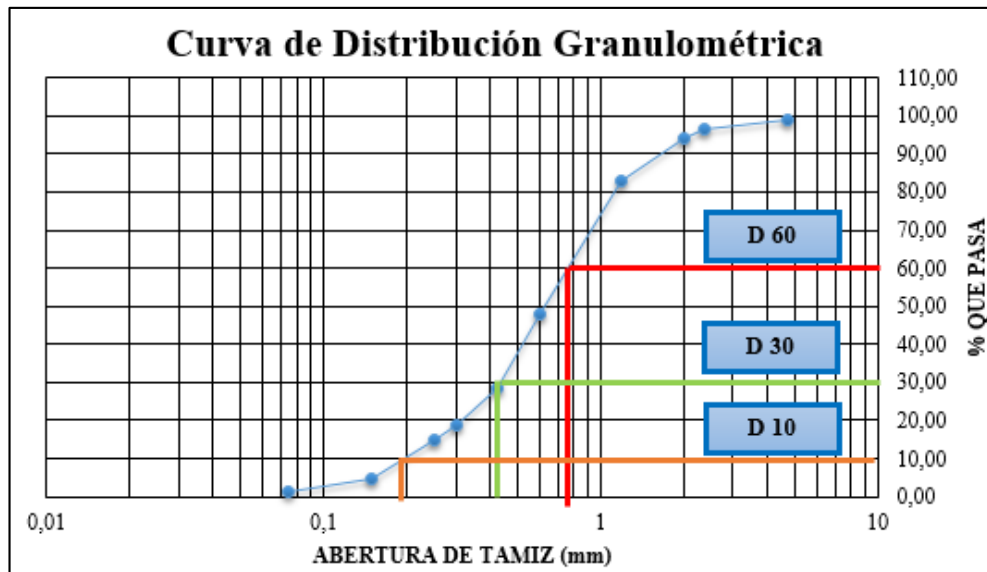


Figura 4: Curva de distribución de partículas.
Autor: José Luis López Sánchez.

a) Coeficiente de uniformidad

Es la relación que existe entre el diámetro dimensional (D60) y el diámetro efectivo (D10) este coeficiente fue propuesto por Allen Hazen. [16]

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Pero dicha relación diferente autores, lo dicen que es un coeficiente de no uniformidad, pues diferentes estudios han llegado que cuando su valor decrece su uniformidad aumenta.

- Suelos con $C_u < 3$ son suelos uniformes y tiene una mal distribución.
- Suelos con $C_u > 3$ son suelos no uniformes y son bien graduados. [16]

b) Coeficiente de Curvatura

Es un dato muy importante ya que nos da a conocer la graduación y la distribución de las partículas de nuestra muestra, es un coeficiente adimensional y se lo calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$$

- Suelos bien distribuidos y no uniformes, si están en el rango de $1 < C_c < 3$.
- Suelos con mala distribución y uniformes, estos no se encuentran en el rango anteriormente mencionado. [16]

c) Tamaño Nominal Máximo

Es el agregado retenido acumulado entre el 5% y el 15 % de su totalidad en ese tamiz, es decir es el tamaño máximo de las partículas que quedaron retenidas. [13]

1.1.3.2.9 Límites de Atterberg

El contenido de humedad, expresado en porcentaje, presente en el suelo pasa por diferentes transiciones, dependiendo de la transición los límites se clasifican en:

1. Límite de contracción del estado sólido al estado semisólido.
2. Límite plástico del estado semisólido al estado plástico.
3. Límite líquido del estado plástico al estado líquido. [14]

1.1.3.2.9.1 Límite Líquido

Conocido como la frontera entre los estados plástico y líquido (LL), en 1932 Casagrande creó un método en laboratorio para determinar el límite líquido del suelo, conocido como la cuchara de Casagrande.

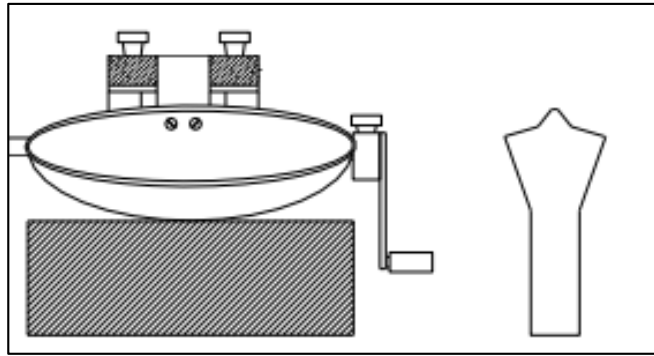


Figura 5: Cuchara de Casagrande.

Fuente: Fundamentos de mecánica de suelos L.M Salinas.

El procedimiento para conocer el límite líquido del suelo para un tamaño de partículas que pasan por el tamiz Nro. 40 (0.425 mm) es el siguiente:

El procedimiento para la prueba de límite líquido dada en ASTM es la Designación ASTM D-4318, por lo menos se realizan cuatro pruebas para el mismo contenido de suelos ya que no es fácil ajustar el contenido de humedad en el suelo para satisfacer el cierre requerido de 12.7 mm de la ranura en la pasta de suelo con 25 golpes, el número de golpes puede variar entre 15 a 35 para lograr el cierre. [14]

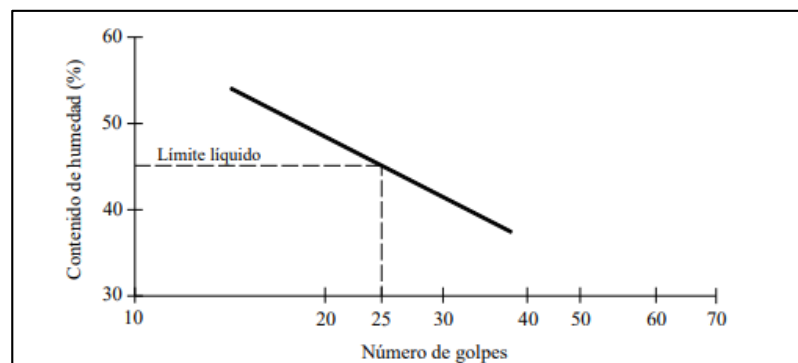


Figura 6: Curva de flujo para la determinación del límite líquido de una arcilla limosa.

Fuente: Fundamentos de mecánica de suelos L.M Salinas

1.1.3.2.9.2 Límite Plástico

Conocido como la frontera entre los estados semi-sólido al estado plástico (LP), el límite plástico como el contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo al enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro se desmorona, la prueba consiste en rodados repetidos de masa de tierra con tamaño elipsoidal sobre una placa de vidrio. [14]

1.1.3.2.9.3 Índice Plástico

El índice de plasticidad (PI) es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo. [14]

$$IP = LL - LP$$

1.1.3.3 Propiedades Mecánicas

1.1.3.3.1 Compactación de Suelos

En la construcción de diferentes obras civiles se debe realizar la compactación del suelo, ya que esta ayuda al mejoramiento de las propiedades tanto índices como mecánicas. La compactación ayuda a mejorar la resistencia del suelo e incrementa su capacidad de carga. La energía de compactación empleada en el proctor puede ser calculada por la siguiente expresión: [14]

$$E = \frac{N * n * w * h}{V}$$

Donde,

N: Número de golpes por cada capa.

n: Número de capas.

w: peso del pistón (martillo).

h: Altura de caída.

V: Volumen de la muestra compactada.

- Si la energía de compactación aumenta, el peso unitario seco máximo se incrementará.
- Si la energía de compactación aumenta, el contenido de humedad óptimo se reduce. [14]

Para el ensayo de compactación existen dos métodos estos pueden ser Estándar o Modificado.

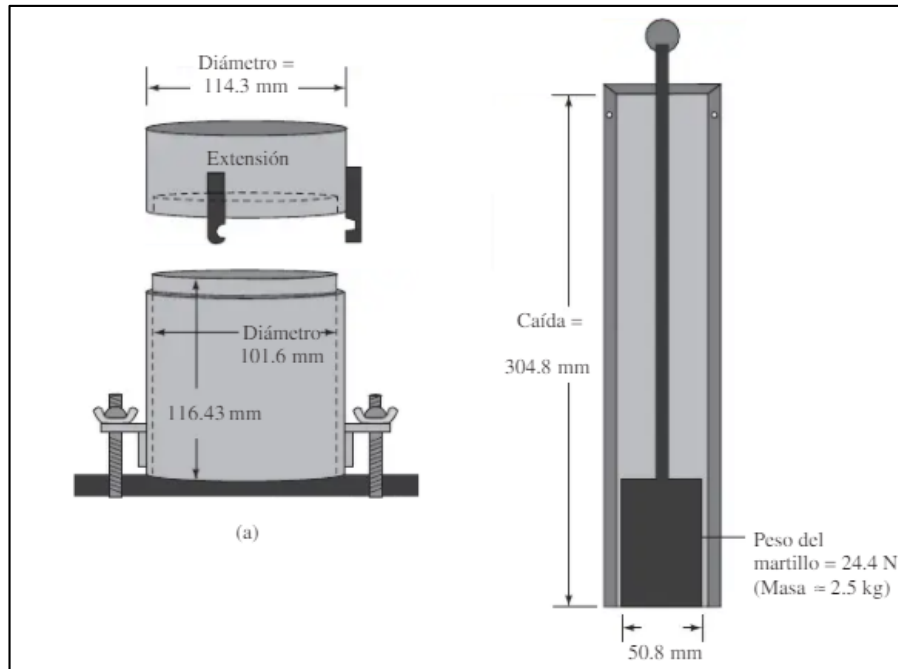


Figura 7: Equipo de Compactación.
Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja M. Das

1.1.3.3.1 Proctor Modificado

Este ensayo se lo realiza en el laboratorio tiene como principal objetivo dar a conocer el peso volumétrico seco γ_d (g/cm³) y el contenido de humedad óptimo con los que se debería realizar la compactación del suelo para diferentes obras civiles. [14]

Tabla 2: Proctor Modificado Especificaciones Técnicas.

ENSAYO: Modificado AASHTO T – 180 y ASTM D1557				
Pistón: Martillo cilíndrico de 10 lb				
Impacto: Altura de Caída de 18"				
MÉTODOS	A	B	C	D
Diámetro del molde	4"	6"	8"	10"
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 ft ³	1/30 ft ³	1/30 ft ³	1/30 ft ³
Energía de Compactación	2700 kNm/m ³	2700 kNm/m ³	2700 kNm/m ³	2700 kNm/m ³

Fuente: AASHTO T-180

La diferencia entre el ensayo de Proctor Modificado y Estándar, es que el contenido de humedad es menor en el proctor modificado para lograr un contenido de humedad óptimo y un mayor peso volumétrico seco.

1.1.3.3.2 California Bearing Ratio (CBR)

El CBR (California Bearing Ratio) es un ensayo que se realiza para medir un índice de resistencia de los suelos o capacidad de soporte de subrasantes, bases y sub-bases bajo condiciones de humedad y densidad conocidas, el mismo se basa en hacer penetrar un pistón dentro de la muestra y medir la carga necesaria para alcanzar ciertas profundidades de penetración, se puede llevar a cabo usando probetas compactadas en laboratorio o directamente en campo sobre la capa a estudiar [17, p. 199].

El número CBR (porcentaje de carga unitaria patrón), se determina mediante la relación de la carga unitaria (en libras por pulgada cuadrada) requerida para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón de penetración con un área de 19.4 cm², dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad conocidas, con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado [17, p. 199].

En ecuación de se expresa de la siguiente manera:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100(\%)$$

La penetración en la muestra de suelo se lleva a cabo en una máquina de compresión a una velocidad de deformación unitaria de 1.27 mm/min, se registran lecturas de carga versus penetración cada 0.64 mm de penetración hasta llegar a un valor de 5.0 mm a partir del cual se toman registro con velocidades de penetración de 2.5 mm/min hasta obtener una penetración total de 12.7 mm.

Tabla 3: Valores de Carga Unitaria Patrón para Ecuación CBR.

CARGA UNITARIA		PENETRACIÓN	
mm	Pulg	Mpa	Psi
2.5	0.1	6.9	1000
5	0.2	10.3	1500
7.5	0.3	13	1900
10	0.4	16	2300
12.7	0.5	18	2600

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil, Joseph E. Bowles.

El propósito de trabajar sobre la muestra saturada es el siguiente:

- Información sobre pérdida de resistencia por motivo de saturación.
- Valores de expansión o hinchamiento del suelo cuando el mismo este saturado.

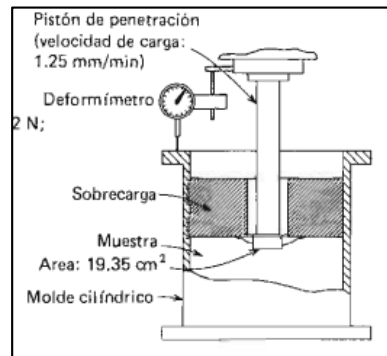


Figura 8: Aparato de carga.

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil, Joseph E. Bowles.

La carga vs. Penetración se calcula los valores de CBR tanto para la muestra recién compactada como para la muestra saturada, para los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración, las curvas deben dibujarse en una misma gráfica, cabe señalar que, si la curva no es uniforme, se procede a dibujar una tangente en el punto mayor de pendiente hasta corta con el eje de las abscisas (penetración) para obtener un nuevo cero corregido, que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm. [17, p. 206].

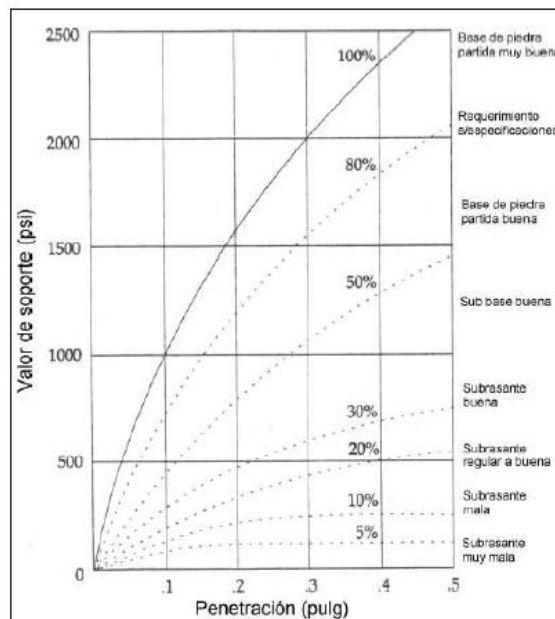


Figura 9: Carga vs Penetración para cálculo de CBR, de diferentes suelos.

Fuente: Guía para el diseño de pavimentos flexibles, AASHTO 93.

Según valores obtenidos de CBR se puede clasificar el suelo y verificar el indicador de calidad basado en su resistencia según la siguiente tabla, de esta manera se contará con una referencia para el diseño de pavimento.

Tabla 4: Clasificación de suelos en función de valores de CBR.

No. DE CLASIFICACIÓN		CLASIFICACIÓN		
CBR	GENERAL	USOS	UNIFICADO	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre a regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, Sub-base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil, Joseph E. Bowles.

1.1.3.3.3 Dinamic Cone Penetrometer (DCP)

El equipo consta de una varilla de acero de penetración de 16mm de diámetro, en su extremo inferior un cono de acero temperado de 60 grados y 20mm de diámetro, mediante un martillo deslizante de 8Kg que cae libremente desde una altura de 575mm es introducido en el suelo. El PDC, posee una regla de medición sujeta al instrumento por dos soportes, un soporte superior unido al yunque y un soporte inferior fijo a la regla y unido a la barra de penetración [18, p. 4].

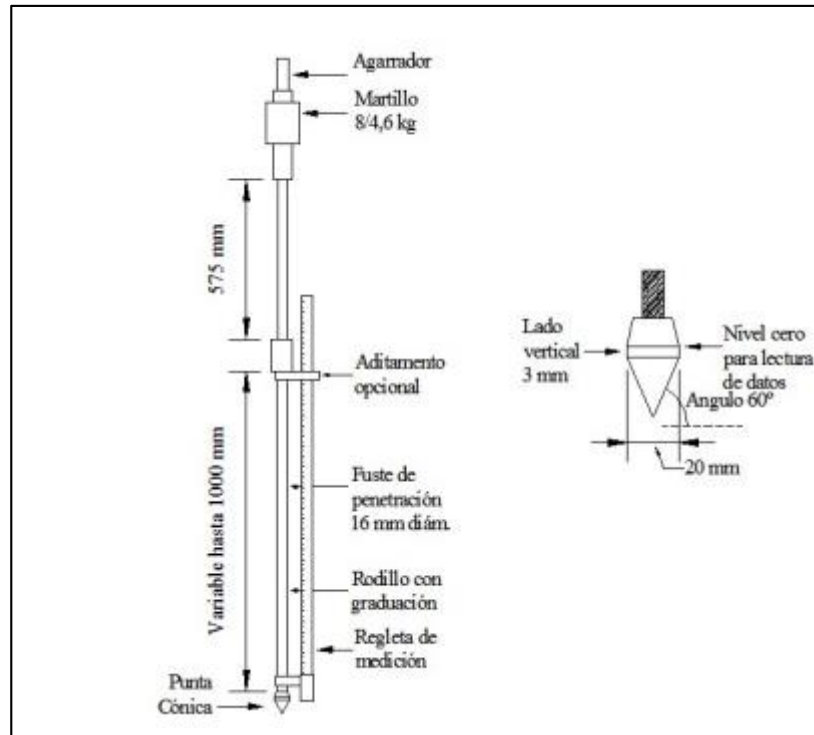


Figura 10: Esquema equipo DCP.

Fuente: El cono dinámico de penetración en la evaluación de suelos, Viscarra Fabiana.

La curva DCP donde se presenta e indica la penetración acumulada en función de los números de golpes, mediante rectas se puede determinar el espesor de las capas como se indica en dicha figura. Se lo representa mm/golpe, si la gradiente es más vertical la resistencia del suelo disminuye. [18]

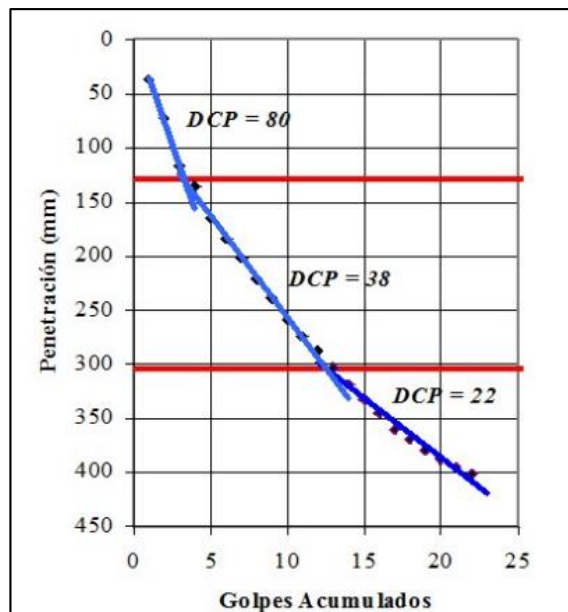


Figura 11: Golpes acumulados vs Penetración.

Fuente: El cono dinámico de penetración en la evaluación de suelos, Viscarra Fabiana.

1.1.3.4 Correlación y Regresión

Un análisis de correlación y regresión es el proceso donde se determina si una variable está en función de otra, para obtener una relación. Donde la regresión determina el mejor método funcional y la correlación es la que da a conocer el grado de asociación de dos o más variables. [19]

El análisis de regresión estudia en encontrar el método de relación funcional de dos variables estas pueden ser interpretadas mediante una ecuación matemática, donde se genera una línea de regresión. Además esta nos indica que tipo de relación matemática puede ser: lineal, parabólica, exponencial e potencial, etc. [20]

La línea de regresión obtenida con una variable independiente puede ser expresada mediante las siguientes ecuaciones matemáticas:

Tabla 5: Funciones matemáticas.

Línea de regresión matemática	Ecuación
Lineal o recta	$\hat{Y} = a + bx$
Parabólica de segundo grado	$\hat{Y} = ax^2 + bx + c$
Exponencial	$\hat{Y} = ae^{bx}$
Potencial	$\hat{Y} = ax^b$

Autor: José Luis López Sánchez.

1.1.3.4.1 Regresión y Correlación Lineal

Por lo generalmente es la más utilizada ya que por su simplicidad en cálculos matemáticos, ya que en muchos casos esta nos ayuda a aproximaciones muy aceptables. El modelo matemático de una regresión lineal viene presentado de la siguiente forma: [20]

$$\hat{Y} = bx + c$$

Donde,

\hat{Y} : variable dependiente.

x : variable independiente.

b : pendiente de la recta.

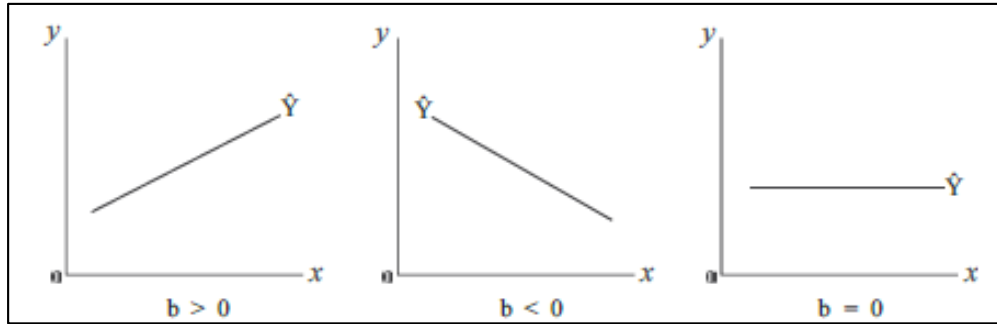


Figura 12: Representación de la pendiente.
Fuente: Estadística y muestreo, Ciro M. Bencardino

- Si la pendiente es mayor que cero, la correlación es positiva, nos indica que la variable dependiente y la variable independiente están en aumento. [19]
- Si la pendiente es menor que cero, es una correlación negativa, nos indica que la variable dependiente disminuye y la variable independiente aumenta. [19]
- Si la pendiente es igual a cero, no hay relación entre la variable dependiente e independiente, es to quiere decir que no existe correlación. [19]

1.1.3.4.2 Método de mínimos cuadrados

Este método es empleado para evitar la construcción de rectas, parábolas u otras curvas de aproximación que se ajusten a las variables. Además, nos ayuda a minimizar la suma de los cuadrados de la diferencia entre los valores observados X_i con los valores estimados \hat{Y}_i . [19] [20]

$$\sum e_i^2 = \sum (X_i - \hat{Y}_i)^2$$

donde e es el error que se puede cometer al realizar la estimación, este debe ser mínimo frente a otros modelos. [20]

La recta de regresión de mínimos cuadrados de Y sobre X es:

$$Y = a_0 + a_1X$$

De las siguientes ecuaciones se obtiene a_0 y a_1 : [19]

$$\sum Y = a_0N + a_1 \sum X$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2$$

1.1.3.4.3 Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación o coeficiente de correlación al cuadrado (R^2). Se obtiene mediante la relación de la variación explicada por la variación total de la misma variable. Este coeficiente se encuentra entre el rango de 0 a 1; cuando este coeficiente se acerca a 0 el grado de ajuste es muy pobre no hay correlación entre las variables, en cambio cuando se acerca al valor de 1 el grado de ajuste es perfecto; se considera que hay relación entre las variables. [21]

Tabla 6: Rango de ajuste mediante criterios.

Criterio	R^2
Excelente	≥ 0.90
Buena	0.70 – 0.89
Aceptable	0.40 – 0.69
Pobre	0.20 – 0.39
Muy Pobre	≥ 0.19

Fuente: Investigation of the use of dynamic modulus as an indicator of hot-mix asphalt performance.

1.1.3.4.4 Correlación y Regresión Múltiple

Es cuando se trabaja con más de dos variables independientes. El grado de ajuste estas variables son cuantificados, mediante un coeficiente de correlación múltiple. En esta regresión se aplica los métodos matemáticos como son: el matricial o álgebra de ecuaciones, para obtener la ecuación. [19]

La ecuación expresada para la regresión y correlación múltiple es representada de la siguiente forma: [20]

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots$$

Para tres variables (una variable dependiente y dos variables independientes), existe el método de los mínimos cuadrados que viene dado por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}\sum Z &= a_0 N + a_1 \sum X + a_2 \sum Y \\ \sum XZ &= a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum XY \\ \sum YZ &= a_0 \sum Y + a_1 \sum XY + a_2 \sum Y^2\end{aligned}$$

1.1.3.5 Pavimentos

El pavimento es una estructura, asentada sobre el suelo de fundación o sub-rasante, que permite la movilidad de vehículos que transportan personas y cargas. La estructura está conformada por una superestructura; capa de rodadura, base, subrasante y suelo de fundación o subrasante. [22]

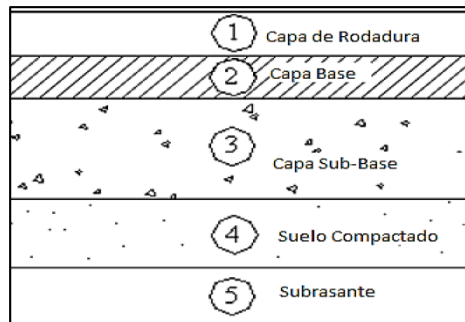


Figura 13: Estructura del pavimento.

Fuente: Guía Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.,2013.

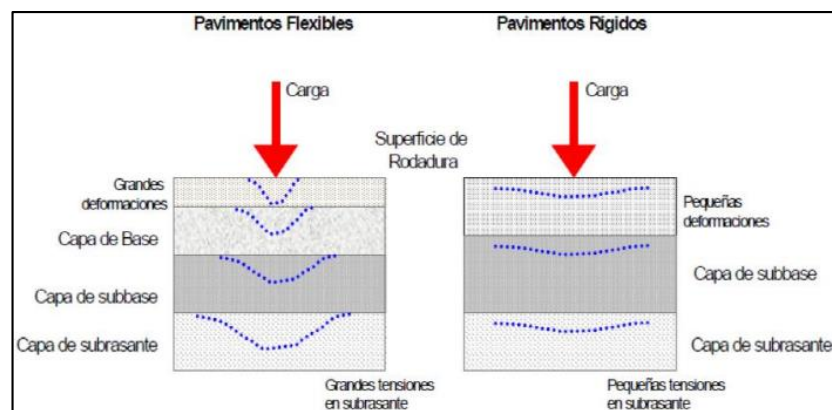


Figura 14: Comportamiento del pavimento.

Fuente: Manual Centroamérica para diseño de pavimentos.

La estructura del pavimento debe ser capaz de absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas vehiculares, su capa de rodadura debe ser segura, económica, funcional, estética y compatible con el medio ambiente. [23]

1.1.3.5.1 Tipos de Pavimentos

Pavimentos rígidos: son aquellos pavimentos que tiene como capa de rodadura el cemento Portland, estos no se adaptan al suelo de fundación o subrasante y resisten tensiones por tracción. [24]

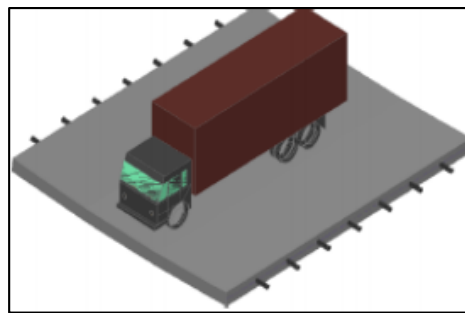


Figura 15: Pavimento Rígido.

Fuente: Guía Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.,2013.

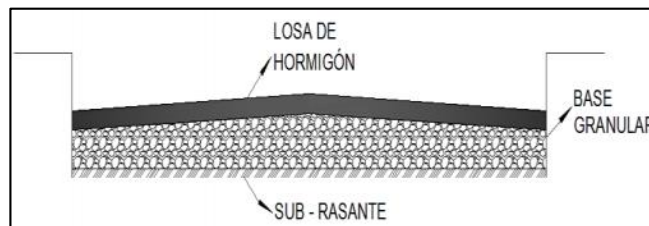


Figura 16: Estructura del pavimento rígido.

Fuente: Estructuración de vías terrestres. Bustamante Fernando.

Pavimentos semirígidos: Son similares a os pavimentos flexibles, la única diferencia es que una de sus capas granulares son rigidizadas artificialmente mediante un aditivo, estos pueden ser asfalto frio (emulsión), cemento, cal entre otros. [24]

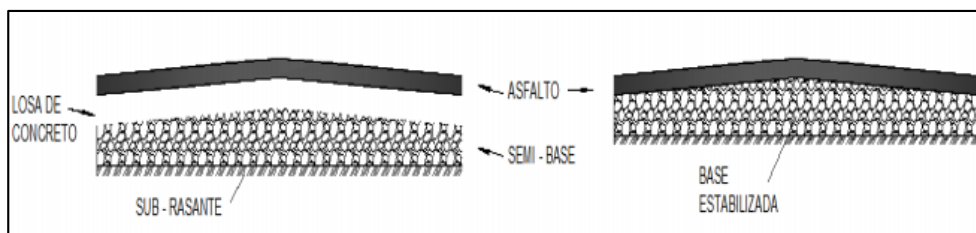


Figura 17: Estructura del pavimento Semi rígido.

Fuente: Estructuración de vías terrestres. Bustamante Fernando.

Pavimentos articulados: su capa de rodamiento está conformada de adoquines y también aquí se encuentran los empedrados. Tiene la misma estructura de los pavimentos flexibles. [24]

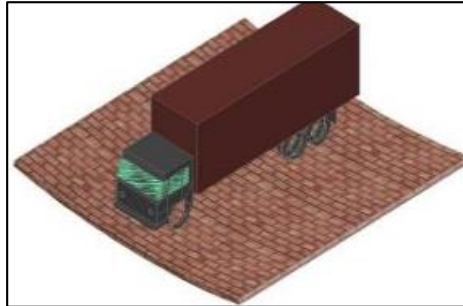


Figura 18: Pavimento Articulado.

Fuente: Guía Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.,2013.

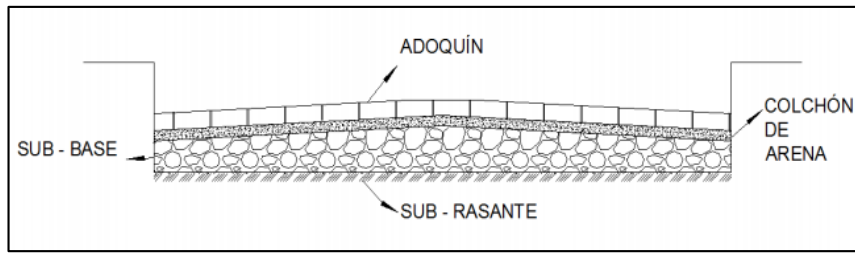


Figura 19: Estructura del pavimento articulado.

Fuente: Estructuración de vías terrestres. Bustamante Fernando.

Pavimentos flexibles: Estos pavimentos se adaptan a las deformaciones del suelo de fundación, estos no permiten que haya tensiones adicionales. [24]

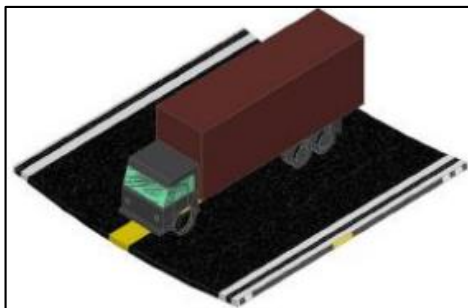


Figura 20: Pavimento Flexible.

Fuente: Guía Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.,2013.

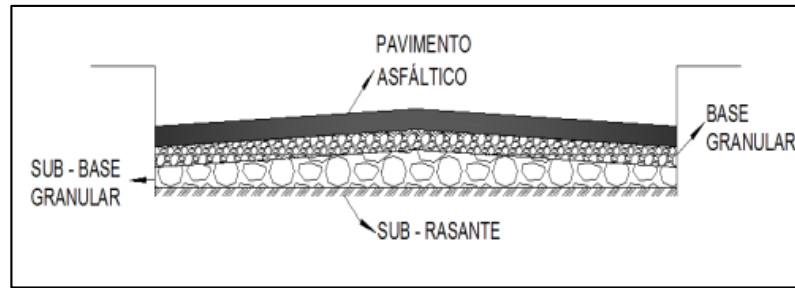


Figura 21: Sección Transversal Típica de un Pavimento Flexible.
Fuente: Estructuración de vías terrestres. Bustamante Fernando.

1.1.3.5.2 Función de las capas que conforman la estructura del pavimento

Capa Subrasante

Es el terreno donde se asienta la estructura del pavimento; también conocida como la cimentación del pavimento. Esta capa puede ser el suelo natural, bien compactada o de acuerdo al diseño geométrico requerido, ya sea que el suelo natural debe ser mejorado. [25]

Capa Sub Base

Es una capa que tiene un espesor definido, está compuesta principalmente de agregados gruesos o triturados y agregado fino. Esta capa es colocada sobre la sub rasante una vez que haya sido aprobada, para soportar la capa base. [10]

Esta capa sirve como drenaje de la estructura del pavimento, ayuda que el material del suelo de fundación no provoque cambios de elasticidad, volumen y plasticidad, además controla la capilaridad del agua. [24]

Capa Base

Esta capa es la encargada de transmitir los esfuerzos transmitidos por las cargas vehiculares para distribuir las uniformemente hacia la sub base y suelo de fundación. Esta capa es de material granular o de mezclas bituminosas, estabilizadas con cemento o un ligante. [24]

Esta capa resiste los cambios climáticos, reduce el espesor de la capa de rodadura, no presenta cambios de volumen y también reduce los esfuerzos cortantes. [24]

Capa de rodadura

Esta capa debe ser impermeable, su función principal es proteger la capa base para que no se produzca cambios de volumen y también ayude a evitar el desgaste de la base por el tráfico vehicular. [24]

1.1.3.6 Diseño de pavimentos flexibles mediante el Método AASHTO 93

En Estados Unidos fue desarrollado el Método AASHTO 93, en la década de los 60 esta sirve para el cálculo de pavimentos asfálticos flexibles y tratamientos superficiales.

Ecuación de la AASHTO 93

Mediante esta ecuación se determina el número estructural SN, de las capas del pavimento de acuerdo a la carga requerida.

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + \text{log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32$$
$$* \text{log}_{10}(Mr) - 0.87$$

Donde:

W18: Ejes equivalentes de 18 Kips.

Zr: Desviación estándar nominal.

So: Desviación estándar global.

ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad.

Mr: Modulo de resiliencia.

1.1.3.6.1 Período de diseño

La norma AASHTO 93 recomienda los siguientes periodos de diseño. [26]

Tabla 7 : Período de diseño de acuerdo al tipo de carreteras.

Tipo de Carretera	Período de Diseño (Años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

1.1.3.6.2 Tránsito Equivalente (W18)

Es la conversión de la carga transmitida por los vehículos y esta depende principalmente del número de carriles que se vaya a diseñar. Por ejemplo, cuando se diseña dos carriles uno de ida y otro de vuelta el valor equivalente fuera 1800lb. [26]

Tabla 8: Factor de distribución por carril.

Número de carriles en uan dirección	% del W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

1.1.3.6.3 Nivel de confiabilidad (R)

Mediante a la norma AASHTO 93 este factor está relacionado fundamentalmente con el comportamiento y el desempeño del pavimento al entorno natural. [26]

Tabla 9: Nivel de confiabilidad de acuerdo a la zona.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad Recomendada "R"	
	Urbana	Rural
Autopistas	85 a 99.9	80 a 99.9
Arterias Principales	80 a 99	75 a 95
Colectoras	80 a 95	75 a 95
Camino vecinales	50 a 80	50 a 80

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

1.1.3.6.4 Desviación estándar normal (Zr)

Estos valores se encuentran estrechamente relacionados con el nivel de confiabilidad (R) como se muestra en la tabla 10. [26]

Tabla 10: Valores de Zr en función de la confiabilidad R.

Confiabilidad R %	Desviación Estándar Normal "Zr"	Confiabilidad R%	Desviación Estándar Normal "Zr"
50	0	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.34	99.9	-3.09
92	-1.405	99.99	-3.75

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

1.1.3.6.5 Desviación estándar global (So)

Para el diseño de pavimentos flexibles se recomienda un valor de 0.45. [26]

1.1.3.6.6 Módulo de resiliencia (Mr)

Es muy importante este módulo ya que nos permite conocer las propiedades del material que está compuesto el suelo de fundación, por lo que el método facilita su obtención mediante las siguientes ecuaciones: [26]

$$Mr (PSI) = 1500 CBR \quad (CBR < 10\%)$$

$$Mr (PSI) = 3000 CBR^{0.65} \quad (10\% < CBR < 20\%)$$

$$Mr (PSI) = 4326 \ln(CBR) + 241 \quad \text{Para suelos granulares}$$

1.1.3.6.7 Índice de serviciabilidad (PSI)

La AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles sugiere un índice de 4.2 y para el índice final depende del tipo de carretera; para carreteras principales entre 2,5 y carreteras secundarias un valor de 2.0. [26]

$$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final}$$

Estos índices son calificados por los usuarios para ver si el pavimento es confortable y seguro, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11: Índice de serviciabilidad de acuerdo a los usuarios.

Índice de serviciabilidad	Calificación (usuarios)
5 a 4	Muy buena
4 a 3	Buena
3 a 2	Regular
2 a 1	Mala
1 a 0	Muy Mala

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

1.1.3.6.8 Determinación de los espesores por capa

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

Donde:

a_1, a_2, a_3 : Coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica, base y sub base.

$D_1 D_2 D_3$: Espesores de la carpeta asfáltica, base y sub base.

$m_2 m_3$: Coeficientes de drenajes para la capa base y sub base.

Tabla 12: Espesores mínimos en pulgadas de la carpeta asfáltica y base según los ejes equivalentes.

Tránsito W18	Carpeta Asfáltica D1	Capa Base D2
Menores de 50000	1.0 o Tandem Superficial	4
50001 a 150000	2	4
150001 a 500000	2.5	4
500001 a 2000000	3	6
2000001 a 7000000	3.5	6
Mayores a 7000000	4	6

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

1.1.3.6.9 Coeficientes estructurales a_1, a_2, a_3

Estos coeficientes son obtenidos mediante ensayos de laboratorio, estos dependerán de las propiedades y características de los materiales que se van usar en las capas del pavimento. Estos coeficientes muestran la capacidad del material que tiene para soportar las cargas vehiculares. [26]

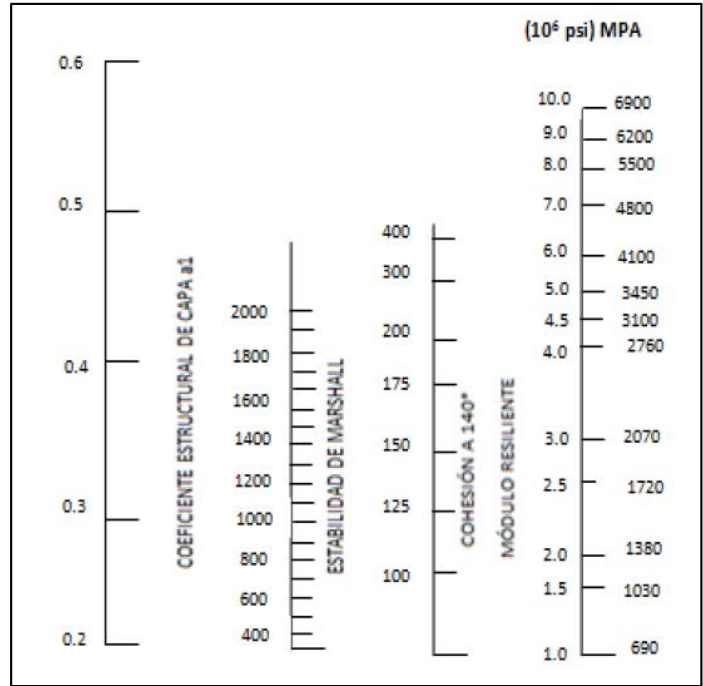
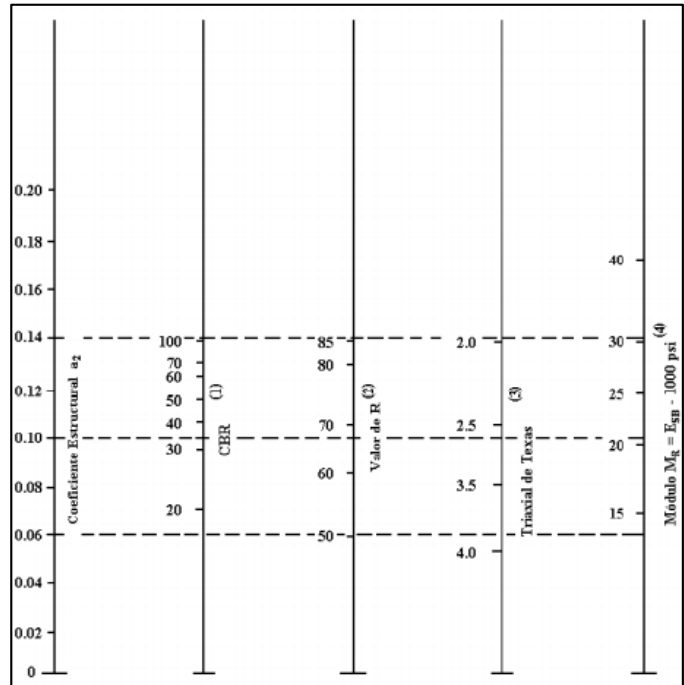


Figura 22: Ábaco para el coeficiente estructural a_1 .

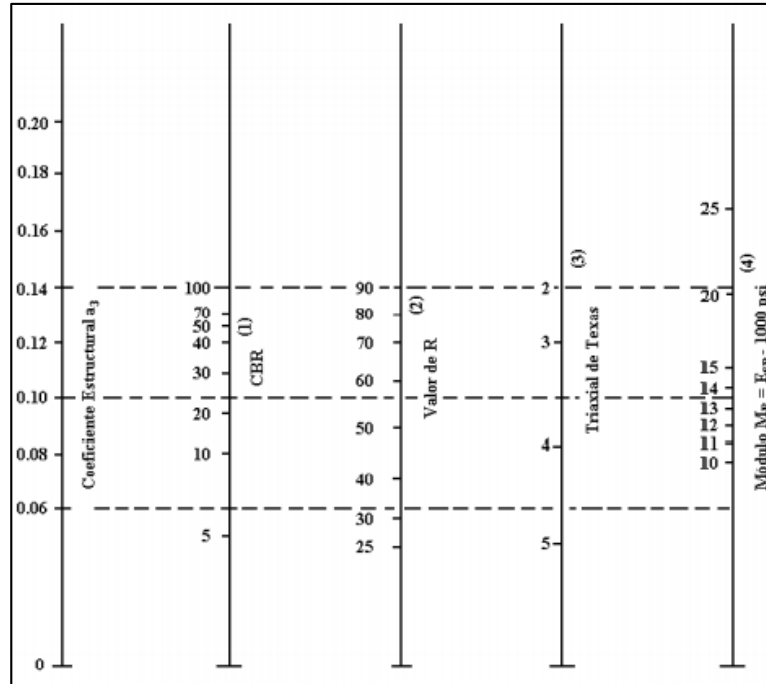
Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP. (3)

Figura 23: Ábaco para el coeficiente estructural a_2 .

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP. (3)

Figura 24: Ábaco para el coeficiente estructural a_3 .
Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

1.1.3.6.10 Coeficiente de drenaje

Un drenaje es de buena calidad cuánto tarda menor tiempo de eliminación del agua de las capas granulares, ya que con ello se ayuda a aumentar la capacidad portante del suelo de fundación o sub rasante. La AASHTO da a conocer que hay cinco calidades de drenaje; estos dependerán de dos parámetros; de acuerdo al tiempo de eliminación del agua y al porcentaje en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación. [26]

Tabla 13: Tiempos de drenaje.

Calidad del Drenaje	Tiempo de eliminación del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drenada

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Tabla 14: Corrección de coeficientes estructurales con respecto al drenaje y a la humedad que está expuesto el pavimento.

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menores del 1%	1 a 5%	5 a 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 a 1.35	1.35 a 1.30	1.30 a 1.20	1.2
Bueno	1.35 a 1.25	1.25 a 1.15	1.15 a 1.00	1
Regular	1.25 a 1.15	1.15 a 1.05	1.00 a 0.80	0.8
Malo	1.15 a 1.05	1.05 a 0.80	0.80 a 0.60	0.6
Muy malo	1.05 a 0.95	0.95 a 0.75	0.75 a 0.40	0.4

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

1.1.4 Hipótesis

Se puede encontrar una correlación entre el CBR, DCP, las propiedades índices y mecánicas en los suelos de la parroquia río negro del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Estudiar la correlación entre el CBR, DCP, las propiedades índice y mecánicas en los suelos de la parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua

1.2.2 Objetivo Específico

- Determinar las propiedades índice y mecánicas en los suelos de la parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa.
- Identificar la correlación entre la Relación de Soporte California CBR y Penetrómetro Dinámico de Cono DCP.
- Establecer la correlación entre el CBR y las propiedades índice y mecánicas en el laboratorio para los suelos estudiados.
- Realizar el diseño de un pavimento flexible aplicando los valores obtenidos en las correlaciones.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Tipo o Nivel de Investigación

Los niveles de investigación que se emplearon en el siguiente trabajo fueron: Investigación exploratoria, de campo, de laboratorio y analítica.

2.1.1 Investigación exploratoria

Es investigación exploratoria ya que se realiza un reconocimiento de la parroquia de Río Negro del cantón Baños de Agua Santa, para la ubicación de los 12 puntos donde se van a realizar las calicatas y la toma de muestras para los ensayos de campo y laboratorio.

2.1.2 Investigación de campo

Es investigación de campo ya que se realiza ensayos in situ como son: la densidad de campo para obtener la densidad húmeda y el ensayo de DCP para obtener la resistencia del suelo.

2.1.3 Investigación de laboratorio

Se realiza esta investigación en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, para la obtención de las propiedades y características de las muestras; los ensayos de laboratorio son: contenido de humedad, gravedad específica, granulometría, límites de Atterberg, Próctor modificado “B” y CBR.

2.1.4 Investigación Analítica

Es una investigación analítica ya que se realiza una correlación entre DCP, CBR, las propiedades índice y mecánicas, mediante los análisis e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio.

2.2 Población y Muestra

2.2.1 Población

La población subjetiva que se ha considerado para el desarrollo de esta investigación son los suelos que están conformados las vías de la parroquia de Río Negro, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Las vías de estudio son:

- Río Negro – Mera (Acceso 1).
- Río Negro – Mera (Acceso 2).
- Río Negro – Azuay.
- Río Negro – El Topo – Azuay.
- Río Negro – La Estancia.
- Río Negro – Río Verde.

Mediante este proyecto se busca encontrar las propiedades índices y mecánicas de los suelos existentes en las diferentes vías en estudio, para realizar correlaciones entre ellos.

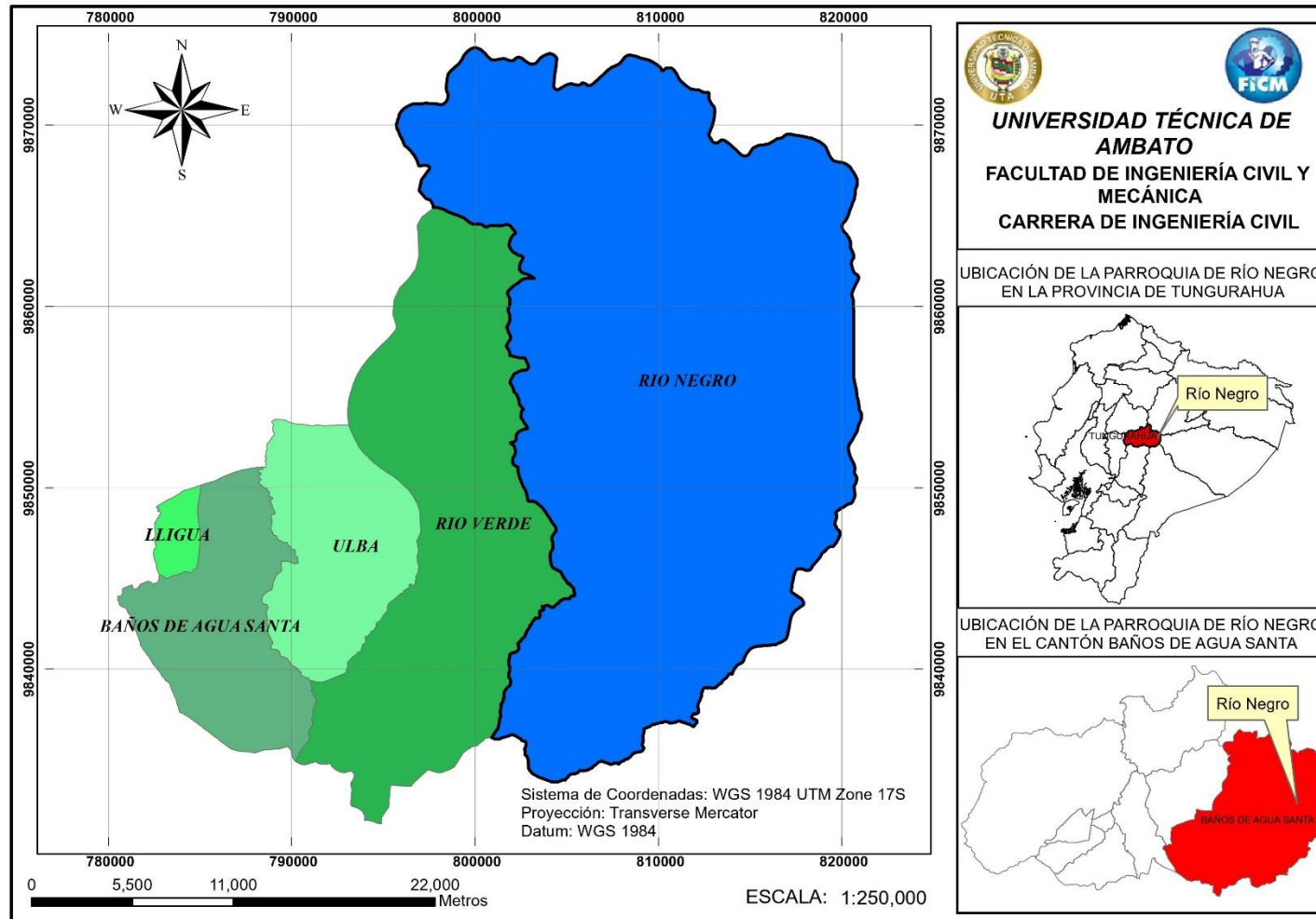


Figura 25: Ubicación de la parroquia de Río Negro.
Autor: José Luis López Sánchez.

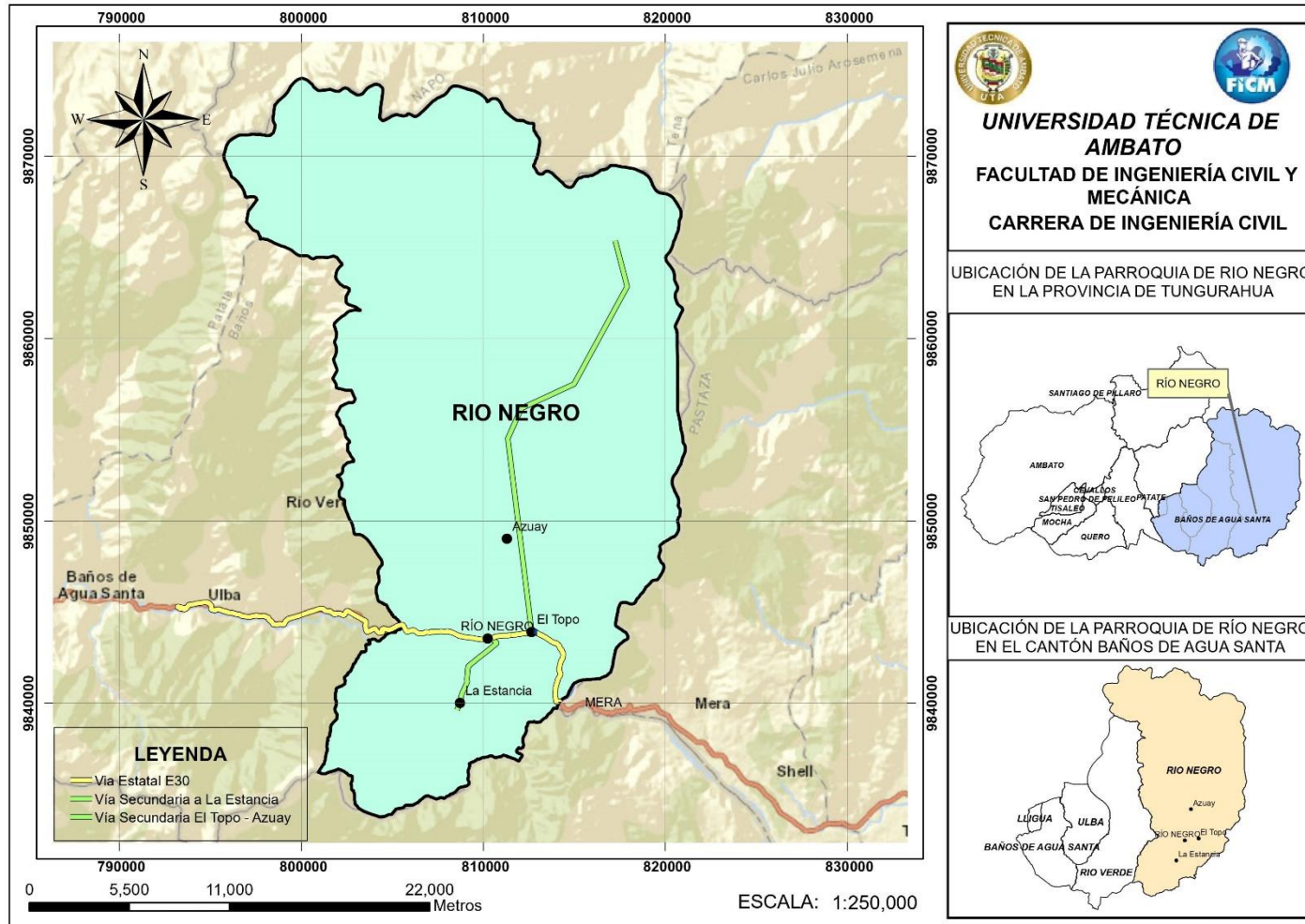


Figura 26: Ubicación de la Parroquia y vías en estudio.
Autor: José Luis López Sánchez.

2.2.1.1 Muestra

Se ha extraído 12 muestras, estas muestras fueron tomadas en los lados de las vías mediante pozos a cielos abierto (calicatas) de secciones de 1,50 m x 1,50 m de diferentes profundidades, retirando la capa vegetal de 5 cm. Se tomó 25 kg por cada punto para la realización de los ensayos en el laboratorio.

Tabla 15: Ubicación de las 12 muestras de estudio.

PUNTO	UBICACIÓN	POZO	COORDENADAS	
			ESTE (m)	NORTE (m)
1	Río Negro - Mera (Acceso 1)	P1	813756	9843409
2		P2	814193	9841909
3	Río Negro - Mera (Acceso 2)	P1	811690	9843711
4		P2	812921	9843856
5	Río Negro Azuay	P1	812024	9849225
6		P2	811415	9853136
7	Río Negro - El Topo - Azuay	P3	812579	9844307
8		P4	812294	9846955
9	Río Negro - La Estancia	P1	810224	9842924
10		P2	808742	9840053
11	Río Negro - Río Verde	P1	806387	9843876
12		P2	808775	9843698

Autor: José Luis López Sánchez.

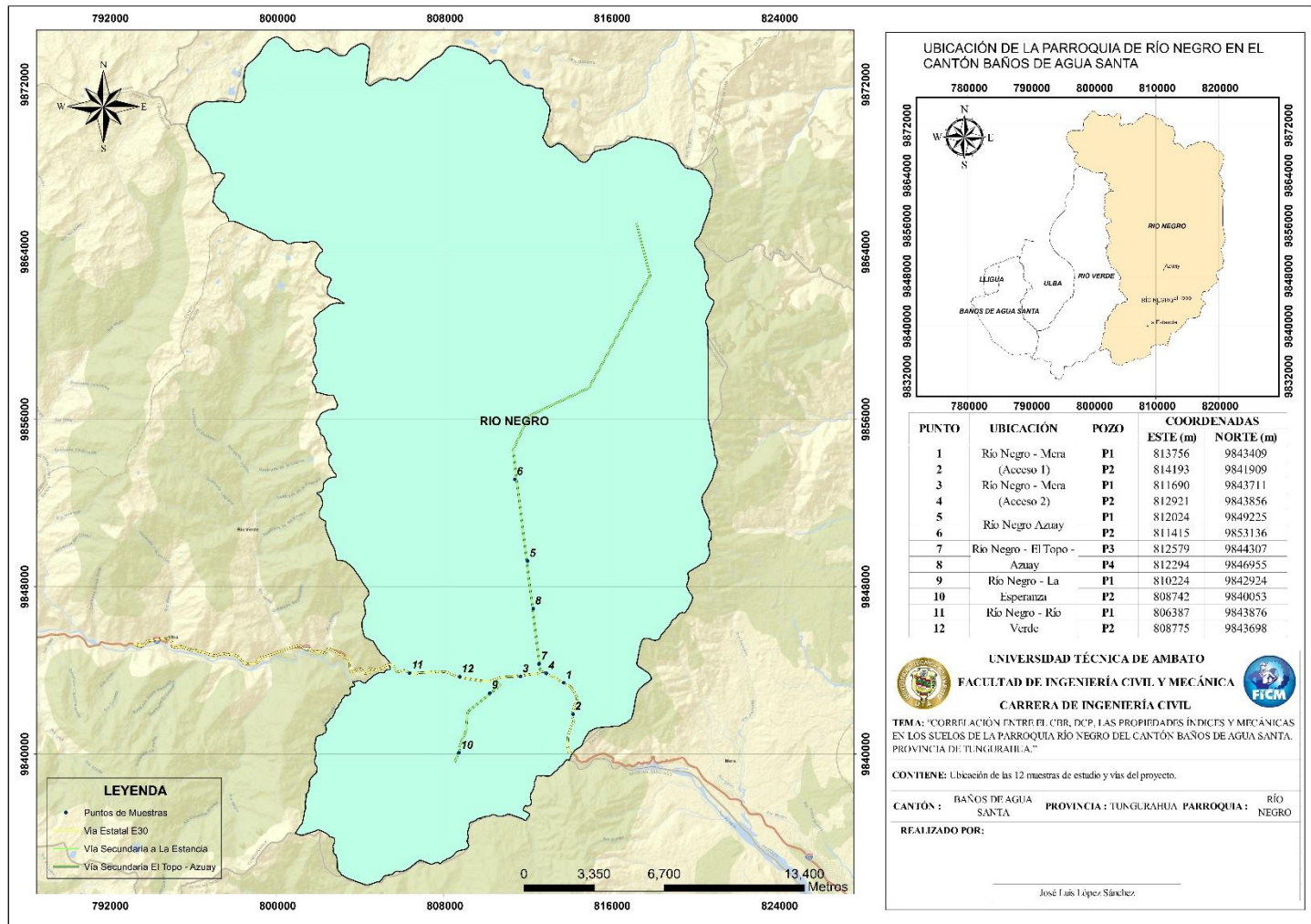


Figura 27: Ubicación de las doce muestras de estudio.
 Autor: José Luis López Sánchez.

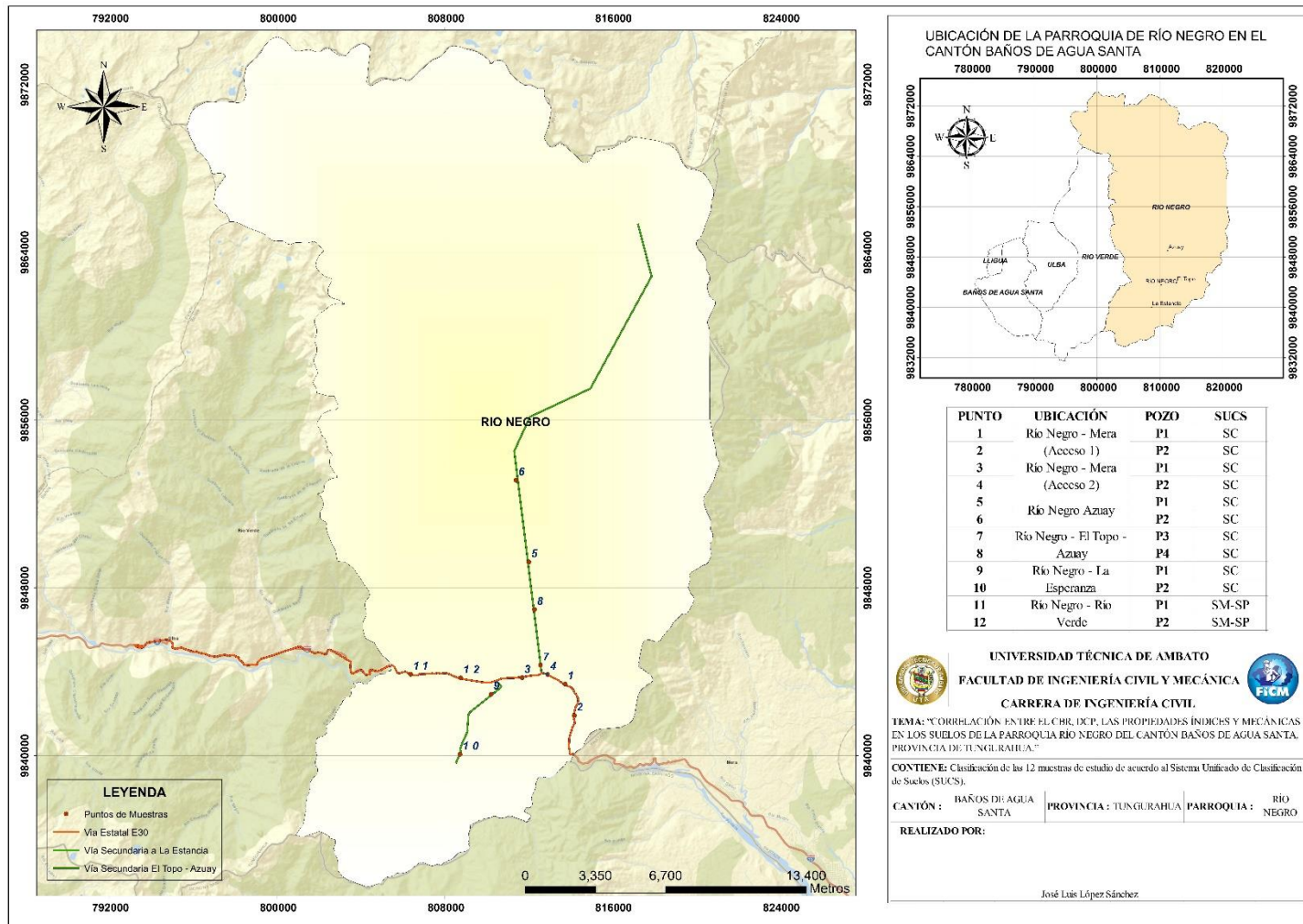


Figura 28: Clasificación de las muestras de suelo de acuerdo a la SUCS.
Autor: José Luis López Sánchez.

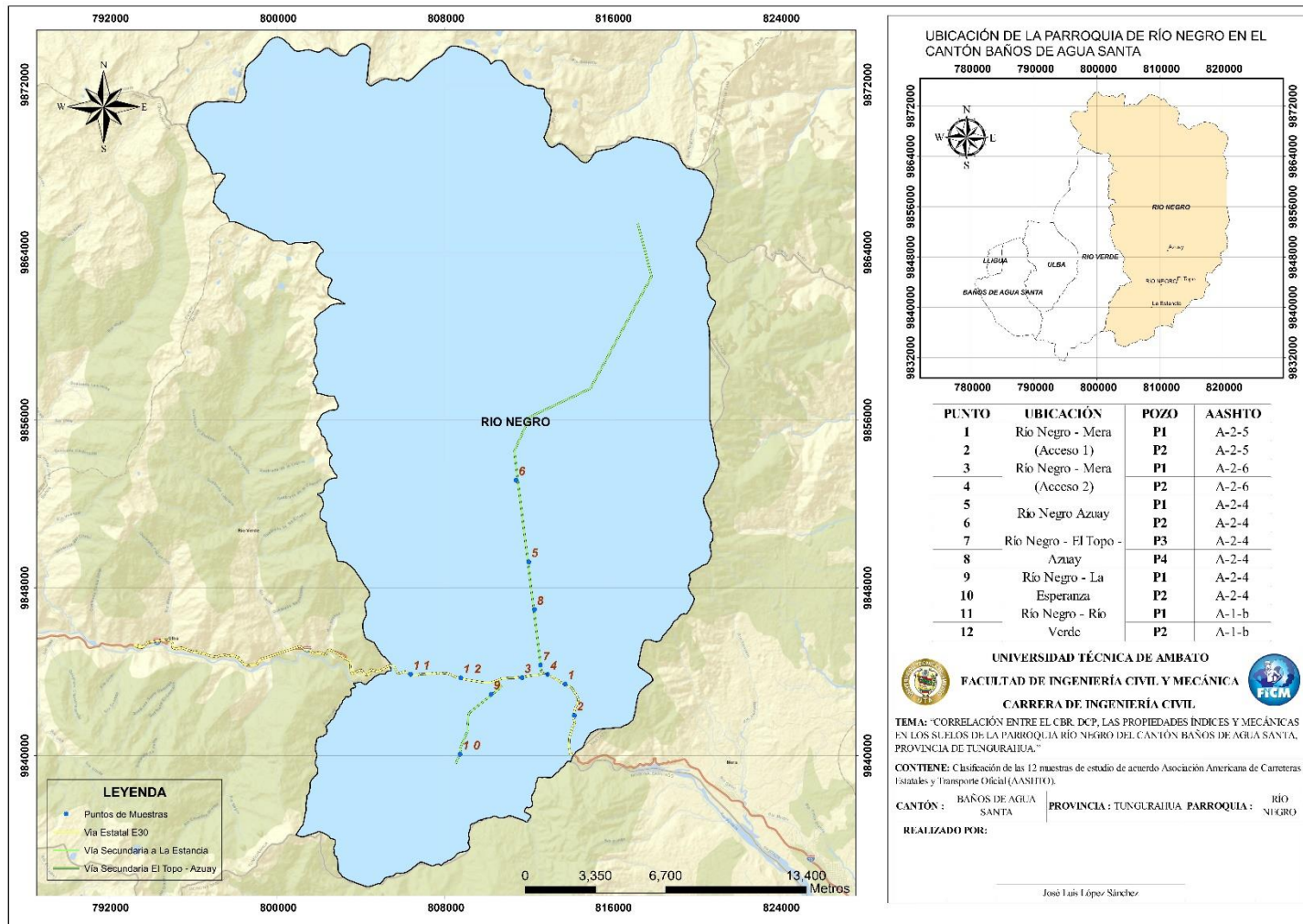


Figura 29: Clasificación de las muestras de suelo de acuerdo a la AASHTO.
Autor: José Luis López Sánchez

2.3 Equipos y Materiales

Tabla 16: Equipos y Materiales.

ENSAYOS	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
Pozo a Cielo Abierto	Muestra In Situ	Pala Pico Barra Flexómetro	AASHTO T 87-70
Densidad de Campo (Método del Cono y Arena de Ottawa)	Muestra In Situ	Cono Cinzel Cuchareta Placa metálica Balanza Clavos Martillo	AASHTO T191 2014
Cono Dinámico de Penetración DCP	Muestra In Situ	Equipo DCP Libreta de anotaciones	ASTM D6951-03
Gravedad Específica de Sólidos	50 g de suelo que pasa el tamiz #4	Tamiz #4 Picnómetro Embudo Termómetro Recipiente metálico Pipeta Baño María	AASHTO T 100 2015
Granulometría	Muestra cuarteada	Tamizadora Juego de Tamices Brocha Recipientes	AASHTO T 88 2013
Límite Líquido (Copa de Casagrande)	150 g de suelo que pasa tamiz #40	Mortero de porcelana Pistillo de caucho Copa Casagrande Espátula Acanalador Recipientes de aluminio	AASHTO T 89 2013
Límite Plástico	150 g de suelo que pasa tamiz #40	Mortero de porcelana Pistillo de caucho Placa de vidrio Fuente de mezclado	AASHTO T 90 2016
Próctor Modificado "B"	18 kg de suelo que pasa el tamiz #4	Bandeja metálica cuadrada Martillo de compactación Molde $\varnothing 6"$ con extensión y base. Probeta graduada Palustre Regleta metálica	AASHTO T 180 2018
California Bearing Ratio (CBR)	18 kg de suelo que pasa el tamiz #4	MULTISPEED 34-V1172	AASHTO T 193 2013

Fuente: José Luis López Sánchez.

2.4 Métodos

2.4.1 Plan de Recolección de Datos

Tabla 17: Plan de recolección de datos.

Preguntas Básicas	Explicación
¿Para qué?	Correlacionar el CBR de laboratorio con las propiedades índice y mecánicas de los distintos suelos, y así obtener el CBR de forma directa o indirectamente solo con propiedades ya conocidas, esto permitirá un ahorro de tiempo y de dinero.
¿A quién?	A las muestras de suelo de la parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa.
¿Sobre qué aspectos?	Las propiedades de los suelos obtenidas mediante los ensayos de campo y laboratorio, el valor de CBR obtenido del ensayo de Soporte de California.
¿Quién?	José Luis López Sánchez AUTOR
¿Cuándo?	Ensayos de campo desde el 12 de diciembre del 2020 hasta el 9 de enero del 2021. Ensayo de laboratorio 8 de febrero al 30 de abril del 2021. Tabulación, análisis e interpretación de información entre mayo y junio.
¿Dónde?	Parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa para la toma de muestras y ensayos In Situ. Laboratorio de ensayos de materiales y mecánica de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
¿Técnicas de Recolección?	Se retira la capa vegetal y se realiza el Pozo a Cielo Abierto mediante la norma AASHTO T 87-70, para proceder con el ensayo DCP bajo la norma ASTM D 6951-03 y la Densidad de Campo

	<p>mediante el método de Cono y Arena bajo la norma AASHTO T 191, estos ensayos se lo realizo In Situ.</p> <p>A continuación, se toma la muestra de suelo aproximadamente 50 kg, esto para los distintos ensayos a realizarse en el laboratorio. La muestra de suelo es pasada a través del tamiz rectangular # 4 y colocada en la bandeja para su secado.</p> <p>Para el análisis granulométrico se toma una muestra representativa de suelo, la misma que se debe primero colocarse en el horno por 24 h posteriormente se la coloca en el juego de tamices en forma descendente mediante la norma AASHTO T 88 2013. Se toma una muestra de 50 g para determinar la gravedad específica es realizada bajo la norma AASHTO T 100 2015. Los límites de Atterberg son realizados de acuerdo a las normativas AASHTO T 89 2013 y AASHTO T90 2016, estos ensayos mencionados requieren una muestra de suelo que pase el tamiz #40.</p> <p>Para la determinación del peso volumétrico seco y el contenido de humedad optimo es necesario realizar como mínimo cuatro puntos, tres de ellos deberán generar un pico y el otro menor al máximo, esto es mediante la norma AASHTO T 180 2018 del ensayo de Próctor Modificado, este contenido de humedad nos ayuda para la realización del ensayo de CBR bajo la normativa AASHTO T193 2013.</p> <p>Para el diseño del pavimento flexible se lo realiza con el método propuesto por la AASHTO 93.</p>
--	--

Autor: José Luis López Sánchez.

2.4.2 Ensayos

2.4.2.1 Ensayos de Campo

a. Pozo a Cielo Abierto.



Figura 30 : Realización del pozo a cielo abierto.
Autor: José Luis López Sánchez.

b. Densidad de Campo.



Figura 31: Determinación de la Densidad de Campo.
Autor: José Luis López Sánchez.

c. Dynamic Cone Penetrometer (DCP)



Figura 32: Realización del ensayo DCP en el interior del pozo a cielo abierto.
Autor: José Luis López Sánchez.

2.4.2.2 Ensayos de Laboratorio

a. Gravedad Específica de los sólidos



Figura 33: Determinación de la gravedad específica.
Autor: José Luis López Sánchez.

b. Granulometría



Figura 34: Tamizando las muestras de los suelos.
Autor: José Luis López Sánchez.

c. Límite Líquido (Copa de Casagrande)



Figura 35: Toma de muestra para la obtención del límite líquido.
Autor: José Luis López Sánchez.

d. Limite Plástico



Figura 36: Realización de los rollitos de 3 mm para la determinación del límite plástico.
Autor: José Luis López Sánchez.

e. Proctor Modificado



Figura 37: Golpeo con el martillo cada capa.
Autor: José Luis López Sánchez.

f. California Bearing Ratio (CBR)



Figura 38: Aplicación de carga sobre la muestra para la obtención del CBR.
Autor: José Luis López Sánchez.

2.4.3 Plan de Procesamiento y Análisis de Información

2.4.3.1 Plan de Procesamiento

- Recolección de las 12 muestras de suelos de la parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa para la obtención de sus propiedades índices y mecánicas en el laboratorio.
- Realización de los ensayos en campo y en laboratorio de las muestras de suelos.
- Tabulación de los datos obtenidos en los distintos ensayos realizados, mediante el software Excel.
- Análisis e interpretación de los datos obtenidos en los diferentes ensayos.

2.4.3.2 Plan de Análisis de Información

- Correlación entre el DCP, CBR, propiedades índice y mecánicas mediante regresiones simples de 2 variables y también se empleará regresiones múltiples con 3 variables estas regresiones son: lineal, exponencial, logarítmica y potencial.
- Análisis de las correlaciones obtenidas mediante el coeficiente de determinación R^2 , para ver cuáles de ellos presenta un mayor porcentaje de correlación.
- Realización de las ecuaciones obtenidas en las correlaciones con mayor coeficiente de determinación, mediante modelos matemáticos.
- Se realizarán conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos en las correlaciones de las 12 muestras de suelo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

Se obtuvo las propiedades índices y mecánicas de las 12 muestras de suelo de la parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa. A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio.

Tabla 18: Nomenclatura y Unidades de las diferentes variables.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Wnat.	Contenido de humedad natural	%
%G	Porcentaje de grava en la muestra	%
%S	Porcentaje de arena en la muestra	%
%F	Porcentaje de finos en la muestra	%
Cu	Coefficiente de uniformidad	-
Cc	Coefficiente de curvatura	-
TNM	Tamaño nominal máximo	mm
LL	Límite líquido	%
LP	Límite plástico	%
IP	Índice plástico	%
Gs	Gravedad específica de sólidos	-
e	Relación de vacíos	-
n	Porosidad	%
Gw	Grado de saturación del agua	%
Ga	Grado de saturación del aire	%
γ_m	Densidad húmeda In Situ	g/cm ³
γ_d	Densidad seca In Situ	g/cm ³
Wopt.	Contenido de humedad óptimo	%
γ_d	Peso volumétrico seco	g/cm ³
Gc	Grado de compactación	%
0.1 in	CBR para 0.1 pulgadas de penetración	%
0.2 in	CBR para 0.2 pulgadas de penetración	%
CBR mayor	CBR mayor entre 0.1 y 0.2 in	%
DN	Índice de penetración	mm/golpe
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	-
AASHTO	Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte Oficial	-

Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 19: Resumen de las propiedades índices de las muestras.

N° PUNTO	UBICACIÓN	POZO	%w Natural	GRANULOMETRÍA						LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	GRAVEDAD ESPECÍFICA	DENSIDAD DE CAMPO				CLASIFICACIÓN	
				% G grava	% S arena	% F fino	Cu	Cc	TNM (mm)					RELACIÓN DE VACÍOS e	POROSIDAD n (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AGUA Gw (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE Ga (%)	SUCS	AASHTO
1	Río Negro - Mera (Acceso 1)	P1	37.36	23.00	72.00	5.00	19.20	1.06	4.76	42.66	34.89	7.76	2.405	1.57	61.04	80.18	19.82	SC	A-2-5
		P2	30.69	22.00	72.00	6.00	21.36	1.10	4.76	41.70	34.64	7.06	2.403	1.45	59.22	46.30	53.70	SC	A-2-5
2	Río Negro - Mera (Acceso 2)	P1	13.86	40.00	46.00	14.00	91.54	0.41	4.76	24.75	14.65	10.10	2.471	0.95	48.64	52.85	47.15	SC	A-2-6
		P2	15.59	43.00	48.00	9.00	55.00	1.11	4.76	24.61	13.93	10.68	2.477	0.73	42.25	47.68	52.32	SC	A-2-6
3	Río Negro Azuay	P1	45.59	19.00	72.00	9.00	29.88	1.26	4.76	35.74	28.15	7.59	2.472	1.34	57.27	90.31	9.69	SC	A-2-4
		P2	38.47	17.00	77.00	6.00	17.75	3.61	4.76	37.10	29.84	7.26	2.479	1.09	52.25	94.52	5.48	SC	A-2-4
4	Río Negro - El Topo - Azuay	P3	33.16	7.00	93.00	0.00	2.52	18.64	2.36	38.00	31.76	6.23	2.302	1.31	56.76	78.59	21.41	SC	A-2-4
		P4	26.42	5.00	90.00	5.00	8.98	0.64	2.36	37.77	31.19	6.58	2.307	1.06	51.48	79.10	20.90	SC	A-2-4
5	Río Negro - La Estancia	P1	35.86	24.00	74.00	2.00	13.00	0.81	4.76	42.44	33.17	9.27	2.734	1.24	55.38	78.07	21.93	SC	A-2-4
		P2	39.75	1.00	98.00	1.00	4.11	1.19	1.18	42.87	34.21	8.67	2.731	1.31	56.75	80.20	19.80	SC	A-2-4
6	Río Negro - Río Verde	P1	21.68	3.00	77.00	20.00	8.67	0.69	2.36	29.42	25.86	3.56	2.443	0.69	40.98	83.01	16.99	SM-SP	A-1-b
		P2	19.02	11.00	68.00	21.00	6.88	0.78	2.36	30.68	27.86	2.81	2.438	0.62	38.14	85.55	14.45	SM-SP	A-1-b

Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 20: Resumen de las propiedades mecánicas de las muestras.

N° PUNTO	UBICACIÓN	POZO	DENSIDAD DE CAMPO		COMPACTACIÓN			CBR %					DCP DN mm/golpe
			DENSIDAD HÚMEDA IN SITU γ_m (g/cm ³)	DENSIDAD SECA IN SITU γ_d (g/cm ³)	w% ÓPTIMO	PESO VOLUMÉTRICO SECO γ_d (g/cm ³)	GRADO DE COMPACTACIÓN Gc (%)	90 % γ_d máx.		95 % γ_d máx.			
								0.1 in	0.2 in	0.1 in	0.2 in	MÁXIMO	
1	Río Negro - Mera (Acceso 1)	P1	1.522	1.106	16.50	1.700	65.04%	15.5	15.7	21.3	24.5	24.5	14.66
		P2	1.355	1.036	16.20	1.548	66.91%	14.1	14.2	16.7	15.3	16.7	14.52
2	Río Negro - Mera (Acceso 2)	P1	1.618	1.412	19.70	1.605	87.94%	5.1	5.3	9.2	9.4	9.4	23.04
		P2	1.732	1.494	21.80	1.608	92.89%	4.9	5.1	5.9	6.3	6.3	20.05
3	Río Negro Azuay	P1	1.650	1.130	14.80	1.913	59.06%	10.2	11	11.2	12.5	12.5	51.37
		P2	1.759	1.269	15.60	1.972	64.36%	19.1	17.5	23	22.5	23	50.83
4	Río Negro - El Topo - Azuay	P3	1.592	1.190	21.80	1.596	74.59%	3.7	3.5	5.4	5.2	5.4	57.40
		P4	1.693	1.340	14.90	1.624	82.50%	3.8	4	7.8	7.5	7.8	55.93
5	Río Negro - La Estancia	P1	1.615	1.185	23.60	1.393	85.10%	5.5	5.7	5.6	5.8	5.8	9.13
		P2	1.601	1.146	13.00	1.824	62.82%	18	20.5	27	35	35	10.62
6	Río Negro - Río Verde	P1	1.904	1.562	15.20	1.500	104.16%	9	8.8	12	10.1	12	7.90
		P2	1.966	1.645	21.10	1.605	102.46%	7.8	6.1	10	7.9	10	8.46

Autor: José Luis López Sánchez.

Las granulometrías de los suelos estudiados resultaron con una distribución de partículas similares, dando a conocer que la composición del suelo es arena limosa arcilloso.

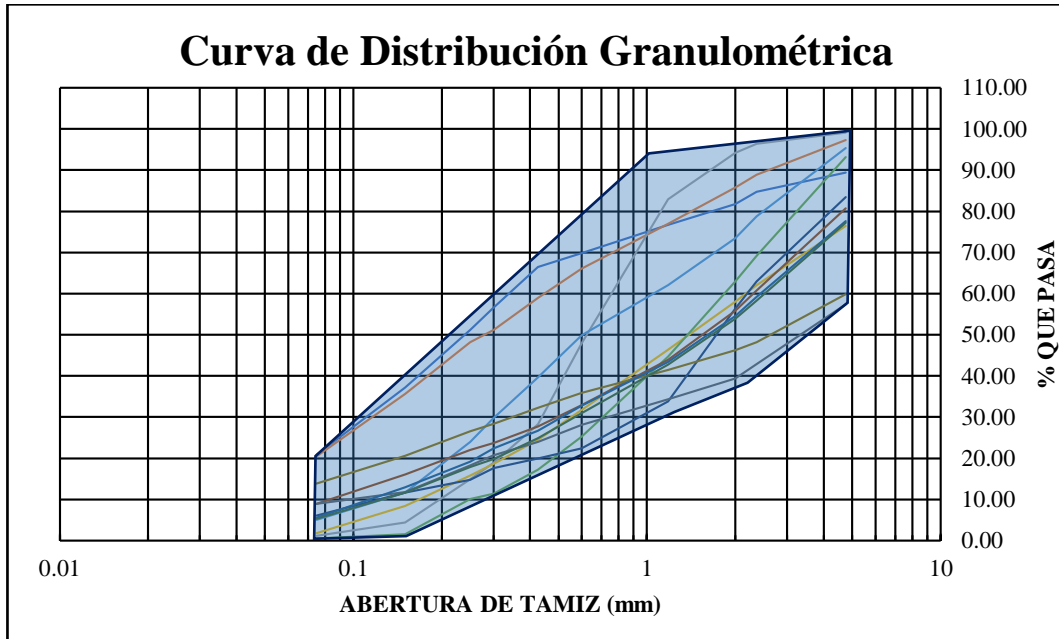


Figura 39: Granulometría de las muestras de suelo.
Autor: José Luis López Sánchez.

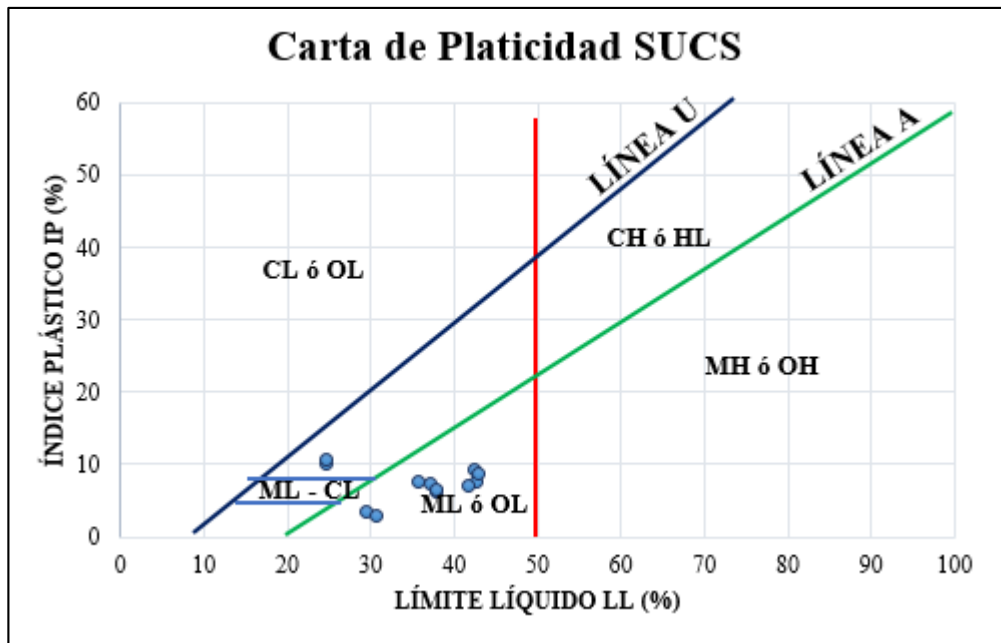


Figura 40: Muestra de suelos en la Carta de plasticidad SUCS.
Autor: José Luis López Sánchez

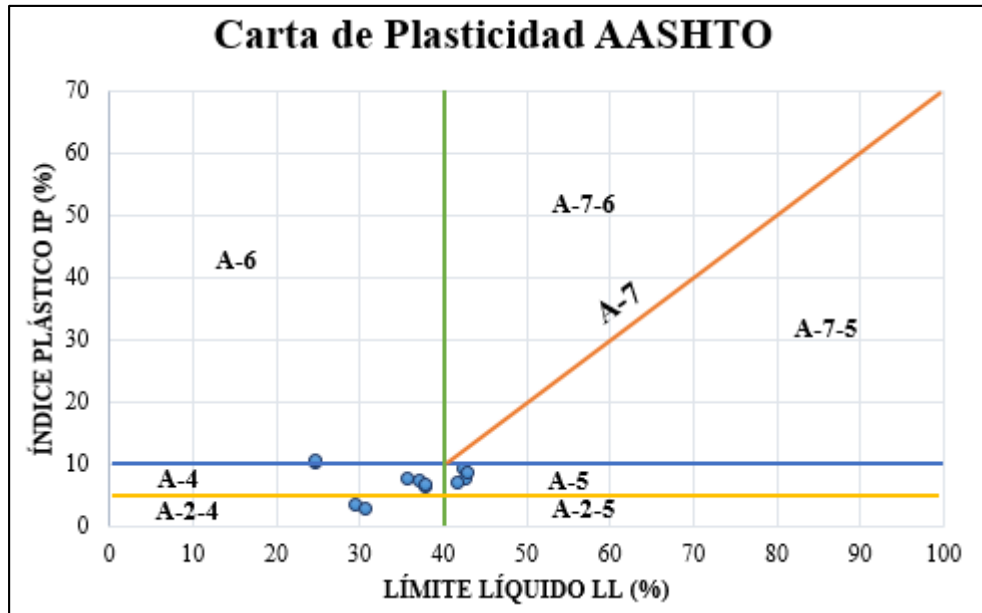


Figura 41: Muestra de suelos en la Carta de plasticidad AASHTO.
 Autor: José Luis López Sánchez

3.1.1 Correlaciones

Para realizar las correlaciones se categorizo mediante rangos mediante los coeficientes de correlación y los resultados obtenidos. Además, en algunas correlaciones se procedió a excluir dos muestras como máximo para obtener un coeficiente de correlación mayor o igual a 50 %.

Tabla 21: Rango del Coeficiente de Correlación.

Rango	Categoría
$90 \leq R^2 \leq 100$	Excelente
$80 \leq R^2 < 90$	Satisfactoria
$70 \leq R^2 < 80$	Muy Buena
$60 \leq R^2 < 70$	Buena
$50 \leq R^2 < 60$	Regular

Autor: José Luis López Sánchez

3.1.1.1 Resumen de Correlaciones

Tabla 22: Correlación entre CBR, DCP, propiedades índices y mecánicas de las muestras obtenidas.

Nº	Ecuación	Coefficiente de Correlación (R ² %)	Tipo de Función	Nº Muestras	Figura
CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES ÍNDICE					
1	$LP = 33.792 \ln(LL) - 91.798$	92	Logarítmica	12	49
2	$G_w = 15.926 W_{natural}^{0.4611}$	74	Potencial	10	50
3	$G_a = -25.97 \ln(W_{natural}) + 108.97$	55	Logarítmica	11	51
4	$\gamma_d \text{ in situ} = -0.589 \ln(LL) + 3.3426$	73	Logarítmica	10	52
5	$\gamma_m \text{ in situ} = -0.0479 LP + 3.1596$	72	Lineal	10	53
6	$W_{natural} = 36.099 * e^{(-0.011Cu)}$	66	Exponencial	10	54
7	$LP = 34.71 * e^{(-0.01 Cu)}$	72	Exponencial	12	55
8	$LL = 17.806 e + 15.805$	68	Lineal	12	56
9	$G_c = 72.88 \gamma_m \text{ in situ} - 38.521$	75	Lineal	10	57
10	$G_c = 71.872 \gamma_d \text{ in situ} - 13.93$	80	Lineal	12	58
11	$G_c = -1.8346 n + 173.8$	78	Lineal	12	59
12	$IP = 5.5229 e^{1.1269}$	82	Potencial	10	60
13	$n = 38.035 * e^{(0.0121 LL)}$	76	Exponencial	10	61
CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES MECÁNICAS E ÍNDICE					
14	$W_{opt} = -5.607 \ln(W \text{ natural}) + 35.309$	64	Logarítmica	10	62
15	$W_{opt} = -25.921 \ln(\gamma_d) + 31.289$	52	Logarítmica	11	63
16	$G_c = 224.02 \gamma_d^{-2.014}$	73	Potencial	10	64
17	$\gamma_d = 1.542 - 0.009 G_a + 0.052 IP$	77	Lineal	12	65
CORRELACIONES ENTRE DN y PROPIEDADES ÍNDICE					
18	$DN = 52.228 * e^{(-0.083 \text{ Pasa tamiz \#200})}$	53	Exponencial	10	66
19	$DN = 14.253 \ln(C_c) + 17.491$	74	Lineal	10	67
20	$DN = 1.3061 \gamma_d^{5.4939}$	57	Potencial	10	68
21	$\gamma_d = 1.325 + 0.008 W_{nat.} + 0.004 DN$	53	Lineal	12	69
CORRELACIONES ENTRE CBR y PROPIEDADES ÍNDICE					
22	$CBR = -38.84 \ln(G_c) + 185.24$	63	Logarítmica	10	70
23	$CBR = 62.592 \gamma_d - 86.871$	55	Lineal	10	71
24	$CBR = 10475 W_{opt}^{(-2.371)}$	58	Potencial	12	72
25	$CBR = 1.6707 * e^{(0.060 LL)}$	59	Exponencial	10	73
26	$CBR = 0.7402 W_{natural} - 5.4203$	55	Lineal	10	74
27	$CBR = -23.276 + 1.652 LL - 0.668 LP$	58	Lineal	12	75
28	$CBR = -17.067 + 9.679 \log(LP) + 0.715 W_{nat}$	77	Logarítmica	12	76
29	$CBR = 0.0093 * \gamma_d^{(4.0718)} * n^{(1.3341)}$	64	Potencial	12	77
30	$CBR = 42.267 - 1.885 W_{opt.} + 0.741 IP$	52	Lineal	12	78

Autor: José Luis López Sánchez

3.1.1.2 Correlaciones analizadas

3.1.1.2.1 Correlación N^o 1

Límite Líquido y Límite Plástico

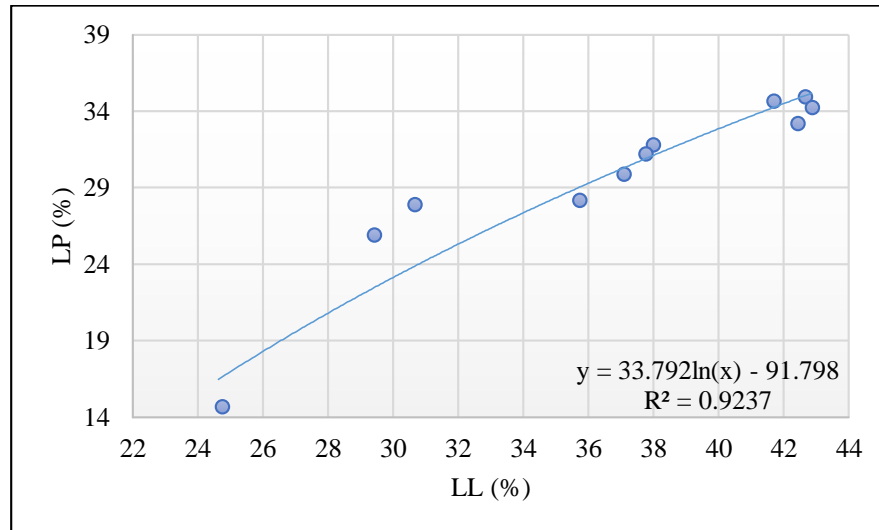


Figura 42: Límite Líquido vs. Límite Plástico.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$LP = 33.792 \ln (LL) - 91.798$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.92$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el límite plástico y el límite líquido, con una línea de tendencia logarítmica con las 12 muestras recolectadas; donde se obtuvo un coeficiente de correlación excelente $R^2 = 0.92$.

El límite plástico cuando crece, el límite líquido también incrementa, es decir que el límite plástico y el límite líquido son proporcionales entre sí. Caso contrario su coeficiente de correlación disminuirá y los suelos serán identificados como no plásticos.

3.1.1.2.2 Correlación Nª 2

Contenido de humedad natural y Grado de Saturación del Agua.

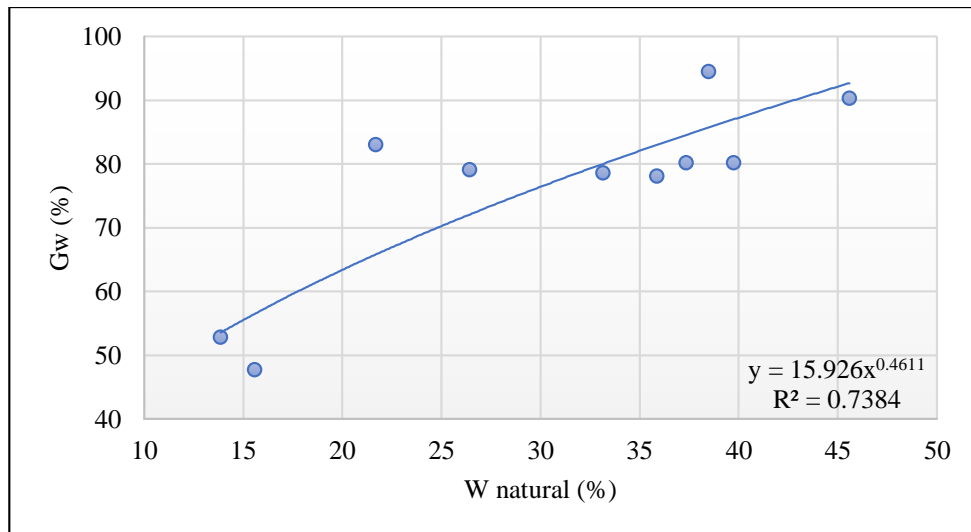


Figura 43: Contenido de humedad natural vs. Grado de saturación del agua.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$Gw = 15.926 W_{\text{natural}}^{0.4611}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.74$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el contenido de humedad natural y el grado de saturación del agua, con una línea de tendencia potencial con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación muy bueno $R^2 = 0.74$.

El contenido de humedad y el grado de saturación del agua son proporcionales entre sí, además al incrementar el contenido de humedad natural del suelo, el grado de saturación del agua aumenta, es decir, que el grado de saturación del agua es la relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos, el suelo al aumentar el volumen del agua (suelo saturado) este reduce el volumen de vacíos.

3.1.1.2.3 Correlación N° 3

Contenido de humedad natural y Grado de saturación del aire

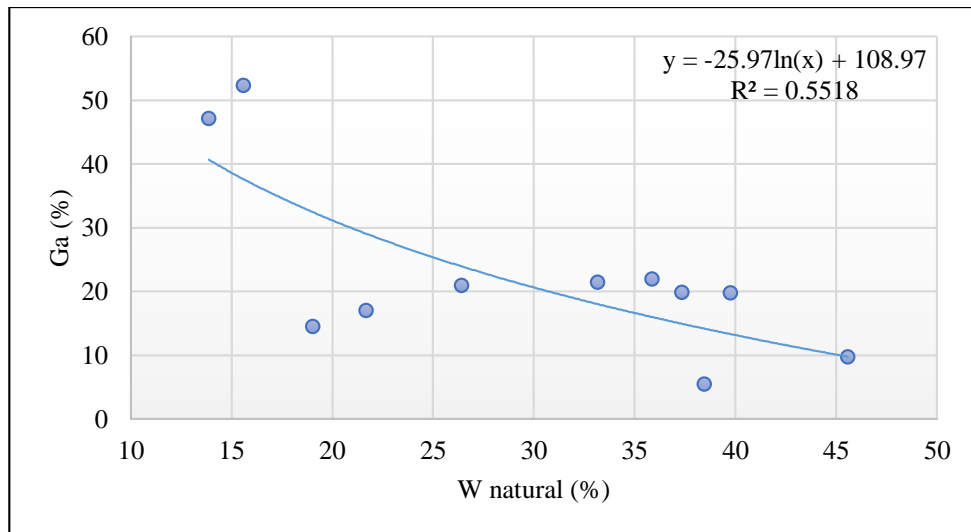


Figura 44: Contenido de humedad natural vs. Grado de saturación del aire.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$Ga = -25.97 \ln (W_{\text{natural}}) + 108.97$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.55$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el contenido de humedad natural y el grado de saturación del aire, con una línea de tendencia logarítmica con 11 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.55$.

Se muestra en el diagrama que el contenido de humedad natural del suelo y el grado de saturación del aire son proporcionales entre sí, es decir, que el grado de saturación aumenta mientras el contenido de humedad natural del suelo disminuye, entonces este suelo presenta menos vacíos.

3.1.1.2.4 Correlación N^o 4

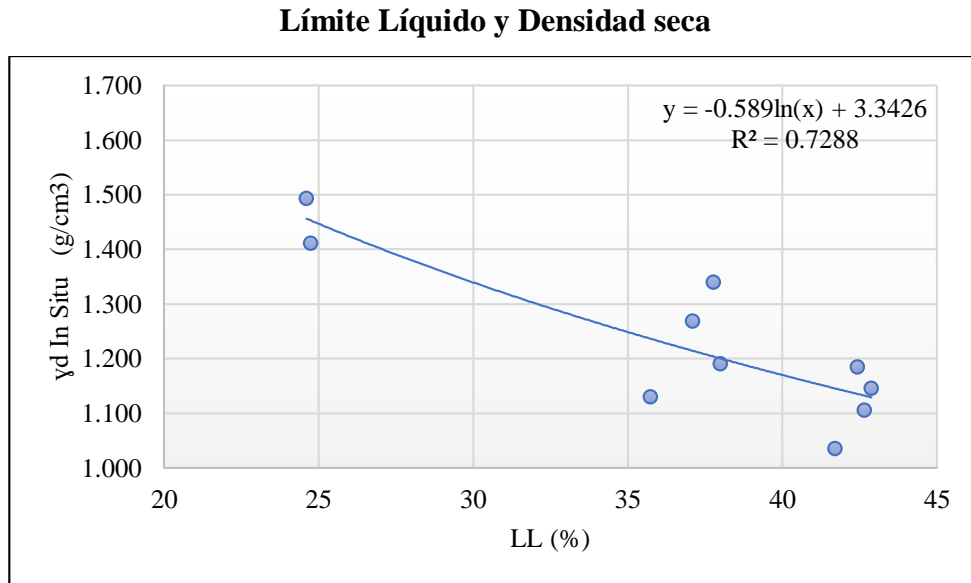


Figura 45: Límite Líquido vs. Densidad seca.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\gamma_d \text{ in situ} = -0.589 \ln(LL) + 3.3426$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.73$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre la densidad seca y el límite líquido, con una línea de tendencia logarítmica con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación muy buena $R^2 = 0.73$.

El límite líquido es inversamente proporcional a la densidad máxima seca in situ, es decir, el límite líquido da a conocer si el suelo es plástico o no plástico cuando este aumenta la densidad máxima seca disminuye.

3.1.1.2.5 Correlación Nª 5

Límite Plástico y Densidad húmeda

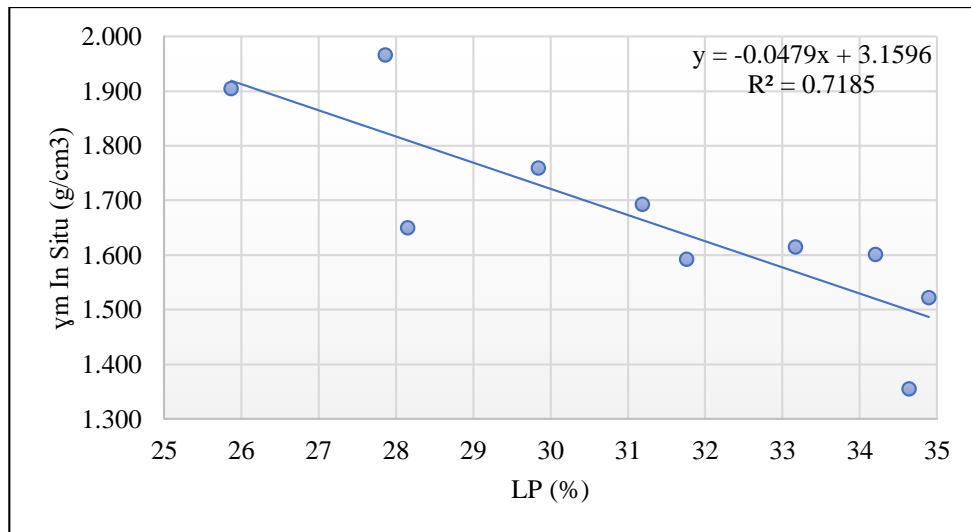


Figura 46: Límite Plástico vs. Densidad húmeda.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\gamma_m \text{ in situ} = -0.0479 \text{ LP} + 3.1596$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.72$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre la densidad húmeda y el límite plástico, con una línea de tendencia lineal con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación muy buena $R^2 = 0.72$.

El límite plástico está correlacionado inversamente con la densidad húmeda in situ, es decir, cuando el suelo retiene menor agua la densidad húmeda de campo es mayor ya que la densidad húmeda está relacionada entre la masa del suelo y el volumen y no al contenido de humedad de la muestra.

3.1.1.2.6 Correlación N° 6

Coefficiente de uniformidad y el Contenido de Humedad Natural

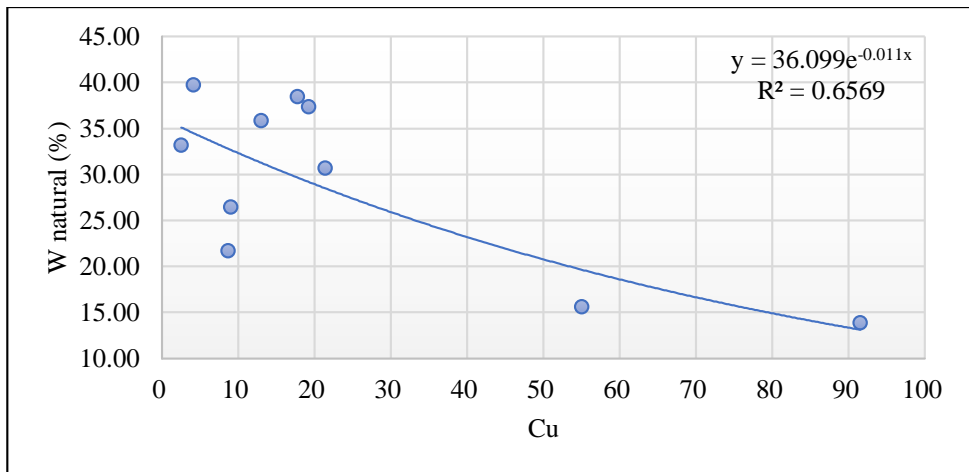


Figura 47: Contenido de humedad natural vs. Pasa tamiz #200.

Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$W_{\text{natural}} = 36.099 e^{-0.011Cu}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.66$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el contenido de humedad natural y el coeficiente de curvatura, con una línea de tendencia exponencial con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación muy buena $R^2 = 0.66$.

El contenido de humedad natural determina la cantidad de agua que presenta el suelo in situ este está correlacionado inversamente al coeficiente de uniformidad, es decir, cuando el coeficiente de uniformidad aumenta el contenido de humedad disminuye y el suelo no es uniforme, pero tiene una buena granulometría ya que es capaz de absorber más agua; en caso contrario los suelos serán uniformes y mal graduados por falta de cohesión en las partículas.

3.1.1.2.7 Correlación N^o 7

Coefficiente de curvatura y Límite Plástico

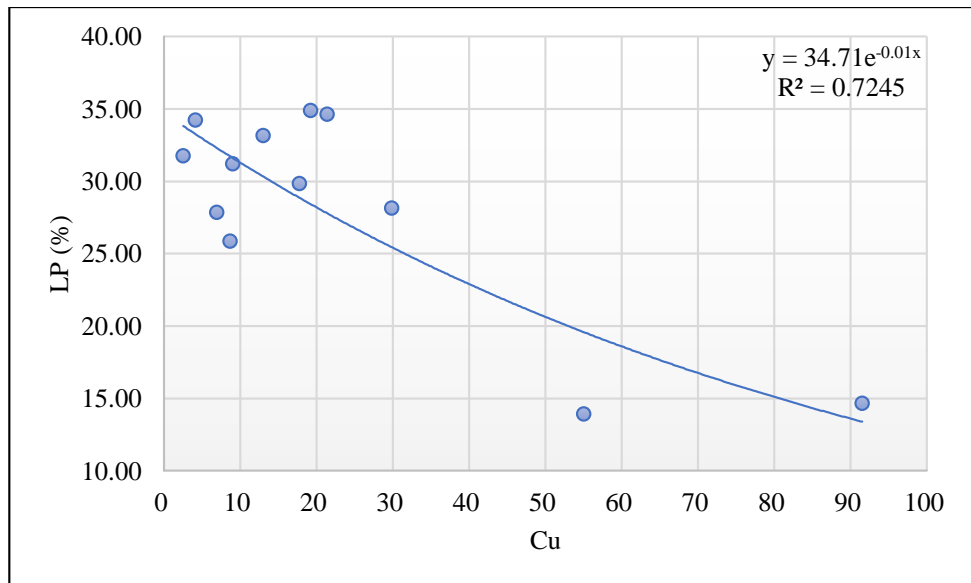


Figura 48: Coeficiente de curvatura vs. Límite plástico.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$LP = 34.71 e^{-0.01 Cu}$$

Coeficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.72$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el límite plástico y el coeficiente de curvatura, con una línea de tendencia exponencial con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación buena $R^2 = 0.72$.

A medida que el límite plástico disminuye el coeficiente de uniformidad aumenta, esto quiere decir que los suelos tienden a ser bien graduados, logrando un estado plástico o semisólido del suelo durante su amasado.

3.1.1.2.8 Correlación N^o 8

Relación de vacíos y Límite Líquido

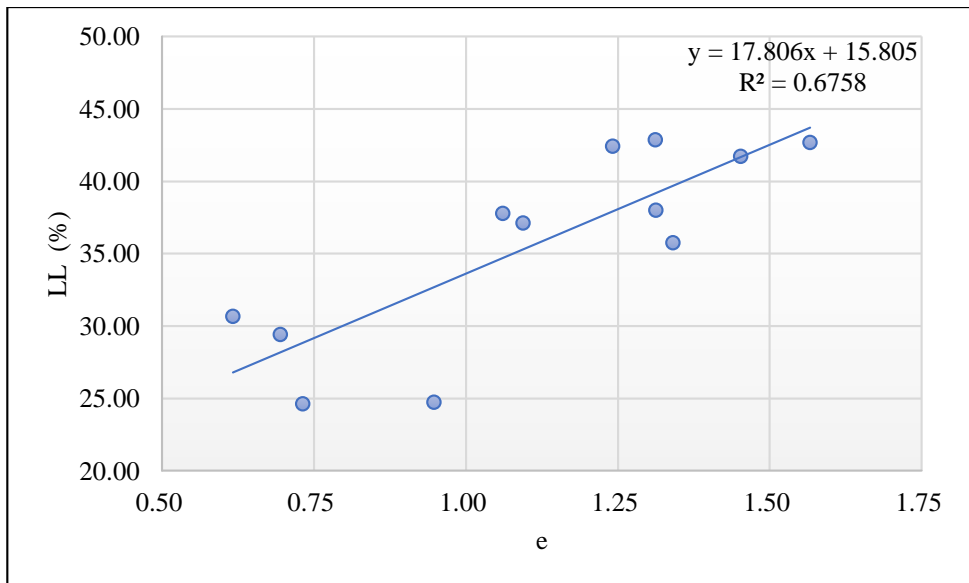


Figura 49: Relación de vacíos vs. Límite líquido.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$LL = 17.806 e + 15.805$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.68$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el límite líquido y la relación de vacíos, con una línea de tendencia lineal con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación muy buena $R^2 = 0.68$.

Si el límite líquido tiende a aumentar a medida que la relación de vacíos aumenta, se dice que la correlación es directamente proporcional entre sí, es decir, que los suelos están sueltos y son altamente compresibles (arcillosos).

3.1.1.2.9 Correlación N^o 9

Grado de compactación y Densidad húmeda

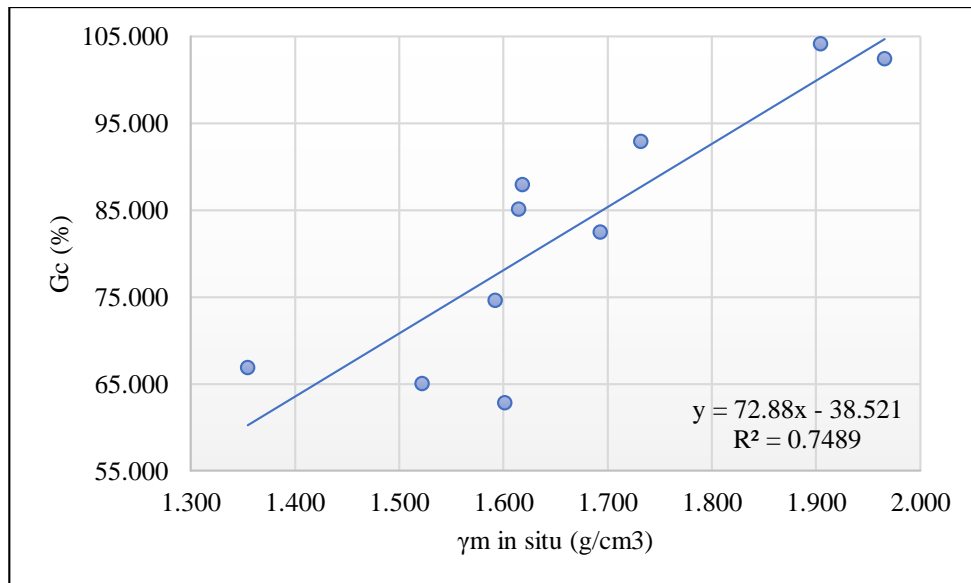


Figura 50: Grado de compactación vs. Densidad húmeda.

Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$Gc = 72.88 \gamma_m \text{ in situ} - 38.521$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.75$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el grado de compactación y la densidad húmeda, con una línea de tendencia lineal con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación buena $R^2 = 0.75$.

El grado de compactación y la densidad húmeda están relacionados directamente, es decir, que el grado de compactación aumenta el suelo es más denso en su estado natural y este puede ser mejorado en laboratorio.

3.1.1.2.10 Correlación N^o 10

Grado de compactación y Densidad seca.

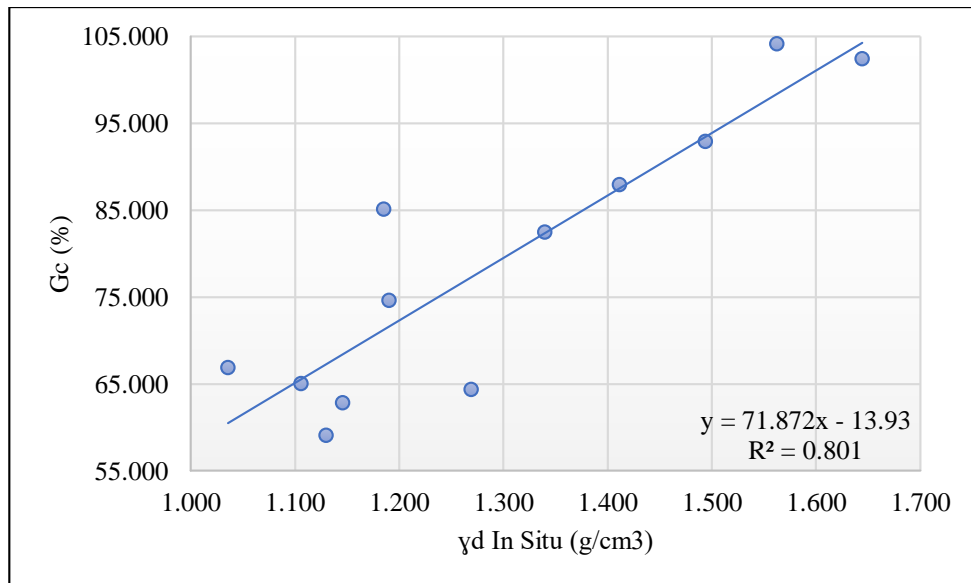


Figura 51: Grado compactación vs. Densidad seca.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$Gc = 71.872 \gamma d \text{ in situ} - 13.93$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.80$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el grado de compactación y la densidad seca, con una línea de tendencia lineal con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación satisfactoria $R^2 = 0.80$.

Mientras mayor es la densidad seca in situ, mayor será el peso volumétrico seco en laboratorio y el grado de compactación aumentara ya que estos están relacionados directamente entre sí, es decir, que el suelo in situ esta compactado.

3.1.1.2.11 Correlación N^a 11

Grado de compactación y Porosidad.

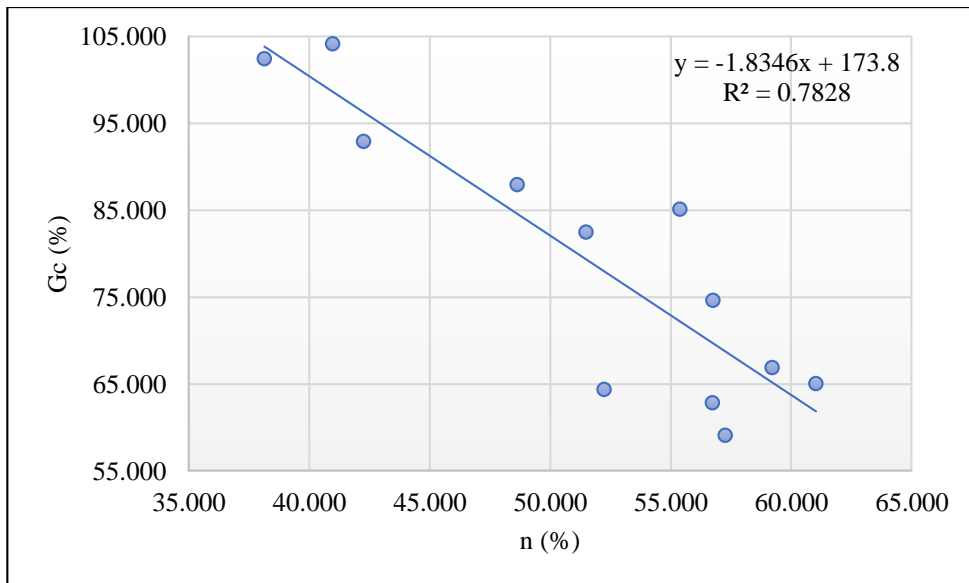


Figura 52: Grado compactación vs. Densidad seca.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$Gc = -1.8346 n + 173.8$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.78$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el grado de compactación y la porosidad, con una línea de tendencia lineal con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación buena $R^2 = 0.78$.

Si el grado de compactación tiende a disminuir a medida que la porosidad aumenta el suelo tiene una gran cantidad de vacíos y por lo tanto es altamente compresible.

3.1.1.2.12 Correlación N^a 12

Índice plástico y Relación de vacíos.

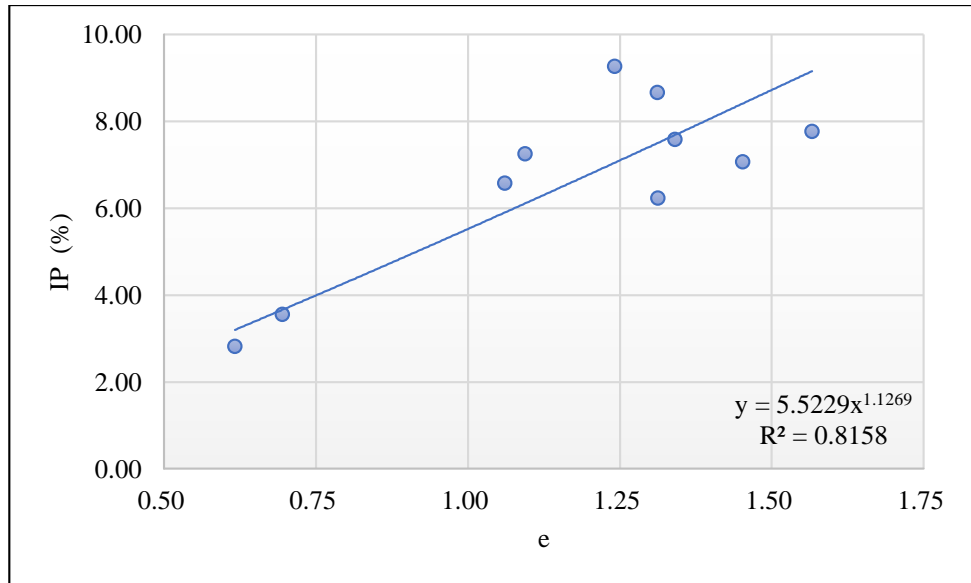


Figura 53: Índice plástico y Relación de vacíos.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$IP = 5.5229 e^{1.1269}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.82$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el índice plástico y relación de vacíos, con una línea de tendencia potencial con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación satisfactoria $R^2 = 0.82$.

Si el índice de plasticidad aumenta la relación de vacíos aumenta esto significa que el suelo está muy suelto y es altamente compresible como es en las arcillas ya que estos están correlacionados directamente.

3.1.1.2.13 Correlación N^o 13

Límite plástico y Porosidad.

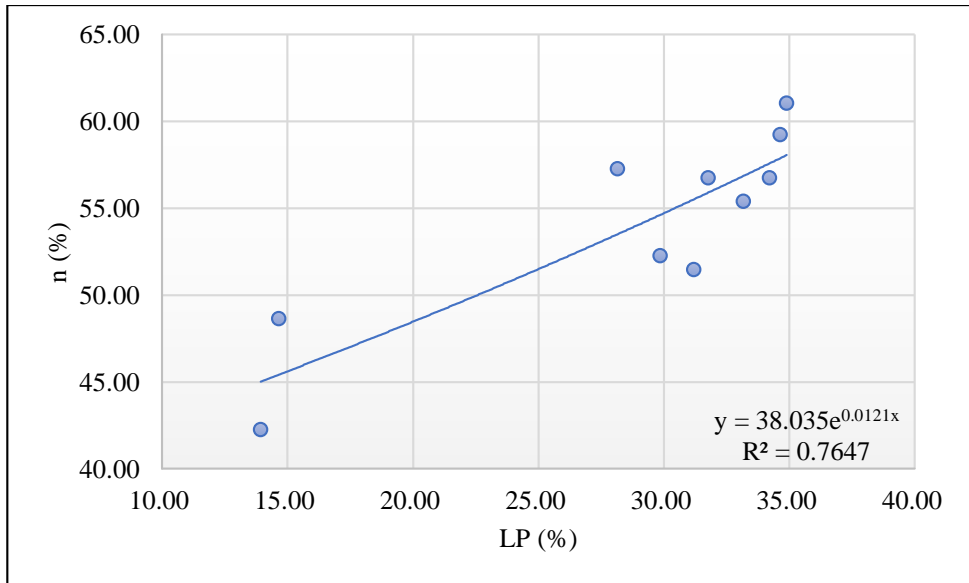


Figura 54: Límite plástico vs. Porosidad.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$n = 38.035 e^{0.0121 LL}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.76$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el límite plástico y porosidad, con una línea de tendencia exponencial con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación buena $R^2 = 0.76$.

La porosidad y el límite plástico están relacionados directamente, esto significa que si la porosidad aumenta el suelo tendrá altos vacíos y el suelo se encuentra en estado plástico.

3.1.1.2.14 Correlación Nª 14

Contenido de humedad natural y Contenido de humedad óptimo.

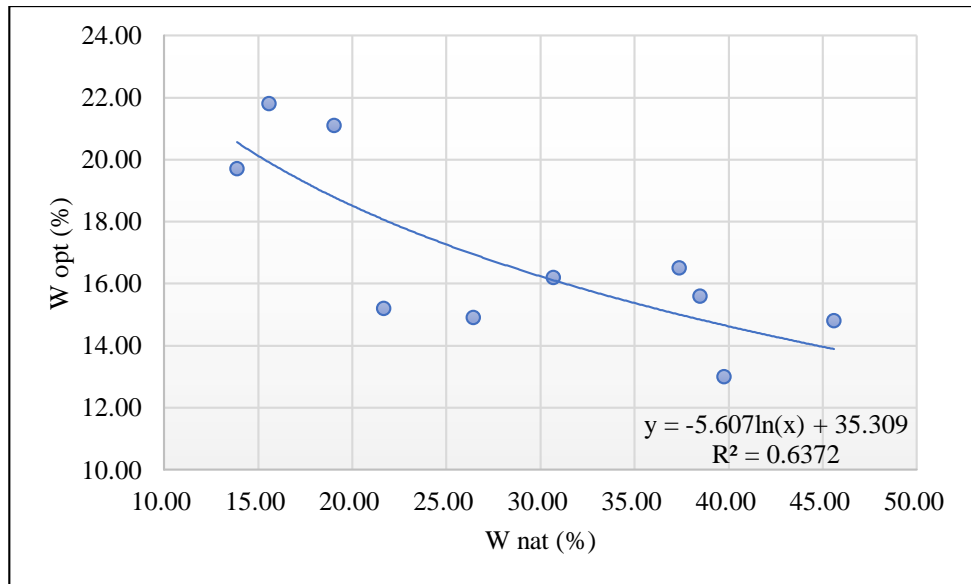


Figura 55: Contenido de humedad natural vs. Óptimo.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$W_{opt} = -5.607 \ln(W_{natural}) + 35.309$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.64$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el contenido de humedad natural del suelo y contenido de humedad óptimo, con una línea de tendencia logarítmica con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación buena $R^2 = 0.64$.

El contenido de humedad óptimo es inversamente proporcional al contenido de humedad natural, esto significa que el suelo necesita menor cantidad de agua para alcanzar su contenido de humedad óptimo.

3.1.1.2.15 Correlación N^o 15

Peso volumétrico y Contenido de humedad óptimo.

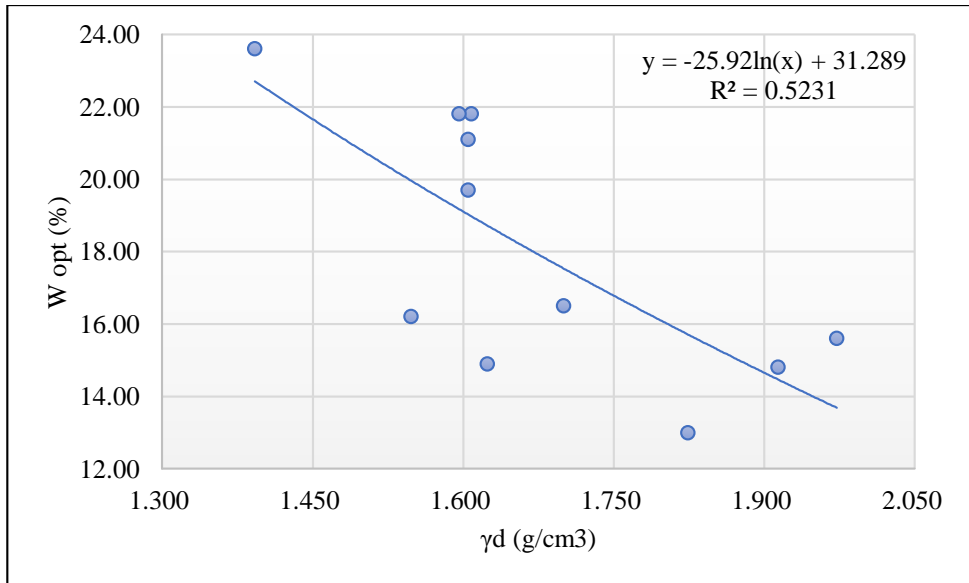


Figura 56: Peso volumétrico seco vs. Contenido de humedad óptimo.

Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$W_{opt} = -25.921 \ln(\gamma_d) + 31.289$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.52$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el peso volumétrico seco y contenido de humedad óptimo, con una línea de tendencia logarítmica con 11 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.52$.

A medida que el contenido de humedad óptimo aumenta el peso volumétrico seco disminuye, es decir, que el suelo necesita menor cantidad de agua para ser resistente y compacto.

3.1.1.2.16 Correlación N^a 16.

Grado de compactación y Peso volumétrico seco.

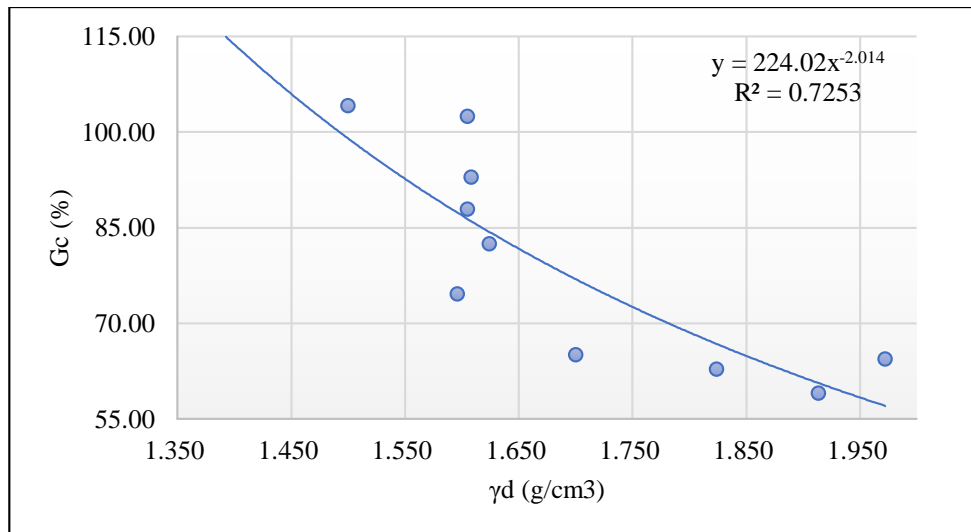


Figura 57: Peso volumétrico seco vs. Grado de compactación.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$Gc = 224.02 \gamma_d^{-2.014}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.73$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el peso volumétrico seco y el grado de compactación, con una línea de tendencia potencial con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación buena $R^2 = 0.73$.

El grado de compactación y el peso volumétrico seco están inversamente relacionados, esto significa que si el grado de compactación es muy alto su peso volumétrico disminuye y este puede producir asentamientos en el suelo.

3.1.1.2.17 Correlación N^o 17.

Peso volumétrico seco, Grado de saturación de aire e Índice plástico.

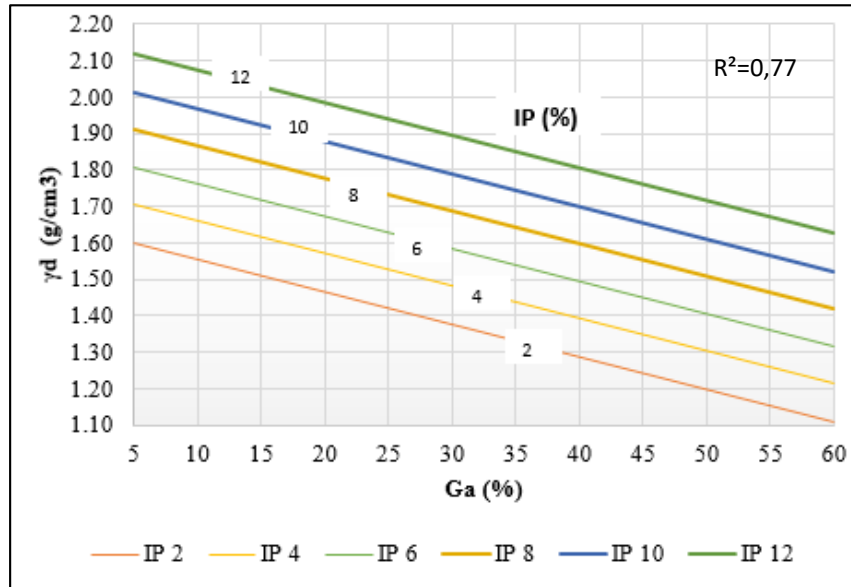


Figura 58: Peso volumétrico seco, Grado de saturación del aire vs Índice plástico.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\gamma_d = 1.542 - 0.009 Ga + 0.052 IP$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.77$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el Peso volumétrico seco máximo, grado de saturación del aire e índice plástico, con una línea de tendencia lineal con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación muy buena $R^2 = 0.77$.

El peso volumétrico seco está relacionado inversamente con el grado de saturación del aire y el índice plástico, esto significa que el suelo está compacto o sin aire cuando el peso volumétrico es alto y el índice plástico también, es un suelo no plástico.

3.1.1.2.18 Correlación N^o 18

Índice de penetración y Pasa tamiz #200

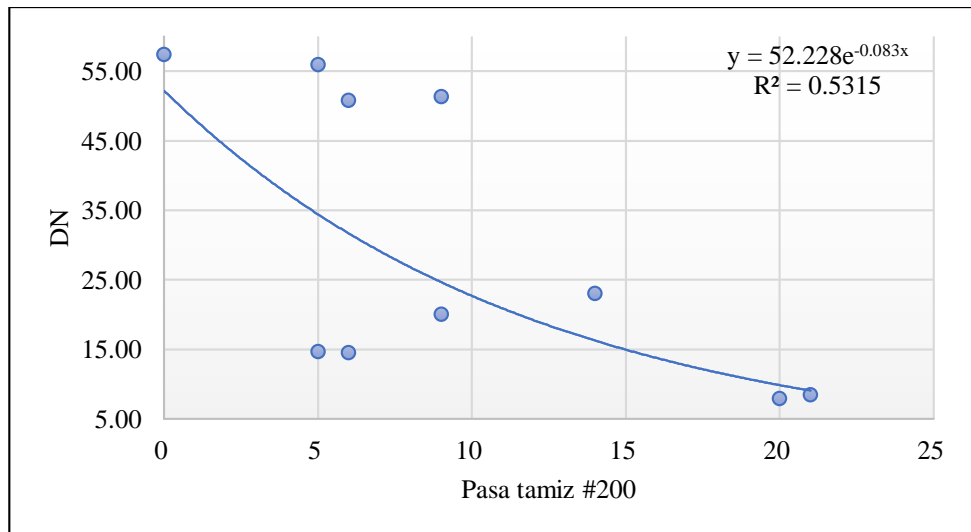


Figura 59: índice de penetración vs. Pasa tamiz #200.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$DN = 52.228 e^{-0.083 \text{ Pasa tamiz \#200}}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.53$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el índice de penetración y patas tamiz #200, con una línea de tendencia exponencial con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.53$.

Si el índice de penetración aumenta y el suelo que pasa por el tamiz #200 disminuye, es decir, que el suelo es más compacto ya que son suelos finos y no tiene una cantidad de vacíos.

3.1.1.2.19 Correlación N^a 19

Coefficiente de curvatura e Índice de penetración.

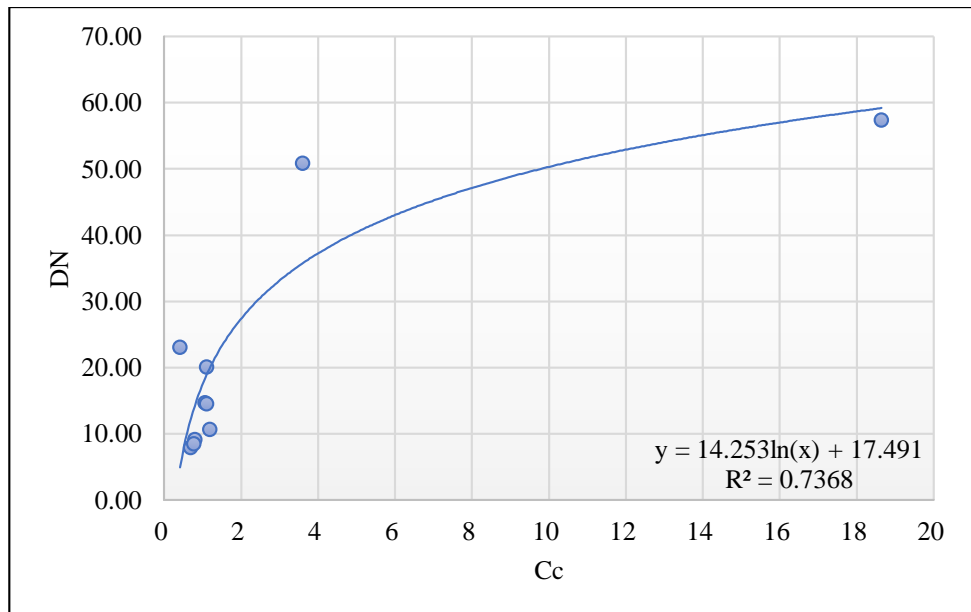


Figura 60: Coeficiente de curvatura vs. Índice de penetración.

Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$DN = 14.253 \ln (Cc) + 17.491$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.74$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el índice de penetración y coeficiente de curvatura, con una línea de tendencia logarítmica con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación buena $R^2 = 0.74$.

El índice de penetración es menor el suelo tiene una buena graduación, en cambio si el coeficiente de curvatura es mayor son suelos distribuidos uniformemente, es decir, una mala distribución y no son suelos compactos.

3.1.1.2.20 Correlación N^o 20

Peso volumétrico seco e Índice de penetración.

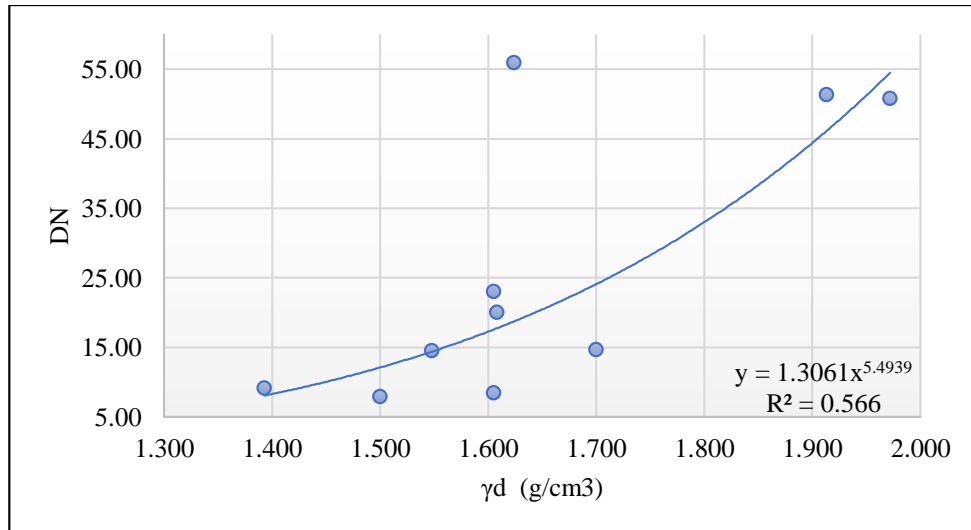


Figura 61: Peso volumétrico seco vs. Índice de penetración.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$DN = 1.3061 \gamma_d^{5.4939}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.57$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el índice de penetración y peso volumétrico seco, con una línea de tendencia potencial con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.57$.

Si el peso volumétrico seco aumenta el índice de penetración aumenta, esto significa, que están relacionados directamente como se puede ver en el diagrama cuando el peso volumétrico seco es alto el suelo está muy compacto y confiable.

3.1.1.2.21 Correlación N^o 21

Peso volumétrico seco, Contenido de humedad natural e Índice de penetración.

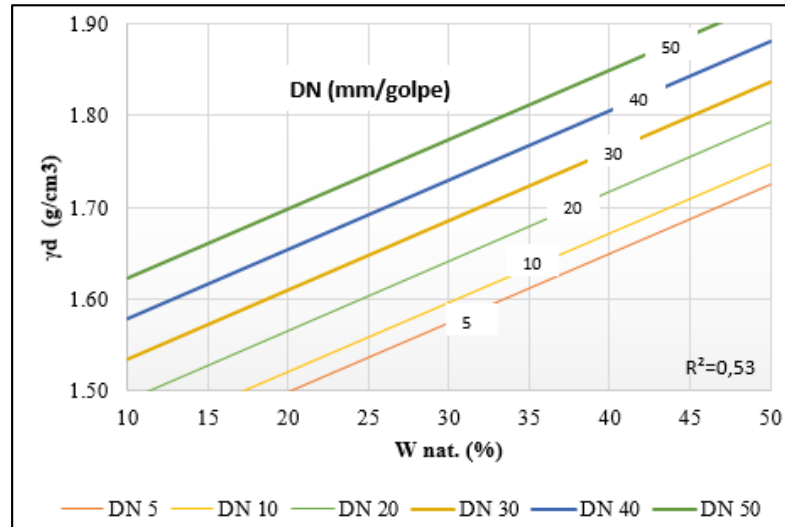


Figura 62: Peso volumétrico seco, Contenido de humedad natural vs. DN.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\gamma_d = 1.325 + 0.008 W_{nat.} + 0.004 DN$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.53$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el Peso volumétrico seco máximo, contenido de humedad natural e índice de penetración, con una línea de tendencia lineal con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.53$.

El peso volumétrico seco está relacionado inversamente con el contenido de humedad natural y el índice de penetración, es decir, que cuando el índice de penetración es menor su contenido de humedad es mayor el suelo es inestable y poco resistente por su cantidad de agua.

3.1.1.2.22 Correlación N^o 22

CBR y Grado de compactación.

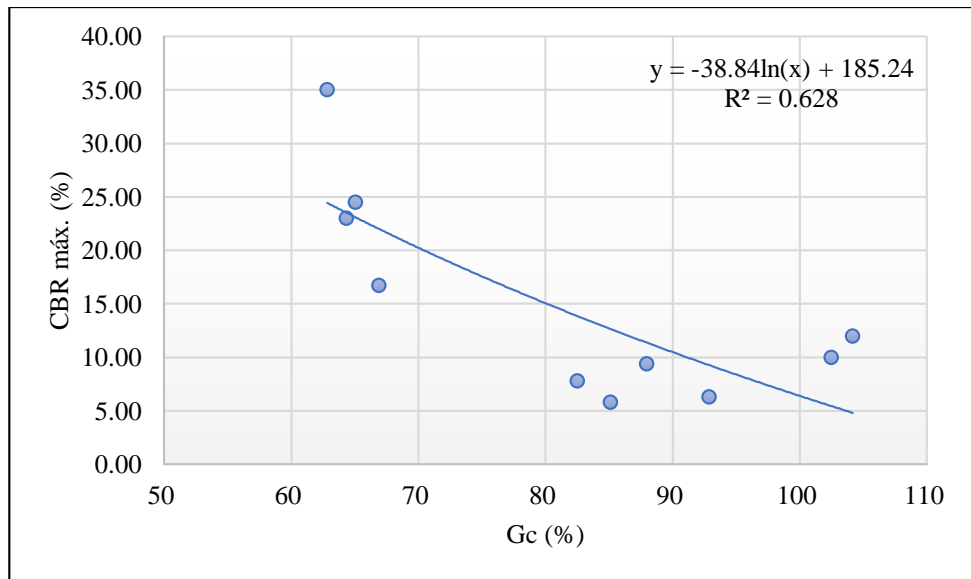


Figura 63: CBR vs. Grado de compactación.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = -38.84 \ln (\text{Gc}) + 185.24$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.63$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo y grado de compactación, con una línea de tendencia logarítmica con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación muy buena $R^2 = 0.63$.

Si el CBR tiende a disminuir a medida que el grado de compactación aumenta, esto significa que el suelo al no ser controlado el peso volumétrico seco en el laboratorio, este puede disminuir la resistencia.

3.1.1.2.23 Correlación N^a 23.

CBR y Peso volumétrico seco.

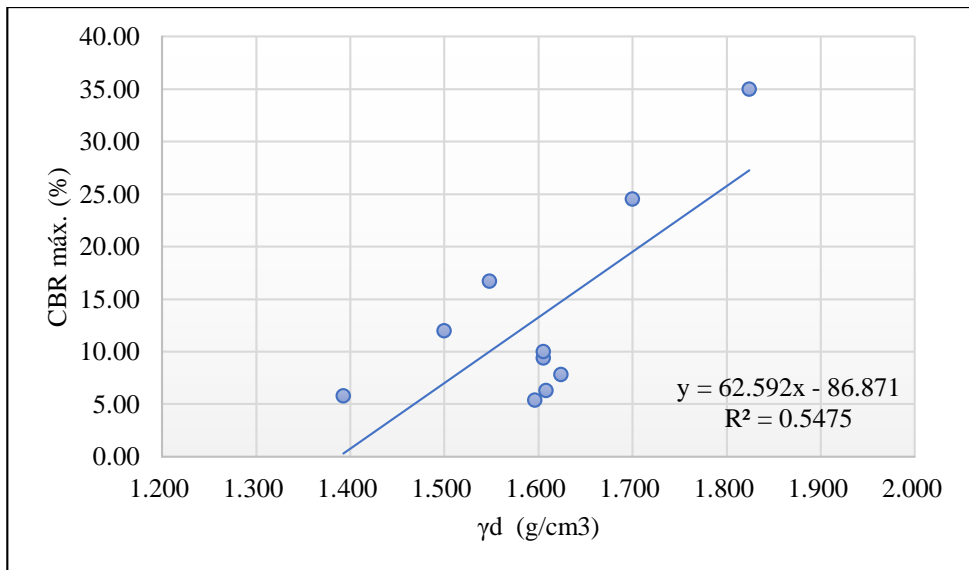


Figura 64: CBR vs. Peso volumétrico seco.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = 62.592 \gamma_d - 86.871$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.55$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo y peso volumétrico seco, con una línea de tendencia lineal con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.55$.

El CBR está relacionado directamente con el peso volumétrico seco, esto significa, que el suelo alcanza su máxima resistencia y capacidad cuando el suelo ha sido pre consolidado o está muy compacto.

3.1.1.2.24 Correlación N^a 24.

CBR y Contenido de humedad óptimo.

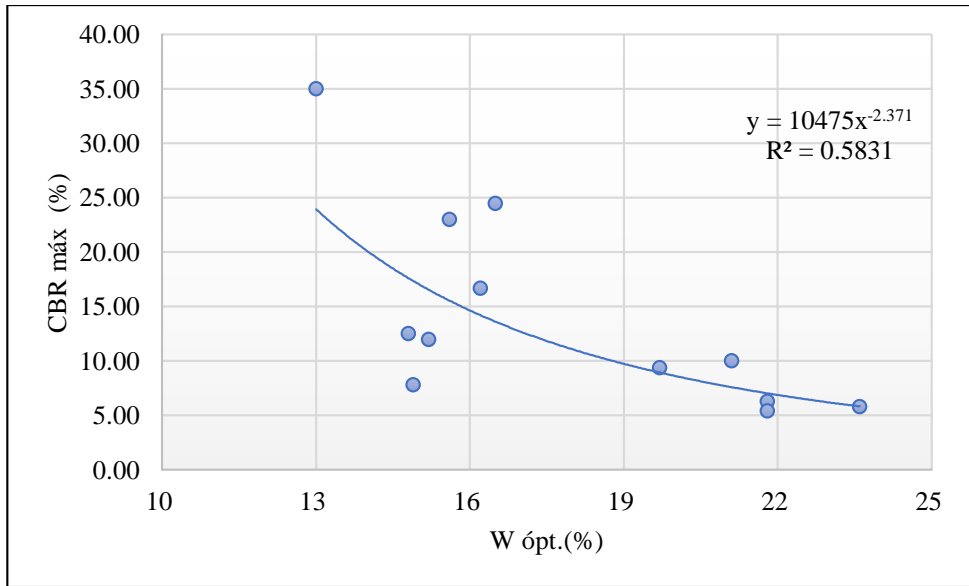


Figura 65: CBR vs. Contenido de humedad óptimo.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = 10475 W_{\text{opt}}^{-2.371}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.58$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo y contenido de humedad óptimo, con una línea de tendencia potencial con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.58$.

El CBR está inversamente relacionado con el contenido de humedad óptimo, esto significa, que el contenido de humedad óptimo es menor y el suelo alcanza una alta resistencia ya que existe una baja relación de vacíos y es capaz de retener el agua; donde está compuesto de una alta cohesión.

3.1.1.2.25 Correlación N^o 25.

CBR y Límite líquido.

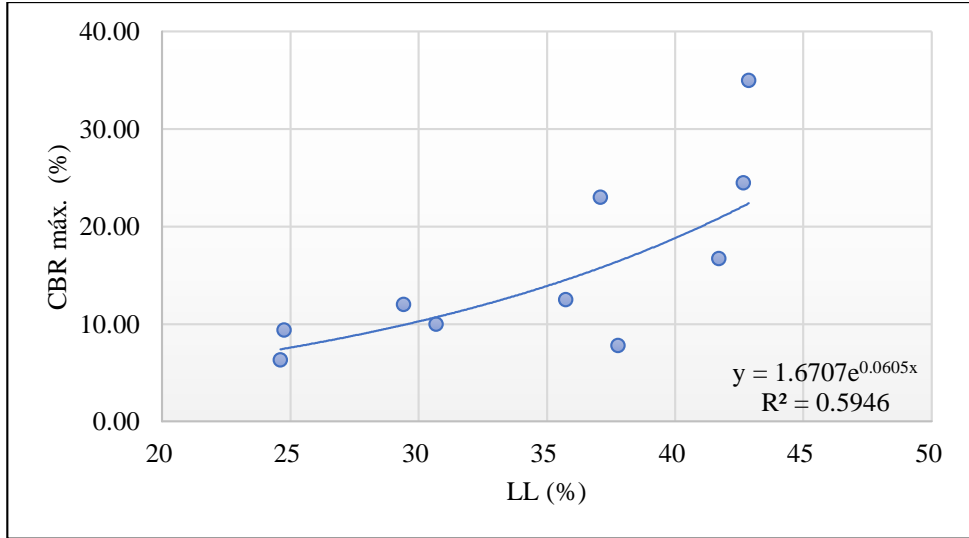


Figura 66: CBR vs. Límite líquido.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = 1.6707 e^{0.060 \text{ LL}}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.59$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo y límite líquido, con una línea de tendencia exponencial con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.59$.

Si el CBR es alto la tiene una gran resistencia, altas densidades y una buena cohesión de sus partículas, esto significa que el CBR aumenta cuando su suelo está dentro del rango de estado semilíquido y plástico.

3.1.1.2.26 Correlación N^o 26

CBR y Contenido de humedad natural.

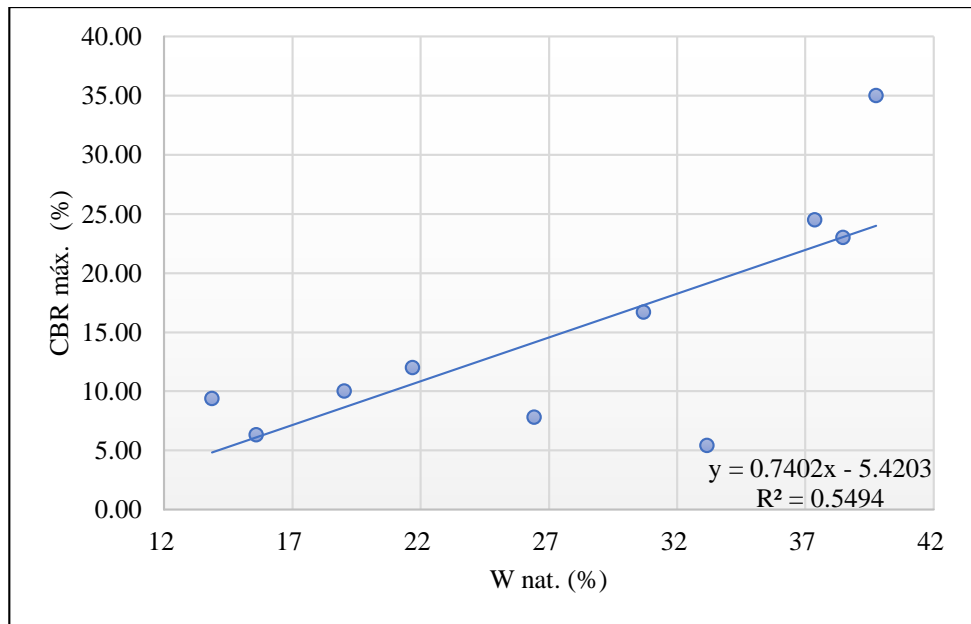


Figura 67: CBR vs. Contenido de humedad natural.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = 0.7402 \text{ W}_{\text{natural}} - 5.4203$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.55$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo y contenido de humedad natural, con una línea de tendencia lineal con 10 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.55$.

El CBR está relacionado directamente con el contenido de humedad natural, es decir, que el suelo debe tener un contenido de humedad natural óptimo para que alcance altas resistencias y sea confiable el suelo.

3.1.1.2.27 Correlación N^o 27.

CBR, Límite Líquido y Límite Plástico.

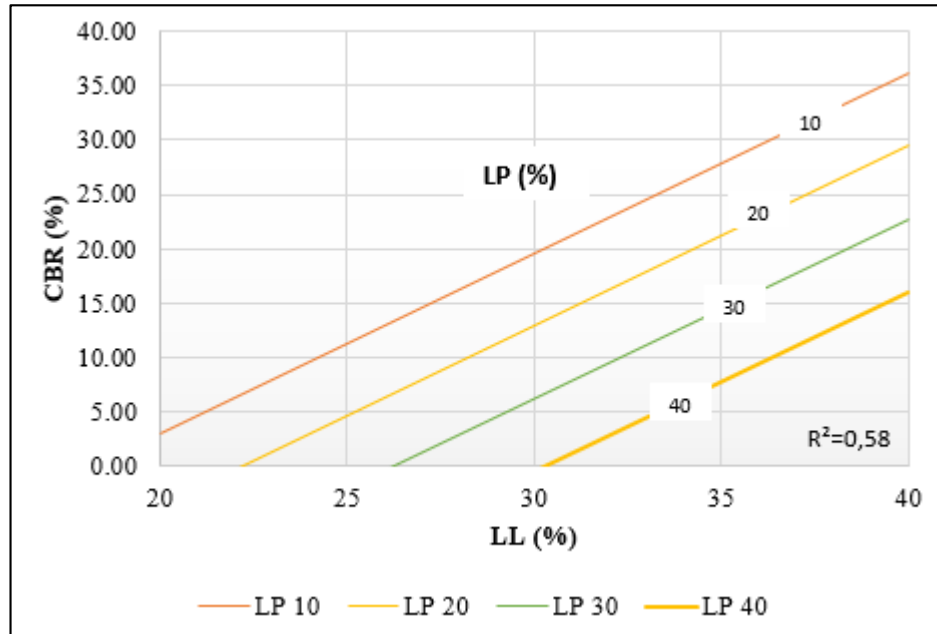


Figura 68: CBR, Límite Líquido vs. Límite Plástico.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = -23.276 + 1.652 \text{ LL} - 0.668 \text{ LP}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.58$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo, límite líquido y límite plástico, con una línea de tendencia lineal con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.58$.

El CBR está relacionado directamente con el límite líquido y el límite plástico, es decir que el suelo debe estar en estado plástico para alcanzar gran resistencia esto es debido que sus partículas tienen una buena cohesión.

3.1.1.2.28 Correlación N^o 28

CBR, Límite Plástico y Contenido de humedad natural.

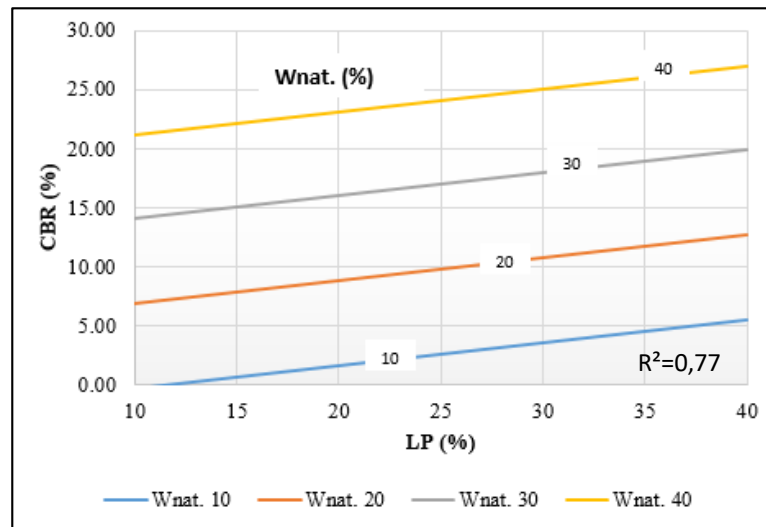


Figura 69: CBR, Límite Líquido vs. Límite Plástico.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = -17.067 + 9.679 \log (\text{LP}) + 0.715 \text{ Wnat.}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.77$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo, límite plástico y contenido de humedad natural, con una línea de tendencia logarítmica con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.77$.

El CBR está relacionado directamente con el contenido de humedad natural, pero inversamente con el límite plástico, esto es debido que el suelo debe estar en un contenido de humedad óptimo para alcanzar una gran resistencia y confiabilidad, para garantizar una buena cohesión de las partículas y sean capaces de absorber gran cantidad de agua.

3.1.1.2.29 Correlación N^o 29

CBR, Peso volumétrico seco y Porosidad.

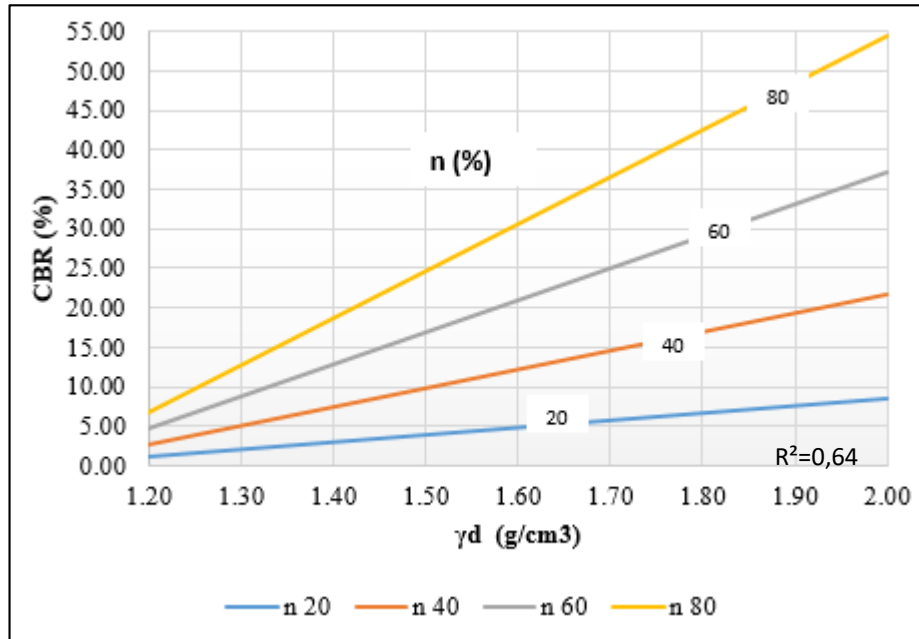


Figura 70: CBR, Peso volumétrico seco vs. Porosidad.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = 0.0093 * \gamma_d^{4.0718} * n^{1.3341}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.64$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo, peso volumétrico seco y la porosidad, con una línea de tendencia potencial con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.64$.

Cuando la porosidad es alta el suelo es inestable y tiene una gran cantidad de asentamiento por lo que son suelos cohesivos, es decir, que el valor de resistencia es menor y su peso volumétrico seco.

3.1.1.2.30 Correlación N^a 30

CBR, Contenido de humedad óptimo e Índice plástico.

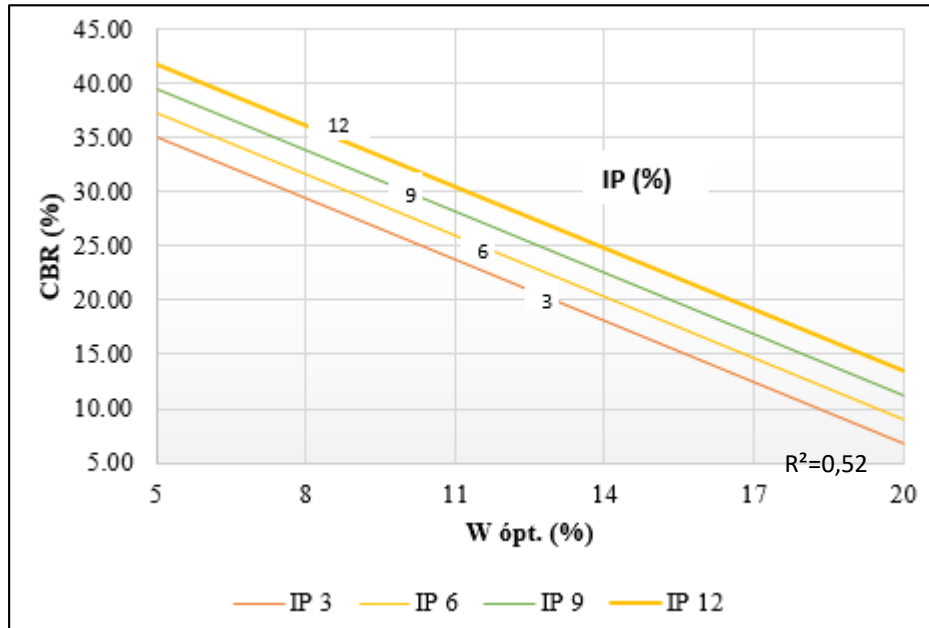


Figura 71: CBR, Contenido de humedad óptimo vs. Índice Plástico.
Autor: José Luis López Sánchez

Ecuación:

$$\text{CBR} = 42.267 - 1.885 \text{ W ópt.} + 0.741 \text{ IP}$$

Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.52$$

Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo, contenido de humedad óptimo y la porosidad, con una línea de tendencia lineal con 12 muestras; donde se obtuvo un coeficiente de correlación regular $R^2 = 0.52$.

El CBR es inversamente proporcional al índice de plasticidad y al contenido de humedad óptimo, es decir, el suelo es más estable, resistente, alta capacidad de carga y poco compresible cuando se tiene valores bajos de contenido de humedad óptimo.

3.1.2 Diseño del pavimento flexible AASHTO 93

En la vía Río Negro – Mera se estableció una estación de conteo manual desde el 01 de abril del 2021 hasta el 07 de abril del 2021 durante 12 horas al día, en el horario de 7h00 am a 19h00 pm, como nos especifica la normativa MTOP.

Mediante el conteo vehicular realizado se obtuvo la hora pico de 17:00 pm a 18:00 pm el día sábado 03 de abril de 2021 con un total de 4443 vehículos.

Tabla 23: Resumen del conteo vehicular durante 7 días.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE										
	Mes	Año	Sentido	Ubicación			Realizado			Semanal
	Abril	2021	Ambos	Río Negro - Mera			José Luis López			
Día	Livianos	Buses	Camiones							Total Vehículos/ 12 h
			2DA	2DB	3A	4C	2S3	3S2	3S3	
Lunes	3452	320	89	112	256	11	40	25	27	4332
Martes	3458	335	78	123	267	9	38	31	29	4368
Miércoles	3460	314	84	110	278	4	40	31	30	4351
Jueves	3442	342	94	108	258	5	36	21	28	4334
Viernes	3458	334	102	97	285	8	37	36	32	4389
Sábado	3463	345	95	124	290	12	42	35	37	4443
Domingo	3460	342	87	102	287	13	34	27	31	4383
Total	24193	2332	629	776	1921	62	267	206	214	30600

Autor: José Luis López Sánchez

La hora pico que se determinó en la vía Río Negro – Mera es desde las 17:00 hasta las 18:00, mediante el conteo manual se registró un total de 520 vehículos entre estos están: el 82.12% de livianos, 6.54% de buses, 4.23% caminos de dos ejes, 4.62% camiones de tres ejes y un 2.5% de camiones más de tres ejes, en ambos sentidos; siendo estos los tipos de vehículos que se encontró en dicha vía.

Tabla 24: Hora pico de vehículos.

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación		Realizado				
	Sábado	Abril	2021	Ambos	Río Negro - Mera		José Luis López				
Hora	Livianos	Buses	Camiones							Total Vehículos/15min	Total Acumulado
			2DA	2DB	3A	4C	2S3	3S2	3S3		
17:00 – 17:15	104	8	2	3	6	2	0	1	1	127	502
17:15 – 17 :30	115	7	1	3	7	0	0	1	1	135	506
17:30 – 17:45	98	9	2	4	5	1	1	0	1	121	513
17:45 – 18:00	110	10	2	5	6	0	1	1	2	137	520
Total	427	34	7	15	24	3	2	3	5	520	
Total (%)	82.12%	6.54%	1.35%	2.88%	4.62%	0.58%	0.38%	0.58%	0.96%	100.00%	

Autor: José Luis López Sánchez

Factor de hora pico

$$FHP = \frac{\text{Total de Vehículos}}{4 * \text{mayor tráfico en 15 min}}$$

$$FHP = \frac{520}{4 * 137}$$

$$FHP = \frac{520}{4 * 137}$$

$$FHP = 0.95$$

Cálculo del TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual)

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP * FHP}{k}$$

Donde:

VHP: Volumen de vehículos durante la hora pico.

FHP: Factor de hora pico, se considera 1 si al momento de realizar los cálculos sale menor a 1; esto quiere decir que el máximo flujo vehicular se da en periodos más cortas de la hora pico.

K: Porcentaje de la 30va hora de diseño.

Vehículos Livianos

$$TPDA_{livianos} = \frac{427 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{livianos} = 2847 \frac{Vehículos}{día}$$

Buses

$$TPDA_{buses} = \frac{34 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{buses} = 227 \frac{Vehículos}{día}$$

Camiones

$$TPDA_{camiones} = \frac{59 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{camiones} = 393 \frac{Vehículos}{día}$$

TPDA actual

$$TPDA_{actual} = TPDA_{livianos} + TPDA_{buses} + TPDA_{camiones}$$

$$TPDA_{actual} = 2847 + 227 + 393$$

$$TPDA_{actual} = 3467 \frac{vehículos}{día}$$

Tabla 25: TPDA actual.

Tipo de Vehículo	TPDA	TPDA actual
Livianos	427	2847
Buses	34	227
Camiones	59	393
Total		3467

Autor: José Luis López Sánchez

Cálculo del Tg (Tránsito Generado)

$$Tg = 20\% * TPDA_{actual}$$

Vehículos livianos

$$Tg = 20\% * 2847$$

$$Tg = 569 \frac{vehículos}{día}$$

Buses

$$Tg = 20\% * 227$$

$$Tg = 45 \frac{vehículos}{día}$$

Camiones

$$Tg = 20\% * 393$$

$$Tg = 79 \frac{vehículos}{día}$$

Cálculo Tat (Tránsito Atraído)

$$Tat = 10\% * TPDA_{actual}$$

Vehículos livianos

$$Tat = 10\% * 2847$$

$$Tat = 285 \frac{vehículos}{día}$$

Buses

$$Tat = 10\% * 227$$

$$Tat = 23 \frac{vehículos}{día}$$

Camiones

$$Tat = 10\% * 393$$

$$Tat = 39 \frac{vehículos}{día}$$

Cálculo del Td (Tránsito Desarrollado)

$$Td = 5\% * TPDA_{actual}$$

Vehículos livianos

$$Td = 5\% * 2847$$

$$Td = 142 \frac{vehículos}{día}$$

Buses

$$Td = 5\% * 227$$

$$Td = 11 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

$$Td = 5\% * 393$$

$$Td = 20 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Tabla 26: Tráfico Promedio Diario Anual aproximado del proyecto.

Tipo de Vehículo	TPDA	TPDA actual	TPDA generado	TPDA atraído	TPDA desarrollado	TPDA aproximado
Livianos	427	2847	569	285	142	3843
Buses	34	227	45	23	11	306
Camiones	59	393	79	39	20	531
Total		3467	693	347	173	4680

Autor: José Luis López Sánchez

Tipo de Carretera	Período de Diseño (Años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

La vía que se está estudiando es un tipo de carretera rural de alto volumen, donde se tomara en cuenta un período de diseño de 30 años.

Cálculo del Tránsito Futuro

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

Donde:

Ta: Tránsito actual.

i: Índice de crecimiento.

n: Número de años proyectado.

Tráfico futuro para el 1er año (2021)

Vehículos livianos

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 3843 * (1 + 3.97\%)^0$$

$$Tf = 3843 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 306 * (1 + 1.97\%)^0$$

$$Tf = 306 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 531 * (1 + 1.94\%)^0$$

$$Tf = 531 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Tráfico futuro para 10 años (2031)

Vehículos livianos

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 3843 * (1 + 3.25\%)^{10}$$

$$Tf = 5291 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 306 * (1 + 1.62\%)^{10}$$

$$Tf = 359 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 531 * (1 + 1.58\%)^{10}$$

$$Tf = 621 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Tráfico futuro para 30 años (2051)

Vehículos livianos

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 3843 * (1 + 3.25\%)^{30}$$

$$Tf = 10032 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 306 * (1 + 1.62\%)^{30}$$

$$Tf = 496 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 531 * (1 + 1.58\%)^{30}$$

$$Tf = 850 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Índice de Crecimiento (i)

Período	Índice de Crecimiento (i%)		
	Livianos	Buses	Camiones
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2030	3.57	1.78	1.74
2035-2040	3.57	1.78	1.74
2045-2050	3.57	1.78	1.74

Fuente: MTOP-2016, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 27: Tránsito proyectado para el período de diseño.

Año	n	Índice de Crecimiento (i%)			TPDA futuro = $Tf = Ta * (1 + i)^n$			Total TPDA
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Pesados	
2021	0	3.57	1.78	1.74	3843	306	531	4680
2022	1	3.57	1.78	1.74	3980	311	540	4832
2023	2	3.57	1.78	1.74	4122	317	550	4989
2024	3	3.57	1.78	1.74	4269	323	559	5151
2025	4	3.57	1.78	1.74	4422	328	569	5319
2026	5	3.57	1.78	1.74	4580	334	579	5493
2027	6	3.57	1.78	1.74	4743	340	589	5672
2028	7	3.25	1.62	1.58	4807	342	593	5742
2029	8	3.25	1.62	1.58	4964	348	602	5913
2030	9	3.25	1.62	1.58	5125	354	611	6090
2031	10	3.25	1.62	1.58	5291	359	621	6272
2032	11	3.25	1.62	1.58	5463	365	631	6459
2033	12	3.25	1.62	1.58	5641	371	641	6653
2034	13	3.25	1.62	1.58	5824	377	651	6852
2035	14	3.25	1.62	1.58	6014	383	661	7058
2036	15	3.25	1.62	1.58	6209	389	672	7270
2037	16	3.25	1.62	1.58	6411	396	682	7489
2038	17	3.25	1.62	1.58	6619	402	693	7714
2039	18	3.25	1.62	1.58	6834	409	704	7947
2040	19	3.25	1.62	1.58	7056	415	715	8187
2041	20	3.25	1.62	1.58	7286	422	727	8434
2042	21	3.25	1.62	1.58	7522	429	738	8689
2043	22	3.25	1.62	1.58	7767	436	750	8952
2044	23	3.25	1.62	1.58	8019	443	762	9224
2045	24	3.25	1.62	1.58	8280	450	774	9504
2046	25	3.25	1.62	1.58	8549	457	786	9792
2047	26	3.25	1.62	1.58	8827	465	798	10090
2048	27	3.25	1.62	1.58	9114	472	811	10397
2049	28	3.25	1.62	1.58	9410	480	824	10714
2050	29	3.25	1.62	1.58	9716	488	837	11040
2051	30	3.25	1.62	1.58	10032	496	850	11377

Autor: José Luis López Sánchez

Factor de daño (Fd)

Tabla 28: Factor de daño según el tipo de vehículo.

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO MTOP 2016											
TIPO	Eje Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tandem		Eje Tridem		Peso Total Ton.	Factor Daño FC	Considerac.
	Ton.	(P/Tn)^4	Ton.	(P/Tn)^4	Ton.	(P/Tn)^4	Ton.	(P/Tn)^4			
Livianos	1.70	0.004							4.2	0.025	2 - 4 Ton
	2.50	0.021									
2D Camiones	3.00	0.043							7.0	0.178	5 - 7 Ton
	4.00	0.135									
2DA Camiones	3.00	0.043							10.0	1.308	9-15 Ton
	7.00	1.265									
2DB Camiones B*	7.00	1.265			11.00	0.289			18.0	1.555	16 - 18 Ton
4C	7.00	1.265					24.00	1.186	31.0	2.451	20 - 25 Ton
V2DB-Volqueta 2 ejes*	7.00	1.265	11.00	3.238					18.0	4.504	
3A-Camiones 3 ejes	7.00	1.265			20.00	3.160			27.0	4.426	25 - 27 Ton
V3A-Volqueta 3 ejes	7.00	1.265			20.00	3.160			27.0	4.426	
3S3*-Trailer 6 ejes	7.00	1.265			20.00	3.160	24.00	1.186	51.0	5.611	
2S2-Trailer 4 ejes	7.00	1.265	11.00	3.238	20.00	3.160			38.0	7.664	

Fuente: MTOP-2016, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 29: Factor de daño según el tipo de vehículo.

Tipo	Simple		Simple Doble		Tandem		Tridem		Factor de daño
	Ton	(P/6,6)^4	Ton	(P/8,2)^4	Ton	(P/15)^4	Ton	(P/23)^4	
Bus	4	0,13	8	0,91					1.04
2DA - C2P	2,5	0,02							1.29
	7	1,27							
2DB - C2G	6	0,68	12	4,59					5.27
3A - C3	6	0,68			20	3,16			3.84
4C - C4	6	0,68					24	1,19	1.87
3S2 - C5	6	0,68			19	5,15			5.83
> 3S3 - C6	6	0,68			18	3,16	26	1,63	5.48

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Cálculo del factor de daño para buses

$$FD_{bus} = \left(\frac{4 \text{ Ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{8 \text{ Ton}}{8.2}\right)^4 = 1.04$$

Cálculo del factor de daño para camiones 3A

$$FD_{3A} = \left(\frac{7 \text{ Ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{20 \text{ Ton}}{15}\right)^4 = 4.426$$

Cálculo del factor de daño para camiones 3A

$$FD_{4C} = \left(\frac{7 \text{ Ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{24 \text{ Ton}}{23}\right)^4 = 2.451$$

Así se procedió con el cálculo de los demás vehículos que se realizó en el conteo manual en la vía Rio Negro – Mera.

Factor de distribución por carril

N carril en una dirección	Porcentaje de W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Cálculo del W18

$$W_{18} = Fd * TPDA_{final} * 365$$

$$W_{18} = (Fd * TPDA_{livianos} * 365) + (Fd * TPDA_{buses} * 365) + (Fd * TPDA_{pesados} * 365)$$

$$W_{18Por\ direccion} = W_{18Acumulado} * 0.5$$

Tabla 30: Cálculo del Eje Equivalente.

Año	n	Índice de Crecimiento (i%)			TPDA futuro = $Tf = Ta * (1 + i)^n$											Total TPDA	W18 Parcial	W18 Acumulado	W18 Diseño
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Pesados												
							2DA	2DB	3A	4C	2S3	3S2	3S3	Total					
2021	0	3.57	1.78	1.74	3843	306	63	135	216	27	18	27	45	531	4680	813054	813054	406527	
2022	1	3.57	1.78	1.74	3980	311	64	137	220	27	18	27	46	540	4832	827889	1640943	820472	
2023	2	3.57	1.78	1.74	4122	317	65	140	224	28	19	28	47	550	4989	843006	2483950	1241975	
2024	3	3.57	1.78	1.74	4269	323	66	142	227	28	19	28	47	559	5151	858411	3342361	1671180	
2025	4	3.57	1.78	1.74	4422	328	68	145	231	29	19	29	48	569	5319	874110	4216471	2108235	
2026	5	3.57	1.78	1.74	4580	334	69	147	235	29	20	29	49	579	5493	890107	5106578	2553289	
2027	6	3.57	1.78	1.74	4743	340	70	150	240	30	20	30	50	589	5672	906411	6012989	3006494	
2028	7	3.25	1.62	1.58	4807	342	70	151	241	30	20	30	50	593	5742	912444	6925432	3462716	
2029	8	3.25	1.62	1.58	4964	348	71	153	245	31	20	31	51	602	5913	927645	7853077	3926539	
2030	9	3.25	1.62	1.58	5125	354	73	155	249	31	21	31	52	611	6090	943111	8796188	4398094	
2031	10	3.25	1.62	1.58	5291	359	74	158	253	32	21	32	53	621	6272	958847	9755035	4877518	
2032	11	3.25	1.62	1.58	5463	365	75	160	257	32	21	32	53	631	6459	974858	10729893	5364946	
2033	12	3.25	1.62	1.58	5641	371	76	163	261	33	22	33	54	641	6653	991148	11721041	5860521	
2034	13	3.25	1.62	1.58	5824	377	77	166	265	33	22	33	55	651	6852	1007724	12728765	6364383	
2035	14	3.25	1.62	1.58	6014	383	78	168	269	34	22	34	56	661	7058	1024591	13753357	6876678	
2036	15	3.25	1.62	1.58	6209	389	80	171	273	34	23	34	57	672	7270	1041754	14795111	7397555	
2037	16	3.25	1.62	1.58	6411	396	81	173	278	35	23	35	58	682	7489	1059219	15854330	7927165	
2038	17	3.25	1.62	1.58	6619	402	82	176	282	35	23	35	59	693	7714	1076992	16931322	8465661	
2039	18	3.25	1.62	1.58	6834	409	84	179	286	36	24	36	60	704	7947	1095078	18026401	9013200	
2040	19	3.25	1.62	1.58	7056	415	85	182	291	36	24	36	61	715	8187	1113484	19139885	9569942	
2041	20	3.25	1.62	1.58	7286	422	86	185	296	37	25	37	62	727	8434	1132215	20272100	10136050	
2042	21	3.25	1.62	1.58	7522	429	88	188	300	38	25	38	63	738	8689	1151279	21423379	10711689	
2043	22	3.25	1.62	1.58	7767	436	89	191	305	38	25	38	64	750	8952	1170680	22594059	11297029	
2044	23	3.25	1.62	1.58	8019	443	90	194	310	39	26	39	65	762	9224	1190427	23784486	11892243	
2045	24	3.25	1.62	1.58	8280	450	92	197	315	39	26	39	66	774	9504	1210525	24995011	12497505	
2046	25	3.25	1.62	1.58	8549	457	93	200	320	40	27	40	67	786	9792	1230981	26225992	13112996	
2047	26	3.25	1.62	1.58	8827	465	95	203	325	41	27	41	68	798	10090	1251803	27477795	13738898	
2048	27	3.25	1.62	1.58	9114	472	96	206	330	41	27	41	69	811	10397	1272997	28750792	14375396	
2049	28	3.25	1.62	1.58	9410	480	98	209	335	42	28	42	70	824	10714	1294571	30045363	15022682	
2050	29	3.25	1.62	1.58	9716	488	99	213	340	43	28	43	71	837	11040	1316532	31361895	15680948	
2051	30	3.25	1.62	1.58	10032	496	101	216	346	43	29	43	72	850	11377	1338888	32700783	16350392	

Autor: José Luis López Sánchez

Confiabilidad (R)

Tipo de camino	Confiabilidad Recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

El tipo de carretera del proyecto es una vía Arterial Principal Rural, por lo que se va emplear un valor de confiabilidad del 90% para dar un grado de seguridad mayor en la estructura del pavimento.

Desviación estándar normal (Zr)

Confiabilidad	Desviación Estándar
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.467
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

El valor de la desviación estándar normal, depende de la confiabilidad, al haber tomado una confiabilidad del 90% su desviación estándar es -1.282.

Desviación estándar global (So)

De acuerdo a la normativa AASHTO 93, para el diseño de pavimentos flexibles nos recomienda un valor de 0.45.

Índice de serviciabilidad (PSI)

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final}$$

Donde:

$PSI_{inicial}$: Índice servicio inicial, pavimentos rígidos 4.5 y pavimentos flexibles 4.2.

PSI_{final} : Índice servicio final, caminos principales 2.5 o 3.0 y caminos secundarios 2.0

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final}$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

Módulo de resiliencia (Mr)

Mediante la AASHTO 93 establece las siguientes fórmulas para encontrar dicho factor en base al CBR.

$$Mr (PSI) = 1500 CBR \quad (CBR < 10\%)$$

$$Mr (PSI) = 3000 CBR^{0.65} \quad (10\% < CBR < 20\%)$$

$$Mr (PSI) = 4326 \ln(CBR) + 241 \quad \text{Para suelos granulares}$$

Para el cálculo del módulo de resiliencia se empleará el CBR obtenido en el laboratorio en la vía Río Negro – Mera en el pozo P2, donde se obtuvo un valor de 16.7%.

$$Mr (PSI) = 3000 CBR^{0.65} \quad (10\% < CBR < 20\%)$$

$$Mr (PSI) = 3000 (16.7)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 18701.95 \text{ psi}$$

$$Mr = 18.70195 \text{ Ksi}$$

Determinación de los espesores de la estructura del pavimento.

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

Donde:

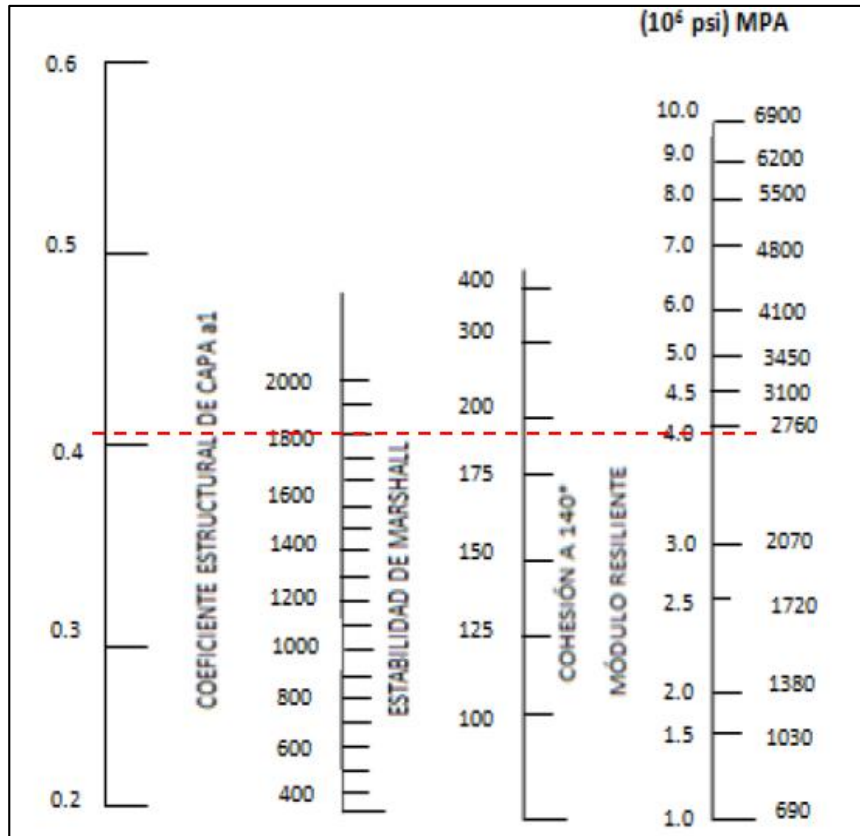
a_1, a_2, a_3 : Coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica, base y subbase.

D_1, D_2, D_3 : Espesores de la carpeta asfáltica, base y subbase.

m_1, m_2 : Coeficientes de drenaje para base y subbase.

Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a_1)

Mediante la AASHTO 93, nos recomienda un valor mínimo de la estabilidad Marshall de 1800 lb, para vehículos pesados, en base a este valor se obtiene el coeficiente a_1 , mediante el siguiente ábaco.



Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Tabla 31: Valores del coeficiente a_1 mediante el Ábaco.

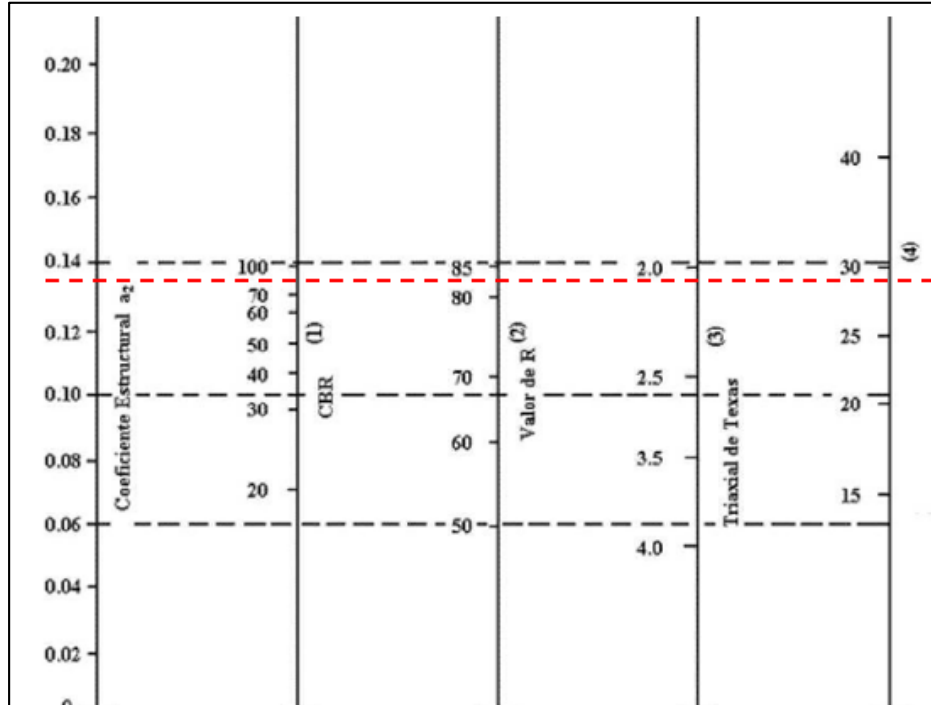
Módulos Elásticos		Valores a_1
Psi	Mpa	
175000	1225	0.28
200000	1400	0.295
225000	1575	0.32
250000	1750	0.33
275000	1925	0.35
300000	2100	0.36
325000	2275	0.375
350000	2450	0.385
375000	2625	0.405
400000	2800	0.42
425000	2975	0.435
450000	3150	0.44

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

De acuerdo al ábaco se determinó que el modulo elástico de la carpeta asfáltica es 375000 psi o 375 ksi. Y un coeficiente estructural de 0.405.

Coefficiente estructural de la base (a_2)

Mediante el Manual de Diseño de Pavimentos de la MTOP, nos especifica que el valor mínimo de CBR es de 80%, al igual un límite líquido menor de 25 y un índice de plasticidad menor que 6, en base a este valor se obtiene el coeficiente a_1 , mediante el siguiente ábaco.



Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Tabla 32: Valores del coeficiente a_2 mediante el Ábaco.

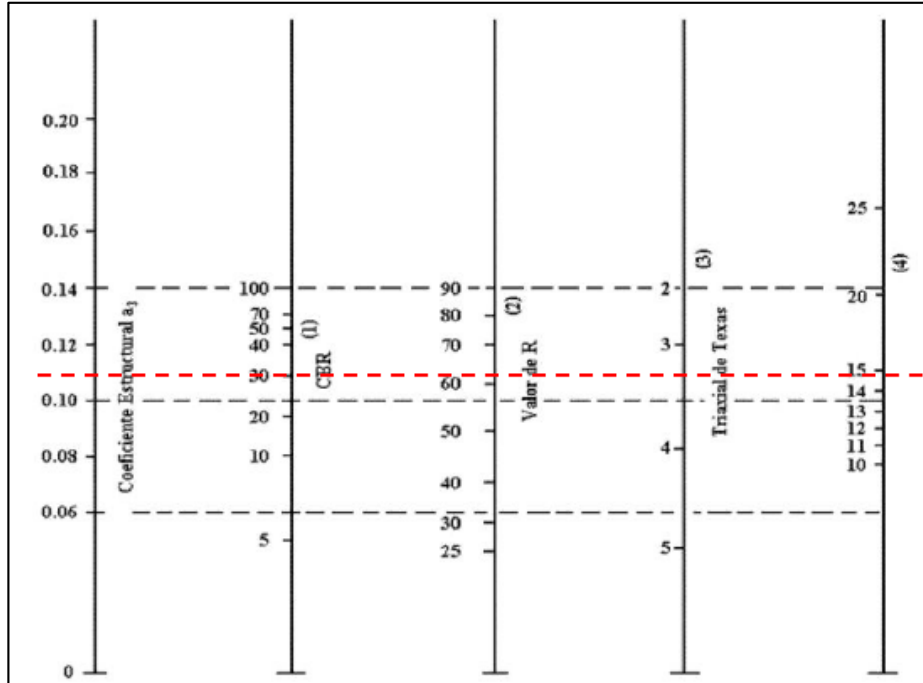
Base Agregados	
CBR	a_2
45	0.112
50	0.115
55	0.12
60	0.125
70	0.13
80	0.133
90	0.137
100	0.14

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

De acuerdo al ábaco se determinó que el modulo elástico de la base es 28000 psi o 28 ksi. Y un coeficiente estructural de 0.133.

Coefficiente estructural de la subbase (a_3)

Mediante el Manual de Diseño de Pavimentos de la MTOP, nos especifica que el valor mínimo de CBR es de 30%, al igual un límite líquido menor de 25 y un índice de plasticidad menor que 6, en base a este valor se obtiene el coeficiente a_3 , mediante el siguiente ábaco.



Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Tabla 33: Valores del coeficiente a_3 mediante el Ábaco.

Sub-Base Granular	
CBR	a_3
10	0.080
15	0.090
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

De acuerdo al ábaco se determinó que el modulo elástico de la base es 14900 psi o 14.9 ksi. Y un coeficiente estructural de 0.108.

Determinación de los espesores de la carpeta asfáltica y la base

La AASHTO 93 para pavimentos flexibles nos indica los espesores mediante los ejes equivalentes totales W18, para el periodo de diseño que se desee.

Tránsito W18	Carpeta Asfáltica D1	Capa Base D2
Menores de 50000	1.0 o Tandem Superficial	4
50001 a 150000	2	4
150001 a 500000	2.5	4
500001 a 2000000	3	6
2000001 a 7000000	3.5	6
Mayores a 7000000	4	6

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Donde se determinó un espesor de 4 in (10 cm) para la capa asfáltica y 6 in (15 cm) para la base de la estructura del pavimento.

Coefficiente de drenaje m_2 y m_3

Calidad del Drenaje	Tiempo de eliminación del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drenada

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Se estima que el tiempo de eliminación del agua es en un día, donde su calidad de drenaje es Buena.

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menores del 1%	1 a 5%	5 a 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 a 1.35	1.35 a 1.30	1.30 a 1.20	1.2
Bueno	1.35 a 1.25	1.25 a 1.15	1.15 a 1.00	1
Regular	1.25 a 1.15	1.15 a 1.05	1.00 a 0.80	0.8
Malo	1.15 a 1.05	1.05 a 0.80	0.80 a 0.60	0.6
Muy malo	1.05 a 0.95	0.95 a 0.75	0.75 a 0.40	0.4

Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.

Se determina que la vía se encuentra a una humedad expuesta de más del 25%, donde se obtiene 1 para los coeficientes m_2 y m_3 , con una calidad de drenaje buena.

Determinación del Número Estructural (SN)

Para el cálculo del número estructural se lo realizara de acuerdo a los valores obtenidos anteriormente, esto se lo realizara mediante un software que la AASHTO 93 nos ayuda.

Tabla 34: Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento; CBR de laboratorio.

Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	16350392
CBR Diseño	CBR	16.7
Confiabilidad	R	90%
Desviación estándar normal	Zr	-1.282
Desvicaion estándar global	So	0.45
Índice de serviciabilidad	PSI	1.7
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr	18.70 ksi
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr ca	375 ksi
Módulo de resiliencia de la base	Mr b	28 ksi
Módulo de resiliencia de la subbase	Mr sb	14.9 ksi
Coficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1	0.405
Coficiente estructural de la base	a2	0.133
Coficiente estructural de la subbase	a3	0.108
Espesor carpeta asfáltica	D1	10
Espesor base granular	D2	15
Coficiente de drenaje	m2	1
	m3	1

Autor: José Luis López Sánchez.

Ecuación AASHTO 93 Ejecutando en sandbox

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 90 % $Z_r = -1.282$ So

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial PSI final

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 =**
 Calcular W18

Número Estructural
SN =

Figura 72: Cálculo del número estructural; CBR de laboratorio.
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 35: Determinación de los espesores del pavimento; CBR de laboratorio.

DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			375.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			16,350,392
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			90%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-1.282
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			18.70
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.5
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			30
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.405
Base granular (a ₂)			0.133
Subbase (a ₃)			0.120
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			1.000
Subbase (m ₃)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	3.88		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	3.32	S1	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.88	S2	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0.32	S3	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	20.8 cm	10.0 cm	1.59
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	16.8 cm	20.0 cm	1.05
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-6.8 cm	30.0 cm	1.42
ESPESOR TOTAL (cm)		60.0 cm	4.06
DISEÑADO POR : José Luis López Sánchez			

Autor: José Luis López Sánchez.

Los espesores que se determinó para la subrasante con CBR = 16.70%, de la vía Río Negro – Mera son:

Tabla 36: Espesores de la estructura del pavimento diseñado; CBR de laboratorio.

Estructura del Pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	10.00
Base	20.00
Subbase	30.00

Autor: José Luis López Sánchez.

$$SN_1 + SN_2 + SN_3 \geq SN$$

$$1.59 + 1.05 + 1.42 \geq 3.88$$

$$4.06 \geq 3.88 \text{ Si Cumple}$$

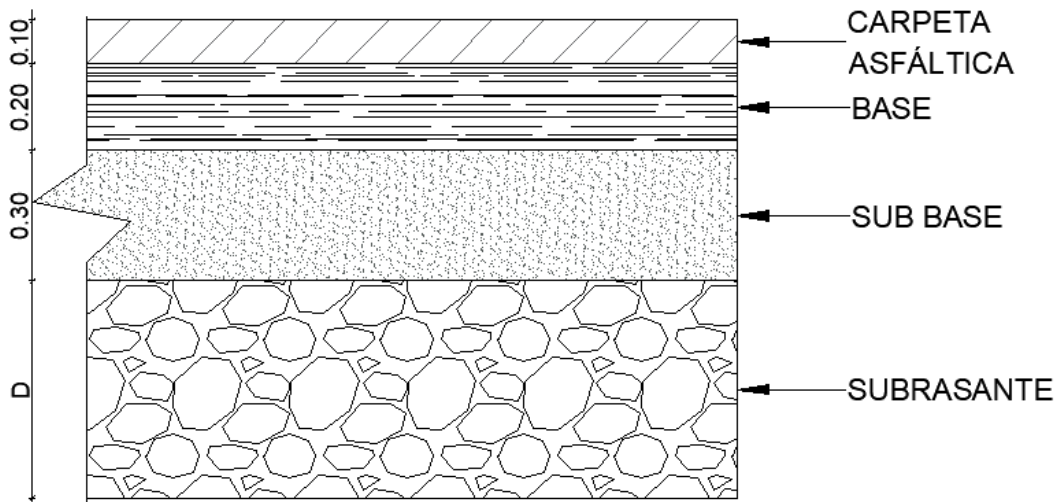


Figura 73: Espesores del pavimento diseñado; CBR de laboratorio.

Autor: José Luis López Sánchez.

Diseño del pavimento flexible mediante las correlaciones obtenidas

Para el cálculo del CBR se tomará en cuenta los datos obtenidos en el ensayo del pozo P2 de la vía Río Negro – Mera.

Tabla 37: Valores obtenidos en las propiedades.

Propiedad	Valor	Unidad
Contenido de humedad natural (Wnat.)	30.69	%
Límite Líquido (LL)	41.7	%
Límite Plástico (LP)	34.64	%
Índice Plástico (IP)	7.06	%
Grado de Compactación (Gc)	66.91	%
Peso Volumétrico Seco (γ_d)	1.548	g/cm ³
Contenido de humedad óptimo (W _{ópt.})	16.20	%
Porosidad (n)	59.22	%

Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 38: Valor de CBR obtenido mediante las correlaciones.

Nº	Correlación	CBR (%)
22	$CBR = -38.84 \ln(Gc) + 185.24$	21.98
23	$CBR = 62.592 \gamma_d - 86.871$	10.02
24	$CBR = 10475 W_{opt}^{(-2.371)}$	14.20
25	$CBR = 1.6707 * e^{(0.060 LL)}$	20.39
26	$CBR = 0.7402 W_{natural} - 5.4203$	17.3
27	$CBR = -23.276 + 1.652 LL - 0.668 LP$	22.47
28	$CBR = -17.067 + 9.679 \log(LP) + 0.715 W_{nat}$	19.78
29	$CBR = 0.0093 * \gamma_d^{(4.0718)} * n^{(1.3341)}$	12.76
30	$CBR = 42.267 - 1.885 W_{ópt.} + 0.741 IP$	16.96
PROMEDIO		19.01

Autor: José Luis López Sánchez.

Para la obtención del promedio del CBR de la subrasante en la vía Río Negro – Mera no se tomó en cuenta la correlación N^a 23 y N^a 29 ya que no están dentro del rango de los otros resultados obtenidos.

$$CBR_{correlación} = 19.01 \%$$

Para el cálculo del módulo de resiliencia se empleará el CBR obtenido mediante las correlaciones mostradas anteriormente.

$$Mr (PSI) = 3000 CBR^{0.65} \quad (10\% < CBR < 20\%)$$

$$Mr (PSI) = 3000 (19.01)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 20345.09 \text{ psi}$$

$$Mr = 20.34509 \text{ Ksi}$$

Determinación del Número Estructural (SN)

Para el cálculo del número estructural se lo realizara de acuerdo a los valores obtenidos anteriormente, esto se lo realizara mediante un software que la AASHTO 93 nos ayuda.

Tabla 39: Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento.

Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	16350392
CBR Diseño	CBR	19.01
Confiabilidad	R	90%
Desviación estándar normal	Zr	-1.282
Desvicaion estándar global	So	0.45
Índice de serviciabilidad	PSI	1.7
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr	20.35 ksi
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr ca	375 ksi
Módulo de resiliencia de la base	Mr b	28 ksi
Módulo de resiliencia de la subbase	Mr sb	14.9 ksi
Coficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1	0.405
Coficiente estructural de la base	a2	0.133
Coficiente estructural de la subbase	a3	0.108
Espesor carpeta asfáltica	D1	10
Espesor base granular	D2	15
Coficiente de drenaje	m2	1
	m3	1

Autor: José Luis López Sánchez.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 90 % $Z_r = -1.282$ So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial = 4.2 PSI final = 2.5

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr = 20345.09 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 =** 16350392

Calcular W18

Número Estructural
SN = 3.76

Calcular Salir

Figura 74: Cálculo del número estructural.
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 40: Determinación de los espesores del pavimento.

DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			375.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			16,350,392
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			90%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-1.282
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			20.35
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.5
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			30
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.405
Base granular (a ₂)			0.133
Subbase (a ₃)			0.120
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			1.000
Subbase (m ₃)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	3.76		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	3.32		S1
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.88		S2
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0.44		S3
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	20.8 cm	10.0 cm	1.59
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	16.8 cm	20.0 cm	1.05
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-9.3 cm	25.0 cm	1.18
ESPESOR TOTAL (cm)		55.0 cm	3.82
DISEÑADO POR : José Luis López Sánchez			

Autor: José Luis López Sánchez.

Los espesores que se determinó para la subrasante con CBR = 19.01 %, de la vía Río Negro – Mera son:

Tabla 41: Espesores de la estructura del pavimento diseñado.

Estructura del Pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	10.00
Base	20.00
Subbase	25.00

Autor: José Luis López Sánchez.

$$SN_1 + SN_2 + SN_3 \geq SN$$

$$1.59 + 1.05 + 1.18 \geq 3.76$$

$$3.82 \geq 3.76 \text{ Si Cumple}$$

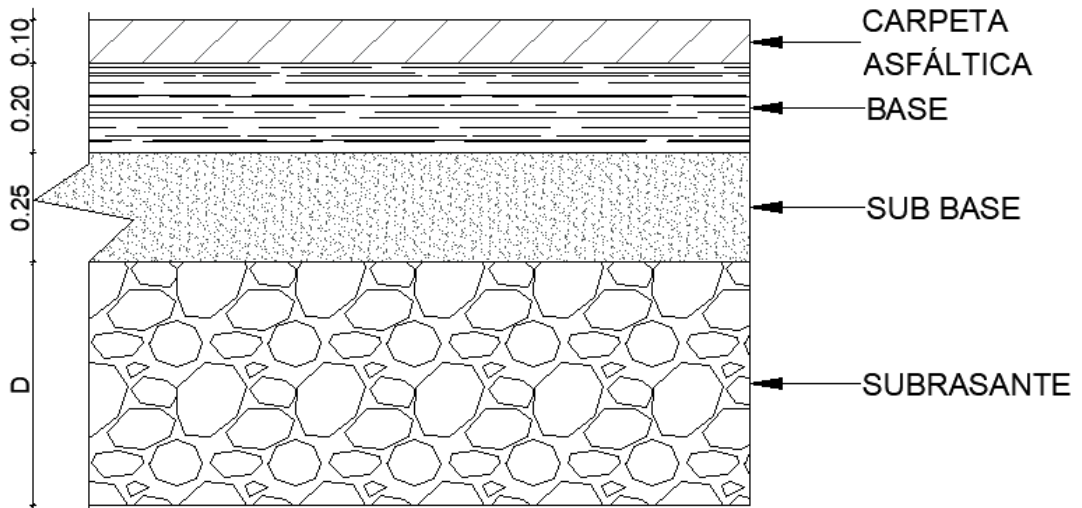


Figura 75: Espesores del pavimento diseñado.

Autor: José Luis López Sánchez.

3.2 Verificación de Hipótesis

Las correlaciones elaboradas mediante las propiedades índices y mecánicas de las 12 muestras, se obtuvieron valores altos en el coeficiente de correlación (R^2), lo que implica que las correlaciones son de alta confiabilidad, por ende, es muy favorable utilizar las diferentes ecuaciones para obtener el CBR, DCP propiedades índices y mecánicas, así evitando la realización de algunos ensayos en el laboratorio.

- **Hipótesis Alternativa**

Si se puede encontrar una correlación entre el CBR, DCP, las propiedades índices y mecánicas en los suelos de la parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua.

- **Hipótesis Nula**

No se puede encontrar una correlación entre el CBR, DCP, las propiedades índices y mecánicas en los suelos de la parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- De acuerdo a las muestras tomadas en la parroquia de Río Negro cantón Baños de Agua Santa, se determinó que las propiedades índices y mecánicas como se muestra en la Tabla 19 y 20, dando como resultado un suelo limo-arcilloso mediante la clasificación SUCS.
- Mediante la carta de plasticidad del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos se determinó que los suelos tienen una alta plasticidad; donde el límite líquido varía entre 24.61% y 42.87% y el índice de plasticidad entre 2.81% y 10.68%.
- Mediante la norma AASHTO 193 se determinó el CBR en laboratorio un valor de 16.70% en el tramo de la vía de Río Negro - Mera, cuyo valor se encuentra dentro del rango especificado por la norma para ser utilizado como subrasante de la estructura del pavimento; y de acuerdo a las correlaciones se encontró un valor de 19.01%.
- Se realizó 30 correlaciones entre el CBR, DCP y las propiedades índices y mecánicas con un coeficiente de determinación R^2 entre el 52% y 92%, estas correlaciones son aceptables para la determinación de las propiedades del suelo en la parroquia Río Negro.
- Se determinó los espesores de la estructura del pavimento, con el CBR de laboratorio, donde, Subbase 30cm, Base 20 cm y Carpeta asfáltica 10 cm; cumpliendo con los espesores mínimos especificados por la norma AASHTO 93 que son: Carpeta asfáltica 4" (10cm) y la Base 6" (15cm), para ejes equivalente de tránsito W18 mayores a 7000000.

- Mediante las correlaciones de CBR se determinó los espesores de la estructura del pavimento, donde; Subbase 25 cm, Base 20 cm y Carpeta asfáltica 10 cm.
- Mediante los análisis y estudios realizados con el CBR de laboratorio y el CBR determinado mediante las correlaciones, se concluyó que los espesores determinados en la estructura del pavimento son muy aproximados. Esto significa que las correlaciones determinadas se pueden utilizar para el diseño de pavimentos flexibles.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda utilizar las normas establecidas, para los ensayos de campo y laboratorio; y así obtener resultados confiables al momento de correlacionar las propiedades del suelo.
- Se debe extraer la capa vegetal para la realización de los ensayos de campo y así evitar errores al momento de la toma de datos.
- Es recomendable utilizar modelos estadísticos complejos para la realización de correlaciones de dos o más variables, entre el DCP, CBR y las propiedades índices y mecánicas teniendo en cuenta que relación existen entre sí.
- Al momento de realizar el ensayo de CBR en el laboratorio, es necesario que se controle la humedad y la densidad; y así no obtener resultados erróneos.
- Utilizar las correlaciones establecidas para suelos que cumplan con la clasificación presentada en esta investigación; por ende, obtener resultados confiables.
- Revisar las especificaciones del MTOP y la norma AASHTO 93, al momento de realizar el diseño del pavimento flexible, para tomar los datos y coeficientes adecuados; así evitando errores al momento de calcular el espesor de la estructura del pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Taha Abdulsadda y D. Abdul Jaleel, «Predicting CBR Value from Index Properties of Soils using Expert SystemG,» *Global Journals Inc.*, vol. 17, nº 1, pp. 22 - 28, 2017.
- [2] T. Al-Refeai y A. Al-Suhaibani, «Prediction of CBR using dynamic cone penetrometer,» *Ciencias de la ingeniería de la Universidad King Saud*, vol. 9, nº 2, pp. 191 - 203, 1997.
- [3] Z. S. Janjua y J. Chand, «Correlation of CBR with index properties of soil,» *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 7, nº 5, pp. 57 - 62, 2016.
- [4] O. A. Afolabi y O. D. Afolayan, «Strength Modelling of Soil Geotechnical Properties from Index Properties,» *Jordab Journal of Civil Engineering*, vol. 12, nº 4, pp. 619 - 628, 2018.
- [5] C. H. Florez G., F. A. Torres C., F. A. Torres P. y C. A. Peña S., «Estimación del valor de CBR usando Penetrómetro de Cono Dinámico,» *Universidad Francisco de Paula Santander*, pp. 1-18.
- [6] M. L. Aragundi Demera, C. M. Delgado Romero, E. H. Ortiz Hernández y D. A. Delgado Gutiérrez, «Estudio para determinar la capacidad portante del suelo como parámetro geotécnico, aplicando el ensayo de cono dinámico de penetración (DCP), en los terrenos aledaños a la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas,» *RIEMAT*, vol. 4, nº 2, pp. 39 - 43, 2019.
- [7] H. F. Torres Merino, J. A. Castillo Morejón, L. H. Mena Garzón y D. P. Guerrero Cuasapaz, «Correlación entre el penetrómetro dinámico de cono y la relación de soporte de California en campo para el suelo de sub-rasante de la vía Portoviejo-Manta,» *Gacet Técnica*, vol. 21, nº 1, pp. 27- 43, 2020.
- [8] F. Jove Wilches, J. J. Feria Diaz y J. R. Hernandez Ávila, «Correlation between California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for soil from Sincelejo city in Colombia,» *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, vol. 13, nº 4, pp. 2068 -2071, 2018.

- [9] A. Hamid, «The dynamic cone penetration test: a review of its correlations and applications,» de *In International Conference on Advances in Civil and Environmental Engineering*, Malaysia, 2015.
- [10] MOP, «Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes,» de *Ministerio de Obras Públicas y Comunicación*, Quito, 2002.
- [11] A. MacGregor Torrado, R. J. Gallarda Amaya y H. Y. Jaramillo, «Caracterización de suelos de subrasante mediante el uso del penetrómetro dinámico de cono (PDC),» *Respuestas*, vol. 25, n° S2, pp. 59 - 68, 2020.
- [12] A. Rico Rodríguez, *La ingeniería de suelos en las vías terrestres*, México: Limusa, 2005, p. 457.
- [13] C. Crespo Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones*, México: Limusa, 2004, p. 650.
- [14] D. Braja M., *Fundamentos de ingeniería geotécnica*, México: Cengage Learning, 2013.
- [15] G. Duque Escobar y C. Escobar, «Relaciones gravimétricas y volumétricas del suelo,» Colombia, 2016.
- [16] E. Juárez Badillo, *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*, vol. 1, Mexico: Limusa, 2005.
- [17] J. E. Bowles, *Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil*, Bogotá: McGRAW-HILL, 1981.
- [18] F. Viscarra, «EL CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN Y SU APLICACIÓN,» Universidad Privada Boliviana, Bolivia, 2006.
- [19] M. Spiegel y L. Stephens, *Estadística*, Cuarta ed., Santa Fe: McGRAW - HILL/ INTERAMERICANA, 2009.
- [20] C. Martínez Bencardino, *Estadística y muestreo*, Bogotá: Ecoe, 2012.
- [21] T. K. Pellinen, *Investigation of the use of dynamic modulus as an indicator of hot-mix asphalt performance*, Arizona State University, 2001.
- [22] F. Olivera Bustamante, *Estructuración de vías terrestres*, México: PATRIA, 2009.
- [23] J. R. Menéndez, *Ingeniería de Pavimentos*, Lima: ICG, 2009.



- [24] F. Moreira, «Manual de diseño de pavimentos,» FICM, Ambato , 2019.
- [25] A. Salazar Rodriguez, Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos, México: Inatituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 2015.
- [26] AASHTO, «Guía para el diseño de estructuras de pavimentos,» American Association of State and Transportation Highway Officials, 1993.

ANEXOS

A. Tablas de ensayos

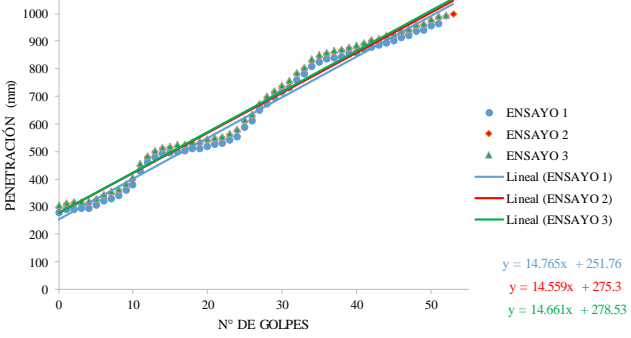
DCP

Tabla 42: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
				ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)	
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."					
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	1	Profundidad:	80	cm	
Norma:	ASTM D6951	Coordenadas:	17	813756 m	9843409 m

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	280	300	305
1	290	310	315
2	292	312	317
3	294	314	319
4	295	315	320
5	305	325	330
6	320	340	345
7	330	350	355
8	340	360	365
9	360	380	385
10	380	400	405
11	430	450	455
12	460	480	485
13	480	500	505
14	490	510	515
15	495	515	520
16	500	520	525
17	502	522	527
18	510	530	535
19	512	532	537
20	520	540	545
21	525	545	550
22	530	550	555
23	540	560	565
24	555	575	580
25	590	610	615
26	610	630	635
27	650	670	675
28	675	695	700
29	695	715	720
30	715	735	740
31	732	752	757
32	760	780	785
33	780	800	805
34	810	830	835
35	825	845	850
36	835	855	860
37	840	860	865
38	845	865	870
39	855	875	880
40	860	880	885
41	870	890	895
42	880	900	905
43	885	905	910
44	895	915	920
45	900	920	925
46	913	933	938
47	920	940	945
48	935	955	960
49	940	960	965
50	955	975	980
51	965	985	990
52		990	995
53		1000	

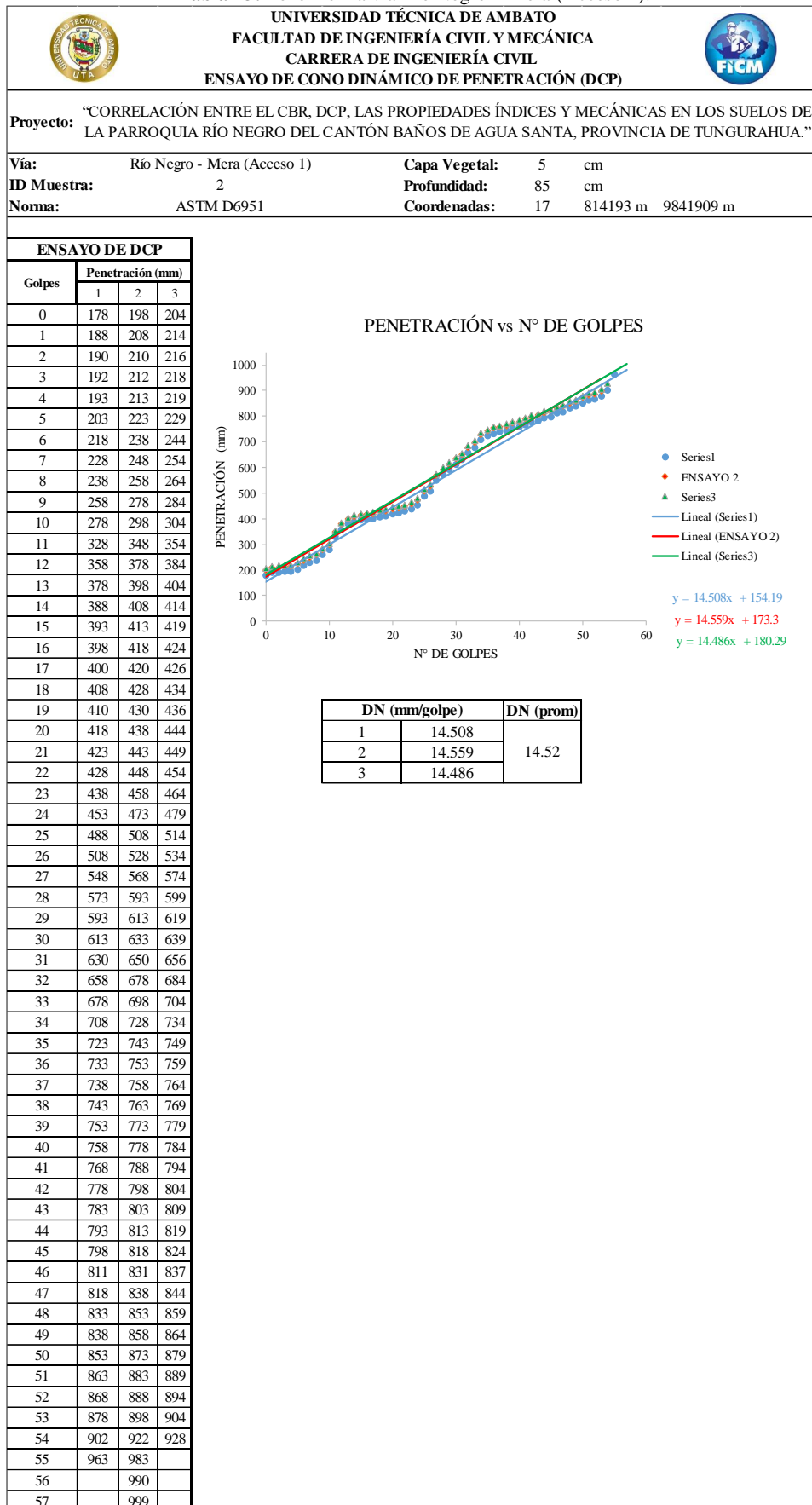
PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	14.765	
2	14.559	
3	14.661	

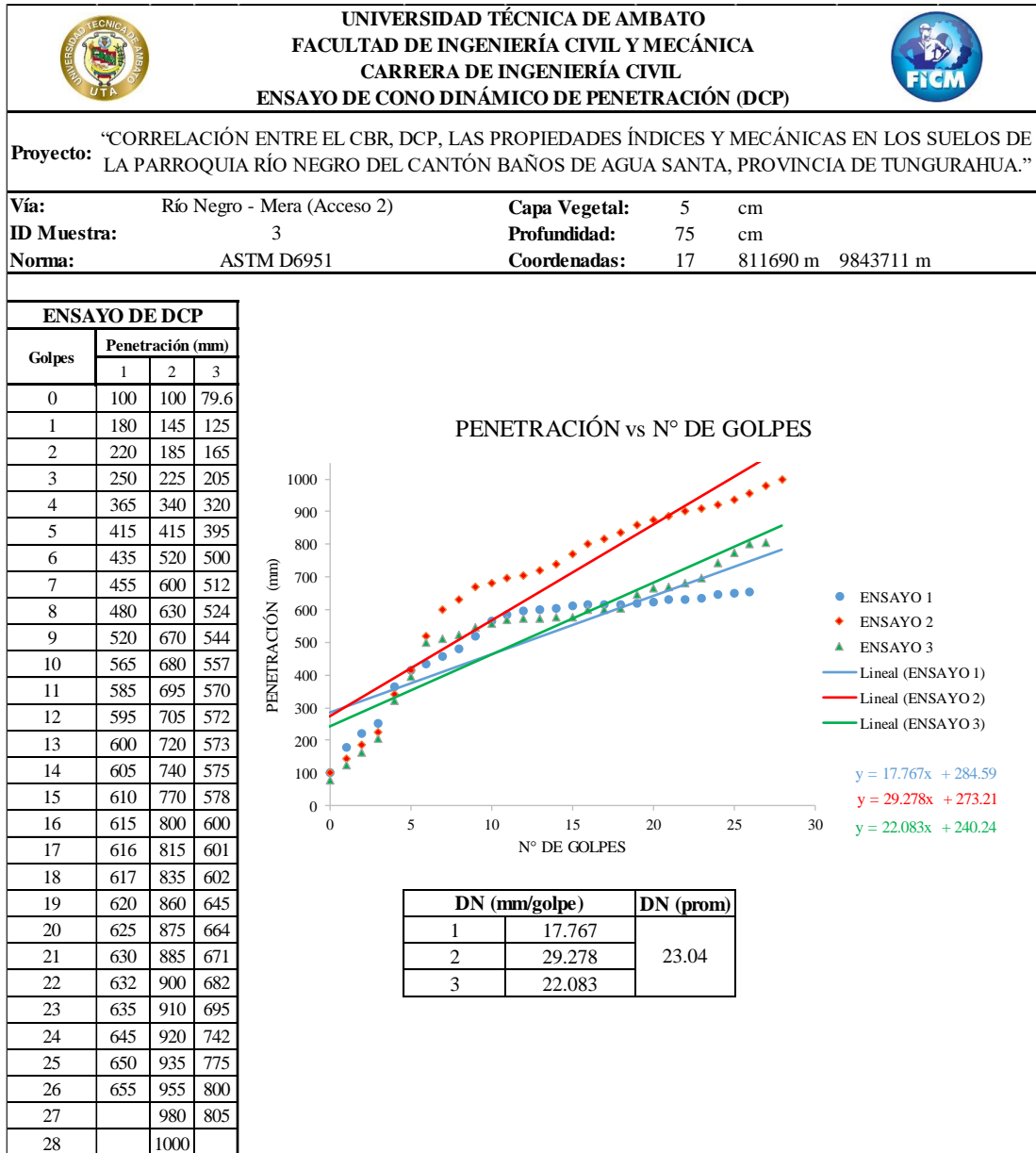
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 43: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).



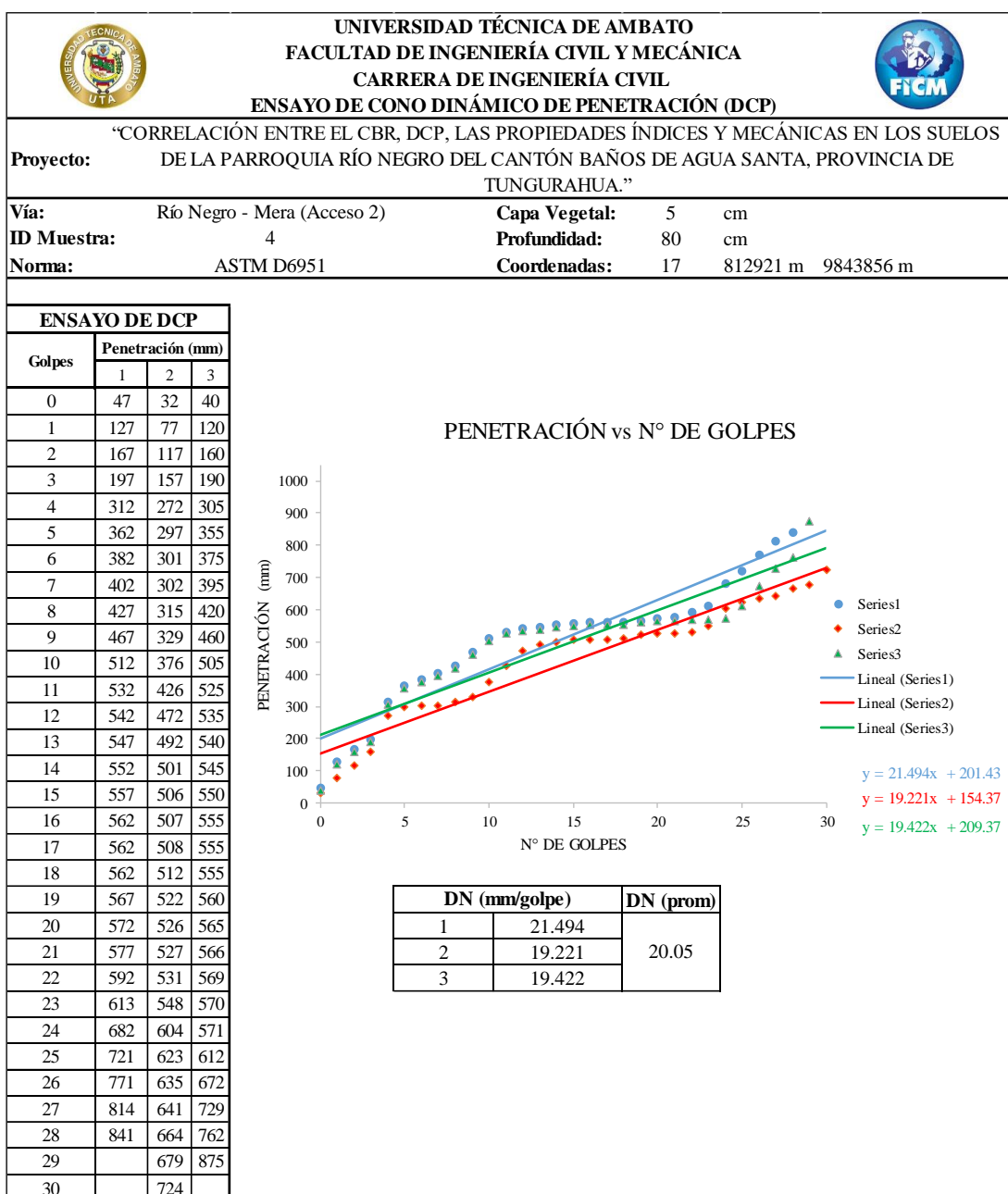
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 44: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).



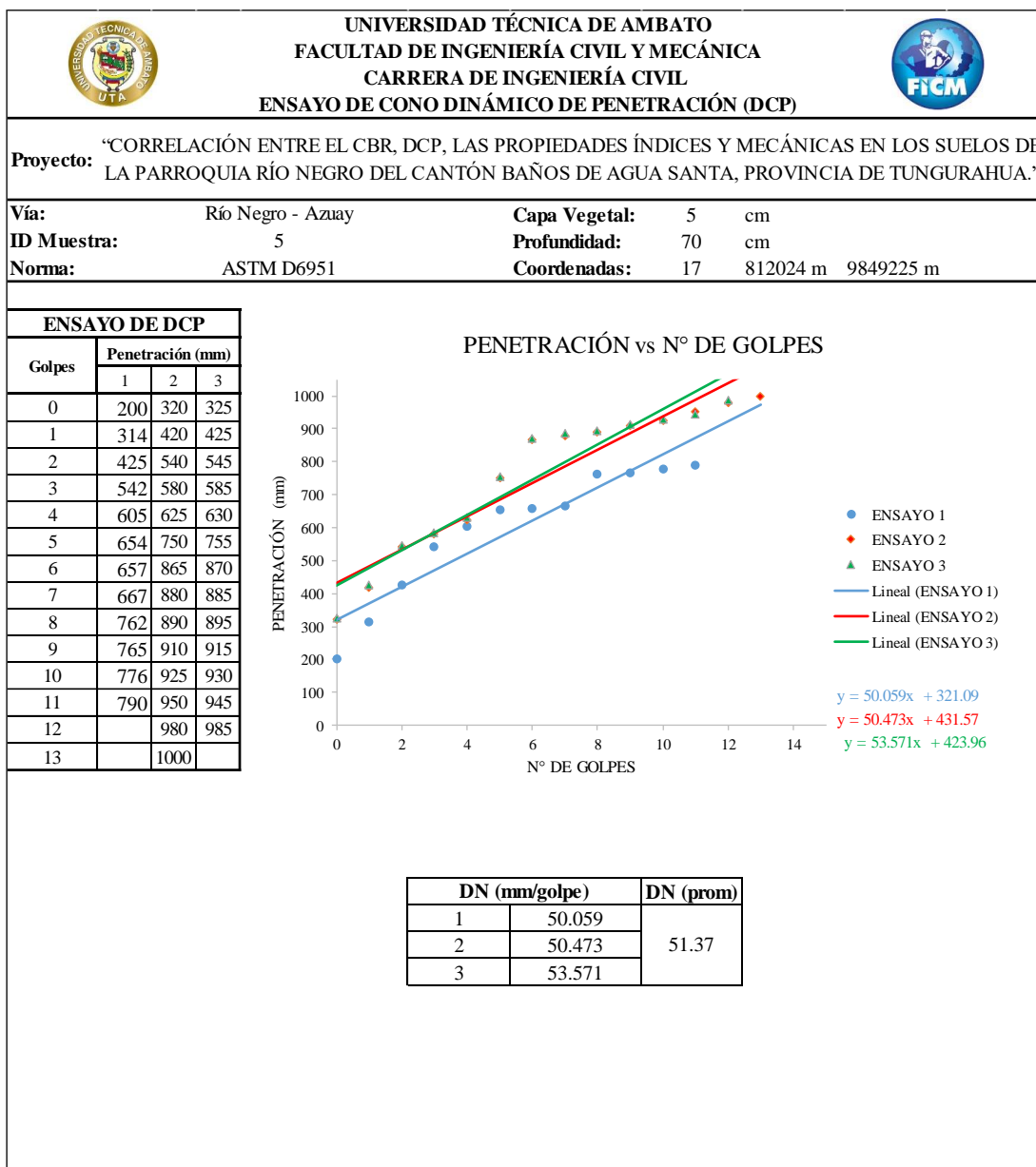
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 45: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).



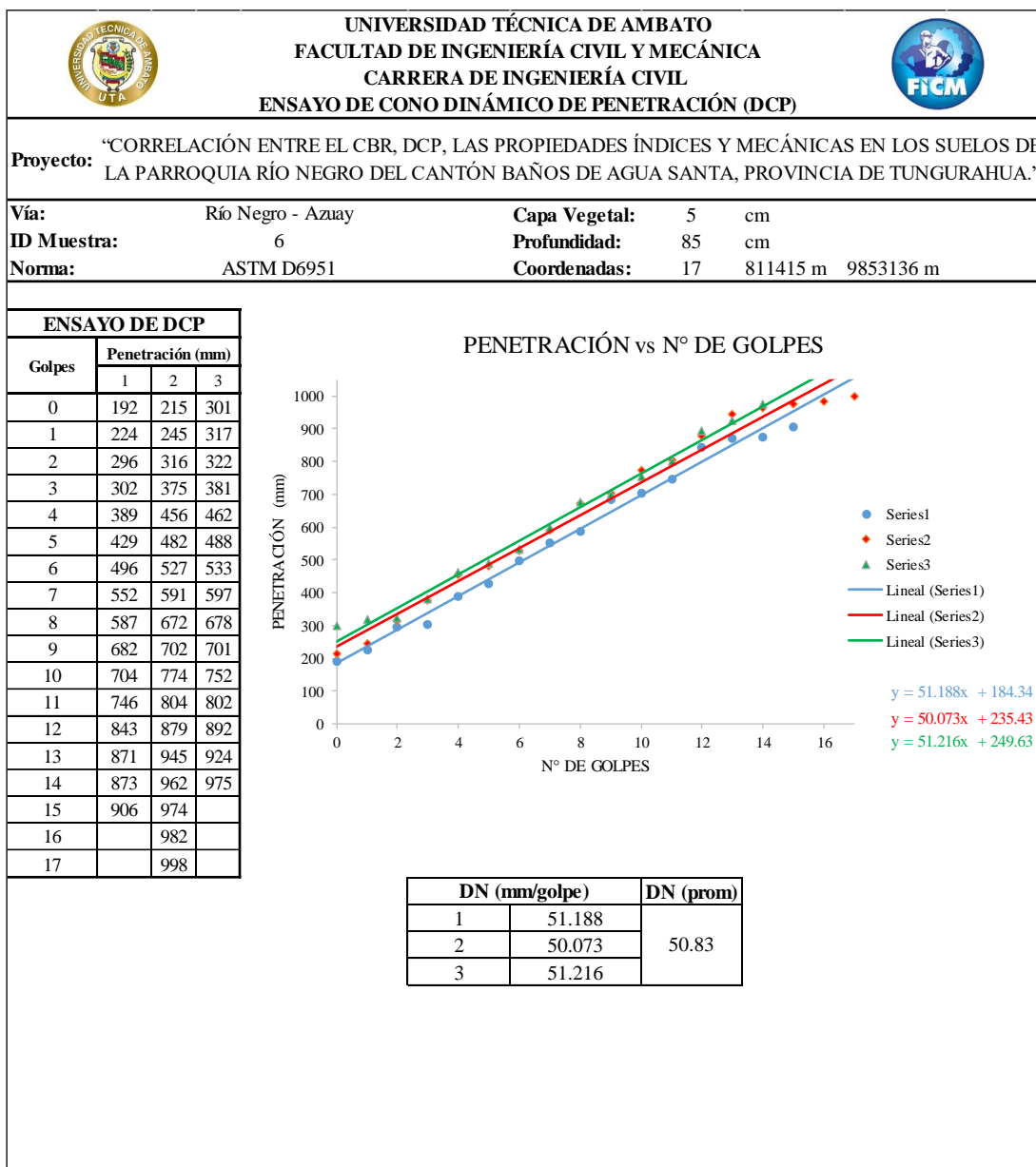
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 46: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.



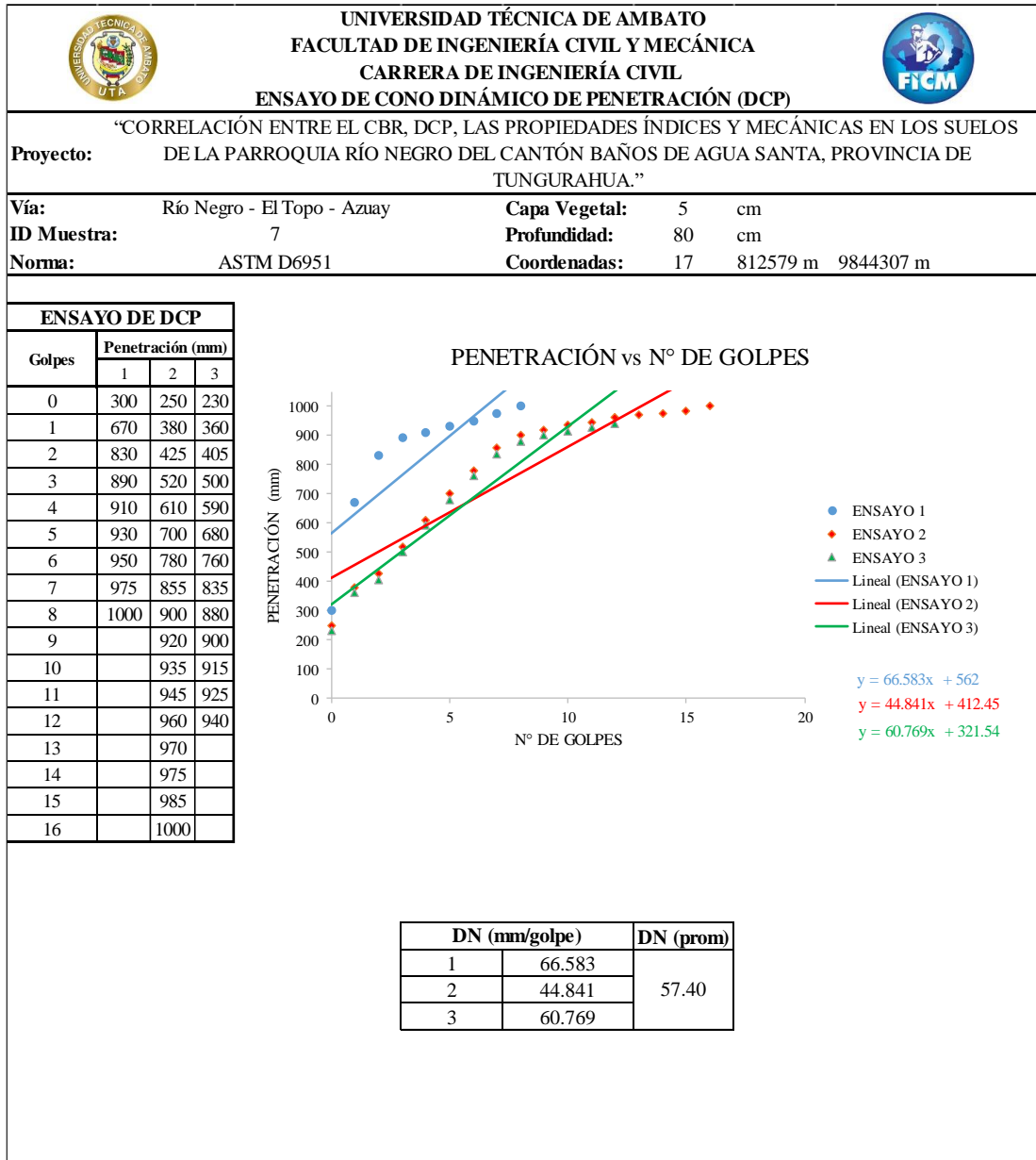
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 47: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.



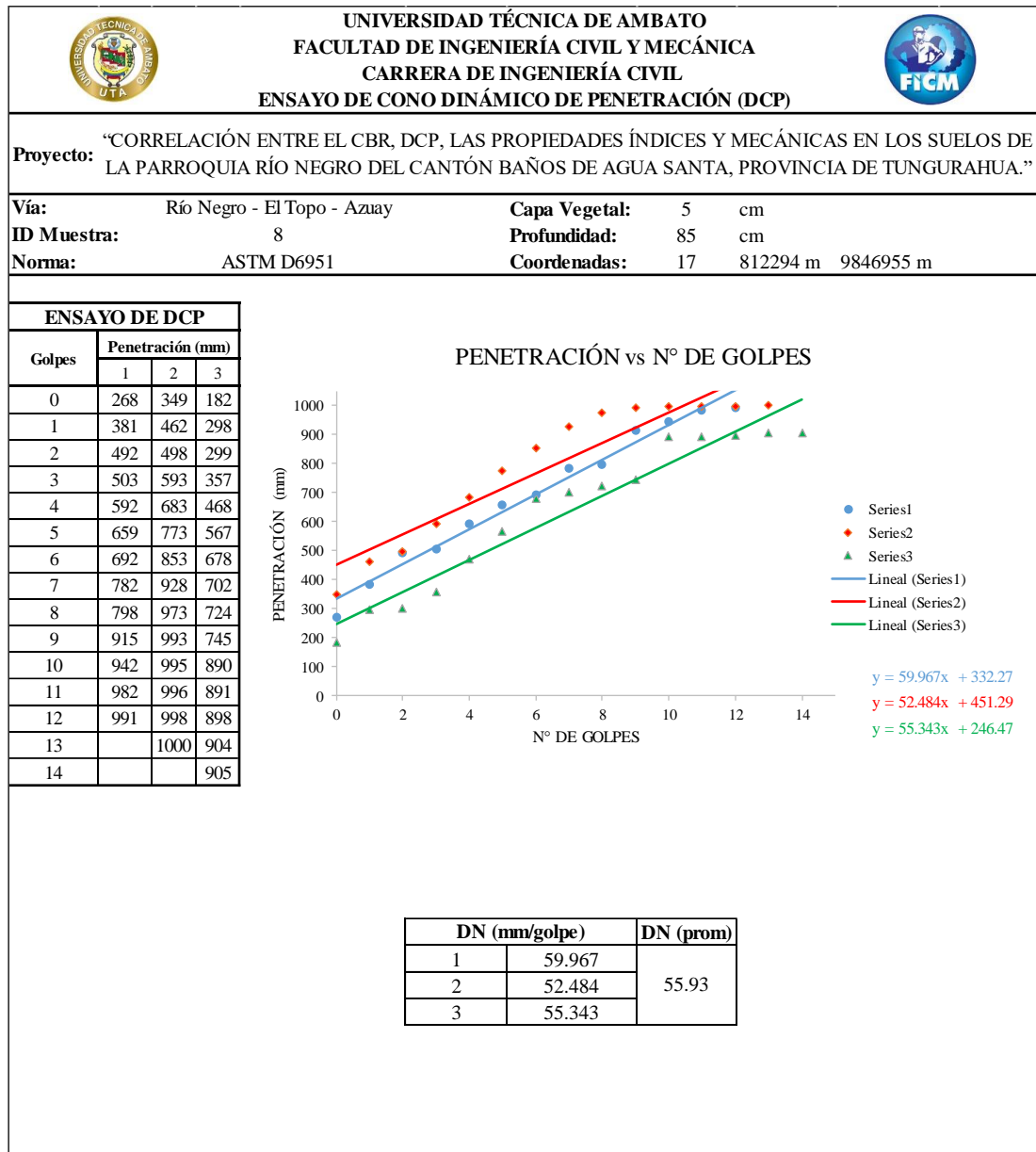
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 48: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.



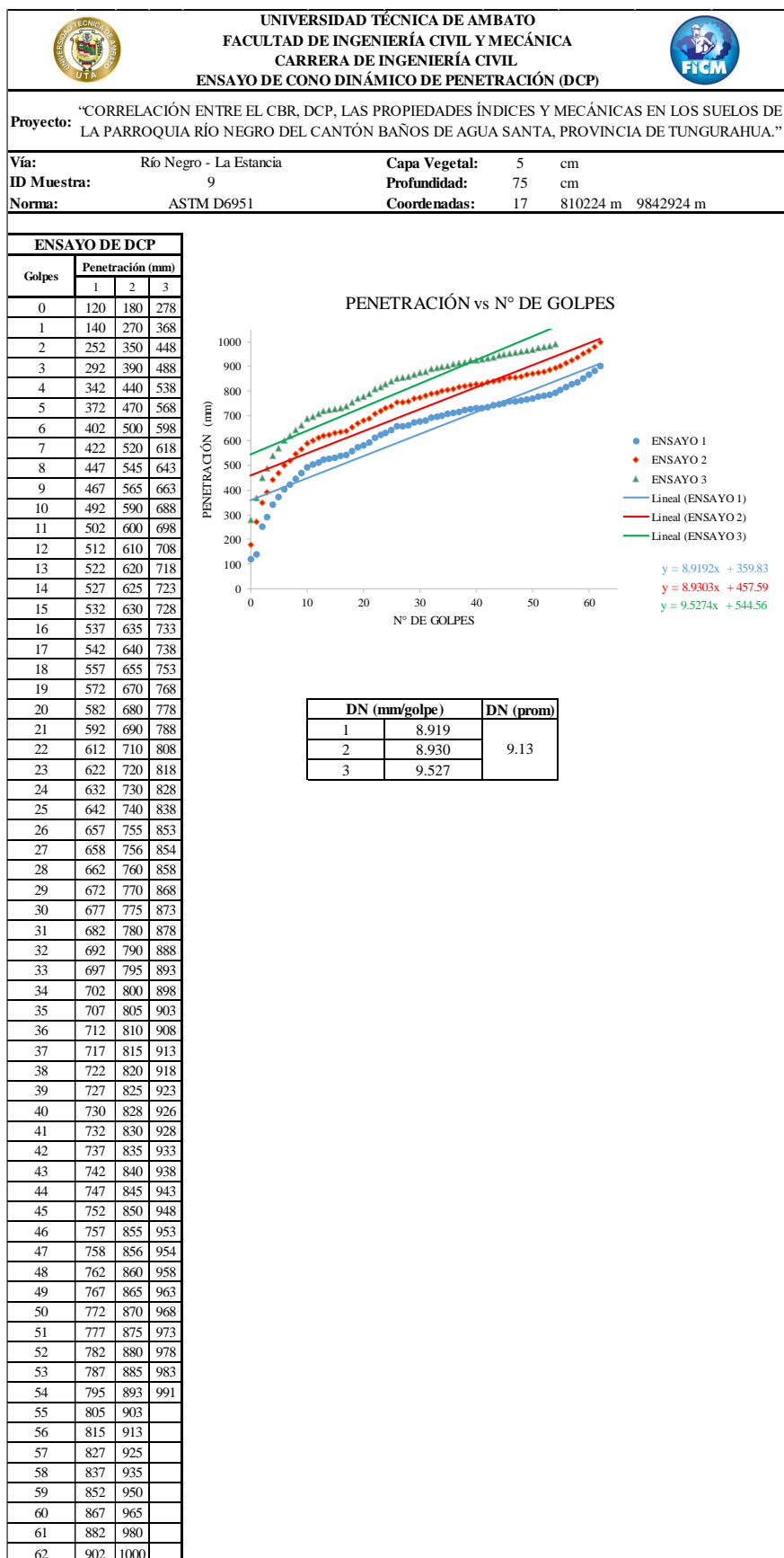
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 49: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.



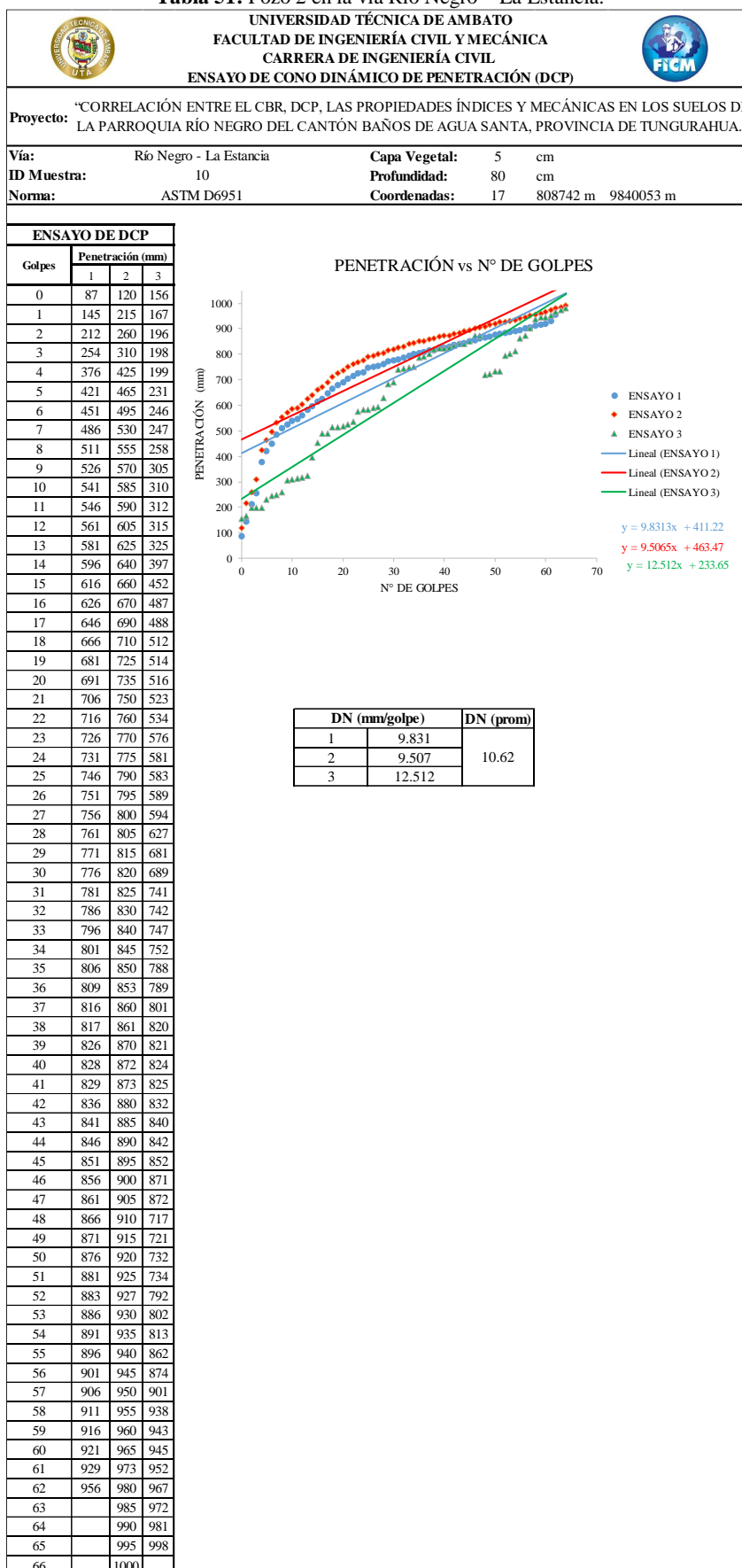
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 50: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.



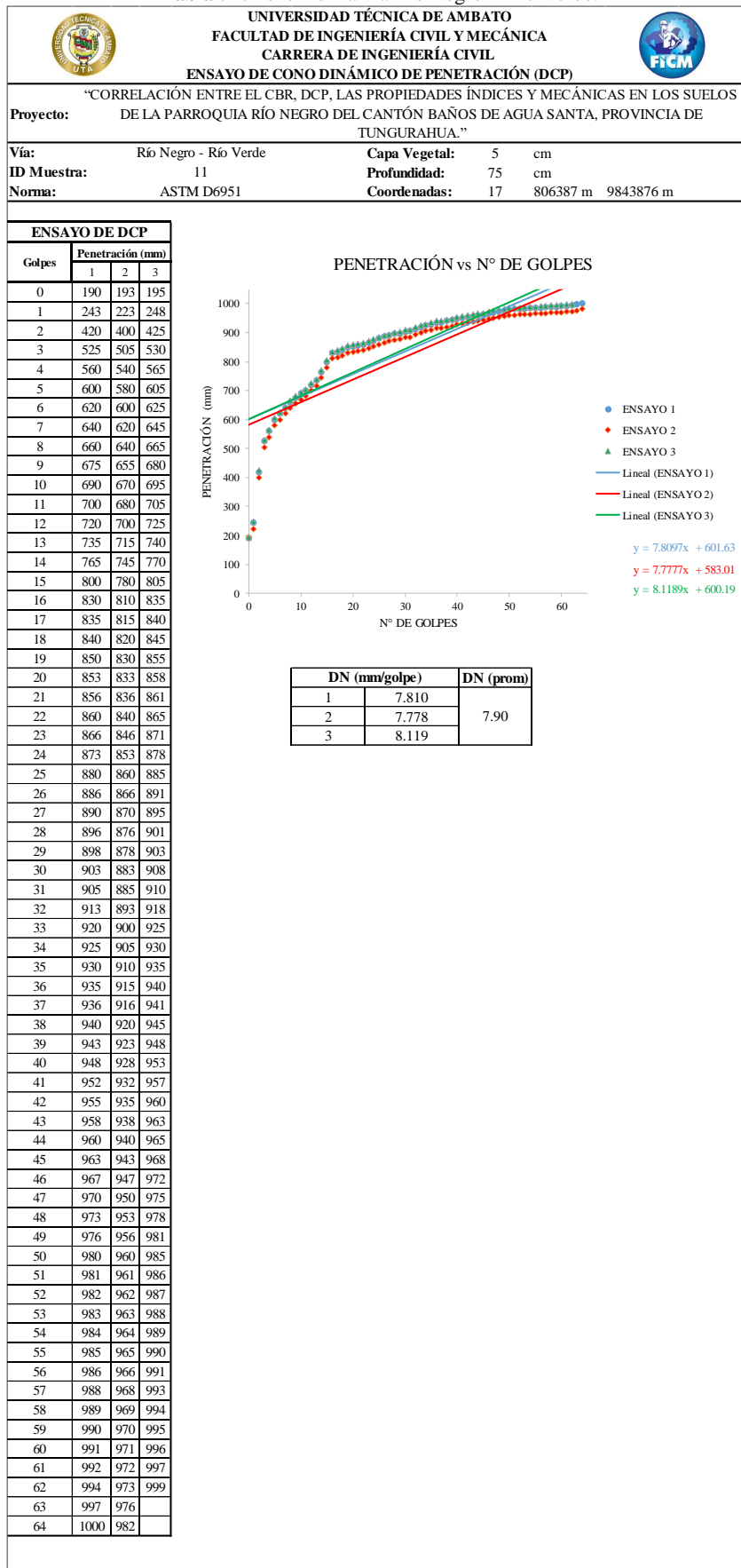
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 51: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.



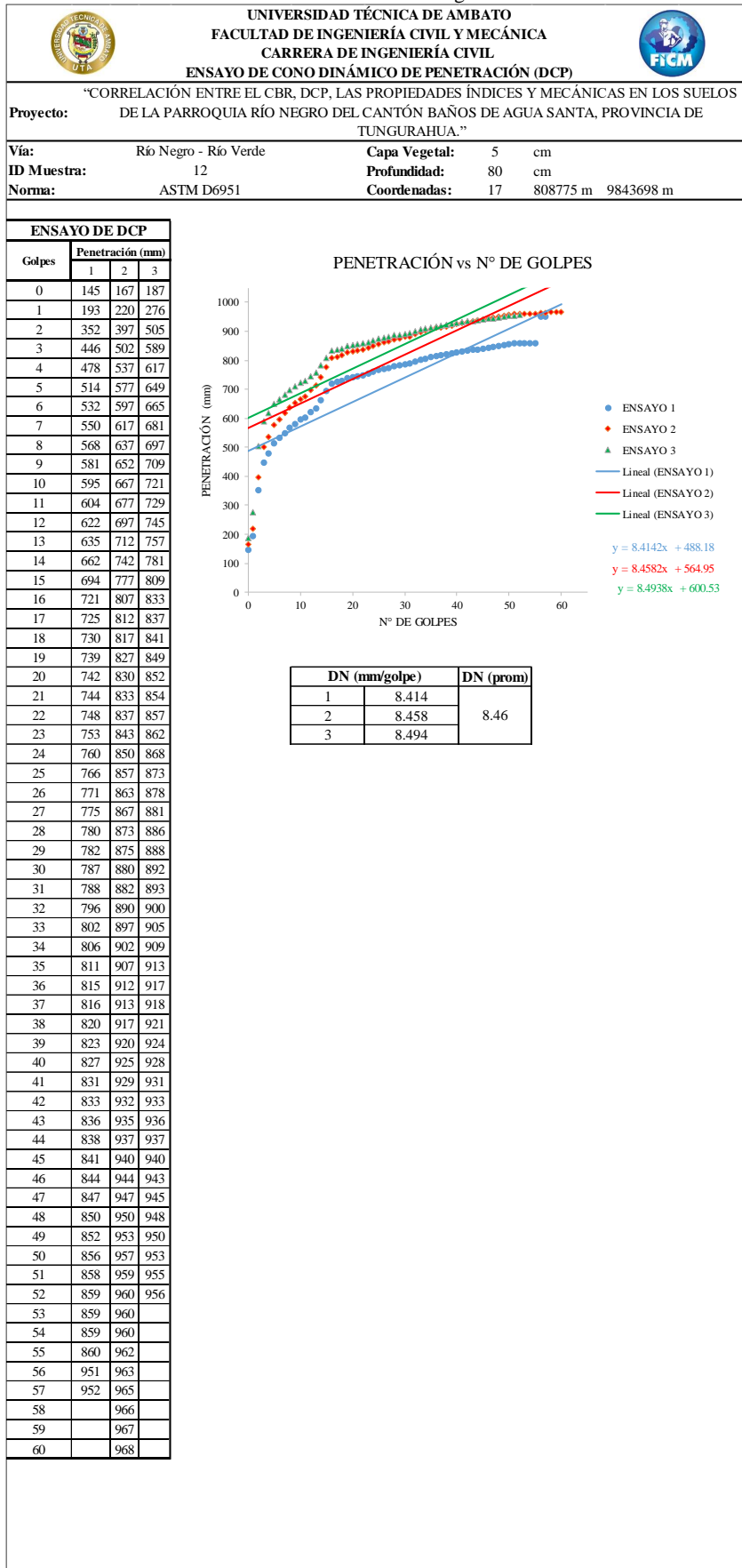
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 52: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.



Autor: José Luis López Sánchez.




Tabla 53: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.



Autor: José Luis López Sánchez.



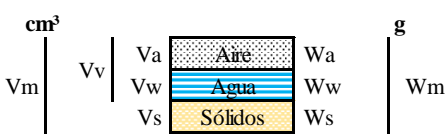
Densidad de campo

Tabla 54: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO	
				Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”			
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5	cm			
ID Muestra:	P1	Profundidad:	80	cm			
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17	813756 m	9843409 m		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO							
Peso de la masa del suelo + recipiente			1610	g			
Peso de recipiente (funda plastica)			2.5	g			
Peso de la masa del suelo (Wm)			1607.5	g			
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO							
Peso inicial frasco + cono + arena			6700	g			
Peso final frasco + cono + arena			3400	g			
Peso de la arena en el cono			1629	g			
Peso de la arena en el hueco			1671	g			
Calibración de la arena de Ottawa γsand			1.582	g/cm ³			
Volumen del hueco de la masa Vm			1056.26	cm ³			
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número		3	4	-			
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		130.50	110.20	g			
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		104.00	89.10	g			
Peso del agua (Ww)		26.50	21.10	g			
Peso del recipiente (Wr)		33.40	33.20	g			
Peso de la muestra seca (Ws)		70.60	55.90	g			
Contenido de humedad (ω)		37.54	37.75	%			
Promedio contenido de humedad (ω)		37.64		%			
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO							
cm^3 V_m		V_v		g W_m			
V_a		V_w		V_s			
		W_a		W_w		W_s	
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO							
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)			1.522	g/cm ³			
Densidad seca (γd)			1.106	g/cm ³			
Contenido de humedad (ω)			37.64	%			
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)			1.57	-			
Porosidad (n = Vv/Vm)			61.04	%			
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)			80.18	%			
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)			19.82	%			



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 55: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO																										
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																										
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5 cm																							
ID Muestra:	P2	Profundidad:	85 cm																							
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 814193 m 9841909 m																							
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO																										
Peso de la masa del suelo + recipiente	1234	g																								
Peso de recipiente (funda plastica)	2.5	g																								
Peso de la masa del suelo (Wm)	1231.5	g																								
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO																										
Peso inicial frasco + cono + arena	5745	g																								
Peso final frasco + cono + arena	2678	g																								
Peso de la arena en el cono	1629	g																								
Peso de la arena en el hueco	1438	g																								
Calibración de la arena de Ottawa γ_{sand}	1.582	g/cm ³																								
Volumen del hueco de la masa Vm	908.98	cm ³																								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD																										
Recipiente Número	8	5A	-																							
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.40	130.10	g																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	91.60	107.50	g																							
Peso del agua (Ww)	18.80	22.60	g																							
Peso del recipiente (Wr)	31.20	33.40	g																							
Peso de la muestra seca (Ws)	60.40	74.10	g																							
Contenido de humedad (ω)	31.13	30.50	%																							
Promedio contenido de humedad (ω)	30.81		%																							
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Volúmenes</th> <th colspan="2">Masas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vv =</td> <td>40.61</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Va =</td> <td>21.81</td> <td>Wa =</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Vw =</td> <td>18.80</td> <td>Ww =</td> <td>18.80</td> </tr> <tr> <td>Vs =</td> <td>27.96</td> <td>Ws =</td> <td>74.10</td> </tr> <tr> <td>Vm =</td> <td>68.57</td> <td>Wm =</td> <td>92.90</td> </tr> </tbody> </table>	Volúmenes		Masas		Vv =	40.61			Va =	21.81	Wa =	0.00	Vw =	18.80	Ww =	18.80	Vs =	27.96	Ws =	74.10	Vm =	68.57	Wm =	92.90
Volúmenes		Masas																								
Vv =	40.61																									
Va =	21.81	Wa =	0.00																							
Vw =	18.80	Ww =	18.80																							
Vs =	27.96	Ws =	74.10																							
Vm =	68.57	Wm =	92.90																							
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO																										
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1.355	g/cm ³																								
Densidad seca (γ_d)	1.036	g/cm ³																								
Contenido de humedad (ω)	30.81	%																								
Relación de vacíos ($e = Vv / Vs$)	1.45	-																								
Porosidad ($n = Vv / Vm$)	59.22	%																								
Grado de saturación de agua ($G_w = Ww / Vv$)	46.30	%																								
Grado de saturación de aire ($G_a = Va / Vv$)	53.70	%																								



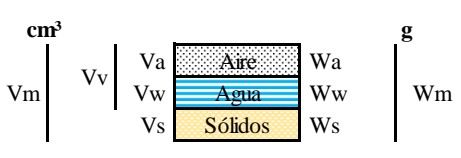
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 56: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO				
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”				
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)	Capa Vegetal:	5 cm	
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75 cm	
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 811690 m 9843711 m	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente		1507	g	
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1504.5	g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena		6900	g	
Peso final frasco + cono + arena		3800	g	
Peso de la arena en el cono		1629	g	
Peso de la arena en el hueco		1471	g	
Calibración de la arena de Ottawa γsand		1.582	g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm		929.84	cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número		7	6A -	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		229.70	190.20 g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		203.50	170.90 g	
Peso del agua (Ww)		26.20	19.30 g	
Peso del recipiente (Wr)		32.80	32.20 g	
Peso de la muestra seca (Ws)		170.70	138.70 g	
Contenido de humedad (ω)		15.35	13.91 %	
Promedio contenido de humedad (ω)		14.63	%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
$V_m \left \begin{array}{l} V_v \\ V_w \\ V_s \end{array} \right. \begin{array}{l} V_a \\ V_w \\ V_s \end{array} \begin{array}{l} \text{Aire} \\ \text{Agua} \\ \text{Sólidos} \end{array} \begin{array}{l} W_a \\ W_w \\ W_s \end{array} \left \begin{array}{l} W_m \end{array} \right.$	Volúmenes		Masas	
	Vv =	49.57	Wa =	0.00
	Va =	23.37	Vw =	26.20
	Vw =	26.20	Vs =	138.70
	Vs =	52.34	Vm =	164.90
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1.618	g/cm ³	
Densidad seca (γd)		1.412	g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		14.63	%	
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		0.95	-	
Porosidad (n = Vv/Vm)		48.64	%	
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)		52.85	%	
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)		47.15	%	



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 57: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO				
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."				
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)	Capa Vegetal:	5 cm	
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm	
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 812921 m 9843856 m	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente		1476	gr	
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	gr	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1473.5	gr	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena		5980	gr	
Peso final frasco + cono + arena		3005	gr	
Peso de la arena en el cono		1629	gr	
Peso de la arena en el hueco		1346	gr	
Calibración de la arena de Ottawa γ sand		1.582	g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm		850.82	cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número	12	1A	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	180.70	210.30	gr	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	160.30	185.40	gr	
Peso del agua (Ww)	20.40	24.90	gr	
Peso del recipiente (Wr)	31.40	30.40	gr	
Peso de la muestra seca (Ws)	128.90	155.00	gr	
Contenido de humedad (ω)	15.83	16.06	%	
Promedio contenido de humedad (ω)		15.95	%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
	Volúmenes		Masas	
	Vv =	42.79	Wa =	0.00
	Va =	22.39	Ww =	20.40
	Vw =	20.40	Ws =	155.00
	Vs =	58.49	Wm =	175.40
Vm =	101.28			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.732	g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)		1.494	g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		15.95	%	
Relación de vacíos ($e = Vv / Vs$)		0.73	-	
Porosidad ($n = Vv/Vm$)		42.25	%	
Grado de saturación de agua ($G_w = Vw/Vv$)		47.68	%	
Grado de saturación de aire ($G_a = Va/Vv$)		52.32	%	



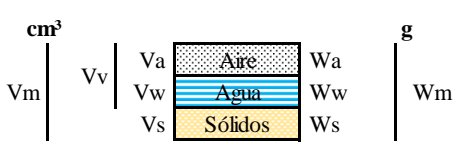
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 58: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO			
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”			
Vía:	Río Negro - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P1	Profundidad:	70 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 812024 m 9849225 m
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		1896	g
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)		1893.5	g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO			
Peso inicial frasco + cono + arena		5450	g
Peso final frasco + cono + arena		2005	g
Peso de la arena en el cono		1629	g
Peso de la arena en el hueco		1816	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand		1.582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm		1147.91	cm ³
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número		30	5B -
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		164.90	160.40 g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		123.30	120.20 g
Peso del agua (Ww)		41.60	40.20 g
Peso del recipiente (Wr)		33.40	32.20 g
Peso de la muestra seca (Ws)		89.90	88.00 g
Contenido de humedad (ω)		46.27	45.68 %
Promedio contenido de humedad (ω)		45.98	%
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO			
		Volúmenes Vv = 44.51 Va = 4.31 Vw = 40.20 Vs = 33.21 Vm = 77.72	Masas Wa = 0.00 Ww = 40.20 Ws = 88.00 Wm = 128.20
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1.650	g/cm ³
Densidad seca (γd)		1.130	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)		45.98	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		1.34	-
Porosidad (n = Vv/Vm)		57.27	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)		90.31	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)		9.69	%



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 59: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO				
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”				
Vía:	Río Negro - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm	
ID Muestra:	P2	Profundidad:	85 cm	
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 811415 m 9853136 m	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente		1655	g	
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1652.5	g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena		5530	g	
Peso final frasco + cono + arena		2415	g	
Peso de la arena en el cono		1629	g	
Peso de la arena en el hueco		1486	g	
Calibración de la arena de Ottawa γ sand		1.582	g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm		939.32	cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número	4B	13	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	130.80	174.30	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	103.40	134.10	g	
Peso del agua (Ww)	27.40	40.20	g	
Peso del recipiente (Wr)	31.70	31.10	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	71.70	103.00	g	
Contenido de humedad (ω)	38.21	39.03	%	
Promedio contenido de humedad (ω)		38.62	%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
	Volúmenes		Masas	
	Vv =	42.53		
	Va =	2.33	Wa =	0.00
	Vw =	40.20	Ww =	40.20
	Vs =	38.87	Ws =	103.00
Vm =	81.40	Wm =	143.20	
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.759	g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)		1.269	g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		38.62	%	
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		1.09	-	
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		52.25	%	
Grado de saturación de agua ($G_w = W_w / V_w$)		94.52	%	
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		5.48	%	



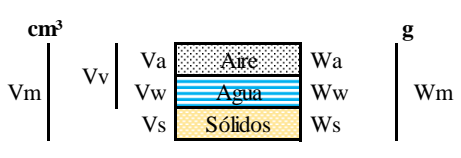
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 60: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO					
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm		
ID Muestra:	P3	Profundidad:	80 cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 812579 m 9844307 m		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1684	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1681.5	g		
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO					
Peso inicial frasco + cono + arena		6200	g		
Peso final frasco + cono + arena		2900	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1671	g		
Calibración de la arena de Ottawa γsand		1.582	g/cm ³		
Volumen del hueco de la masa Vm		1056.26	cm ³		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente Número		46	41		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		201.60	179.30		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		158.00	142.10		
Peso del agua (Ww)		43.60	37.20		
Peso del recipiente (Wr)		30.70	30.10		
Peso de la muestra seca (Ws)		127.30	112.00		
Contenido de humedad (ω)		34.25	33.21		
Promedio contenido de humedad (ω)		33.73			
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
		Volúmenes		Masas	
		Vv =	55.48		
		Va =	11.88	Wa =	0.00
		Vw =	43.60	Ww =	43.60
		Vs =	42.26	Ws =	112.00
		Vm =	97.74	Wm =	155.60
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)			1.592	g/cm ³	
Densidad seca (γd)			1.190	g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)			38.93	%	
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)			1.31	-	
Porosidad (n = Vv/Vm)			56.76	%	
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)			78.59	%	
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)			21.41	%	



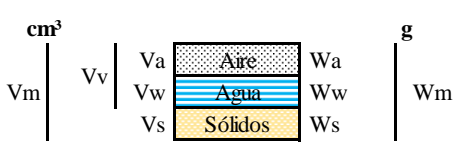
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 61: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO			
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”			
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P4	Profundidad:	85 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 812294 m 9846955 m
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		1475	g
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)		1472.5	g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO			
Peso inicial frasco + cono + arena		5970	g
Peso final frasco + cono + arena		2965	g
Peso de la arena en el cono		1629	g
Peso de la arena en el hueco		1376	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand		1.582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm		869.79	cm ³
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número		52	44 -
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		180.30	154.80 g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		149.20	128.40 g
Peso del agua (Ww)		31.10	26.40 g
Peso del recipiente (Wr)		31.20	30.20 g
Peso de la muestra seca (Ws)		118.00	98.20 g
Contenido de humedad (ω)		26.36	26.88 %
Promedio contenido de humedad (ω)			26.36 %
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO			
		Volúmenes Vv = 39.32 Va = 8.22 Vw = 31.10 Vs = 37.06 Vm = 76.38	Masas Wa = 0.00 Ww = 31.10 Ws = 98.20 Wm = 129.30
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1.693	g/cm ³
Densidad seca (γd)		1.340	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)		31.67	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		1.06	-
Porosidad (n = Vv/Vm)		51.48	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)		79.10	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)		20.90	%



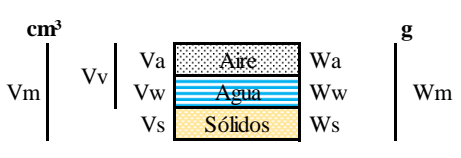
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 62: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO			
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”			
Vía:	Río Negro - La Estancia	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 810224 m 9842924 m
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		1606	g
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)		1603.5	g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO			
Peso inicial frasco + cono + arena		6300	g
Peso final frasco + cono + arena		3100	g
Peso de la arena en el cono		1629	g
Peso de la arena en el hueco		1571	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand		1.582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm		993.05	cm ³
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número		81	12A -
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		221.80	223.40 g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		170.50	172.40 g
Peso del agua (Ww)		51.30	51.00 g
Peso del recipiente (Wr)		30.20	30.50 g
Peso de la muestra seca (Ws)		140.30	141.90 g
Contenido de humedad (ω)		36.56	35.94 %
Promedio contenido de humedad (ω)		36.25	%
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO			
		Volúmenes	Masas
Vm	Vv	Vv =	65.71
Va	Wa	Va =	14.41
Vw	Ww	Vw =	51.30
Vs	Ws	Vs =	52.94
	Wm	Vm =	118.66
		Wa =	0.00
		Ww =	51.30
		Ws =	140.30
		Wm =	191.60
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1.615	g/cm ³
Densidad seca (γd)		1.185	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)		36.56	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		1.24	-
Porosidad (n = Vv/Vm)		55.38	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)		78.07	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)		21.93	%



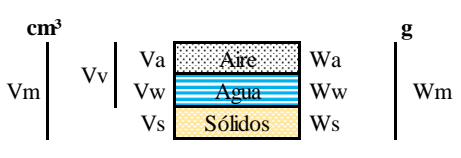
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 63: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO					
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
Vía:	Río Negro - La Estancia	Capa Vegetal:	5 cm		
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 808742 m 9840053 m		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1947	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1944.5	g		
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO					
Peso inicial frasco + cono + arena		6000	g		
Peso final frasco + cono + arena		2450	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1921	g		
Calibración de la arena de Ottawa γ sand		1.582	g/cm ³		
Volumen del hueco de la masa Vm		1214.29	cm ³		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente Número	99	25A	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	175.50	175.60	g		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	135.00	134.70	g		
Peso del agua (Ww)	40.50	40.90	g		
Peso del recipiente (Wr)	33.00	32.10	g		
Peso de la muestra seca (Ws)	102.00	102.60	g		
Contenido de humedad (ω)	39.71	39.86	%		
Promedio contenido de humedad (ω)	39.78		%		
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
		Volúmenes			
		Vv =	50.50	Masas	
		Va =	10.00	Wa =	0.00
		Vw =	40.50	Ww =	40.50
		Vs =	38.49	Ws =	102.00
Vm =	88.99	Wm =	142.50		
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.601	g/cm ³		
Densidad seca (γ_d)		1.146	g/cm ³		
Contenido de humedad (ω)		39.71	%		
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		1.31	-		
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		56.75	%		
Grado de saturación de agua ($G_w = W_w / V_v$)		80.20	%		
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		19.80	%		



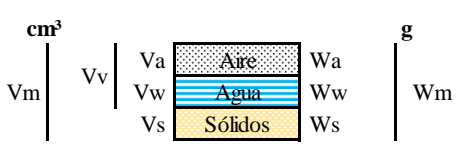
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 64: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO			
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”			
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 806387 m 9843876 m
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		1412	g
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)		1409.5	g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO			
Peso inicial frasco + cono + arena		6000	g
Peso final frasco + cono + arena		3200	g
Peso de la arena en el cono		1629	g
Peso de la arena en el hueco		1171	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand		1.582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm		740.20	cm ³
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número		97	44A -
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		203.90	210.40 g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		173.10	178.80 g
Peso del agua (Ww)		30.80	31.60 g
Peso del recipiente (Wr)		33.20	33.50 g
Peso de la muestra seca (Ws)		139.90	145.30 g
Contenido de humedad (ω)		22.02	21.75 %
Promedio contenido de humedad (ω)			21.88 %
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO			
		Volúmenes Vv = 38.07 Va = 6.47 Vw = 31.60 Vs = 54.83 Vm = 92.90	Masas Wa = 0.00 Ww = 31.60 Ws = 145.30 Wm = 176.90
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1.904	g/cm ³
Densidad seca (γd)		1.562	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)		21.75	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		0.69	-
Porosidad (n = Vv/Vm)		40.98	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)		83.01	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)		16.99	%

Autor: José Luis López Sánchez.



Tabla 65: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO			
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”			
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 808775 m 9843698 m
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		1327	g
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)		1324.5	g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO			
Peso inicial frasco + cono + arena		5345	g
Peso final frasco + cono + arena		2650	g
Peso de la arena en el cono		1629	g
Peso de la arena en el hueco		1066	g
Calibración de la arena de Ottawa γ sand		1.582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm		673.83	cm ³
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número		3C	100
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		195.40	203.40 g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		169.20	175.20 g
Peso del agua (Ww)		26.20	28.20 g
Peso del recipiente (Wr)		32.40	33.50 g
Peso de la muestra seca (Ws)		136.80	141.70 g
Contenido de humedad (ω)		19.15	19.90 %
Promedio contenido de humedad (ω)			19.53 %
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO			
		Volúmenes	Masas
Vm	Vv	Va	Wa
	Vw	Vw	Ww
	Vs	Vs	Ws
		Wm	
		Vv =	32.96
		Va =	4.76
		Vw =	28.20
		Vs =	53.47
		Vm =	86.44
		Wa =	0.00
		Ww =	28.20
		Ws =	141.70
		Wm =	169.90
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.966	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)		1.645	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)		19.90	%
Relación de vacíos ($e = Vv / Vs$)		0.62	-
Porosidad ($n = Vv/Vm$)		38.14	%
Grado de saturación de agua ($G_w = Ww/Vw$)		85.55	%
Grado de saturación de aire ($G_a = Va/Vv$)		14.45	%

Autor: José Luis López Sánchez.

Contenido de humedad natural

Tabla 66: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P1	Profundidad:	80 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 813756 m 9843409 m																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 12.5%;">1</th> <th style="width: 12.5%;">3</th> <th style="width: 12.5%;">4</th> <th style="width: 12.5%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>120.30</td> <td>130.50</td> <td>110.20</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>96.60</td> <td>104.00</td> <td>89.10</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>23.70</td> <td>26.50</td> <td>21.10</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.20</td> <td>33.40</td> <td>33.20</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>64.40</td> <td>70.60</td> <td>55.90</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>36.80</td> <td>37.54</td> <td>37.75</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">37.36</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	1	3	4		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	120.30	130.50	110.20	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	96.60	104.00	89.10	g	Peso del agua (Ww)	23.70	26.50	21.10	g	Peso del recipiente (Wr)	32.20	33.40	33.20	g	Peso de la muestra seca (Ws)	64.40	70.60	55.90	g	Contenido de humedad (ω)	36.80	37.54	37.75	%	Promedio contenido de humedad (ω)	37.36			%
Recipiente Número	1	3	4																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	120.30	130.50	110.20	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	96.60	104.00	89.10	g																																							
Peso del agua (Ww)	23.70	26.50	21.10	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	32.20	33.40	33.20	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	64.40	70.60	55.90	g																																							
Contenido de humedad (ω)	36.80	37.54	37.75	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	37.36			%																																							



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 67: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P2	Profundidad:	85 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 814193 m 9841909 m																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 12.5%;">8</th> <th style="width: 12.5%;">9A</th> <th style="width: 12.5%;">30.69</th> <th style="width: 12.5%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>110.40</td> <td>140.20</td> <td>130.10</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>91.60</td> <td>115.00</td> <td>107.50</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>18.80</td> <td>25.20</td> <td>22.60</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.20</td> <td>32.20</td> <td>33.40</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>60.40</td> <td>82.80</td> <td>74.10</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>31.13</td> <td>30.43</td> <td>30.50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">30.69</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	8	9A	30.69		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.40	140.20	130.10	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	91.60	115.00	107.50	g	Peso del agua (Ww)	18.80	25.20	22.60	g	Peso del recipiente (Wr)	31.20	32.20	33.40	g	Peso de la muestra seca (Ws)	60.40	82.80	74.10	g	Contenido de humedad (ω)	31.13	30.43	30.50	%	Promedio contenido de humedad (ω)	30.69			%
Recipiente Número	8	9A	30.69																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.40	140.20	130.10	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	91.60	115.00	107.50	g																																							
Peso del agua (Ww)	18.80	25.20	22.60	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	31.20	32.20	33.40	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	60.40	82.80	74.10	g																																							
Contenido de humedad (ω)	31.13	30.43	30.50	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	30.69			%																																							


Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 68: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 811690 m 9843711 m																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>5</th> <th>7</th> <th>6A</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>200.20</td> <td>229.70</td> <td>190.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>181.80</td> <td>203.50</td> <td>170.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>18.40</td> <td>26.20</td> <td>19.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.50</td> <td>32.80</td> <td>32.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>149.30</td> <td>170.70</td> <td>138.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>12.32</td> <td>15.35</td> <td>13.91</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">13.86</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	5	7	6A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	200.20	229.70	190.20	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	181.80	203.50	170.90	g	Peso del agua (Ww)	18.40	26.20	19.30	g	Peso del recipiente (Wr)	32.50	32.80	32.20	g	Peso de la muestra seca (Ws)	149.30	170.70	138.70	g	Contenido de humedad (ω)	12.32	15.35	13.91	%	Promedio contenido de humedad (ω)	13.86			%
Recipiente Número	5	7	6A																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	200.20	229.70	190.20	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	181.80	203.50	170.90	g																																							
Peso del agua (Ww)	18.40	26.20	19.30	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	32.50	32.80	32.20	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	149.30	170.70	138.70	g																																							
Contenido de humedad (ω)	12.32	15.35	13.91	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	13.86			%																																							

Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 69: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 812921 m 9843856 m																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>12</th> <th>11</th> <th>1A</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>180.70</td> <td>179.20</td> <td>210.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>160.30</td> <td>160.20</td> <td>185.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>20.40</td> <td>19.00</td> <td>24.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.40</td> <td>32.50</td> <td>30.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>128.90</td> <td>127.70</td> <td>155.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>15.83</td> <td>14.88</td> <td>16.06</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">15.59</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	12	11	1A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	180.70	179.20	210.30	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	160.30	160.20	185.40	g	Peso del agua (Ww)	20.40	19.00	24.90	g	Peso del recipiente (Wr)	31.40	32.50	30.40	g	Peso de la muestra seca (Ws)	128.90	127.70	155.00	g	Contenido de humedad (ω)	15.83	14.88	16.06	%	Promedio contenido de humedad (ω)	15.59			%
Recipiente Número	12	11	1A																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	180.70	179.20	210.30	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	160.30	160.20	185.40	g																																							
Peso del agua (Ww)	20.40	19.00	24.90	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	31.40	32.50	30.40	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	128.90	127.70	155.00	g																																							
Contenido de humedad (ω)	15.83	14.88	16.06	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	15.59			%																																							

Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 70: Pozo 1 en la vía Río Negro - Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P1	Profundidad:	70 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 812024 m 9849225 m																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>4</th> <th>30</th> <th>5B</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>147.90</td> <td>164.90</td> <td>160.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>112.00</td> <td>123.30</td> <td>120.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>35.90</td> <td>41.60</td> <td>40.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.90</td> <td>33.40</td> <td>32.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>80.10</td> <td>89.90</td> <td>88.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>44.82</td> <td>46.27</td> <td>45.68</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">45.59</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	4	30	5B		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	147.90	164.90	160.40	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	112.00	123.30	120.20	g	Peso del agua (Ww)	35.90	41.60	40.20	g	Peso del recipiente (Wr)	31.90	33.40	32.20	g	Peso de la muestra seca (Ws)	80.10	89.90	88.00	g	Contenido de humedad (ω)	44.82	46.27	45.68	%	Promedio contenido de humedad (ω)	45.59			%
Recipiente Número	4	30	5B																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	147.90	164.90	160.40	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	112.00	123.30	120.20	g																																							
Peso del agua (Ww)	35.90	41.60	40.20	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	31.90	33.40	32.20	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	80.10	89.90	88.00	g																																							
Contenido de humedad (ω)	44.82	46.27	45.68	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	45.59			%																																							


Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 71: Pozo 2 en la vía Río Negro - Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P2	Profundidad:	85 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 811415 m 9853136 m																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>4B</th> <th>2B</th> <th>13</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>130.80</td> <td>140.50</td> <td>174.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>103.40</td> <td>110.20</td> <td>134.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>27.40</td> <td>30.30</td> <td>40.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.70</td> <td>30.80</td> <td>31.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>71.70</td> <td>79.40</td> <td>103.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>38.21</td> <td>38.16</td> <td>39.03</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">38.47</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	4B	2B	13		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	130.80	140.50	174.30	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	103.40	110.20	134.10	g	Peso del agua (Ww)	27.40	30.30	40.20	g	Peso del recipiente (Wr)	31.70	30.80	31.10	g	Peso de la muestra seca (Ws)	71.70	79.40	103.00	g	Contenido de humedad (ω)	38.21	38.16	39.03	%	Promedio contenido de humedad (ω)	38.47			%
Recipiente Número	4B	2B	13																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	130.80	140.50	174.30	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	103.40	110.20	134.10	g																																							
Peso del agua (Ww)	27.40	30.30	40.20	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	31.70	30.80	31.10	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	71.70	79.40	103.00	g																																							
Contenido de humedad (ω)	38.21	38.16	39.03	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	38.47			%																																							


Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 72: Pozo 3 en la vía Río Negro - El Topo - Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P3	Profundidad:	80 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 812579 m 9844307 m																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>43</th> <th>46</th> <th>41</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>170.10</td> <td>201.60</td> <td>179.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>136.70</td> <td>158.00</td> <td>142.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>33.40</td> <td>43.60</td> <td>37.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.40</td> <td>30.70</td> <td>30.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>104.30</td> <td>127.30</td> <td>112.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>32.02</td> <td>34.25</td> <td>33.21</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">33.16</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	43	46	41		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	170.10	201.60	179.30	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	136.70	158.00	142.10	g	Peso del agua (Ww)	33.40	43.60	37.20	g	Peso del recipiente (Wr)	32.40	30.70	30.10	g	Peso de la muestra seca (Ws)	104.30	127.30	112.00	g	Contenido de humedad (ω)	32.02	34.25	33.21	%	Promedio contenido de humedad (ω)	33.16			%
Recipiente Número	43	46	41																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	170.10	201.60	179.30	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	136.70	158.00	142.10	g																																							
Peso del agua (Ww)	33.40	43.60	37.20	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	32.40	30.70	30.10	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	104.30	127.30	112.00	g																																							
Contenido de humedad (ω)	32.02	34.25	33.21	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	33.16			%																																							



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 73: Pozo 4 en la vía Río Negro - El Topo - Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P4	Profundidad:	85 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 812294 m 9846955 m																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>5B-1</th> <th>52</th> <th>44</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>169.50</td> <td>180.30</td> <td>154.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>141.20</td> <td>149.20</td> <td>128.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>28.30</td> <td>31.10</td> <td>26.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.50</td> <td>31.20</td> <td>30.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>108.70</td> <td>118.00</td> <td>98.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>26.03</td> <td>26.36</td> <td>26.88</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">26.42</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	5B-1	52	44		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	169.50	180.30	154.80	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	141.20	149.20	128.40	g	Peso del agua (Ww)	28.30	31.10	26.40	g	Peso del recipiente (Wr)	32.50	31.20	30.20	g	Peso de la muestra seca (Ws)	108.70	118.00	98.20	g	Contenido de humedad (ω)	26.03	26.36	26.88	%	Promedio contenido de humedad (ω)	26.42			%
Recipiente Número	5B-1	52	44																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	169.50	180.30	154.80	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	141.20	149.20	128.40	g																																							
Peso del agua (Ww)	28.30	31.10	26.40	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	32.50	31.20	30.20	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	108.70	118.00	98.20	g																																							
Contenido de humedad (ω)	26.03	26.36	26.88	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	26.42			%																																							



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 74: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - La Estancia	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 810224 m 9842924 m																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>42</th> <th>81</th> <th>12A</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>236.20</td> <td>221.80</td> <td>223.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>183.10</td> <td>170.50</td> <td>172.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>53.10</td> <td>51.30</td> <td>51.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.70</td> <td>30.20</td> <td>30.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>151.40</td> <td>140.30</td> <td>141.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>35.07</td> <td>36.56</td> <td>35.94</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">35.86</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	42	81	12A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	236.20	221.80	223.40	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	183.10	170.50	172.40	g	Peso del agua (Ww)	53.10	51.30	51.00	g	Peso del recipiente (Wr)	31.70	30.20	30.50	g	Peso de la muestra seca (Ws)	151.40	140.30	141.90	g	Contenido de humedad (ω)	35.07	36.56	35.94	%	Promedio contenido de humedad (ω)	35.86			%
Recipiente Número	42	81	12A																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	236.20	221.80	223.40	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	183.10	170.50	172.40	g																																							
Peso del agua (Ww)	53.10	51.30	51.00	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	31.70	30.20	30.50	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	151.40	140.30	141.90	g																																							
Contenido de humedad (ω)	35.07	36.56	35.94	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	35.86			%																																							



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 75: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																											
Vía:	Río Negro - La Estancia	Capa Vegetal:	5 cm																																								
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm																																								
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 808742 m 9840053 m																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>87</th> <th>99</th> <th>25A</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>174.70</td> <td>175.50</td> <td>175.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>133.30</td> <td>135.00</td> <td>134.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>41.40</td> <td>40.50</td> <td>40.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>29.00</td> <td>33.00</td> <td>32.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>104.30</td> <td>102.00</td> <td>102.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>39.69</td> <td>39.71</td> <td>39.86</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">39.75</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	87	99	25A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	174.70	175.50	175.60	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	133.30	135.00	134.70	g	Peso del agua (Ww)	41.40	40.50	40.90	g	Peso del recipiente (Wr)	29.00	33.00	32.10	g	Peso de la muestra seca (Ws)	104.30	102.00	102.60	g	Contenido de humedad (ω)	39.69	39.71	39.86	%	Promedio contenido de humedad (ω)	39.75			%
Recipiente Número	87	99	25A																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	174.70	175.50	175.60	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	133.30	135.00	134.70	g																																							
Peso del agua (Ww)	41.40	40.50	40.90	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	29.00	33.00	32.10	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	104.30	102.00	102.60	g																																							
Contenido de humedad (ω)	39.69	39.71	39.86	%																																							
Promedio contenido de humedad (ω)	39.75			%																																							

Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 76: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																													
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5	cm																																									
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75	cm																																									
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17	806387 m	9843876 m																																								
<table border="1"> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>97</td> <td>102</td> <td>44A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>203.90</td> <td>227.20</td> <td>210.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>173.10</td> <td>193.00</td> <td>178.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>30.80</td> <td>34.20</td> <td>31.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>33.20</td> <td>32.20</td> <td>33.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>139.90</td> <td>160.80</td> <td>145.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>22.02</td> <td>21.27</td> <td>21.75</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">21.68</td> <td>%</td> </tr> </table>						Recipiente Número	97	102	44A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	203.90	227.20	210.40	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	173.10	193.00	178.80	g	Peso del agua (Ww)	30.80	34.20	31.60	g	Peso del recipiente (Wr)	33.20	32.20	33.50	g	Peso de la muestra seca (Ws)	139.90	160.80	145.30	g	Contenido de humedad (ω)	22.02	21.27	21.75	%	Promedio contenido de humedad (ω)	21.68			%
Recipiente Número	97	102	44A																																										
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	203.90	227.20	210.40	g																																									
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	173.10	193.00	178.80	g																																									
Peso del agua (Ww)	30.80	34.20	31.60	g																																									
Peso del recipiente (Wr)	33.20	32.20	33.50	g																																									
Peso de la muestra seca (Ws)	139.90	160.80	145.30	g																																									
Contenido de humedad (ω)	22.02	21.27	21.75	%																																									
Promedio contenido de humedad (ω)	21.68			%																																									

Autor: José Luis López Sánchez.



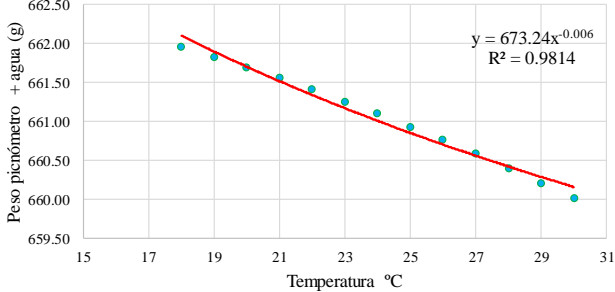
Tabla 77: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																													
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5	cm																																									
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80	cm																																									
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17	808775 m	9843698 m																																								
<table border="1"> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>3C</td> <td>100</td> <td>54B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>195.40</td> <td>203.40</td> <td>223.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>169.20</td> <td>175.20</td> <td>194.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>26.20</td> <td>28.20</td> <td>29.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.40</td> <td>33.50</td> <td>31.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>136.80</td> <td>141.70</td> <td>162.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>19.15</td> <td>19.90</td> <td>18.02</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="3">19.02</td> <td>%</td> </tr> </table>						Recipiente Número	3C	100	54B		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	195.40	203.40	223.50	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	169.20	175.20	194.20	g	Peso del agua (Ww)	26.20	28.20	29.30	g	Peso del recipiente (Wr)	32.40	33.50	31.60	g	Peso de la muestra seca (Ws)	136.80	141.70	162.60	g	Contenido de humedad (ω)	19.15	19.90	18.02	%	Promedio contenido de humedad (ω)	19.02			%
Recipiente Número	3C	100	54B																																										
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	195.40	203.40	223.50	g																																									
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	169.20	175.20	194.20	g																																									
Peso del agua (Ww)	26.20	28.20	29.30	g																																									
Peso del recipiente (Wr)	32.40	33.50	31.60	g																																									
Peso de la muestra seca (Ws)	136.80	141.70	162.60	g																																									
Contenido de humedad (ω)	19.15	19.90	18.02	%																																									
Promedio contenido de humedad (ω)	19.02			%																																									

Autor: José Luis López Sánchez.



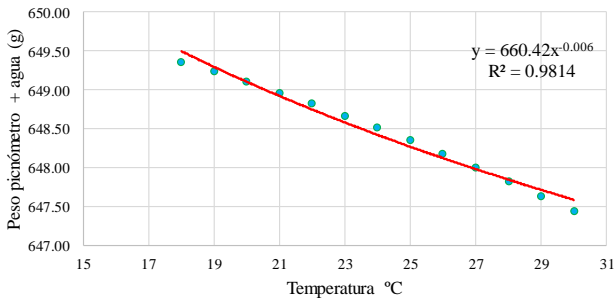
Gravedad específica

Tabla 78: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																		
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																			
Vía: Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal: 5 cm																																		
ID Muestra: P1	Profundidad: 80 cm																																		
Norma: AASHTO T100 2015	Coordenadas: 17 813756 m 9843409 m																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente Número</td><td style="text-align: center;">72</td><td></td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo</td><td style="text-align: center;">21.00</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco</td><td style="text-align: center;">302.70</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr)</td><td style="text-align: center;">254.10</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws)</td><td style="text-align: center;">48.60</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td><td style="text-align: center;">661.70</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td><td style="text-align: center;">710.30</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td><td style="text-align: center;">690.10</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw)</td><td style="text-align: center;">20.20</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td style="text-align: center;">0.99979</td><td></td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td style="text-align: center;">2.405</td><td></td></tr> </table>			Recipiente Número	72		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	302.70	g	Peso del recipiente (Wr)	254.10	g	Peso del suelo seco (Ws)	48.60	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	661.70	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	710.30	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	690.10	g	Desplazamiento de agua (Dw)	20.20	g	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979		Gravedad específica (Gs)	2.405	
Recipiente Número	72																																		
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	302.70	g																																	
Peso del recipiente (Wr)	254.10	g																																	
Peso del suelo seco (Ws)	48.60	g																																	
Peso picnómetro + agua (Wbw)	661.70	g																																	
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	710.30	g																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	690.10	g																																	
Desplazamiento de agua (Dw)	20.20	g																																	
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979																																		
Gravedad específica (Gs)	2.405																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th></tr> <tr><th>Temperatura °C</th><th>Masa (g)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>661.96</td></tr> <tr><td>19</td><td>661.83</td></tr> <tr><td>20</td><td>661.70</td></tr> <tr><td>21</td><td>661.56</td></tr> <tr><td>22</td><td>661.42</td></tr> <tr><td>23</td><td>661.26</td></tr> <tr><td>24</td><td>661.10</td></tr> <tr><td>25</td><td>660.93</td></tr> <tr><td>26</td><td>660.76</td></tr> <tr><td>27</td><td>660.58</td></tr> <tr><td>28</td><td>660.40</td></tr> <tr><td>29</td><td>660.20</td></tr> <tr><td>30</td><td>660.01</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	661.96	19	661.83	20	661.70	21	661.56	22	661.42	23	661.26	24	661.10	25	660.93	26	660.76	27	660.58	28	660.40	29	660.20	30	660.01			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	661.96																																		
19	661.83																																		
20	661.70																																		
21	661.56																																		
22	661.42																																		
23	661.26																																		
24	661.10																																		
25	660.93																																		
26	660.76																																		
27	660.58																																		
28	660.40																																		
29	660.20																																		
30	660.01																																		
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																			



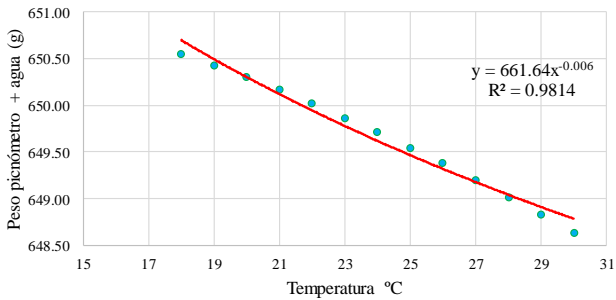
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 79: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																		
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																			
Vía: Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal: 5 cm																																		
ID Muestra: P2	Profundidad: 85 cm																																		
Norma: AASHTO T100 2015	Coordenadas: 17 814193 m 9841909 m																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente Número</td><td style="text-align: center;">75</td><td></td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo</td><td style="text-align: center;">22.00</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco</td><td style="text-align: center;">306.20</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr)</td><td style="text-align: center;">252.10</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws)</td><td style="text-align: center;">54.10</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td><td style="text-align: center;">649.10</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td><td style="text-align: center;">703.20</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td><td style="text-align: center;">680.70</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw)</td><td style="text-align: center;">22.50</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td style="text-align: center;">0.99957</td><td></td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td style="text-align: center;">2.403</td><td></td></tr> </table>			Recipiente Número	75		Temperatura del agua + suelo	22.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	306.20	g	Peso del recipiente (Wr)	252.10	g	Peso del suelo seco (Ws)	54.10	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	649.10	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	703.20	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	680.70	g	Desplazamiento de agua (Dw)	22.50	g	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957		Gravedad específica (Gs)	2.403	
Recipiente Número	75																																		
Temperatura del agua + suelo	22.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	306.20	g																																	
Peso del recipiente (Wr)	252.10	g																																	
Peso del suelo seco (Ws)	54.10	g																																	
Peso picnómetro + agua (Wbw)	649.10	g																																	
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	703.20	g																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	680.70	g																																	
Desplazamiento de agua (Dw)	22.50	g																																	
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957																																		
Gravedad específica (Gs)	2.403																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th></tr> <tr><th>Temperatura °C</th><th>Masa (g)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>649.35</td></tr> <tr><td>19</td><td>649.23</td></tr> <tr><td>20</td><td>649.10</td></tr> <tr><td>21</td><td>648.96</td></tr> <tr><td>22</td><td>648.82</td></tr> <tr><td>23</td><td>648.67</td></tr> <tr><td>24</td><td>648.51</td></tr> <tr><td>25</td><td>648.35</td></tr> <tr><td>26</td><td>648.18</td></tr> <tr><td>27</td><td>648.00</td></tr> <tr><td>28</td><td>647.82</td></tr> <tr><td>29</td><td>647.63</td></tr> <tr><td>30</td><td>647.44</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	649.35	19	649.23	20	649.10	21	648.96	22	648.82	23	648.67	24	648.51	25	648.35	26	648.18	27	648.00	28	647.82	29	647.63	30	647.44			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	649.35																																		
19	649.23																																		
20	649.10																																		
21	648.96																																		
22	648.82																																		
23	648.67																																		
24	648.51																																		
25	648.35																																		
26	648.18																																		
27	648.00																																		
28	647.82																																		
29	647.63																																		
30	647.44																																		
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																			



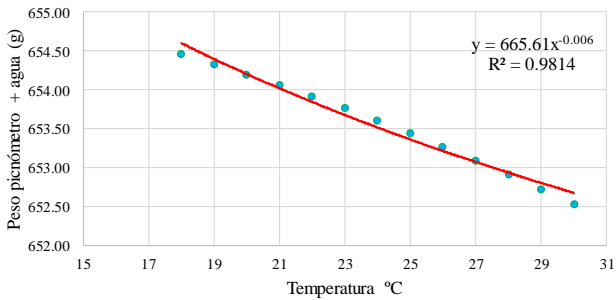
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 80: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																		
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																			
Vía: Río Negro - Mera (Acceso 2)	Capa Vegetal: 5 cm																																		
ID Muestra: P1	Profundidad: 75 cm																																		
Norma: AASHTO T100 2015	Coordenadas: 17 811690 m 9843711 m																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td style="text-align: center;">69</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td style="text-align: center;">22.00</td> <td style="text-align: center;">°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td style="text-align: center;">309.50</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td style="text-align: center;">260.30</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws)</td> <td style="text-align: center;">49.20</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td> <td style="text-align: center;">650.30</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td> <td style="text-align: center;">699.50</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td> <td style="text-align: center;">679.60</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw)</td> <td style="text-align: center;">19.90</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td style="text-align: center;">0.99957</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td style="text-align: center;">2.471</td> <td></td> </tr> </table>			Recipiente Número	69		Temperatura del agua + suelo	22.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	309.50	g	Peso del recipiente (Wr)	260.30	g	Peso del suelo seco (Ws)	49.20	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	650.30	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	699.50	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	679.60	g	Desplazamiento de agua (Dw)	19.90	g	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957		Gravedad específica (Gs)	2.471	
Recipiente Número	69																																		
Temperatura del agua + suelo	22.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	309.50	g																																	
Peso del recipiente (Wr)	260.30	g																																	
Peso del suelo seco (Ws)	49.20	g																																	
Peso picnómetro + agua (Wbw)	650.30	g																																	
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	699.50	g																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	679.60	g																																	
Desplazamiento de agua (Dw)	19.90	g																																	
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957																																		
Gravedad específica (Gs)	2.471																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>650.55</td></tr> <tr><td>19</td><td>650.43</td></tr> <tr><td>20</td><td>650.30</td></tr> <tr><td>21</td><td>650.16</td></tr> <tr><td>22</td><td>650.02</td></tr> <tr><td>23</td><td>649.86</td></tr> <tr><td>24</td><td>649.71</td></tr> <tr><td>25</td><td>649.55</td></tr> <tr><td>26</td><td>649.38</td></tr> <tr><td>27</td><td>649.20</td></tr> <tr><td>28</td><td>649.02</td></tr> <tr><td>29</td><td>648.83</td></tr> <tr><td>30</td><td>648.64</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	650.55	19	650.43	20	650.30	21	650.16	22	650.02	23	649.86	24	649.71	25	649.55	26	649.38	27	649.20	28	649.02	29	648.83	30	648.64			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	650.55																																		
19	650.43																																		
20	650.30																																		
21	650.16																																		
22	650.02																																		
23	649.86																																		
24	649.71																																		
25	649.55																																		
26	649.38																																		
27	649.20																																		
28	649.02																																		
29	648.83																																		
30	648.64																																		
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																			



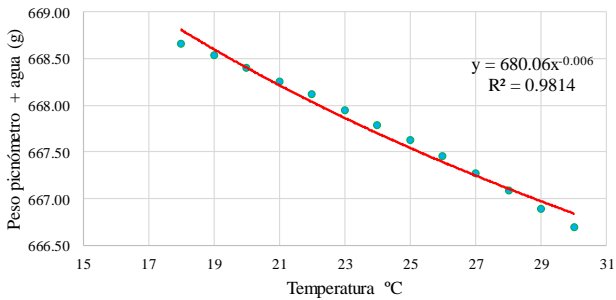
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 81: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																		
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																			
Vía: Río Negro - Mera (Acceso 2)	Capa Vegetal: 5 cm																																		
ID Muestra: P2	Profundidad: 80 cm																																		
Norma: AASHTO T100 2015	Coordenadas: 17 812921 m 9843856 m																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>76D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>20.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>340.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>297.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws)</td> <td>42.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td> <td>654.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td> <td>696.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td> <td>679.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw)</td> <td>17.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>1.00000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.477</td> <td></td> </tr> </table>			Recipiente Número	76D		Temperatura del agua + suelo	20.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	340.40	g	Peso del recipiente (Wr)	297.80	g	Peso del suelo seco (Ws)	42.60	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	654.20	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	696.80	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	679.60	g	Desplazamiento de agua (Dw)	17.20	g	Factor de corrección por temperatura (K)	1.00000		Gravedad específica (Gs)	2.477	
Recipiente Número	76D																																		
Temperatura del agua + suelo	20.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	340.40	g																																	
Peso del recipiente (Wr)	297.80	g																																	
Peso del suelo seco (Ws)	42.60	g																																	
Peso picnómetro + agua (Wbw)	654.20	g																																	
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	696.80	g																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	679.60	g																																	
Desplazamiento de agua (Dw)	17.20	g																																	
Factor de corrección por temperatura (K)	1.00000																																		
Gravedad específica (Gs)	2.477																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>654.46</td></tr> <tr><td>19</td><td>654.33</td></tr> <tr><td>20</td><td>654.20</td></tr> <tr><td>21</td><td>654.06</td></tr> <tr><td>22</td><td>653.92</td></tr> <tr><td>23</td><td>653.76</td></tr> <tr><td>24</td><td>653.60</td></tr> <tr><td>25</td><td>653.44</td></tr> <tr><td>26</td><td>653.27</td></tr> <tr><td>27</td><td>653.09</td></tr> <tr><td>28</td><td>652.91</td></tr> <tr><td>29</td><td>652.72</td></tr> <tr><td>30</td><td>652.53</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	654.46	19	654.33	20	654.20	21	654.06	22	653.92	23	653.76	24	653.60	25	653.44	26	653.27	27	653.09	28	652.91	29	652.72	30	652.53			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	654.46																																		
19	654.33																																		
20	654.20																																		
21	654.06																																		
22	653.92																																		
23	653.76																																		
24	653.60																																		
25	653.44																																		
26	653.27																																		
27	653.09																																		
28	652.91																																		
29	652.72																																		
30	652.53																																		
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																			



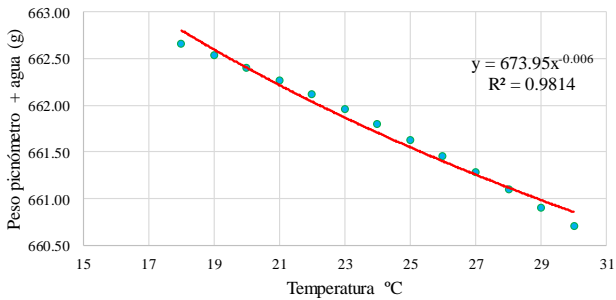
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 82: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																				
Vía:	Río Negro - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm																																	
ID Muestra:	P1	Profundidad:	70 cm																																	
Norma:	AASHTO T100 2015	Coordenadas:	17 812024 m 9849225 m																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>73</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>20.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>305.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>257.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws)</td> <td>48.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td> <td>668.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td> <td>717.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td> <td>697.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw)</td> <td>19.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>1.00000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.472</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	73		Temperatura del agua + suelo	20.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	305.90	g	Peso del recipiente (Wr)	257.20	g	Peso del suelo seco (Ws)	48.70	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	668.40	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	717.10	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	697.40	g	Desplazamiento de agua (Dw)	19.70	g	Factor de corrección por temperatura (K)	1.00000		Gravedad específica (Gs)	2.472	
Recipiente Número	73																																			
Temperatura del agua + suelo	20.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	305.90	g																																		
Peso del recipiente (Wr)	257.20	g																																		
Peso del suelo seco (Ws)	48.70	g																																		
Peso picnómetro + agua (Wbw)	668.40	g																																		
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	717.10	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	697.40	g																																		
Desplazamiento de agua (Dw)	19.70	g																																		
Factor de corrección por temperatura (K)	1.00000																																			
Gravedad específica (Gs)	2.472																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>668.66</td></tr> <tr><td>19</td><td>668.53</td></tr> <tr><td>20</td><td>668.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>668.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>668.11</td></tr> <tr><td>23</td><td>667.95</td></tr> <tr><td>24</td><td>667.79</td></tr> <tr><td>25</td><td>667.62</td></tr> <tr><td>26</td><td>667.45</td></tr> <tr><td>27</td><td>667.27</td></tr> <tr><td>28</td><td>667.08</td></tr> <tr><td>29</td><td>666.89</td></tr> <tr><td>30</td><td>666.69</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	668.66	19	668.53	20	668.40	21	668.26	22	668.11	23	667.95	24	667.79	25	667.62	26	667.45	27	667.27	28	667.08	29	666.89	30	666.69			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura °C	Masa (g)																																			
18	668.66																																			
19	668.53																																			
20	668.40																																			
21	668.26																																			
22	668.11																																			
23	667.95																																			
24	667.79																																			
25	667.62																																			
26	667.45																																			
27	667.27																																			
28	667.08																																			
29	666.89																																			
30	666.69																																			
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																				



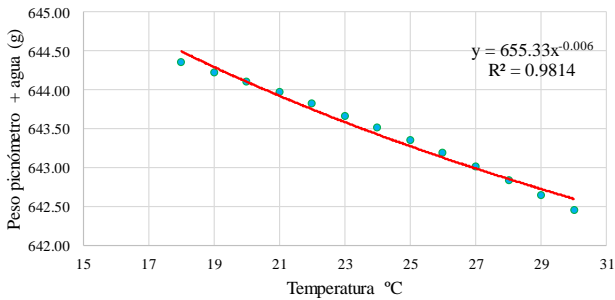
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 83: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																		
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																			
Vía: Río Negro - Azuay ID Muestra: P2 Norma: AASHTO T100 2015	Capa Vegetal: 5 cm Profundidad: 85 cm Coordenadas: 17 811415 m 9853136 m																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente Número</td><td style="text-align: center;">77</td><td></td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo</td><td style="text-align: center;">21.00</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco</td><td style="text-align: center;">300.80</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr)</td><td style="text-align: center;">242.15</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws)</td><td style="text-align: center;">58.65</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td><td style="text-align: center;">662.40</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td><td style="text-align: center;">721.05</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td><td style="text-align: center;">697.40</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw)</td><td style="text-align: center;">23.65</td><td style="text-align: center;">g</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td style="text-align: center;">0.99979</td><td></td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td style="text-align: center;">2.479</td><td></td></tr> </table>			Recipiente Número	77		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	300.80	g	Peso del recipiente (Wr)	242.15	g	Peso del suelo seco (Ws)	58.65	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	662.40	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	721.05	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	697.40	g	Desplazamiento de agua (Dw)	23.65	g	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979		Gravedad específica (Gs)	2.479	
Recipiente Número	77																																		
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	300.80	g																																	
Peso del recipiente (Wr)	242.15	g																																	
Peso del suelo seco (Ws)	58.65	g																																	
Peso picnómetro + agua (Wbw)	662.40	g																																	
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	721.05	g																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	697.40	g																																	
Desplazamiento de agua (Dw)	23.65	g																																	
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979																																		
Gravedad específica (Gs)	2.479																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th></tr> <tr><th>Temperatura °C</th><th>Masa (g)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>662.66</td></tr> <tr><td>19</td><td>662.53</td></tr> <tr><td>20</td><td>662.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>662.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>662.12</td></tr> <tr><td>23</td><td>661.96</td></tr> <tr><td>24</td><td>661.80</td></tr> <tr><td>25</td><td>661.63</td></tr> <tr><td>26</td><td>661.46</td></tr> <tr><td>27</td><td>661.28</td></tr> <tr><td>28</td><td>661.10</td></tr> <tr><td>29</td><td>660.90</td></tr> <tr><td>30</td><td>660.70</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	662.66	19	662.53	20	662.40	21	662.26	22	662.12	23	661.96	24	661.80	25	661.63	26	661.46	27	661.28	28	661.10	29	660.90	30	660.70			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	662.66																																		
19	662.53																																		
20	662.40																																		
21	662.26																																		
22	662.12																																		
23	661.96																																		
24	661.80																																		
25	661.63																																		
26	661.46																																		
27	661.28																																		
28	661.10																																		
29	660.90																																		
30	660.70																																		
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																			



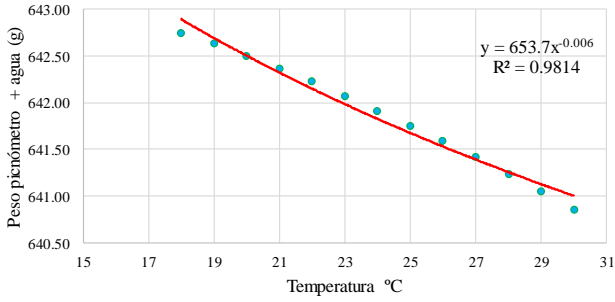
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 84: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																				
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay	Capa Vegetal:	5 cm																																	
ID Muestra:	P3	Profundidad:	80 cm																																	
Norma:	AASHTO T100 2015	Coordenadas:	17 812579 m 9844307 m																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>67</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>21.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>302.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>254.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws)</td> <td>47.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td> <td>644.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td> <td>692.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td> <td>671.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw)</td> <td>20.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>0.99979</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.302</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	67		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	302.00	g	Peso del recipiente (Wr)	254.10	g	Peso del suelo seco (Ws)	47.90	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	644.10	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	692.00	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	671.20	g	Desplazamiento de agua (Dw)	20.80	g	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979		Gravedad específica (Gs)	2.302	
Recipiente Número	67																																			
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	302.00	g																																		
Peso del recipiente (Wr)	254.10	g																																		
Peso del suelo seco (Ws)	47.90	g																																		
Peso picnómetro + agua (Wbw)	644.10	g																																		
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	692.00	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	671.20	g																																		
Desplazamiento de agua (Dw)	20.80	g																																		
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979																																			
Gravedad específica (Gs)	2.302																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>644.35</td></tr> <tr><td>19</td><td>644.23</td></tr> <tr><td>20</td><td>644.10</td></tr> <tr><td>21</td><td>643.96</td></tr> <tr><td>22</td><td>643.82</td></tr> <tr><td>23</td><td>643.67</td></tr> <tr><td>24</td><td>643.51</td></tr> <tr><td>25</td><td>643.35</td></tr> <tr><td>26</td><td>643.19</td></tr> <tr><td>27</td><td>643.01</td></tr> <tr><td>28</td><td>642.83</td></tr> <tr><td>29</td><td>642.64</td></tr> <tr><td>30</td><td>642.45</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	644.35	19	644.23	20	644.10	21	643.96	22	643.82	23	643.67	24	643.51	25	643.35	26	643.19	27	643.01	28	642.83	29	642.64	30	642.45			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura °C	Masa (g)																																			
18	644.35																																			
19	644.23																																			
20	644.10																																			
21	643.96																																			
22	643.82																																			
23	643.67																																			
24	643.51																																			
25	643.35																																			
26	643.19																																			
27	643.01																																			
28	642.83																																			
29	642.64																																			
30	642.45																																			
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																				



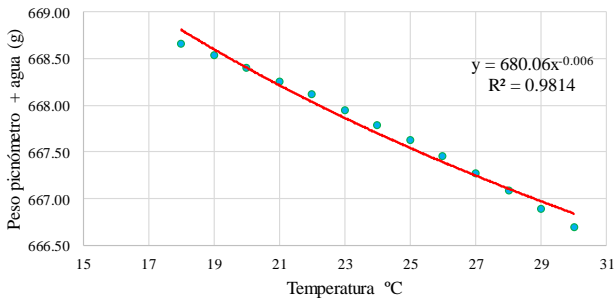
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 85: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo – Azuay.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																		
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																			
Vía: Río Negro - El Topo - Azuay ID Muestra: P4 Norma: AASHTO T100 2015	Capa Vegetal: 5 cm Profundidad: 85 cm Coordenadas: 17 812294 m 9846955 m																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>71A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>22.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>305.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (W_r)</td> <td>255.15</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (W_s)</td> <td>50.65</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (W_{bw})</td> <td>642.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})</td> <td>693.15</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})</td> <td>671.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (D_w)</td> <td>21.95</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>0.99957</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (G_s)</td> <td>2.307</td> <td></td> </tr> </table>			Recipiente Número	71A		Temperatura del agua + suelo	22.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	305.80	g	Peso del recipiente (W_r)	255.15	g	Peso del suelo seco (W_s)	50.65	g	Peso picnómetro + agua (W_{bw})	642.50	g	Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	693.15	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	671.20	g	Desplazamiento de agua (D_w)	21.95	g	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957		Gravedad específica (G_s)	2.307	
Recipiente Número	71A																																		
Temperatura del agua + suelo	22.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	305.80	g																																	
Peso del recipiente (W_r)	255.15	g																																	
Peso del suelo seco (W_s)	50.65	g																																	
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	642.50	g																																	
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	693.15	g																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	671.20	g																																	
Desplazamiento de agua (D_w)	21.95	g																																	
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957																																		
Gravedad específica (G_s)	2.307																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>642.75</td></tr> <tr><td>19</td><td>642.63</td></tr> <tr><td>20</td><td>642.50</td></tr> <tr><td>21</td><td>642.37</td></tr> <tr><td>22</td><td>642.22</td></tr> <tr><td>23</td><td>642.07</td></tr> <tr><td>24</td><td>641.92</td></tr> <tr><td>25</td><td>641.75</td></tr> <tr><td>26</td><td>641.59</td></tr> <tr><td>27</td><td>641.41</td></tr> <tr><td>28</td><td>641.23</td></tr> <tr><td>29</td><td>641.05</td></tr> <tr><td>30</td><td>640.86</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	642.75	19	642.63	20	642.50	21	642.37	22	642.22	23	642.07	24	641.92	25	641.75	26	641.59	27	641.41	28	641.23	29	641.05	30	640.86			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	642.75																																		
19	642.63																																		
20	642.50																																		
21	642.37																																		
22	642.22																																		
23	642.07																																		
24	641.92																																		
25	641.75																																		
26	641.59																																		
27	641.41																																		
28	641.23																																		
29	641.05																																		
30	640.86																																		
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																			



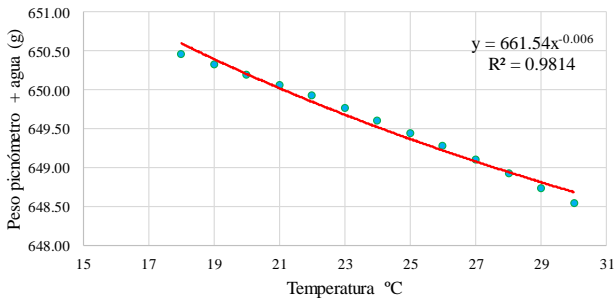
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 86: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																				
Vía:	Río Negro - La Estancia	Capa Vegetal:	5 cm																																	
ID Muestra:	P1	Profundidad:	80 cm																																	
Norma:	AASHTO T100 2015	Coordenadas:	17 813756 m 9843409 m																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente Número</td><td>64</td><td></td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo</td><td>21.00</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco</td><td>264.80</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr)</td><td>216.40</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws)</td><td>48.40</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td><td>668.40</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td><td>716.80</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td><td>699.10</td><td>g</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw)</td><td>17.70</td><td>g</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td>0.99979</td><td></td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td>2.734</td><td></td></tr> </table>				Recipiente Número	64		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	264.80	g	Peso del recipiente (Wr)	216.40	g	Peso del suelo seco (Ws)	48.40	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	668.40	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	716.80	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	699.10	g	Desplazamiento de agua (Dw)	17.70	g	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979		Gravedad específica (Gs)	2.734	
Recipiente Número	64																																			
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	264.80	g																																		
Peso del recipiente (Wr)	216.40	g																																		
Peso del suelo seco (Ws)	48.40	g																																		
Peso picnómetro + agua (Wbw)	668.40	g																																		
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	716.80	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	699.10	g																																		
Desplazamiento de agua (Dw)	17.70	g																																		
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979																																			
Gravedad específica (Gs)	2.734																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th></tr> <tr><th>Temperatura °C</th><th>Masa (g)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>668.66</td></tr> <tr><td>19</td><td>668.53</td></tr> <tr><td>20</td><td>668.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>668.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>668.11</td></tr> <tr><td>23</td><td>667.95</td></tr> <tr><td>24</td><td>667.79</td></tr> <tr><td>25</td><td>667.62</td></tr> <tr><td>26</td><td>667.45</td></tr> <tr><td>27</td><td>667.27</td></tr> <tr><td>28</td><td>667.08</td></tr> <tr><td>29</td><td>666.89</td></tr> <tr><td>30</td><td>666.69</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	668.66	19	668.53	20	668.40	21	668.26	22	668.11	23	667.95	24	667.79	25	667.62	26	667.45	27	667.27	28	667.08	29	666.89	30	666.69			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura °C	Masa (g)																																			
18	668.66																																			
19	668.53																																			
20	668.40																																			
21	668.26																																			
22	668.11																																			
23	667.95																																			
24	667.79																																			
25	667.62																																			
26	667.45																																			
27	667.27																																			
28	667.08																																			
29	666.89																																			
30	666.69																																			
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																				



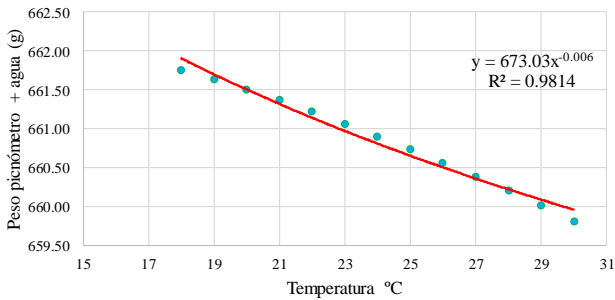
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 87: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																					
Vía:	Río Negro - La Estancia	Capa Vegetal:	5	cm																																	
ID Muestra:	P1	Profundidad:	80	cm																																	
Norma:	AASHTO T100 2015	Coordenadas:	17	813756 m 9843409 m																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>91P</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>19.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>173.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>123.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws)</td> <td>49.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td> <td>650.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td> <td>699.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td> <td>681.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw)</td> <td>18.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>1.00020</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.731</td> <td></td> </tr> </table>					Recipiente Número	91P		Temperatura del agua + suelo	19.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	173.60	g	Peso del recipiente (Wr)	123.90	g	Peso del suelo seco (Ws)	49.70	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	650.20	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	699.90	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	681.70	g	Desplazamiento de agua (Dw)	18.20	g	Factor de corrección por temperatura (K)	1.00020		Gravedad específica (Gs)	2.731	
Recipiente Número	91P																																				
Temperatura del agua + suelo	19.00	°C																																			
Peso del recipiente + suelo seco	173.60	g																																			
Peso del recipiente (Wr)	123.90	g																																			
Peso del suelo seco (Ws)	49.70	g																																			
Peso picnómetro + agua (Wbw)	650.20	g																																			
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	699.90	g																																			
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	681.70	g																																			
Desplazamiento de agua (Dw)	18.20	g																																			
Factor de corrección por temperatura (K)	1.00020																																				
Gravedad específica (Gs)	2.731																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>650.45</td></tr> <tr><td>19</td><td>650.33</td></tr> <tr><td>20</td><td>650.20</td></tr> <tr><td>21</td><td>650.06</td></tr> <tr><td>22</td><td>649.92</td></tr> <tr><td>23</td><td>649.76</td></tr> <tr><td>24</td><td>649.61</td></tr> <tr><td>25</td><td>649.45</td></tr> <tr><td>26</td><td>649.28</td></tr> <tr><td>27</td><td>649.10</td></tr> <tr><td>28</td><td>648.92</td></tr> <tr><td>29</td><td>648.73</td></tr> <tr><td>30</td><td>648.54</td></tr> </tbody> </table>					Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	650.45	19	650.33	20	650.20	21	650.06	22	649.92	23	649.76	24	649.61	25	649.45	26	649.28	27	649.10	28	648.92	29	648.73	30	648.54			
Calibración del Picnómetro																																					
Temperatura °C	Masa (g)																																				
18	650.45																																				
19	650.33																																				
20	650.20																																				
21	650.06																																				
22	649.92																																				
23	649.76																																				
24	649.61																																				
25	649.45																																				
26	649.28																																				
27	649.10																																				
28	648.92																																				
29	648.73																																				
30	648.54																																				
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																					



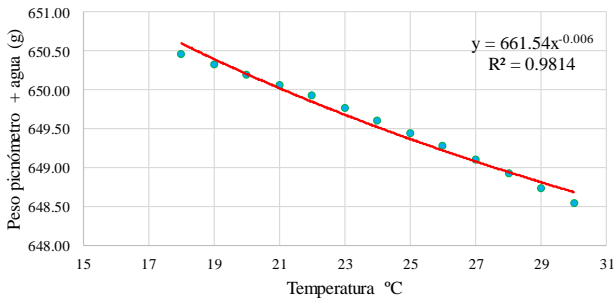
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 88: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																		
 																																		
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																		
Vía:	Río Negro - Río Verde																																	
ID Muestra:	P1																																	
Norma:	AASHTO T100 2015																																	
Capa Vegetal:	5 cm																																	
Profundidad:	75 cm																																	
Coordenadas:	17 806387 m 9843876 m																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>Recipiente Número</td><td>80</td><td></td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo</td><td>20.00</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco</td><td>180.70</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr)</td><td>131.60</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws)</td><td>49.10</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td><td>661.50</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td><td>710.60</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td><td>690.50</td><td>g</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw)</td><td>20.10</td><td>g</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td>1.00000</td><td></td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td>2.443</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	80		Temperatura del agua + suelo	20.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	180.70	g	Peso del recipiente (Wr)	131.60	g	Peso del suelo seco (Ws)	49.10	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	661.50	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	710.60	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	690.50	g	Desplazamiento de agua (Dw)	20.10	g	Factor de corrección por temperatura (K)	1.00000		Gravedad específica (Gs)	2.443	
Recipiente Número	80																																	
Temperatura del agua + suelo	20.00	°C																																
Peso del recipiente + suelo seco	180.70	g																																
Peso del recipiente (Wr)	131.60	g																																
Peso del suelo seco (Ws)	49.10	g																																
Peso picnómetro + agua (Wbw)	661.50	g																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	710.60	g																																
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	690.50	g																																
Desplazamiento de agua (Dw)	20.10	g																																
Factor de corrección por temperatura (K)	1.00000																																	
Gravedad específica (Gs)	2.443																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th></tr> <tr><th>Temperatura °C</th><th>Masa (g)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>661.76</td></tr> <tr><td>19</td><td>661.63</td></tr> <tr><td>20</td><td>661.50</td></tr> <tr><td>21</td><td>661.36</td></tr> <tr><td>22</td><td>661.22</td></tr> <tr><td>23</td><td>661.06</td></tr> <tr><td>24</td><td>660.90</td></tr> <tr><td>25</td><td>660.73</td></tr> <tr><td>26</td><td>660.56</td></tr> <tr><td>27</td><td>660.38</td></tr> <tr><td>28</td><td>660.20</td></tr> <tr><td>29</td><td>660.01</td></tr> <tr><td>30</td><td>659.81</td></tr> </tbody> </table>		Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	661.76	19	661.63	20	661.50	21	661.36	22	661.22	23	661.06	24	660.90	25	660.73	26	660.56	27	660.38	28	660.20	29	660.01	30	659.81			
Calibración del Picnómetro																																		
Temperatura °C	Masa (g)																																	
18	661.76																																	
19	661.63																																	
20	661.50																																	
21	661.36																																	
22	661.22																																	
23	661.06																																	
24	660.90																																	
25	660.73																																	
26	660.56																																	
27	660.38																																	
28	660.20																																	
29	660.01																																	
30	659.81																																	
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																		

Autor: José Luis López Sánchez.



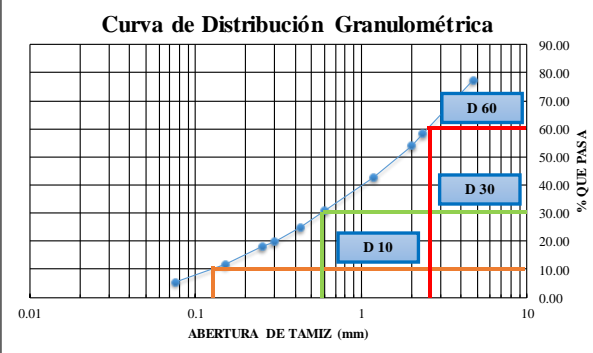
Tabla 89: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																				
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5 cm																																	
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm																																	
Norma:	AASHTO T100 2015	Coordenadas:	17 808775 m 9843698 m																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente Número</td><td>79A</td><td></td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo</td><td>22.00</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco</td><td>210.80</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr)</td><td>142.50</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws)</td><td>68.30</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (Wbw)</td><td>650.20</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)</td><td>718.50</td><td>g</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)</td><td>690.50</td><td>g</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw)</td><td>28.00</td><td>g</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td>0.99957</td><td></td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td>2.438</td><td></td></tr> </table>				Recipiente Número	79A		Temperatura del agua + suelo	22.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	210.80	g	Peso del recipiente (Wr)	142.50	g	Peso del suelo seco (Ws)	68.30	g	Peso picnómetro + agua (Wbw)	650.20	g	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	718.50	g	Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	690.50	g	Desplazamiento de agua (Dw)	28.00	g	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957		Gravedad específica (Gs)	2.438	
Recipiente Número	79A																																			
Temperatura del agua + suelo	22.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	210.80	g																																		
Peso del recipiente (Wr)	142.50	g																																		
Peso del suelo seco (Ws)	68.30	g																																		
Peso picnómetro + agua (Wbw)	650.20	g																																		
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	718.50	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	690.50	g																																		
Desplazamiento de agua (Dw)	28.00	g																																		
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957																																			
Gravedad específica (Gs)	2.438																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th></tr> <tr><th>Temperatura °C</th><th>Masa (g)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>650.45</td></tr> <tr><td>19</td><td>650.33</td></tr> <tr><td>20</td><td>650.20</td></tr> <tr><td>21</td><td>650.06</td></tr> <tr><td>22</td><td>649.92</td></tr> <tr><td>23</td><td>649.76</td></tr> <tr><td>24</td><td>649.61</td></tr> <tr><td>25</td><td>649.45</td></tr> <tr><td>26</td><td>649.28</td></tr> <tr><td>27</td><td>649.10</td></tr> <tr><td>28</td><td>648.92</td></tr> <tr><td>29</td><td>648.73</td></tr> <tr><td>30</td><td>648.54</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	650.45	19	650.33	20	650.20	21	650.06	22	649.92	23	649.76	24	649.61	25	649.45	26	649.28	27	649.10	28	648.92	29	648.73	30	648.54			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura °C	Masa (g)																																			
18	650.45																																			
19	650.33																																			
20	650.20																																			
21	650.06																																			
22	649.92																																			
23	649.76																																			
24	649.61																																			
25	649.45																																			
26	649.28																																			
27	649.10																																			
28	648.92																																			
29	648.73																																			
30	648.54																																			
<p>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</p> 																																				

Autor: José Luis López Sánchez.



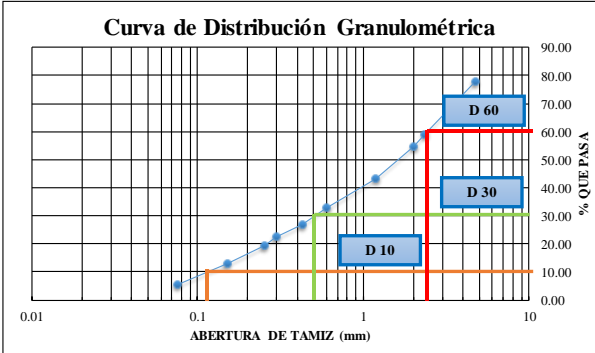
Granulometría

Tabla 90: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																													
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5	cm																																																																									
ID Muestra:	P1	Profundidad:	80	cm																																																																									
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17	813756 m	9843409 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900	g																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>205.30</td><td>205.30</td><td>22.83</td><td>77.17</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>170.10</td><td>375.40</td><td>41.75</td><td>58.25</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>39.20</td><td>414.60</td><td>46.11</td><td>53.89</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>99.80</td><td>514.40</td><td>57.21</td><td>42.79</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>105.90</td><td>620.30</td><td>68.98</td><td>31.02</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>55.70</td><td>676.00</td><td>75.18</td><td>24.82</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>44.40</td><td>720.40</td><td>80.12</td><td>19.88</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>17.50</td><td>737.90</td><td>82.06</td><td>17.94</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>56.90</td><td>794.80</td><td>88.39</td><td>11.61</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>56.60</td><td>851.40</td><td>94.68</td><td>5.32</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>47.80</td><td>899.20</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>						# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	205.30	205.30	22.83	77.17	8	2.36	170.10	375.40	41.75	58.25	10	2	39.20	414.60	46.11	53.89	16	1.18	99.80	514.40	57.21	42.79	30	0.6	105.90	620.30	68.98	31.02	40	0.425	55.70	676.00	75.18	24.82	50	0.3	44.40	720.40	80.12	19.88	60	0.25	17.50	737.90	82.06	17.94	100	0.15	56.90	794.80	88.39	11.61	200	0.075	56.60	851.40	94.68	5.32	BANDEJA		47.80	899.20	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																								
4	4.76	205.30	205.30	22.83	77.17																																																																								
8	2.36	170.10	375.40	41.75	58.25																																																																								
10	2	39.20	414.60	46.11	53.89																																																																								
16	1.18	99.80	514.40	57.21	42.79																																																																								
30	0.6	105.90	620.30	68.98	31.02																																																																								
40	0.425	55.70	676.00	75.18	24.82																																																																								
50	0.3	44.40	720.40	80.12	19.88																																																																								
60	0.25	17.50	737.90	82.06	17.94																																																																								
100	0.15	56.90	794.80	88.39	11.61																																																																								
200	0.075	56.60	851.40	94.68	5.32																																																																								
BANDEJA		47.80	899.20	100.00																																																																									
																																																																													
RESULTADOS																																																																													
D10 (mm)	0.125	Cu = D60 / D10			19.20																																																																								
D30 (mm)	0.565	Cc = D30² / (D60 * D10)			1.06																																																																								
D60 (mm)	2.4	Tamaño Nominal Máximo (TNM)			4.76																																																																								
Error Permitido	1.00%	Error Calculado			0.09%																																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																													
	Grava (G%)	Arena (S%)			Limo y Arcilla (Finos %)																																																																								
SUCS	23	72			5																																																																								
AASHTO	25	70			5																																																																								



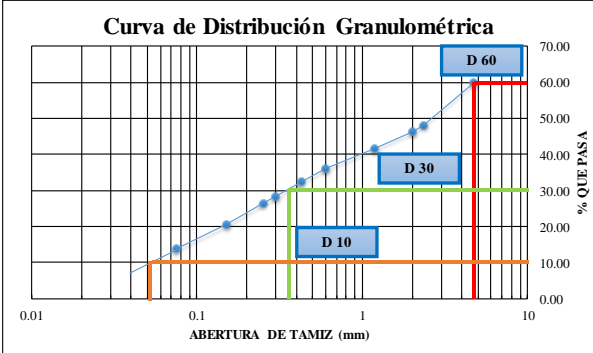
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 91: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																											
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5 cm																																																																								
ID Muestra:	P2	Profundidad:	85 cm																																																																								
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17 814193 m 9841909 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900 g																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>201.421</td><td>201.42</td><td>22.42</td><td>77.58</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>165.221</td><td>366.64</td><td>40.80</td><td>59.20</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>41.321</td><td>407.96</td><td>45.40</td><td>54.60</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>100.921</td><td>508.88</td><td>56.64</td><td>43.36</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>95.021</td><td>603.91</td><td>67.21</td><td>32.79</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>54.821</td><td>658.73</td><td>73.31</td><td>26.69</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>38.521</td><td>697.25</td><td>77.60</td><td>22.40</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>28.621</td><td>725.87</td><td>80.78</td><td>19.22</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>56.021</td><td>781.89</td><td>87.02</td><td>12.98</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>66.721</td><td>848.61</td><td>94.44</td><td>5.56</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>49.921</td><td>898.53</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>				# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	201.421	201.42	22.42	77.58	8	2.36	165.221	366.64	40.80	59.20	10	2	41.321	407.96	45.40	54.60	16	1.18	100.921	508.88	56.64	43.36	30	0.6	95.021	603.91	67.21	32.79	40	0.425	54.821	658.73	73.31	26.69	50	0.3	38.521	697.25	77.60	22.40	60	0.25	28.621	725.87	80.78	19.22	100	0.15	56.021	781.89	87.02	12.98	200	0.075	66.721	848.61	94.44	5.56	BANDEJA		49.921	898.53	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																						
4	4.76	201.421	201.42	22.42	77.58																																																																						
8	2.36	165.221	366.64	40.80	59.20																																																																						
10	2	41.321	407.96	45.40	54.60																																																																						
16	1.18	100.921	508.88	56.64	43.36																																																																						
30	0.6	95.021	603.91	67.21	32.79																																																																						
40	0.425	54.821	658.73	73.31	26.69																																																																						
50	0.3	38.521	697.25	77.60	22.40																																																																						
60	0.25	28.621	725.87	80.78	19.22																																																																						
100	0.15	56.021	781.89	87.02	12.98																																																																						
200	0.075	66.721	848.61	94.44	5.56																																																																						
BANDEJA		49.921	898.53	100.00																																																																							
<p>Curva de Distribución Granulométrica</p> 																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D10 (mm)</td> <td>0.103</td> <td>Cu = D60 / D10</td> <td>21.36</td> </tr> <tr> <td>D30 (mm)</td> <td>0.5</td> <td>Cc = D30² / (D60 * D10)</td> <td>1.10</td> </tr> <tr> <td>D60 (mm)</td> <td>2.2</td> <td>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</td> <td>4.76</td> </tr> <tr> <td>Error Permitido</td> <td>1.00%</td> <td>Error Calculado</td> <td>0.16%</td> </tr> </tbody> </table>				RESULTADOS				D10 (mm)	0.103	Cu = D60 / D10	21.36	D30 (mm)	0.5	Cc = D30² / (D60 * D10)	1.10	D60 (mm)	2.2	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76	Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.16%																																																				
RESULTADOS																																																																											
D10 (mm)	0.103	Cu = D60 / D10	21.36																																																																								
D30 (mm)	0.5	Cc = D30² / (D60 * D10)	1.10																																																																								
D60 (mm)	2.2	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76																																																																								
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.16%																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">PORCENTAJE DE MATERIAL</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Grava (G%)</th> <th>Arena (S%)</th> <th>Limo y Arcilla (Finos %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCS</td> <td>22</td> <td>72</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>AASHTO</td> <td>24</td> <td>70</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>				PORCENTAJE DE MATERIAL					Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)	SUCS	22	72	6	AASHTO	24	70	6																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																											
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																								
SUCS	22	72	6																																																																								
AASHTO	24	70	6																																																																								



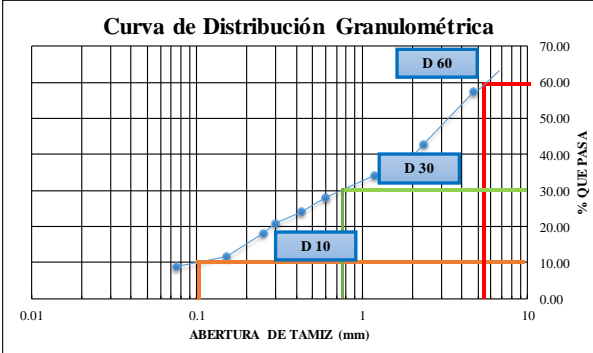
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 92: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																											
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)	Capa Vegetal:	5 cm																																																																								
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75 cm																																																																								
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17 811690 m 9843711 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900 g																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>361.50</td><td>361.50</td><td>40.18</td><td>59.82</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>104.80</td><td>466.30</td><td>51.83</td><td>48.17</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>16.70</td><td>483.00</td><td>53.68</td><td>46.32</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>43.40</td><td>526.40</td><td>58.51</td><td>41.49</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>50.30</td><td>576.70</td><td>64.10</td><td>35.90</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>33.10</td><td>609.80</td><td>67.78</td><td>32.22</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>34.50</td><td>644.30</td><td>71.61</td><td>28.39</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>17.00</td><td>661.30</td><td>73.50</td><td>26.50</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>53.20</td><td>714.50</td><td>79.42</td><td>20.58</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>60.10</td><td>774.60</td><td>86.10</td><td>13.90</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>125.10</td><td>899.70</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>				# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	361.50	361.50	40.18	59.82	8	2.36	104.80	466.30	51.83	48.17	10	2	16.70	483.00	53.68	46.32	16	1.18	43.40	526.40	58.51	41.49	30	0.6	50.30	576.70	64.10	35.90	40	0.425	33.10	609.80	67.78	32.22	50	0.3	34.50	644.30	71.61	28.39	60	0.25	17.00	661.30	73.50	26.50	100	0.15	53.20	714.50	79.42	20.58	200	0.075	60.10	774.60	86.10	13.90	BANDEJA		125.10	899.70	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																						
4	4.76	361.50	361.50	40.18	59.82																																																																						
8	2.36	104.80	466.30	51.83	48.17																																																																						
10	2	16.70	483.00	53.68	46.32																																																																						
16	1.18	43.40	526.40	58.51	41.49																																																																						
30	0.6	50.30	576.70	64.10	35.90																																																																						
40	0.425	33.10	609.80	67.78	32.22																																																																						
50	0.3	34.50	644.30	71.61	28.39																																																																						
60	0.25	17.00	661.30	73.50	26.50																																																																						
100	0.15	53.20	714.50	79.42	20.58																																																																						
200	0.075	60.10	774.60	86.10	13.90																																																																						
BANDEJA		125.10	899.70	100.00																																																																							
 <p>Curva de Distribución Granulométrica</p>																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D10 (mm)</td> <td>0.052</td> <td>Cu = D60 / D10</td> <td>91.54</td> </tr> <tr> <td>D30 (mm)</td> <td>0.32</td> <td>Cc = D30² / (D60 * D10)</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>D60 (mm)</td> <td>4.76</td> <td>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</td> <td>4.76</td> </tr> <tr> <td>Error Permitido</td> <td>1.00%</td> <td>Error Calculado</td> <td>0.03%</td> </tr> </tbody> </table>				RESULTADOS				D10 (mm)	0.052	Cu = D60 / D10	91.54	D30 (mm)	0.32	Cc = D30² / (D60 * D10)	0.41	D60 (mm)	4.76	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76	Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.03%																																																				
RESULTADOS																																																																											
D10 (mm)	0.052	Cu = D60 / D10	91.54																																																																								
D30 (mm)	0.32	Cc = D30² / (D60 * D10)	0.41																																																																								
D60 (mm)	4.76	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76																																																																								
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.03%																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">PORCENTAJE DE MATERIAL</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Grava (G%)</th> <th>Arena (S%)</th> <th>Limo y Arcilla (Finos %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCS</td> <td>40</td> <td>46</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>AASHTO</td> <td>42</td> <td>44</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>				PORCENTAJE DE MATERIAL					Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)	SUCS	40	46	14	AASHTO	42	44	14																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																											
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																								
SUCS	40	46	14																																																																								
AASHTO	42	44	14																																																																								



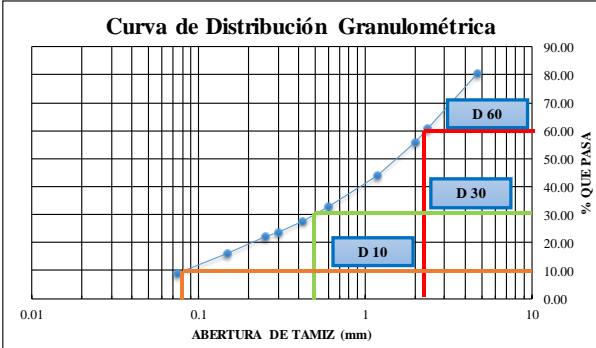
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 93: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																											
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)	Capa Vegetal:	5 cm																																																																								
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm																																																																								
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17 812921 m 9843856 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900 g																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>382.92</td><td>382.92</td><td>42.56</td><td>57.44</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>131.22</td><td>514.15</td><td>57.15</td><td>42.85</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>31.12</td><td>545.27</td><td>60.61</td><td>39.39</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>46.02</td><td>591.29</td><td>65.72</td><td>34.28</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>55.72</td><td>647.02</td><td>71.92</td><td>28.08</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>36.52</td><td>683.54</td><td>75.98</td><td>24.02</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>29.42</td><td>712.96</td><td>79.25</td><td>20.75</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>22.42</td><td>735.38</td><td>81.74</td><td>18.26</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>58.62</td><td>794.01</td><td>88.26</td><td>11.74</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>25.12</td><td>819.13</td><td>91.05</td><td>8.95</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>80.52</td><td>899.65</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>				# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	382.92	382.92	42.56	57.44	8	2.36	131.22	514.15	57.15	42.85	10	2	31.12	545.27	60.61	39.39	16	1.18	46.02	591.29	65.72	34.28	30	0.6	55.72	647.02	71.92	28.08	40	0.425	36.52	683.54	75.98	24.02	50	0.3	29.42	712.96	79.25	20.75	60	0.25	22.42	735.38	81.74	18.26	100	0.15	58.62	794.01	88.26	11.74	200	0.075	25.12	819.13	91.05	8.95	BANDEJA		80.52	899.65	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																						
4	4.76	382.92	382.92	42.56	57.44																																																																						
8	2.36	131.22	514.15	57.15	42.85																																																																						
10	2	31.12	545.27	60.61	39.39																																																																						
16	1.18	46.02	591.29	65.72	34.28																																																																						
30	0.6	55.72	647.02	71.92	28.08																																																																						
40	0.425	36.52	683.54	75.98	24.02																																																																						
50	0.3	29.42	712.96	79.25	20.75																																																																						
60	0.25	22.42	735.38	81.74	18.26																																																																						
100	0.15	58.62	794.01	88.26	11.74																																																																						
200	0.075	25.12	819.13	91.05	8.95																																																																						
BANDEJA		80.52	899.65	100.00																																																																							
<p>Curva de Distribución Granulométrica</p> 																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D10 (mm)</td> <td>0.1</td> <td>Cu = D60 / D10</td> <td>55.00</td> </tr> <tr> <td>D30 (mm)</td> <td>0.78</td> <td>Cc = D30² / (D60 * D10)</td> <td>1.11</td> </tr> <tr> <td>D60 (mm)</td> <td>5.5</td> <td>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</td> <td>4.76</td> </tr> <tr> <td>Error Permitido</td> <td>1.00%</td> <td>Error Calculado</td> <td>0.04%</td> </tr> </tbody> </table>				RESULTADOS				D10 (mm)	0.1	Cu = D60 / D10	55.00	D30 (mm)	0.78	Cc = D30² / (D60 * D10)	1.11	D60 (mm)	5.5	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76	Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.04%																																																				
RESULTADOS																																																																											
D10 (mm)	0.1	Cu = D60 / D10	55.00																																																																								
D30 (mm)	0.78	Cc = D30² / (D60 * D10)	1.11																																																																								
D60 (mm)	5.5	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76																																																																								
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.04%																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">PORCENTAJE DE MATERIAL</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Grava (G%)</th> <th>Arena (S%)</th> <th>Limo y Arcilla (Finos %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCS</td> <td>43</td> <td>48</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>AASHTO</td> <td>45</td> <td>46</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>				PORCENTAJE DE MATERIAL					Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)	SUCS	43	48	9	AASHTO	45	46	9																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																											
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																								
SUCS	43	48	9																																																																								
AASHTO	45	46	9																																																																								



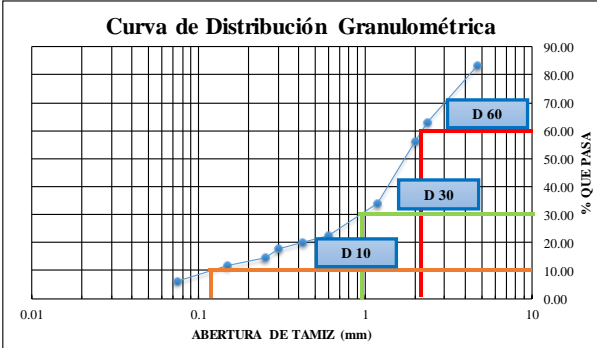
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 94: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA	 																																																																								
Proyecto:	"CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																									
Vía:	Río Negro - Azuay	Capa Vegetal: 5 cm																																																																								
ID Muestra:	P1	Profundidad: 70 cm																																																																								
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas: 17 812024 m 9849225 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900 g																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>173.50</td><td>173.50</td><td>19.29</td><td>80.71</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>179.30</td><td>352.80</td><td>39.23</td><td>60.77</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>44.50</td><td>397.30</td><td>44.17</td><td>55.83</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>107.30</td><td>504.60</td><td>56.10</td><td>43.90</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>99.30</td><td>603.90</td><td>67.14</td><td>32.86</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>45.90</td><td>649.80</td><td>72.25</td><td>27.75</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>36.90</td><td>686.70</td><td>76.35</td><td>23.65</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>15.00</td><td>701.70</td><td>78.02</td><td>21.98</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>53.40</td><td>755.10</td><td>83.96</td><td>16.04</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>64.10</td><td>819.20</td><td>91.08</td><td>8.92</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>80.20</td><td>899.40</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>			# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	173.50	173.50	19.29	80.71	8	2.36	179.30	352.80	39.23	60.77	10	2	44.50	397.30	44.17	55.83	16	1.18	107.30	504.60	56.10	43.90	30	0.6	99.30	603.90	67.14	32.86	40	0.425	45.90	649.80	72.25	27.75	50	0.3	36.90	686.70	76.35	23.65	60	0.25	15.00	701.70	78.02	21.98	100	0.15	53.40	755.10	83.96	16.04	200	0.075	64.10	819.20	91.08	8.92	BANDEJA		80.20	899.40	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																					
4	4.76	173.50	173.50	19.29	80.71																																																																					
8	2.36	179.30	352.80	39.23	60.77																																																																					
10	2	44.50	397.30	44.17	55.83																																																																					
16	1.18	107.30	504.60	56.10	43.90																																																																					
30	0.6	99.30	603.90	67.14	32.86																																																																					
40	0.425	45.90	649.80	72.25	27.75																																																																					
50	0.3	36.90	686.70	76.35	23.65																																																																					
60	0.25	15.00	701.70	78.02	21.98																																																																					
100	0.15	53.40	755.10	83.96	16.04																																																																					
200	0.075	64.10	819.20	91.08	8.92																																																																					
BANDEJA		80.20	899.40	100.00																																																																						
<p>Curva de Distribución Granulométrica</p> 																																																																										
RESULTADOS																																																																										
D10 (mm)	0.08	Cu = D60 / D10	29.88																																																																							
D30 (mm)	0.49	Cc = D30² / (D60 * D10)	1.26																																																																							
D60 (mm)	2.39	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76																																																																							
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.07%																																																																							
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																										
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																							
SUCS	19	72	9																																																																							
AASHTO	21	70	9																																																																							



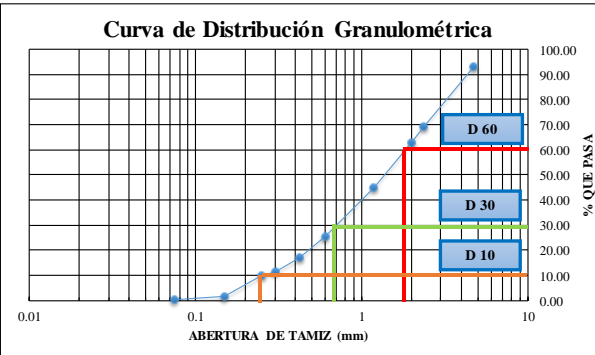
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 95: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																													
Vía:	Río Negro - Azuay	Capa Vegetal:	5	cm																																																																									
ID Muestra:	P2	Profundidad:	85	cm																																																																									
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17	811415 m	9853136 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900	g																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>148.65</td><td>148.65</td><td>16.52</td><td>83.48</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>184.45</td><td>333.10</td><td>37.02</td><td>62.98</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>59.65</td><td>392.75</td><td>43.65</td><td>56.35</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>202.45</td><td>595.20</td><td>66.15</td><td>33.85</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>103.45</td><td>698.65</td><td>77.65</td><td>22.35</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>21.05</td><td>719.70</td><td>79.99</td><td>20.01</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>22.05</td><td>741.75</td><td>82.44</td><td>17.56</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>25.40</td><td>767.15</td><td>85.26</td><td>14.74</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>28.00</td><td>795.15</td><td>88.37</td><td>11.63</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>50.25</td><td>845.40</td><td>93.96</td><td>6.04</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>54.35</td><td>899.75</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>						# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	148.65	148.65	16.52	83.48	8	2.36	184.45	333.10	37.02	62.98	10	2	59.65	392.75	43.65	56.35	16	1.18	202.45	595.20	66.15	33.85	30	0.6	103.45	698.65	77.65	22.35	40	0.425	21.05	719.70	79.99	20.01	50	0.3	22.05	741.75	82.44	17.56	60	0.25	25.40	767.15	85.26	14.74	100	0.15	28.00	795.15	88.37	11.63	200	0.075	50.25	845.40	93.96	6.04	BANDEJA		54.35	899.75	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																								
4	4.76	148.65	148.65	16.52	83.48																																																																								
8	2.36	184.45	333.10	37.02	62.98																																																																								
10	2	59.65	392.75	43.65	56.35																																																																								
16	1.18	202.45	595.20	66.15	33.85																																																																								
30	0.6	103.45	698.65	77.65	22.35																																																																								
40	0.425	21.05	719.70	79.99	20.01																																																																								
50	0.3	22.05	741.75	82.44	17.56																																																																								
60	0.25	25.40	767.15	85.26	14.74																																																																								
100	0.15	28.00	795.15	88.37	11.63																																																																								
200	0.075	50.25	845.40	93.96	6.04																																																																								
BANDEJA		54.35	899.75	100.00																																																																									
<p>Curva de Distribución Granulométrica</p> 																																																																													
RESULTADOS																																																																													
D10 (mm)	0.12	Cu = D60 / D10	17.75																																																																										
D30 (mm)	0.96	Cc = D30² / (D60 * D10)	3.61																																																																										
D60 (mm)	2.13	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76																																																																										
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.03%																																																																										
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																													
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																										
SUCS	17	77	6																																																																										
AASHTO	19	75	6																																																																										



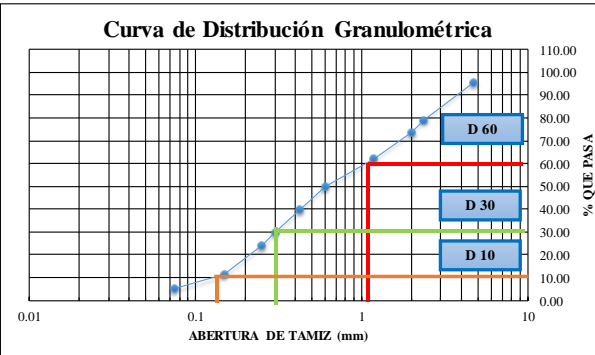
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 96: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																									
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																										
Vía: Río Negro - El Topo - Azuay ID Muestra: P3 Norma: AASHTO T 88 2013 Peso Muestra Seca: 800 g	Capa Vegetal: 5 cm Profundidad: 80 cm Coordenadas: 17 812579 m 9844307 m																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>54.20</td><td>54.20</td><td>6.80</td><td>93.20</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>190.80</td><td>245.00</td><td>30.76</td><td>69.24</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>49.90</td><td>294.90</td><td>37.02</td><td>62.98</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>145.70</td><td>440.60</td><td>55.31</td><td>44.69</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>154.50</td><td>595.10</td><td>74.70</td><td>25.30</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>64.60</td><td>659.70</td><td>82.81</td><td>17.19</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>46.50</td><td>706.20</td><td>88.65</td><td>11.35</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>10.10</td><td>716.30</td><td>89.92</td><td>10.08</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>68.40</td><td>784.70</td><td>98.51</td><td>1.49</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>8.20</td><td>792.90</td><td>99.54</td><td>0.46</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>3.70</td><td>796.60</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>			# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	54.20	54.20	6.80	93.20	8	2.36	190.80	245.00	30.76	69.24	10	2	49.90	294.90	37.02	62.98	16	1.18	145.70	440.60	55.31	44.69	30	0.6	154.50	595.10	74.70	25.30	40	0.425	64.60	659.70	82.81	17.19	50	0.3	46.50	706.20	88.65	11.35	60	0.25	10.10	716.30	89.92	10.08	100	0.15	68.40	784.70	98.51	1.49	200	0.075	8.20	792.90	99.54	0.46	BANDEJA		3.70	796.60	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																					
4	4.76	54.20	54.20	6.80	93.20																																																																					
8	2.36	190.80	245.00	30.76	69.24																																																																					
10	2	49.90	294.90	37.02	62.98																																																																					
16	1.18	145.70	440.60	55.31	44.69																																																																					
30	0.6	154.50	595.10	74.70	25.30																																																																					
40	0.425	64.60	659.70	82.81	17.19																																																																					
50	0.3	46.50	706.20	88.65	11.35																																																																					
60	0.25	10.10	716.30	89.92	10.08																																																																					
100	0.15	68.40	784.70	98.51	1.49																																																																					
200	0.075	8.20	792.90	99.54	0.46																																																																					
BANDEJA		3.70	796.60	100.00																																																																						
<p>Curva de Distribución Granulométrica</p> 																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D10 (mm)</td> <td>0.27</td> <td>Cu = D60 / D10</td> <td>2.52</td> </tr> <tr> <td>D30 (mm)</td> <td>1.85</td> <td>Cc = D30² / (D60 * D10)</td> <td>18.64</td> </tr> <tr> <td>D60 (mm)</td> <td>0.68</td> <td>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</td> <td>2.36</td> </tr> <tr> <td>Error Permitido</td> <td>1.00%</td> <td>Error Calculado</td> <td>0.42%</td> </tr> </tbody> </table>			RESULTADOS				D10 (mm)	0.27	Cu = D60 / D10	2.52	D30 (mm)	1.85	Cc = D30² / (D60 * D10)	18.64	D60 (mm)	0.68	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2.36	Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.42%																																																				
RESULTADOS																																																																										
D10 (mm)	0.27	Cu = D60 / D10	2.52																																																																							
D30 (mm)	1.85	Cc = D30² / (D60 * D10)	18.64																																																																							
D60 (mm)	0.68	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2.36																																																																							
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.42%																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">PORCENTAJE DE MATERIAL</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Grava (G%)</th> <th>Arena (S%)</th> <th>Limo y Arcilla (Finos %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCS</td> <td>7</td> <td>93</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>AASHTO</td> <td>9</td> <td>91</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			PORCENTAJE DE MATERIAL					Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)	SUCS	7	93	0	AASHTO	9	91	0																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																										
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																							
SUCS	7	93	0																																																																							
AASHTO	9	91	0																																																																							



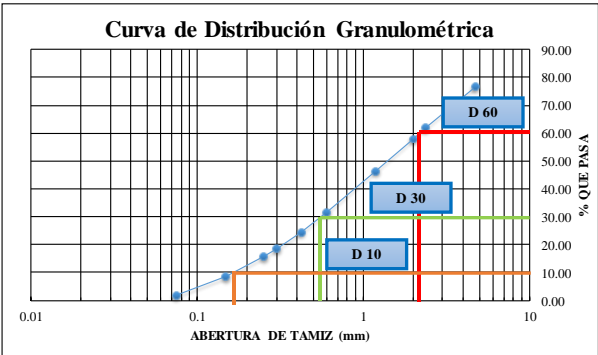
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 97: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																													
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay	Capa Vegetal:	5	cm																																																																									
ID Muestra:	P4	Profundidad:	85	cm																																																																									
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17	812294 m	9846955 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900	g																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>42.10</td><td>42.10</td><td>4.68</td><td>95.32</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>148.70</td><td>190.80</td><td>21.20</td><td>78.80</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>47.80</td><td>238.60</td><td>26.51</td><td>73.49</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>103.10</td><td>341.70</td><td>37.97</td><td>62.03</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>109.40</td><td>451.10</td><td>50.12</td><td>49.88</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>92.50</td><td>543.60</td><td>60.40</td><td>39.60</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>88.60</td><td>632.20</td><td>70.24</td><td>29.76</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>52.20</td><td>684.40</td><td>76.04</td><td>23.96</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>110.50</td><td>794.90</td><td>88.32</td><td>11.68</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>59.30</td><td>854.20</td><td>94.91</td><td>5.09</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>45.80</td><td>900.00</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>						# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	42.10	42.10	4.68	95.32	8	2.36	148.70	190.80	21.20	78.80	10	2	47.80	238.60	26.51	73.49	16	1.18	103.10	341.70	37.97	62.03	30	0.6	109.40	451.10	50.12	49.88	40	0.425	92.50	543.60	60.40	39.60	50	0.3	88.60	632.20	70.24	29.76	60	0.25	52.20	684.40	76.04	23.96	100	0.15	110.50	794.90	88.32	11.68	200	0.075	59.30	854.20	94.91	5.09	BANDEJA		45.80	900.00	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																								
4	4.76	42.10	42.10	4.68	95.32																																																																								
8	2.36	148.70	190.80	21.20	78.80																																																																								
10	2	47.80	238.60	26.51	73.49																																																																								
16	1.18	103.10	341.70	37.97	62.03																																																																								
30	0.6	109.40	451.10	50.12	49.88																																																																								
40	0.425	92.50	543.60	60.40	39.60																																																																								
50	0.3	88.60	632.20	70.24	29.76																																																																								
60	0.25	52.20	684.40	76.04	23.96																																																																								
100	0.15	110.50	794.90	88.32	11.68																																																																								
200	0.075	59.30	854.20	94.91	5.09																																																																								
BANDEJA		45.80	900.00	100.00																																																																									
																																																																													
RESULTADOS																																																																													
D10 (mm)	0.125	Cu = D60 / D10		8.98																																																																									
D30 (mm)	0.3	Cc = D30² / (D60 * D10)		0.64																																																																									
D60 (mm)	1.123	Tamaño Nominal Máximo (TNM)		2.36																																																																									
Error Permitido	1.00%	Error Calculado		0.00%																																																																									
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																													
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																										
SUCS	5	90	5																																																																										
AASHTO	7	88	5																																																																										



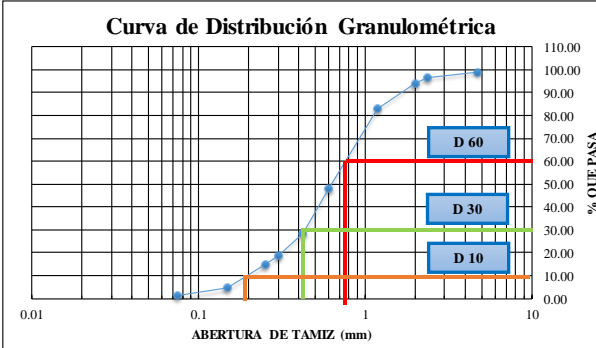
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 98: Pozo 1 en la vía Río Negro Topo – La Estancia.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																													
Vía:	Río Negro - La Estancia	Capa Vegetal:	5	cm																																																																									
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75	cm																																																																									
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17	810224 m	9842924 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900	g																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>211.90</td><td>211.90</td><td>23.60</td><td>76.40</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>129.00</td><td>340.90</td><td>37.97</td><td>62.03</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>36.10</td><td>377.00</td><td>41.99</td><td>58.01</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>104.20</td><td>481.20</td><td>53.59</td><td>46.41</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>131.30</td><td>612.50</td><td>68.21</td><td>31.79</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>65.60</td><td>678.10</td><td>75.52</td><td>24.48</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>52.70</td><td>730.80</td><td>81.39</td><td>18.61</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>24.80</td><td>755.60</td><td>84.15</td><td>15.85</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>66.30</td><td>821.90</td><td>91.54</td><td>8.46</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>59.60</td><td>881.50</td><td>98.17</td><td>1.83</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>16.40</td><td>897.90</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>						# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	211.90	211.90	23.60	76.40	8	2.36	129.00	340.90	37.97	62.03	10	2	36.10	377.00	41.99	58.01	16	1.18	104.20	481.20	53.59	46.41	30	0.6	131.30	612.50	68.21	31.79	40	0.425	65.60	678.10	75.52	24.48	50	0.3	52.70	730.80	81.39	18.61	60	0.25	24.80	755.60	84.15	15.85	100	0.15	66.30	821.90	91.54	8.46	200	0.075	59.60	881.50	98.17	1.83	BANDEJA		16.40	897.90	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																								
4	4.76	211.90	211.90	23.60	76.40																																																																								
8	2.36	129.00	340.90	37.97	62.03																																																																								
10	2	36.10	377.00	41.99	58.01																																																																								
16	1.18	104.20	481.20	53.59	46.41																																																																								
30	0.6	131.30	612.50	68.21	31.79																																																																								
40	0.425	65.60	678.10	75.52	24.48																																																																								
50	0.3	52.70	730.80	81.39	18.61																																																																								
60	0.25	24.80	755.60	84.15	15.85																																																																								
100	0.15	66.30	821.90	91.54	8.46																																																																								
200	0.075	59.60	881.50	98.17	1.83																																																																								
BANDEJA		16.40	897.90	100.00																																																																									
<p>Curva de Distribución Granulométrica</p> 																																																																													
RESULTADOS																																																																													
D10 (mm)	0.17	Cu = D60 / D10			13.00																																																																								
D30 (mm)	0.55	Cc = D30² / (D60 * D10)			0.81																																																																								
D60 (mm)	2.21	Tamaño Nominal Máximo (TNM)			4.76																																																																								
Error Permitido	1.00%	Error Calculado			0.23%																																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																													
	Grava (G%)	Arena (S%)			Limo y Arcilla (Finos %)																																																																								
SUCS	24	74			2																																																																								
AASHTO	26	72			2																																																																								



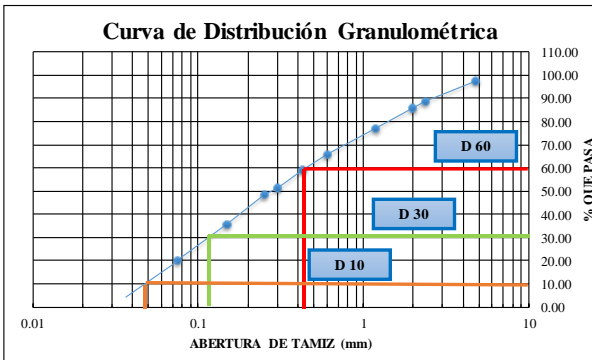
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 99: Pozo 2 en la vía Río Negro Topo – La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																											
Vía:	Río Negro - La Estancia	Capa Vegetal:	5 cm																																																																								
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm																																																																								
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17 808742 m 9840053 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900 g																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>8.00</td><td>8.00</td><td>0.89</td><td>99.11</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>24.70</td><td>32.70</td><td>3.63</td><td>96.37</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>19.20</td><td>51.90</td><td>5.77</td><td>94.23</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>102.30</td><td>154.20</td><td>17.14</td><td>82.86</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>314.50</td><td>468.70</td><td>52.09</td><td>47.91</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>176.90</td><td>645.60</td><td>71.75</td><td>28.25</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>84.10</td><td>729.70</td><td>81.10</td><td>18.90</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>36.10</td><td>765.80</td><td>85.11</td><td>14.89</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>93.90</td><td>859.70</td><td>95.54</td><td>4.46</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>29.60</td><td>889.30</td><td>98.83</td><td>1.17</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>10.50</td><td>899.80</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>				# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	8.00	8.00	0.89	99.11	8	2.36	24.70	32.70	3.63	96.37	10	2	19.20	51.90	5.77	94.23	16	1.18	102.30	154.20	17.14	82.86	30	0.6	314.50	468.70	52.09	47.91	40	0.425	176.90	645.60	71.75	28.25	50	0.3	84.10	729.70	81.10	18.90	60	0.25	36.10	765.80	85.11	14.89	100	0.15	93.90	859.70	95.54	4.46	200	0.075	29.60	889.30	98.83	1.17	BANDEJA		10.50	899.80	100.00	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																						
4	4.76	8.00	8.00	0.89	99.11																																																																						
8	2.36	24.70	32.70	3.63	96.37																																																																						
10	2	19.20	51.90	5.77	94.23																																																																						
16	1.18	102.30	154.20	17.14	82.86																																																																						
30	0.6	314.50	468.70	52.09	47.91																																																																						
40	0.425	176.90	645.60	71.75	28.25																																																																						
50	0.3	84.10	729.70	81.10	18.90																																																																						
60	0.25	36.10	765.80	85.11	14.89																																																																						
100	0.15	93.90	859.70	95.54	4.46																																																																						
200	0.075	29.60	889.30	98.83	1.17																																																																						
BANDEJA		10.50	899.80	100.00																																																																							
<p>Curva de Distribución Granulométrica</p> 																																																																											
RESULTADOS																																																																											
D10 (mm)	0.19	Cu = D60 / D10	4.11																																																																								
D30 (mm)	0.42	Cc = D30² / (D60 * D10)	1.19																																																																								
D60 (mm)	0.78	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	1.18																																																																								
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.02%																																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																											
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																								
SUCS	1	98	1																																																																								
AASHTO	3	96	1																																																																								



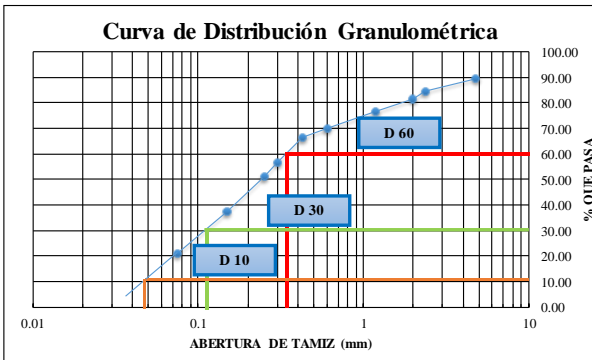
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 100: Pozo 1 en la vía Río Negro Topo – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																											
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5 cm																																																																								
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75 cm																																																																								
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17 806387 m 9843876 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	800 g																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTUR A (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>21.20</td><td>21.20</td><td>2.65</td><td>97.35</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>67.60</td><td>88.80</td><td>11.10</td><td>88.90</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>25.10</td><td>113.90</td><td>14.24</td><td>85.76</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>70.80</td><td>184.70</td><td>23.09</td><td>76.91</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>86.90</td><td>271.60</td><td>33.95</td><td>66.05</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>56.20</td><td>327.80</td><td>40.98</td><td>59.02</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>62.60</td><td>390.40</td><td>48.81</td><td>51.19</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>24.30</td><td>414.70</td><td>51.84</td><td>48.16</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>100.60</td><td>515.30</td><td>64.42</td><td>35.58</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>121.00</td><td>636.30</td><td>79.55</td><td>20.45</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>163.60</td><td>799.90</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>				# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	21.20	21.20	2.65	97.35	8	2.36	67.60	88.80	11.10	88.90	10	2	25.10	113.90	14.24	85.76	16	1.18	70.80	184.70	23.09	76.91	30	0.6	86.90	271.60	33.95	66.05	40	0.425	56.20	327.80	40.98	59.02	50	0.3	62.60	390.40	48.81	51.19	60	0.25	24.30	414.70	51.84	48.16	100	0.15	100.60	515.30	64.42	35.58	200	0.075	121.00	636.30	79.55	20.45	BANDEJA		163.60	799.90	100.00	
# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																						
4	4.76	21.20	21.20	2.65	97.35																																																																						
8	2.36	67.60	88.80	11.10	88.90																																																																						
10	2	25.10	113.90	14.24	85.76																																																																						
16	1.18	70.80	184.70	23.09	76.91																																																																						
30	0.6	86.90	271.60	33.95	66.05																																																																						
40	0.425	56.20	327.80	40.98	59.02																																																																						
50	0.3	62.60	390.40	48.81	51.19																																																																						
60	0.25	24.30	414.70	51.84	48.16																																																																						
100	0.15	100.60	515.30	64.42	35.58																																																																						
200	0.075	121.00	636.30	79.55	20.45																																																																						
BANDEJA		163.60	799.90	100.00																																																																							
 <p>Curva de Distribución Granulométrica</p>																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D10 (mm)</td> <td>0.049</td> <td>Cu = D60 / D10</td> <td>8.67</td> </tr> <tr> <td>D30 (mm)</td> <td>0.12</td> <td>Cc = D30² / (D60 * D10)</td> <td>0.69</td> </tr> <tr> <td>D60 (mm)</td> <td>0.425</td> <td>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</td> <td>2.36</td> </tr> <tr> <td>Error Permitido</td> <td>1.00%</td> <td>Error Calculado</td> <td>0.01%</td> </tr> </tbody> </table>				RESULTADOS				D10 (mm)	0.049	Cu = D60 / D10	8.67	D30 (mm)	0.12	Cc = D30² / (D60 * D10)	0.69	D60 (mm)	0.425	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2.36	Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.01%																																																				
RESULTADOS																																																																											
D10 (mm)	0.049	Cu = D60 / D10	8.67																																																																								
D30 (mm)	0.12	Cc = D30² / (D60 * D10)	0.69																																																																								
D60 (mm)	0.425	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2.36																																																																								
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.01%																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">PORCENTAJE DE MATERIAL</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Grava (G%)</th> <th>Arena (S%)</th> <th>Limo y Arcilla (Finos %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCS</td> <td>3</td> <td>77</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>AASHTO</td> <td>5</td> <td>75</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>				PORCENTAJE DE MATERIAL					Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)	SUCS	3	77	20	AASHTO	5	75	20																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																											
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																								
SUCS	3	77	20																																																																								
AASHTO	5	75	20																																																																								

Autor: José Luis López Sánchez.



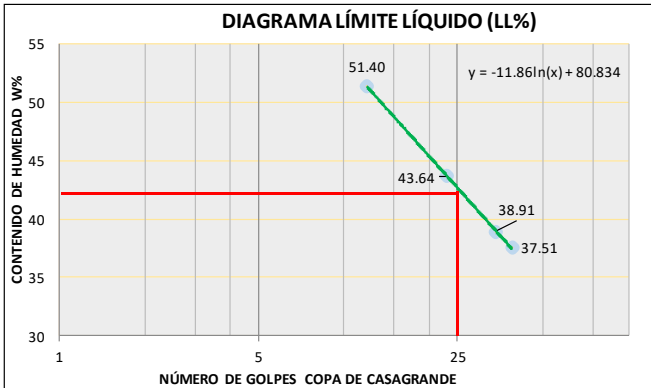
Tabla 101: Pozo 2 en la vía Río Negro Topo – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																											
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																											
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5 cm																																																																								
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80 cm																																																																								
Norma:	AASHTO T 88 2013	Coordenadas:	17 808775 m 9843698 m																																																																								
Peso Muestra Seca:	900 g																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTUR A (mm)</th> <th>PESO RETENIDO (g)</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>95.40</td><td>95.40</td><td>10.60</td><td>89.40</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>42.10</td><td>137.50</td><td>15.28</td><td>84.72</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>26.80</td><td>164.30</td><td>18.26</td><td>81.74</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>45.30</td><td>209.60</td><td>23.29</td><td>76.71</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>61.40</td><td>271.00</td><td>30.11</td><td>69.89</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>30.70</td><td>301.70</td><td>33.53</td><td>66.47</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>88.10</td><td>389.80</td><td>43.32</td><td>56.68</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>49.40</td><td>439.20</td><td>48.81</td><td>51.19</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>126.10</td><td>565.30</td><td>62.82</td><td>37.18</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>146.50</td><td>711.80</td><td>79.10</td><td>20.90</td></tr> <tr><td>BANDEJA</td><td></td><td>188.10</td><td>899.90</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>				# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.76	95.40	95.40	10.60	89.40	8	2.36	42.10	137.50	15.28	84.72	10	2	26.80	164.30	18.26	81.74	16	1.18	45.30	209.60	23.29	76.71	30	0.6	61.40	271.00	30.11	69.89	40	0.425	30.70	301.70	33.53	66.47	50	0.3	88.10	389.80	43.32	56.68	60	0.25	49.40	439.20	48.81	51.19	100	0.15	126.10	565.30	62.82	37.18	200	0.075	146.50	711.80	79.10	20.90	BANDEJA		188.10	899.90	100.00	
# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																						
4	4.76	95.40	95.40	10.60	89.40																																																																						
8	2.36	42.10	137.50	15.28	84.72																																																																						
10	2	26.80	164.30	18.26	81.74																																																																						
16	1.18	45.30	209.60	23.29	76.71																																																																						
30	0.6	61.40	271.00	30.11	69.89																																																																						
40	0.425	30.70	301.70	33.53	66.47																																																																						
50	0.3	88.10	389.80	43.32	56.68																																																																						
60	0.25	49.40	439.20	48.81	51.19																																																																						
100	0.15	126.10	565.30	62.82	37.18																																																																						
200	0.075	146.50	711.80	79.10	20.90																																																																						
BANDEJA		188.10	899.90	100.00																																																																							
 <p>Curva de Distribución Granulométrica</p>																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D10 (mm)</td> <td>0.048</td> <td>Cu = D60 / D10</td> <td>6.88</td> </tr> <tr> <td>D30 (mm)</td> <td>0.111</td> <td>Cc = D30² / (D60 * D10)</td> <td>0.78</td> </tr> <tr> <td>D60 (mm)</td> <td>0.33</td> <td>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</td> <td>2.36</td> </tr> <tr> <td>Error Permitido</td> <td>1.00%</td> <td>Error Calculado</td> <td>0.01%</td> </tr> </tbody> </table>				RESULTADOS				D10 (mm)	0.048	Cu = D60 / D10	6.88	D30 (mm)	0.111	Cc = D30² / (D60 * D10)	0.78	D60 (mm)	0.33	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2.36	Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.01%																																																				
RESULTADOS																																																																											
D10 (mm)	0.048	Cu = D60 / D10	6.88																																																																								
D30 (mm)	0.111	Cc = D30² / (D60 * D10)	0.78																																																																								
D60 (mm)	0.33	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2.36																																																																								
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.01%																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">PORCENTAJE DE MATERIAL</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Grava (G%)</th> <th>Arena (S%)</th> <th>Limo y Arcilla (Finos %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCS</td> <td>11</td> <td>68</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>AASHTO</td> <td>13</td> <td>66</td> <td>21</td> </tr> </tbody> </table>				PORCENTAJE DE MATERIAL					Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)	SUCS	11	68	21	AASHTO	13	66	21																																																								
PORCENTAJE DE MATERIAL																																																																											
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)																																																																								
SUCS	11	68	21																																																																								
AASHTO	13	66	21																																																																								

Autor: José Luis López Sánchez.



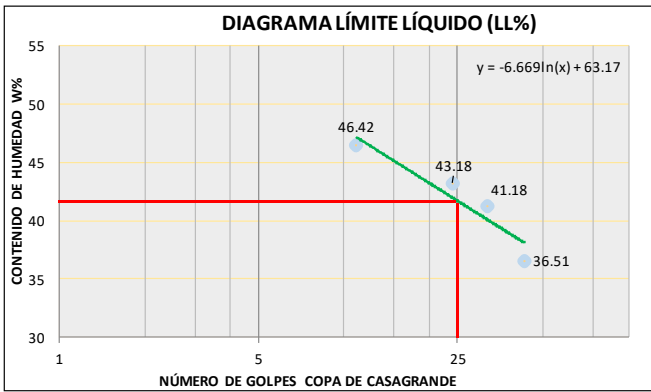
Límite líquido

Tabla 102: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”	
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)
ID Muestra:	P1
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	80 cm
Coordenadas:	17 813756 m 9843409 m
Número de Golpes	12 23 34 39
Identificación de Cápsula	28 31 15 42 03A 1 41 63
Peso de Cápsula	11.20 12.80 11.40 11.80 11.50 11.30 11.10 11.10
Peso de muestra húmeda + cápsula	23.40 23.30 22.10 21.20 20.20 21.50 16.80 17.90
Peso de muestra seca + cápsula	19.30 19.70 18.90 18.30 17.80 18.60 15.20 16.10
Peso del agua	4.10 3.60 3.20 2.90 2.40 2.90 1.60 1.80
Peso de la muestra seca	8.10 6.90 7.50 6.50 6.30 7.30 4.10 5.00
Contenido de humedad (ω)	50.62 52.17 42.67 44.62 38.10 39.73 39.02 36.00
Promedio de contenido de humedad (ω)	51.40 43.64 38.91 37.51
Límite Líquido (LL)	42.66
	



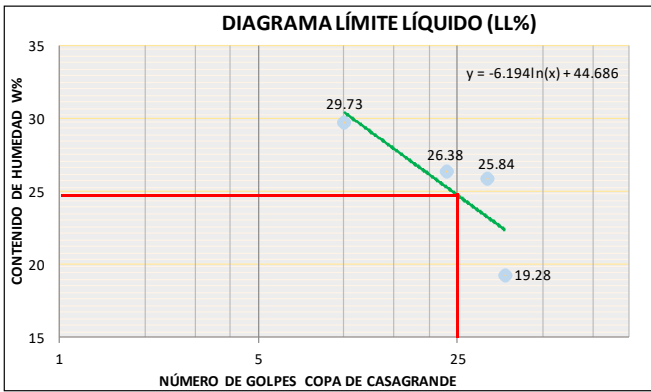
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 103: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”	
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)
ID Muestra:	P2
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	85 cm
Coordenadas:	17 814193 m 9841909 m
Número de Golpes	11 24 32 43
Identificación de Cápsula	30 32A 27A 26 3 24 56 42
Peso de Cápsula	11.40 11.80 11.70 11.50 11.60 11.50 11.30 11.20 g
Peso de muestra húmeda + cápsula	22.30 23.60 24.10 22.70 21.80 23.60 21.40 21.30 g
Peso de muestra seca + cápsula	18.90 19.80 20.50 19.20 18.80 20.10 18.60 18.70 g
Peso del agua	3.40 3.80 3.60 3.50 3.00 3.50 2.80 2.60 g
Peso de la muestra seca	7.50 8.00 8.80 7.70 7.20 8.60 7.30 7.50 g
Contenido de humedad (ω)	45.33 47.50 40.91 45.45 41.67 40.70 38.36 34.67 %
Promedio de contenido de humedad (ω)	46.42 43.18 41.18 36.51 %
Límite Líquido (LL)	41.70 %
	



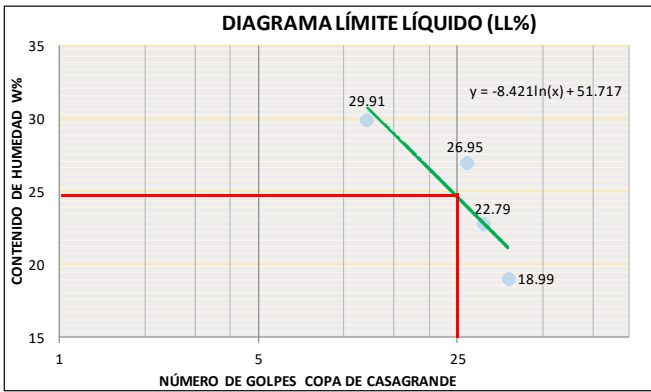
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 104: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”	
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)
ID Muestra:	P1
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	75 cm
Coordenadas:	17 811690 m 9843711 m
Número de Golpes	10 23 32 37
Identificación de Cápsula	16 42 2 31 78 15 75 1
Peso de Cápsula	11.10 11.80 10.9 12.8 11.50 11.40 10.80 11.30 g
Peso de muestra húmeda + cápsula	30.80 29.20 21.3 23 26.40 24.30 23.90 24.80 g
Peso de muestra seca + cápsula	26.30 25.20 19.10 20.90 23.40 21.60 21.80 22.60 g
Peso del agua	4.50 4.00 2.20 2.10 3.00 2.70 2.10 2.20 g
Peso de la muestra seca	15.20 13.40 8.20 8.10 11.90 10.20 11.00 11.30 g
Contenido de humedad (ω)	29.61 29.85 26.83 25.93 25.21 26.47 19.09 19.47 %
Promedio de contenido de humedad (ω)	29.73 26.38 25.84 19.28 %
Límite Líquido (LL)	24.75 %
	



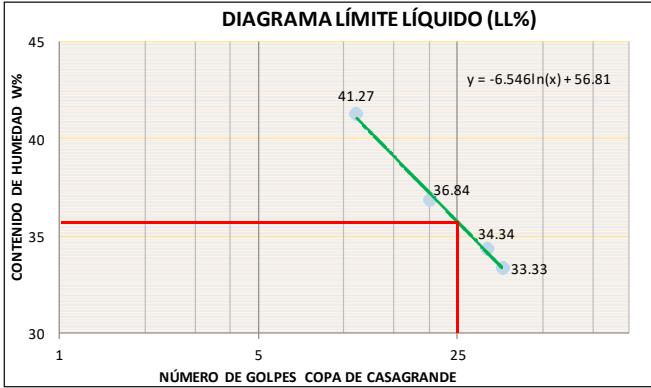
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 105: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)
ID Muestra:	P2
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	80 cm
Coordenadas:	17 812921 m 9843856 m
Número de Golpes	12 27 31 38
Identificación de Cápsula	17A 18 23 22 76 43 44 45
Peso de Cápsula	11.20 11.70 11.1 11.9 11.20 11.70 10.50 12.30 g
Peso de muestra húmeda + cápsula	30.50 30.20 28.6 28.3 26.40 25.60 24.70 26.30 g
Peso de muestra seca + cápsula	26.10 25.90 24.80 24.90 23.60 23.00 22.40 24.10 g
Peso del agua	4.40 4.30 3.80 3.40 2.80 2.60 2.30 2.20 g
Peso de la muestra seca	14.90 14.20 13.70 13.00 12.40 11.30 11.90 11.80 g
Contenido de humedad (ω)	29.53 30.28 27.74 26.15 22.58 23.01 19.33 18.64 %
Promedio de contenido de humedad (ω)	29.91 26.95 22.79 18.99 %
Límite Líquido (LL)	24.61 %
	



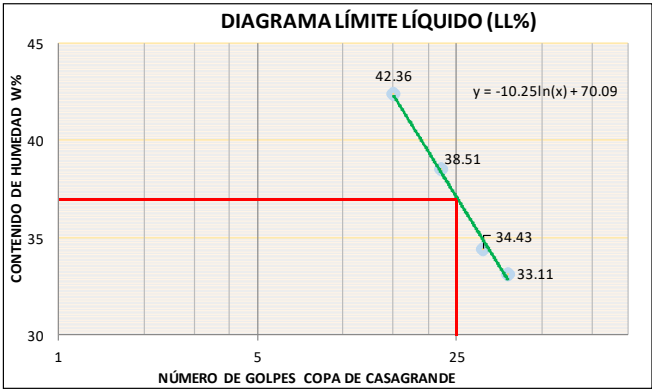
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 106: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”
Vía:	Río Negro - Azuay
ID Muestra:	P1
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	70 cm
Coordenadas:	17 812024 m 9849225 m
Número de Golpes	11 20 32 36
Identificación de Cápsula	70 21 41 25 60 34 11 05A
Peso de Cápsula	10.80 11.10 11.00 10.90 10.90 11.30 11.40 11.00 g
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.10 26.80 22.60 22.70 21.80 22.70 22.20 22.20 g
Peso de muestra seca + cápsula	18.10 22.20 19.50 19.50 19.00 19.80 19.50 19.40 g
Peso del agua	3.00 4.60 3.10 3.20 2.80 2.90 2.70 2.80 g
Peso de la muestra seca	7.30 11.10 8.50 8.60 8.10 8.50 8.10 8.40 g
Contenido de humedad (ω)	41.10 41.44 36.47 37.21 34.57 34.12 33.33 33.33 %
Promedio de contenido de humedad (ω)	41.27 36.84 34.34 33.33 %
Límite Líquido (LL)	35.74 %
	



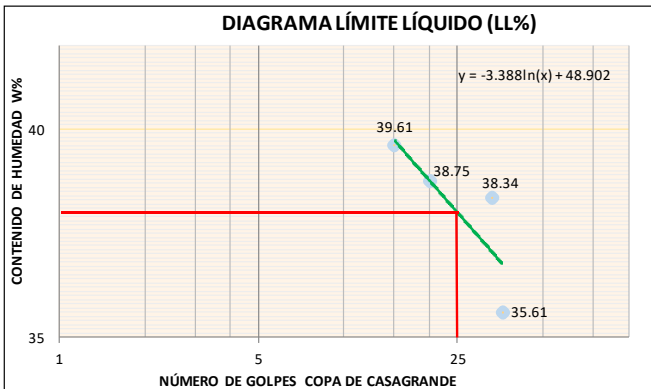
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 107: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”	
Vía:	Río Negro - Azuay
ID Muestra:	P2
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	85 cm
Coordenadas:	17 811415 m 9853136 m
Número de Golpes	15 22 31 38
Identificación de Cápsula	75 7D 45 67 78 25 45D 6A
Peso de Cápsula	11.10 10.90 11.80 11.60 11.40 10.80 11.00 12.10 g
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.40 21.10 22.00 21.90 20.80 21.70 21.20 22.80 g
Peso de muestra seca + cápsula	18.30 18.10 19.20 19.00 18.40 18.90 18.70 20.10 g
Peso del agua	3.10 3.00 2.80 2.90 2.40 2.80 2.50 2.70 g
Peso de la muestra seca	7.20 7.20 7.40 7.40 7.00 8.10 7.70 8.00 g
Contenido de humedad (ω)	43.06 41.67 37.84 39.19 34.29 34.57 32.47 33.75 %
Promedio de contenido de humedad (ω)	42.36 38.51 34.43 33.11 %
Límite Líquido (LL)	37.10 %
	



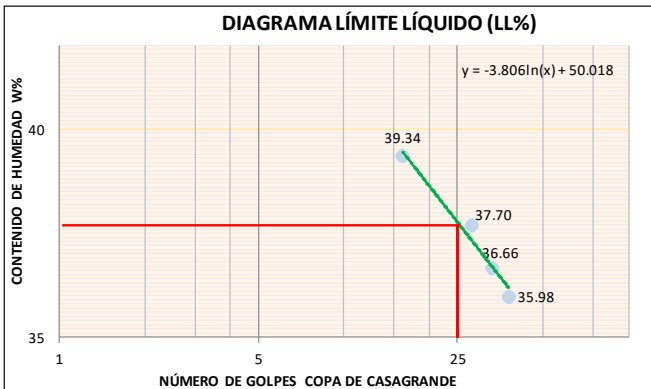
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 108: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 									
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”									
Vía:		Río Negro - El Topo - Azuay				Capa Vegetal:		5 cm	
ID Muestra:		P3				Profundidad:		80 cm	
Norma:		AASHTO T 89 2013				Coordenadas:		17 812579 m 9844307 m	
Número de Golpes	15		20		33		36		
Identificación de Cápsula	8	03A	72	18	39	62	26A	38	
Peso de Cápsula	11.40	11.50	12.20	11.50	11.70	11.00	11.10	11.80	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	18.90	20.20	24.90	23.50	21.90	23.60	25.10	25.60	g
Peso de muestra seca + cápsula	16.80	17.70	21.30	20.20	19.00	20.20	21.40	22.00	g
Peso del agua	2.10	2.50	3.60	3.30	2.90	3.40	3.70	3.60	g
Peso de la muestra seca	5.40	6.20	9.10	8.70	7.30	9.20	10.30	10.20	g
Contenido de humedad (ω)	38.89	40.32	39.56	37.93	39.73	36.96	35.92	35.29	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	39.61		38.75		38.34		35.61		%
Límite Líquido (LL)	38.00								
									



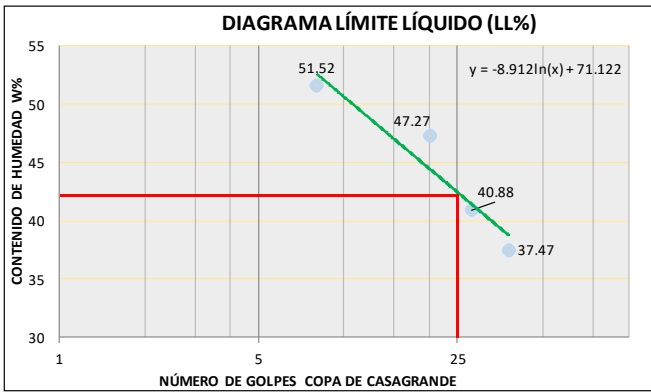
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 109: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 									
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”									
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay				Capa Vegetal:	5 cm			
ID Muestra:	P4				Profundidad:	85 cm			
Norma:	AASHTO T 89 2013				Coordenadas:	17 812294 m 9846955 m			
Número de Golpes	16		28		33		38		
Identificación de Cápsula	10A	5A	76	98	32A	54A	65D	4DA	
Peso de Cápsula	11.20	11.70	10.60	12.50	11.20	11.10	11.40	11.70	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.40	22.40	20.40	24.20	22.50	21.80	25.10	25.60	g
Peso de muestra seca + cápsula	18.50	19.40	17.80	20.90	19.50	18.90	21.40	22.00	g
Peso del agua	2.90	3.00	2.60	3.30	3.00	2.90	3.70	3.60	g
Peso de la muestra seca	7.30	7.70	7.20	8.40	8.30	7.80	10.00	10.30	g
Contenido de humedad (ω)	39.73	38.96	36.11	39.29	36.14	37.18	37.00	34.95	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	39.34		37.70		36.66		35.98		%
Límite Líquido (LL)	37.77								
									



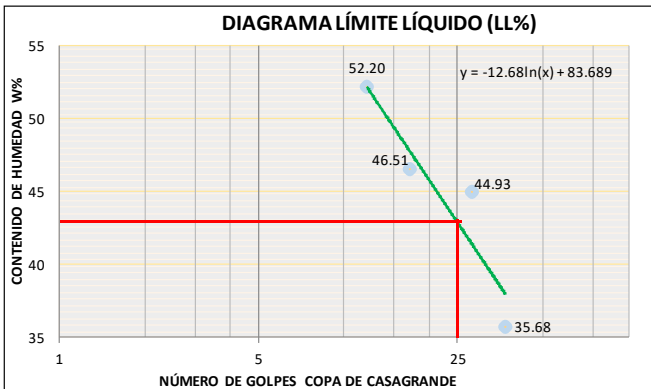
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 110: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”	
Vía:	Río Negro - La Estancia
ID Muestra:	P1
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	75 cm
Coordenadas:	17 810224 m 9842924 m
Número de Golpes	8 20 28 38
Identificación de Cápsula	75 2 25 62 16 39 19 78
Peso de Cápsula	10.90 10.90 10.90 11.00 11.10 11.70 11.50 11.60 g
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.20 25.30 22.30 21.40 28.20 31.10 25.60 26.50 g
Peso de muestra seca + cápsula	17.70 20.40 18.60 18.10 23.30 25.40 21.70 22.50 g
Peso del agua	3.50 4.90 3.70 3.30 4.90 5.70 3.90 4.00 g
Peso de la muestra seca	6.80 9.50 7.70 7.10 12.20 13.70 10.20 10.90 g
Contenido de humedad (ω)	51.47 51.58 48.05 46.48 40.16 41.61 38.24 36.70 %
Promedio de contenido de humedad (ω)	51.52 47.27 40.88 37.47 %
Límite Líquido (LL)	42.44 %
	



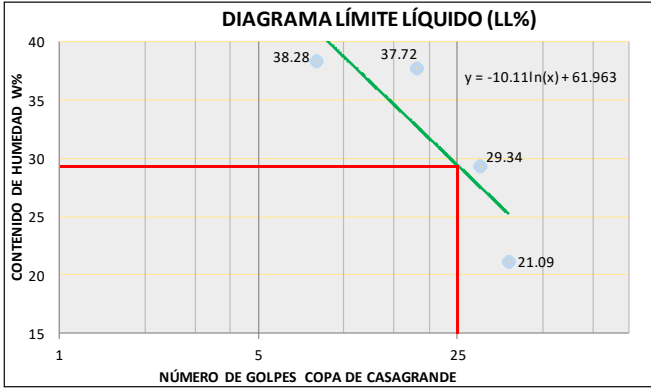
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 111: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)																																																			
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																				
Vía: Río Negro - La Estancia ID Muestra: P2 Norma: AASHTO T 89 2013	Capa Vegetal: 5 cm Profundidad: 80 cm Coordenadas: 17 808742 m 9840053 m																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Número de Golpes</td> <td style="width: 16.5%;">12</td> <td style="width: 16.5%;">17</td> <td style="width: 16.5%;">28</td> <td style="width: 16.5%;">37</td> </tr> <tr> <td>Identificación de Cápsula</td> <td>19</td> <td>63</td> <td>74</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Peso de Cápsula</td> <td>11.50</td> <td>11.10</td> <td>11.50</td> <td>10.90</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra húmeda + cápsula</td> <td>26.30</td> <td>27.80</td> <td>25.80</td> <td>29.10</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra seca + cápsula</td> <td>21.20</td> <td>22.10</td> <td>21.20</td> <td>23.40</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>5.10</td> <td>5.70</td> <td>4.60</td> <td>5.70</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>9.70</td> <td>11.00</td> <td>9.70</td> <td>12.50</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>52.58</td> <td>51.82</td> <td>47.42</td> <td>45.60</td> </tr> <tr> <td>Promedio de contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="2">52.20</td> <td colspan="2">46.51</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">42.87</td> </tr> </table>	Número de Golpes	12	17	28	37	Identificación de Cápsula	19	63	74	10	Peso de Cápsula	11.50	11.10	11.50	10.90	Peso de muestra húmeda + cápsula	26.30	27.80	25.80	29.10	Peso de muestra seca + cápsula	21.20	22.10	21.20	23.40	Peso del agua	5.10	5.70	4.60	5.70	Peso de la muestra seca	9.70	11.00	9.70	12.50	Contenido de humedad (ω)	52.58	51.82	47.42	45.60	Promedio de contenido de humedad (ω)	52.20		46.51		Límite Líquido (LL)	42.87					
Número de Golpes	12	17	28	37																																																
Identificación de Cápsula	19	63	74	10																																																
Peso de Cápsula	11.50	11.10	11.50	10.90																																																
Peso de muestra húmeda + cápsula	26.30	27.80	25.80	29.10																																																
Peso de muestra seca + cápsula	21.20	22.10	21.20	23.40																																																
Peso del agua	5.10	5.70	4.60	5.70																																																
Peso de la muestra seca	9.70	11.00	9.70	12.50																																																
Contenido de humedad (ω)	52.58	51.82	47.42	45.60																																																
Promedio de contenido de humedad (ω)	52.20		46.51																																																	
Límite Líquido (LL)	42.87																																																			
																																																				



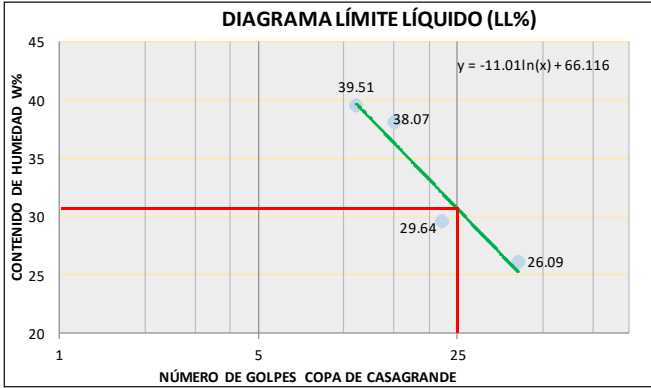
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 112: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”	
Vía:	Río Negro - Río Verde
ID Muestra:	P1
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	75 cm
Coordenadas:	17 806387 m 9843876 m
Número de Golpes	8 18 30 38
Identificación de Cápsula	11 31 38 72 8 18 26 5
Peso de Cápsula	11.40 11.30 11.70 12.20 11.40 11.50 11.20 11.00 g
Peso de muestra húmeda + cápsula	23.00 22.10 20.30 24.00 22.10 22.40 16.90 19.10 g
Peso de muestra seca + cápsula	19.80 19.10 17.60 21.30 19.70 19.90 15.90 17.70 g
Peso del agua	3.20 3.00 2.70 2.70 2.40 2.50 1.00 1.40 g
Peso de la muestra seca	8.40 7.80 5.90 9.10 8.30 8.40 4.70 6.70 g
Contenido de humedad (ω)	38.10 38.46 45.76 29.67 28.92 29.76 21.28 20.90 %
Promedio de contenido de humedad (ω)	38.28 37.72 29.34 21.09 %
Límite Líquido (LL)	29.42 %
	

Autor: José Luis López Sánchez.



Tabla 113: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 	
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”
Vía:	Río Negro - Río Verde
ID Muestra:	P2
Norma:	AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal:	5 cm
Profundidad:	80 cm
Coordenadas:	17 808775 m 9843698 m
Número de Golpes	11 15 22 41
Identificación de Cápsula	13 18A 76 87 8C 34C 41D 9A
Peso de Cápsula	11.20 11.00 11.50 11.90 12.20 11.70 11.80 11.00 g
Peso de muestra húmeda + cápsula	22.90 21.20 20.70 23.70 21.80 23.10 22.10 19.10 g
Peso de muestra seca + cápsula	19.60 18.30 18.20 20.40 19.60 20.50 20.00 17.40 g
Peso del agua	3.30 2.90 2.50 3.30 2.20 2.60 2.10 1.70 g
Peso de la muestra seca	8.40 7.30 6.70 8.50 7.40 8.80 8.20 6.40 g
Contenido de humedad (ω)	39.29 39.73 37.31 38.82 29.73 29.55 25.61 26.56 %
Promedio de contenido de humedad (ω)	39.51 38.07 29.64 26.09 %
Límite Líquido (LL)	30.68 %
	

Autor: José Luis López Sánchez.



Límite plástico

Tabla 114: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																																				
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																																				
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5 cm																																																																																	
ID Muestra:	P1	Profundidad:	80 cm																																																																																	
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	17 813756 m 9843409 m																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 10%;">2B</th> <th style="width: 10%;">3B</th> <th style="width: 10%;">3E</th> <th style="width: 10%;">5C</th> <th style="width: 10%;">104</th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td style="text-align: center;">12.90</td> <td style="text-align: center;">13.70</td> <td style="text-align: center;">14.00</td> <td style="text-align: center;">12.50</td> <td style="text-align: center;">14.60</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td style="text-align: center;">12.40</td> <td style="text-align: center;">12.90</td> <td style="text-align: center;">13.10</td> <td style="text-align: center;">12.00</td> <td style="text-align: center;">13.70</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0.80</td> <td style="text-align: center;">0.90</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0.90</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td style="text-align: center;">10.60</td> <td style="text-align: center;">10.70</td> <td style="text-align: center;">10.70</td> <td style="text-align: center;">10.60</td> <td style="text-align: center;">10.70</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td style="text-align: center;">1.80</td> <td style="text-align: center;">2.20</td> <td style="text-align: center;">2.40</td> <td style="text-align: center;">1.40</td> <td style="text-align: center;">3.00</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td style="text-align: center;">27.78</td> <td style="text-align: center;">36.36</td> <td style="text-align: center;">37.50</td> <td style="text-align: center;">35.71</td> <td style="text-align: center;">30.00</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">34.89</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">34.89</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">42.66</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">7.76</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	2B	3B	3E	5C	104		Peso muestra húmeda + recipiente	12.90	13.70	14.00	12.50	14.60	g	Peso muestra seca + recipiente	12.40	12.90	13.10	12.00	13.70	g	Peso del agua	0.50	0.80	0.90	0.50	0.90	g	Peso del recipiente	10.60	10.70	10.70	10.60	10.70	g	Peso de la muestra seca	1.80	2.20	2.40	1.40	3.00	g	Contenido de humedad (ω)	27.78	36.36	37.50	35.71	30.00	%	Promedio contenido de humedad (ω)						34.89	%	Límite Plástico (Lp)						34.89	%	Límite Líquido (LL)						42.66	%	Índice Plástico (IP)						7.76	%
Recipiente Número	2B	3B	3E	5C	104																																																																															
Peso muestra húmeda + recipiente	12.90	13.70	14.00	12.50	14.60	g																																																																														
Peso muestra seca + recipiente	12.40	12.90	13.10	12.00	13.70	g																																																																														
Peso del agua	0.50	0.80	0.90	0.50	0.90	g																																																																														
Peso del recipiente	10.60	10.70	10.70	10.60	10.70	g																																																																														
Peso de la muestra seca	1.80	2.20	2.40	1.40	3.00	g																																																																														
Contenido de humedad (ω)	27.78	36.36	37.50	35.71	30.00	%																																																																														
Promedio contenido de humedad (ω)						34.89	%																																																																													
Límite Plástico (Lp)						34.89	%																																																																													
Límite Líquido (LL)						42.66	%																																																																													
Índice Plástico (IP)						7.76	%																																																																													



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 115: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																																				
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																																				
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)	Capa Vegetal:	5 cm																																																																																	
ID Muestra:	P2	Profundidad:	85 cm																																																																																	
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	17 814193 m 9841909 m																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 10%;">106</th> <th style="width: 10%;">1A</th> <th style="width: 10%;">2B</th> <th style="width: 10%;">7C</th> <th style="width: 10%;">109</th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td style="text-align: center;">12.70</td> <td style="text-align: center;">13.50</td> <td style="text-align: center;">13.80</td> <td style="text-align: center;">12.70</td> <td style="text-align: center;">13.70</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td style="text-align: center;">12.20</td> <td style="text-align: center;">12.80</td> <td style="text-align: center;">12.90</td> <td style="text-align: center;">12.20</td> <td style="text-align: center;">12.90</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.90</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0.80</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td style="text-align: center;">10.70</td> <td style="text-align: center;">10.60</td> <td style="text-align: center;">10.60</td> <td style="text-align: center;">10.60</td> <td style="text-align: center;">10.70</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td style="text-align: center;">1.50</td> <td style="text-align: center;">2.20</td> <td style="text-align: center;">2.30</td> <td style="text-align: center;">1.60</td> <td style="text-align: center;">2.20</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td style="text-align: center;">33.33</td> <td style="text-align: center;">31.82</td> <td style="text-align: center;">39.13</td> <td style="text-align: center;">31.25</td> <td style="text-align: center;">36.36</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">34.64</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">34.64</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">41.70</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">7.06</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	106	1A	2B	7C	109		Peso muestra húmeda + recipiente	12.70	13.50	13.80	12.70	13.70	g	Peso muestra seca + recipiente	12.20	12.80	12.90	12.20	12.90	g	Peso del agua	0.50	0.70	0.90	0.50	0.80	g	Peso del recipiente	10.70	10.60	10.60	10.60	10.70	g	Peso de la muestra seca	1.50	2.20	2.30	1.60	2.20	g	Contenido de humedad (ω)	33.33	31.82	39.13	31.25	36.36	%	Promedio contenido de humedad (ω)						34.64	%	Límite Plástico (Lp)						34.64	%	Límite Líquido (LL)						41.70	%	Índice Plástico (IP)						7.06	%
Recipiente Número	106	1A	2B	7C	109																																																																															
Peso muestra húmeda + recipiente	12.70	13.50	13.80	12.70	13.70	g																																																																														
Peso muestra seca + recipiente	12.20	12.80	12.90	12.20	12.90	g																																																																														
Peso del agua	0.50	0.70	0.90	0.50	0.80	g																																																																														
Peso del recipiente	10.70	10.60	10.60	10.60	10.70	g																																																																														
Peso de la muestra seca	1.50	2.20	2.30	1.60	2.20	g																																																																														
Contenido de humedad (ω)	33.33	31.82	39.13	31.25	36.36	%																																																																														
Promedio contenido de humedad (ω)						34.64	%																																																																													
Límite Plástico (Lp)						34.64	%																																																																													
Límite Líquido (LL)						41.70	%																																																																													
Índice Plástico (IP)						7.06	%																																																																													

Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 116: Pozo 1 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																														
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																													
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)																																																																													
ID Muestra:	P1																																																																													
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																													
Capa Vegetal:	5 cm																																																																													
Profundidad:	75 cm																																																																													
Coordenadas:	17 811690 m 9843711 m																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>23-26</th> <th>65</th> <th>5A-3E</th> <th>74-4D</th> <th>P6-5C</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>9.20</td> <td>9.30</td> <td>12.30</td> <td>13.10</td> <td>13.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>8.90</td> <td>8.80</td> <td>12.10</td> <td>12.80</td> <td>13.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.30</td> <td>0.50</td> <td>0.20</td> <td>0.30</td> <td>0.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>7.50</td> <td>6.10</td> <td>10.70</td> <td>10.70</td> <td>10.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.40</td> <td>2.70</td> <td>1.40</td> <td>2.10</td> <td>2.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>21.43</td> <td>18.52</td> <td>14.29</td> <td>14.29</td> <td>15.38</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">14.65</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">14.65</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">24.75</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">10.10</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	23-26	65	5A-3E	74-4D	P6-5C		Peso muestra húmeda + recipiente	9.20	9.30	12.30	13.10	13.50	g	Peso muestra seca + recipiente	8.90	8.80	12.10	12.80	13.10	g	Peso del agua	0.30	0.50	0.20	0.30	0.40	g	Peso del recipiente	7.50	6.10	10.70	10.70	10.50	g	Peso de la muestra seca	1.40	2.70	1.40	2.10	2.60	g	Contenido de humedad (ω)	21.43	18.52	14.29	14.29	15.38	%	Promedio contenido de humedad (ω)	14.65					%	Límite Plástico (Lp)	14.65					%	Límite Líquido (LL)	24.75					%	Índice Plástico (IP)	10.10					%
Recipiente Número	23-26	65	5A-3E	74-4D	P6-5C																																																																									
Peso muestra húmeda + recipiente	9.20	9.30	12.30	13.10	13.50	g																																																																								
Peso muestra seca + recipiente	8.90	8.80	12.10	12.80	13.10	g																																																																								
Peso del agua	0.30	0.50	0.20	0.30	0.40	g																																																																								
Peso del recipiente	7.50	6.10	10.70	10.70	10.50	g																																																																								
Peso de la muestra seca	1.40	2.70	1.40	2.10	2.60	g																																																																								
Contenido de humedad (ω)	21.43	18.52	14.29	14.29	15.38	%																																																																								
Promedio contenido de humedad (ω)	14.65					%																																																																								
Límite Plástico (Lp)	14.65					%																																																																								
Límite Líquido (LL)	24.75					%																																																																								
Índice Plástico (IP)	10.10					%																																																																								



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 117: Pozo 2 en la vía Río Negro – Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																														
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																													
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)																																																																													
ID Muestra:	P2																																																																													
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																													
Capa Vegetal:	5 cm																																																																													
Profundidad:	80 cm																																																																													
Coordenadas:	17 812921 m 9843856 m																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>27</th> <th>6A</th> <th>76D</th> <th>56C</th> <th>P2</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>12.60</td> <td>12.80</td> <td>12.70</td> <td>13.80</td> <td>12.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>12.30</td> <td>12.50</td> <td>12.50</td> <td>13.40</td> <td>12.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.20</td> <td>0.40</td> <td>0.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.10</td> <td>10.40</td> <td>10.90</td> <td>10.60</td> <td>10.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>2.20</td> <td>2.10</td> <td>1.60</td> <td>2.80</td> <td>2.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>13.64</td> <td>14.29</td> <td>12.50</td> <td>14.29</td> <td>15.00</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">13.93</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">13.93</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">24.61</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">10.68</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	27	6A	76D	56C	P2		Peso muestra húmeda + recipiente	12.60	12.80	12.70	13.80	12.80	g	Peso muestra seca + recipiente	12.30	12.50	12.50	13.40	12.50	g	Peso del agua	0.30	0.30	0.20	0.40	0.30	g	Peso del recipiente	10.10	10.40	10.90	10.60	10.50	g	Peso de la muestra seca	2.20	2.10	1.60	2.80	2.00	g	Contenido de humedad (ω)	13.64	14.29	12.50	14.29	15.00	%	Promedio contenido de humedad (ω)	13.93					%	Límite Plástico (Lp)	13.93					%	Límite Líquido (LL)	24.61					%	Índice Plástico (IP)	10.68					%
Recipiente Número	27	6A	76D	56C	P2																																																																									
Peso muestra húmeda + recipiente	12.60	12.80	12.70	13.80	12.80	g																																																																								
Peso muestra seca + recipiente	12.30	12.50	12.50	13.40	12.50	g																																																																								
Peso del agua	0.30	0.30	0.20	0.40	0.30	g																																																																								
Peso del recipiente	10.10	10.40	10.90	10.60	10.50	g																																																																								
Peso de la muestra seca	2.20	2.10	1.60	2.80	2.00	g																																																																								
Contenido de humedad (ω)	13.64	14.29	12.50	14.29	15.00	%																																																																								
Promedio contenido de humedad (ω)	13.93					%																																																																								
Límite Plástico (Lp)	13.93					%																																																																								
Límite Líquido (LL)	24.61					%																																																																								
Índice Plástico (IP)	10.68					%																																																																								



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 118: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																														
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																													
Vía:	Río Negro - Azuay																																																																													
ID Muestra:	P1																																																																													
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																													
Capa Vegetal:	5 cm																																																																													
Profundidad:	70 cm																																																																													
Coordenadas:	17 812024 m 9849225 m																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>P2 - 2B</th> <th>3B</th> <th>104 - 4E</th> <th>80 - 3D</th> <th>2E</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>14.50</td> <td>13.00</td> <td>12.10</td> <td>13.00</td> <td>12.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>13.50</td> <td>12.50</td> <td>11.80</td> <td>12.50</td> <td>11.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>1.00</td> <td>0.50</td> <td>0.30</td> <td>0.50</td> <td>0.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.60</td> <td>10.70</td> <td>10.70</td> <td>10.80</td> <td>10.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>2.90</td> <td>1.80</td> <td>1.10</td> <td>1.70</td> <td>1.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>34.48</td> <td>27.78</td> <td>27.27</td> <td>29.41</td> <td>33.33</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">28.15</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">28.15</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">35.74</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">7.59</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente Número	P2 - 2B	3B	104 - 4E	80 - 3D	2E		Peso muestra húmeda + recipiente	14.50	13.00	12.10	13.00	12.20	g	Peso muestra seca + recipiente	13.50	12.50	11.80	12.50	11.80	g	Peso del agua	1.00	0.50	0.30	0.50	0.40	g	Peso del recipiente	10.60	10.70	10.70	10.80	10.60	g	Peso de la muestra seca	2.90	1.80	1.10	1.70	1.20	g	Contenido de humedad (ω)	34.48	27.78	27.27	29.41	33.33	%	Promedio contenido de humedad (ω)	28.15					%	Límite Plástico (Lp)	28.15					%	Límite Líquido (LL)	35.74					%	Índice Plástico (IP)	7.59					%	
Recipiente Número	P2 - 2B	3B	104 - 4E	80 - 3D	2E																																																																									
Peso muestra húmeda + recipiente	14.50	13.00	12.10	13.00	12.20	g																																																																								
Peso muestra seca + recipiente	13.50	12.50	11.80	12.50	11.80	g																																																																								
Peso del agua	1.00	0.50	0.30	0.50	0.40	g																																																																								
Peso del recipiente	10.60	10.70	10.70	10.80	10.60	g																																																																								
Peso de la muestra seca	2.90	1.80	1.10	1.70	1.20	g																																																																								
Contenido de humedad (ω)	34.48	27.78	27.27	29.41	33.33	%																																																																								
Promedio contenido de humedad (ω)	28.15					%																																																																								
Límite Plástico (Lp)	28.15					%																																																																								
Límite Líquido (LL)	35.74					%																																																																								
Índice Plástico (IP)	7.59					%																																																																								



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 119: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																														
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																													
Vía:	Río Negro - Azuay																																																																													
ID Muestra:	P2																																																																													
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																													
Capa Vegetal:	5 cm																																																																													
Profundidad:	85 cm																																																																													
Coordenadas:	17 811415 m 9853136 m																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>2A</th> <th>P3B</th> <th>P6A</th> <th>P1</th> <th>45C</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>12.60</td> <td>12.10</td> <td>13.20</td> <td>12.60</td> <td>13.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>12.10</td> <td>11.80</td> <td>12.70</td> <td>12.10</td> <td>12.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.50</td> <td>0.30</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> <td>0.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.60</td> <td>10.80</td> <td>10.60</td> <td>10.70</td> <td>10.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.50</td> <td>1.00</td> <td>2.10</td> <td>1.40</td> <td>1.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>33.33</td> <td>30.00</td> <td>23.81</td> <td>35.71</td> <td>35.29</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">29.84</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">29.84</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">37.10</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">7.26</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente Número	2A	P3B	P6A	P1	45C		Peso muestra húmeda + recipiente	12.60	12.10	13.20	12.60	13.00	g	Peso muestra seca + recipiente	12.10	11.80	12.70	12.10	12.40	g	Peso del agua	0.50	0.30	0.50	0.50	0.60	g	Peso del recipiente	10.60	10.80	10.60	10.70	10.70	g	Peso de la muestra seca	1.50	1.00	2.10	1.40	1.70	g	Contenido de humedad (ω)	33.33	30.00	23.81	35.71	35.29	%	Promedio contenido de humedad (ω)	29.84					%	Límite Plástico (Lp)	29.84					%	Límite Líquido (LL)	37.10					%	Índice Plástico (IP)	7.26					%	
Recipiente Número	2A	P3B	P6A	P1	45C																																																																									
Peso muestra húmeda + recipiente	12.60	12.10	13.20	12.60	13.00	g																																																																								
Peso muestra seca + recipiente	12.10	11.80	12.70	12.10	12.40	g																																																																								
Peso del agua	0.50	0.30	0.50	0.50	0.60	g																																																																								
Peso del recipiente	10.60	10.80	10.60	10.70	10.70	g																																																																								
Peso de la muestra seca	1.50	1.00	2.10	1.40	1.70	g																																																																								
Contenido de humedad (ω)	33.33	30.00	23.81	35.71	35.29	%																																																																								
Promedio contenido de humedad (ω)	29.84					%																																																																								
Límite Plástico (Lp)	29.84					%																																																																								
Límite Líquido (LL)	37.10					%																																																																								
Índice Plástico (IP)	7.26					%																																																																								



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 120: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																														
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																													
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay																																																																													
ID Muestra:	P3																																																																													
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																													
Capa Vegetal:	5 cm																																																																													
Profundidad:	80 cm																																																																													
Coordenadas:	17 812579 m 9844307 m																																																																													
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>54</td> <td>10</td> <td>5F</td> <td>71</td> <td>56</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>7.80</td> <td>7.20</td> <td>8.10</td> <td>9.10</td> <td>8.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>7.40</td> <td>7.00</td> <td>7.60</td> <td>8.40</td> <td>7.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.40</td> <td>0.20</td> <td>0.50</td> <td>0.70</td> <td>0.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>6.00</td> <td>6.10</td> <td>6.10</td> <td>6.20</td> <td>6.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.40</td> <td>0.90</td> <td>1.50</td> <td>2.20</td> <td>1.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>28.57</td> <td>22.22</td> <td>33.33</td> <td>31.82</td> <td>33.33</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">31.76</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">31.76</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">38.00</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">6.23</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	54	10	5F	71	56		Peso muestra húmeda + recipiente	7.80	7.20	8.10	9.10	8.20	g	Peso muestra seca + recipiente	7.40	7.00	7.60	8.40	7.70	g	Peso del agua	0.40	0.20	0.50	0.70	0.50	g	Peso del recipiente	6.00	6.10	6.10	6.20	6.20	g	Peso de la muestra seca	1.40	0.90	1.50	2.20	1.50	g	Contenido de humedad (ω)	28.57	22.22	33.33	31.82	33.33	%	Promedio contenido de humedad (ω)	31.76					%	Límite Plástico (Lp)	31.76					%	Límite Líquido (LL)	38.00					%	Índice Plástico (IP)	6.23					%
Recipiente Número	54	10	5F	71	56																																																																									
Peso muestra húmeda + recipiente	7.80	7.20	8.10	9.10	8.20	g																																																																								
Peso muestra seca + recipiente	7.40	7.00	7.60	8.40	7.70	g																																																																								
Peso del agua	0.40	0.20	0.50	0.70	0.50	g																																																																								
Peso del recipiente	6.00	6.10	6.10	6.20	6.20	g																																																																								
Peso de la muestra seca	1.40	0.90	1.50	2.20	1.50	g																																																																								
Contenido de humedad (ω)	28.57	22.22	33.33	31.82	33.33	%																																																																								
Promedio contenido de humedad (ω)	31.76					%																																																																								
Límite Plástico (Lp)	31.76					%																																																																								
Límite Líquido (LL)	38.00					%																																																																								
Índice Plástico (IP)	6.23					%																																																																								



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 121: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																														
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																													
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay																																																																													
ID Muestra:	P4																																																																													
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																													
Capa Vegetal:	5 cm																																																																													
Profundidad:	85 cm																																																																													
Coordenadas:	17 812294 m 9846955 m																																																																													
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>53</td> <td>42</td> <td>41D</td> <td>24</td> <td>2C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>7.90</td> <td>8.80</td> <td>7.50</td> <td>8.10</td> <td>8.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>7.50</td> <td>8.40</td> <td>7.20</td> <td>7.60</td> <td>7.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.40</td> <td>0.40</td> <td>0.30</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>6.20</td> <td>7.10</td> <td>6.30</td> <td>6.00</td> <td>6.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.30</td> <td>1.30</td> <td>0.90</td> <td>1.60</td> <td>1.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>30.77</td> <td>30.77</td> <td>33.33</td> <td>31.25</td> <td>29.41</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">31.19</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">31.19</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">37.77</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">6.58</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	53	42	41D	24	2C		Peso muestra húmeda + recipiente	7.90	8.80	7.50	8.10	8.40	g	Peso muestra seca + recipiente	7.50	8.40	7.20	7.60	7.90	g	Peso del agua	0.40	0.40	0.30	0.50	0.50	g	Peso del recipiente	6.20	7.10	6.30	6.00	6.20	g	Peso de la muestra seca	1.30	1.30	0.90	1.60	1.70	g	Contenido de humedad (ω)	30.77	30.77	33.33	31.25	29.41	%	Promedio contenido de humedad (ω)	31.19					%	Límite Plástico (Lp)	31.19					%	Límite Líquido (LL)	37.77					%	Índice Plástico (IP)	6.58					%
Recipiente Número	53	42	41D	24	2C																																																																									
Peso muestra húmeda + recipiente	7.90	8.80	7.50	8.10	8.40	g																																																																								
Peso muestra seca + recipiente	7.50	8.40	7.20	7.60	7.90	g																																																																								
Peso del agua	0.40	0.40	0.30	0.50	0.50	g																																																																								
Peso del recipiente	6.20	7.10	6.30	6.00	6.20	g																																																																								
Peso de la muestra seca	1.30	1.30	0.90	1.60	1.70	g																																																																								
Contenido de humedad (ω)	30.77	30.77	33.33	31.25	29.41	%																																																																								
Promedio contenido de humedad (ω)	31.19					%																																																																								
Límite Plástico (Lp)	31.19					%																																																																								
Límite Líquido (LL)	37.77					%																																																																								
Índice Plástico (IP)	6.58					%																																																																								



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 122: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																														
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																													
Vía:	Río Negro - La Estancia																																																																													
ID Muestra:	P1																																																																													
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																													
Capa Vegetal:	5 cm																																																																													
Profundidad:	75 cm																																																																													
Coordenadas:	17 810224 m 9842924 m																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>23</th> <th>54</th> <th>74</th> <th>80</th> <th>2E</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>9.00</td> <td>7.50</td> <td>12.60</td> <td>12.80</td> <td>12.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>8.60</td> <td>7.20</td> <td>12.10</td> <td>12.30</td> <td>11.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.40</td> <td>0.30</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>7.40</td> <td>6.00</td> <td>10.70</td> <td>10.80</td> <td>10.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.20</td> <td>1.20</td> <td>1.40</td> <td>1.50</td> <td>1.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>33.33</td> <td>25.00</td> <td>35.71</td> <td>33.33</td> <td>38.46</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">33.17</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">33.17</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">42.44</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">9.27</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	23	54	74	80	2E		Peso muestra húmeda + recipiente	9.00	7.50	12.60	12.80	12.40	g	Peso muestra seca + recipiente	8.60	7.20	12.10	12.30	11.90	g	Peso del agua	0.40	0.30	0.50	0.50	0.50	g	Peso del recipiente	7.40	6.00	10.70	10.80	10.60	g	Peso de la muestra seca	1.20	1.20	1.40	1.50	1.30	g	Contenido de humedad (ω)	33.33	25.00	35.71	33.33	38.46	%	Promedio contenido de humedad (ω)	33.17					%	Límite Plástico (Lp)	33.17					%	Límite Líquido (LL)	42.44					%	Índice Plástico (IP)	9.27					%
Recipiente Número	23	54	74	80	2E																																																																									
Peso muestra húmeda + recipiente	9.00	7.50	12.60	12.80	12.40	g																																																																								
Peso muestra seca + recipiente	8.60	7.20	12.10	12.30	11.90	g																																																																								
Peso del agua	0.40	0.30	0.50	0.50	0.50	g																																																																								
Peso del recipiente	7.40	6.00	10.70	10.80	10.60	g																																																																								
Peso de la muestra seca	1.20	1.20	1.40	1.50	1.30	g																																																																								
Contenido de humedad (ω)	33.33	25.00	35.71	33.33	38.46	%																																																																								
Promedio contenido de humedad (ω)	33.17					%																																																																								
Límite Plástico (Lp)	33.17					%																																																																								
Límite Líquido (LL)	42.44					%																																																																								
Índice Plástico (IP)	9.27					%																																																																								



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 123: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																														
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																													
Vía:	Río Negro - La Estancia																																																																													
ID Muestra:	P2																																																																													
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																													
Capa Vegetal:	5 cm																																																																													
Profundidad:	80 cm																																																																													
Coordenadas:	17 808742 m 9840053 m																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>1E - 10</th> <th>6E - 5B</th> <th>P4 - 4C</th> <th>3B1 - 1A</th> <th>3A1 - 3E</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>13.00</td> <td>13.70</td> <td>12.20</td> <td>12.20</td> <td>12.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>12.40</td> <td>12.90</td> <td>11.80</td> <td>11.80</td> <td>12.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.60</td> <td>0.80</td> <td>0.40</td> <td>0.40</td> <td>0.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.70</td> <td>10.70</td> <td>10.70</td> <td>10.50</td> <td>10.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.70</td> <td>2.20</td> <td>1.10</td> <td>1.30</td> <td>1.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>35.29</td> <td>36.36</td> <td>36.36</td> <td>30.77</td> <td>33.33</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">34.21</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">34.21</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">42.87</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">8.67</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	1E - 10	6E - 5B	P4 - 4C	3B1 - 1A	3A1 - 3E		Peso muestra húmeda + recipiente	13.00	13.70	12.20	12.20	12.60	g	Peso muestra seca + recipiente	12.40	12.90	11.80	11.80	12.10	g	Peso del agua	0.60	0.80	0.40	0.40	0.50	g	Peso del recipiente	10.70	10.70	10.70	10.50	10.60	g	Peso de la muestra seca	1.70	2.20	1.10	1.30	1.50	g	Contenido de humedad (ω)	35.29	36.36	36.36	30.77	33.33	%	Promedio contenido de humedad (ω)	34.21					%	Límite Plástico (Lp)	34.21					%	Límite Líquido (LL)	42.87					%	Índice Plástico (IP)	8.67					%
Recipiente Número	1E - 10	6E - 5B	P4 - 4C	3B1 - 1A	3A1 - 3E																																																																									
Peso muestra húmeda + recipiente	13.00	13.70	12.20	12.20	12.60	g																																																																								
Peso muestra seca + recipiente	12.40	12.90	11.80	11.80	12.10	g																																																																								
Peso del agua	0.60	0.80	0.40	0.40	0.50	g																																																																								
Peso del recipiente	10.70	10.70	10.70	10.50	10.60	g																																																																								
Peso de la muestra seca	1.70	2.20	1.10	1.30	1.50	g																																																																								
Contenido de humedad (ω)	35.29	36.36	36.36	30.77	33.33	%																																																																								
Promedio contenido de humedad (ω)	34.21					%																																																																								
Límite Plástico (Lp)	34.21					%																																																																								
Límite Líquido (LL)	42.87					%																																																																								
Índice Plástico (IP)	8.67					%																																																																								



Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 124: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																																		
Proyecto:	"CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																																	
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5	cm																																																																														
ID Muestra:	P1	Profundidad:	75	cm																																																																														
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	17	806387 m	9843876 m																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>65</th> <th>56</th> <th>5F</th> <th>10</th> <th>71</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>7.50</td> <td>8.10</td> <td>8.50</td> <td>8.60</td> <td>8.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>7.10</td> <td>7.70</td> <td>8.00</td> <td>8.10</td> <td>7.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.40</td> <td>0.40</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> <td>0.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>6.10</td> <td>6.20</td> <td>6.10</td> <td>6.00</td> <td>6.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.00</td> <td>1.50</td> <td>1.90</td> <td>2.10</td> <td>1.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>40.00</td> <td>26.67</td> <td>26.32</td> <td>23.81</td> <td>26.67</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">25.86</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">25.86</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">29.42</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">3.56</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>						Recipiente Número	65	56	5F	10	71		Peso muestra húmeda + recipiente	7.50	8.10	8.50	8.60	8.00	g	Peso muestra seca + recipiente	7.10	7.70	8.00	8.10	7.60	g	Peso del agua	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	g	Peso del recipiente	6.10	6.20	6.10	6.00	6.10	g	Peso de la muestra seca	1.00	1.50	1.90	2.10	1.50	g	Contenido de humedad (ω)	40.00	26.67	26.32	23.81	26.67	%	Promedio contenido de humedad (ω)	25.86					%	Límite Plástico (Lp)	25.86					%	Límite Líquido (LL)	29.42					%	Índice Plástico (IP)	3.56					%
Recipiente Número	65	56	5F	10	71																																																																													
Peso muestra húmeda + recipiente	7.50	8.10	8.50	8.60	8.00	g																																																																												
Peso muestra seca + recipiente	7.10	7.70	8.00	8.10	7.60	g																																																																												
Peso del agua	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	g																																																																												
Peso del recipiente	6.10	6.20	6.10	6.00	6.10	g																																																																												
Peso de la muestra seca	1.00	1.50	1.90	2.10	1.50	g																																																																												
Contenido de humedad (ω)	40.00	26.67	26.32	23.81	26.67	%																																																																												
Promedio contenido de humedad (ω)	25.86					%																																																																												
Límite Plástico (Lp)	25.86					%																																																																												
Límite Líquido (LL)	29.42					%																																																																												
Índice Plástico (IP)	3.56					%																																																																												

Autor: José Luis López Sánchez.



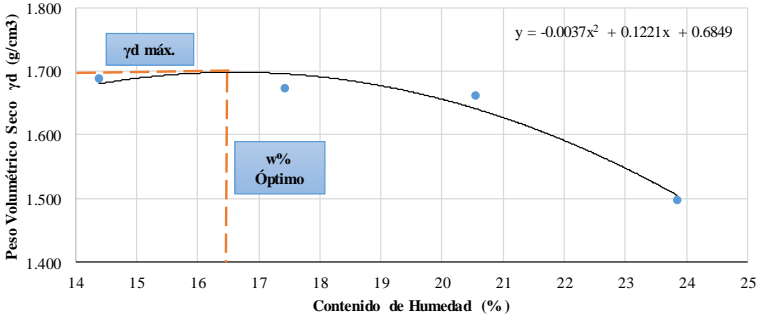
Tabla 125: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																																		
Proyecto:	"CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."																																																																																	
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:	5	cm																																																																														
ID Muestra:	P2	Profundidad:	80	cm																																																																														
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	17	808775 m	9843698 m																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>70</th> <th>41</th> <th>68</th> <th>69</th> <th>21</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>7.70</td> <td>7.20</td> <td>8.10</td> <td>8.40</td> <td>7.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>7.40</td> <td>7.00</td> <td>7.60</td> <td>7.90</td> <td>7.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.30</td> <td>0.20</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> <td>0.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>6.30</td> <td>6.10</td> <td>6.00</td> <td>6.20</td> <td>6.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.10</td> <td>0.90</td> <td>1.60</td> <td>1.70</td> <td>1.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>27.27</td> <td>22.22</td> <td>31.25</td> <td>29.41</td> <td>28.57</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="5">27.86</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">27.86</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">30.68</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">2.81</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>						Recipiente Número	70	41	68	69	21		Peso muestra húmeda + recipiente	7.70	7.20	8.10	8.40	7.80	g	Peso muestra seca + recipiente	7.40	7.00	7.60	7.90	7.40	g	Peso del agua	0.30	0.20	0.50	0.50	0.40	g	Peso del recipiente	6.30	6.10	6.00	6.20	6.00	g	Peso de la muestra seca	1.10	0.90	1.60	1.70	1.40	g	Contenido de humedad (ω)	27.27	22.22	31.25	29.41	28.57	%	Promedio contenido de humedad (ω)	27.86					%	Límite Plástico (Lp)	27.86					%	Límite Líquido (LL)	30.68					%	Índice Plástico (IP)	2.81					%
Recipiente Número	70	41	68	69	21																																																																													
Peso muestra húmeda + recipiente	7.70	7.20	8.10	8.40	7.80	g																																																																												
Peso muestra seca + recipiente	7.40	7.00	7.60	7.90	7.40	g																																																																												
Peso del agua	0.30	0.20	0.50	0.50	0.40	g																																																																												
Peso del recipiente	6.30	6.10	6.00	6.20	6.00	g																																																																												
Peso de la muestra seca	1.10	0.90	1.60	1.70	1.40	g																																																																												
Contenido de humedad (ω)	27.27	22.22	31.25	29.41	28.57	%																																																																												
Promedio contenido de humedad (ω)	27.86					%																																																																												
Límite Plástico (Lp)	27.86					%																																																																												
Límite Líquido (LL)	30.68					%																																																																												
Índice Plástico (IP)	2.81					%																																																																												

Autor: José Luis López Sánchez.



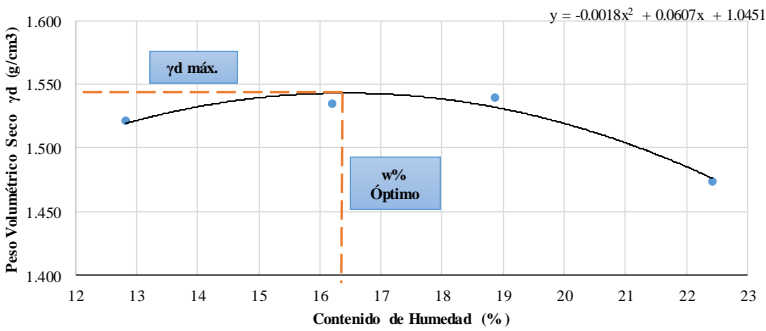
Proctor modificado "B"

Tabla 126: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 									
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)								
ID Muestra:	P1								
Norma:	AASHTO T 180 2018								
Capa Vegetal:	5 cm								
Profundidad:	80 cm								
Coordenadas:	17 813756 m 9843409 m								
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12865	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2360.65	cm ³			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.13	h			
					13.13	cm			
Peso Inicial Deseado	5000	5000	5000	5000	5000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%		%			
P. molde+Suelo húmedo	17423	17505	17595	17246		g			
Peso suelo húmedo Wm	4558	4640	4730	4381		g			
Peso unitario húmedo γm	1.931	1.966	2.004	1.856		g/cm ³			
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	32	98	2B	52	24	34	91	84	
Peso del recipiente Wr	26.40	32.60	24.10	31.00	26.80	26.10	32.40	30.90	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	150.00	190.50	159.50	149.90	165.30	187.30	236.60	167.20	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	134.40	170.70	139.60	132.10	141.30	160.30	197.80	140.60	g
Peso de la muestra seca (Ws)	108.00	138.10	115.50	101.10	114.50	134.20	165.40	109.70	g
Peso del agua (Ww)	15.60	19.80	19.90	17.80	24.00	27.00	38.80	26.60	g
Contenido de humedad (ω)	14.44	14.34	17.23	17.61	20.96	20.12	23.46	24.25	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14.39		17.42		20.54		23.85		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.688	1.674	1.662	1.498					g/cm ³
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad promedio ω			16.5						%
Peso Volumétrico Seco γd			1.700						g/cm ³
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD									
									



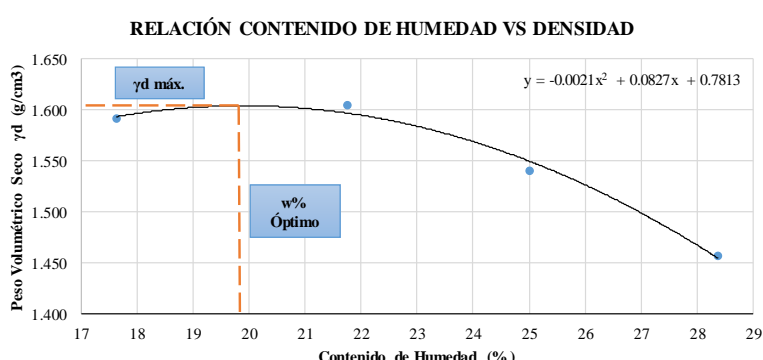
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 127: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") </div>  </div>										
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."										
Vía:		Río Negro - Mera (Acceso 1)			Capa Vegetal:		5 cm			
ID Muestra:		P2			Profundidad:		85 cm			
Norma:		AASHTO T 180 2018			Coordenadas:		17 814193 m 9841909 m			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12865	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2360.65	cm ³				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.13	h	13.13	cm		
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g		
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%						
P. molde+Suelo húmedo	16917	17075	17186	17125						
Peso suelo húmedo Wm	4052	4210	4321	4260						
Peso unitario húmedo γm	1.716	1.783	1.830	1.805						
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	12	16	28	62	35	37	79	38		
Peso del recipiente Wr	30.70	30.10	31.10	30.90	30.30	31.40	31.70	30.50	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.70	135.80	195.70	167.50	135.70	198.70	168.70	168.70	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	142.50	123.70	173.20	148.10	118.80	172.40	143.50	143.50	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	111.80	93.60	142.10	117.20	88.50	141.00	111.80	113.00	g	
Peso del agua (Ww)	14.20	12.10	22.50	19.40	16.90	26.30	25.20	25.20	g	
Contenido de humedad (ω)	12.70	12.93	15.83	16.55	19.10	18.65	22.54	22.30	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	12.81		16.19		18.87		22.42			
Peso Volumétrico Seco γd	1.522		1.535		1.540		1.474			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad promedio ω					16.2					%
Peso Volumétrico Seco γd					1.548					g/cm ³
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD										
<div style="display: flex; align-items: center;">  </div>										



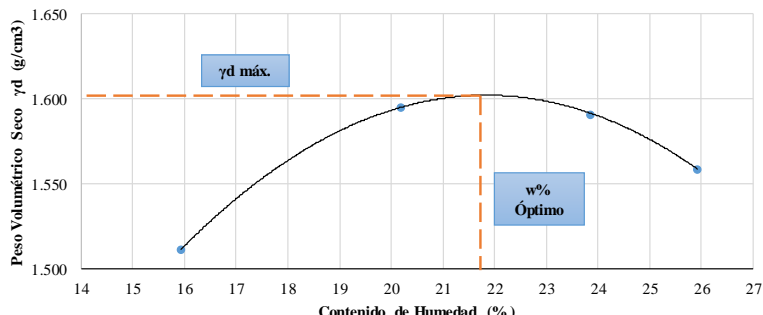
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 128: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."										
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	P1				Profundidad:	75 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	17 811690 m 9843711 m				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13452	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286.94	cm ³				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.13	h	12.72	cm		
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g		
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%						
P. molde+Suelo húmedo	17732	17919	17856	17730						
Peso suelo húmedo Wm	4280	4467	4404	4278						
Peso unitario húmedo γm	1.871	1.953	1.926	1.871						
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	9	1A	7	82	1	2	86	102		
Peso del recipiente Wr	31.90	32.50	32.80	30.60	30.10	30.50	34.40	32.20	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	149.40	156.50	160.00	201.20	142.50	136.70	239.00	258.10	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	131.60	138.10	137.30	170.70	120.60	114.90	193.40	208.60	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	99.70	105.60	104.50	140.10	90.50	84.40	159.00	176.40	g	
Peso del agua (Ww)	17.80	18.40	22.70	30.50	21.90	21.80	45.60	49.50	g	
Contenido de humedad (ω)	17.85	17.42	21.72	21.77	24.20	25.83	28.68	28.06	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	17.64		21.75		25.01		28.37			
Peso Volumétrico Seco γd	1.591		1.604		1.540		1.457			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad promedio ω					19.7					%
Peso Volumétrico Seco γd					1.605					g/cm ³
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD										
										



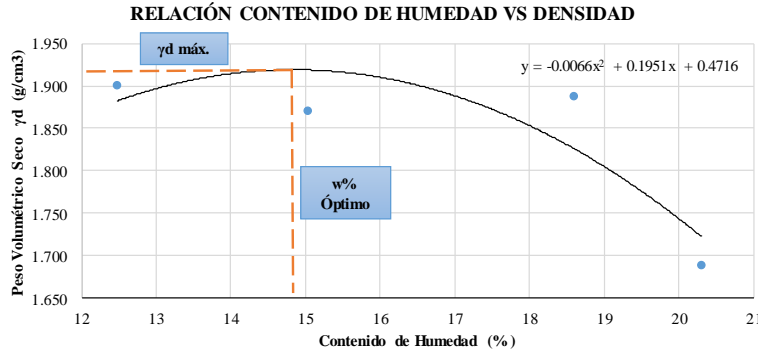
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 129: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") </div>  </div>										
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."										
Vía:		Río Negro - Mera (Acceso 2)			Capa Vegetal:		5 cm			
ID Muestra:		P2			Profundidad:		80 cm			
Norma:		AASHTO T 180 2018			Coordenadas:		17 812921 m 9843856 m			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13452	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286.94	cm ³				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.13	h	12.72	cm		
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g		
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%						
P. molde+Suelo húmedo	17458	17836	17958	17941						
Peso suelo húmedo Wm	4006	4384	4506	4489						
Peso unitario húmedo γm	1.752	1.917	1.970	1.963						
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	5	3	78	96	25	35	37	40		
Peso del recipiente Wr	30.80	31.10	30.70	30.70	31.30	31.40	30.60	30.70	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	186.50	167.80	169.50	198.50	136.70	154.70	163.50	187.70	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	165.70	148.50	145.80	170.80	116.80	130.50	136.80	154.60	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	134.90	117.40	115.10	140.10	85.50	99.10	106.20	123.90	g	
Peso del agua (Ww)	20.80	19.30	23.70	27.70	19.90	24.20	26.70	33.10	g	
Contenido de humedad (ω)	15.42	16.44	20.59	19.77	23.27	24.42	25.14	26.72	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	15.93		20.18		23.85		25.93			
Peso Volumétrico Seco γd	1.511		1.595		1.591		1.559			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad promedio ω					21.8					%
Peso Volumétrico Seco γd					1.608					g/cm ³
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD										
										



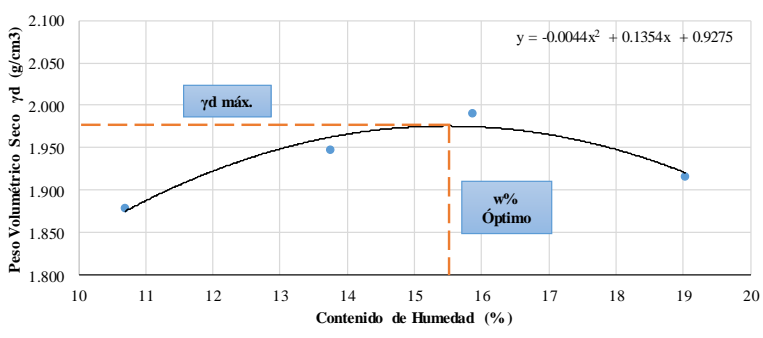
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 130: Pozo 1 en la vía Río Negro - Azuay.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") </div>  </div>										
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."										
Vía:		Río Negro - Azuay			Capa Vegetal:		5 cm			
ID Muestra:		P1			Profundidad:		70 cm			
Norma:		AASHTO T 180 2018			Coordenadas:		17 812024 m 9849225 m			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12849	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2215.81	cm³				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie³	Øint	14.78	h	12.915	cm		
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g		
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%						
P. molde+Suelo húmedo	17587	17617	17811	17353						
Peso suelo húmedo Wm	4738	4768	4962	4504						
Peso unitario húmedo γm	2.138	2.152	2.239	2.033						
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	21	38	40	15	34	45	100	3		
Peso del recipiente Wr	27.60	25.20	24.10	25.50	26.80	27.10	30.30	33.40	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	152.10	133.00	130.70	123.00	143.60	148.80	247.40	257.20	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	138.00	121.30	116.40	110.60	125.10	129.90	210.70	219.50	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	110.40	96.10	92.30	85.10	98.30	102.80	180.40	186.10	g	
Peso del agua (Ww)	14.10	11.70	14.30	12.40	18.50	18.90	36.70	37.70	g	
Contenido de humedad (ω)	12.77	12.17	15.49	14.57	18.82	18.39	20.34	20.26	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	12.47		15.03		18.60		20.30			
Peso Volumétrico Seco γd	1.901		1.871		1.888		1.690			
									g/cm³	
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad promedio ω					14.8					%
Peso Volumétrico Seco γd					1.913					g/cm³
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD										
										



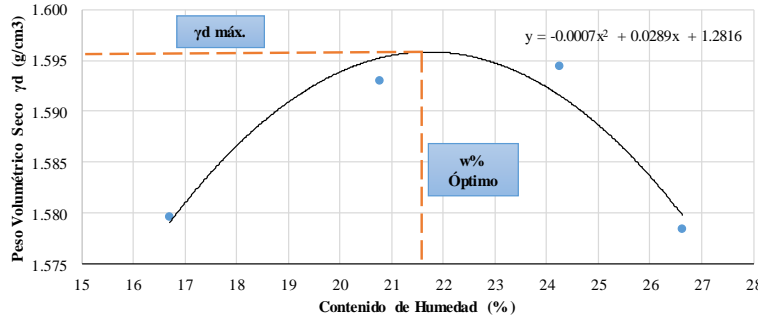
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 131: Pozo 2 en la vía Río Negro - Azuay.

 										
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")										
Proyecto:	“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”									
Vía:	Río Negro - Azuay									
ID Muestra:	P2									
Norma:	AASHTO T 180 2018									
Capa Vegetal:	5 cm									
Profundidad:	85 cm									
Coordenadas:	17 811415 m 9853136 m									
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12849	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2215.81	cm ³				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	14.78	h				
Peso Inicial Deseado	5000	5000	5000	5000	5000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%		%				
P. molde+Suelo húmedo	17458	17758	17958	17905		g				
Peso suelo húmedo Wm	4609	4909	5109	5056		g				
Peso unitario húmedo γm	2.080	2.215	2.306	2.282		g/cm ³				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	11	16	19	24	29	35	37	49		
Peso del recipiente Wr	27.80	30.10	31.10	31.10	31.50	30.40	30.70	30.10	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	163.40	152.40	132.70	153.40	186.70	196.50	125.70	136.90	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	150.40	140.50	120.50	138.50	165.70	173.50	110.80	119.50	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	122.60	110.40	89.40	107.40	134.20	143.10	80.10	89.40	g	
Peso del agua (Ww)	13.00	11.90	12.20	14.90	21.00	23.00	14.90	17.40	g	
Contenido de humedad (ω)	10.60	10.78	13.65	13.87	15.65	16.07	18.60	19.46	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	10.69		13.76		15.86		19.03		%	
Peso Volumétrico Seco γd	1.879		1.947		1.990		1.917		g/cm ³	
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad promedio ω					15.6					%
Peso Volumétrico Seco γd					1.972					g/cm ³
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD										
										



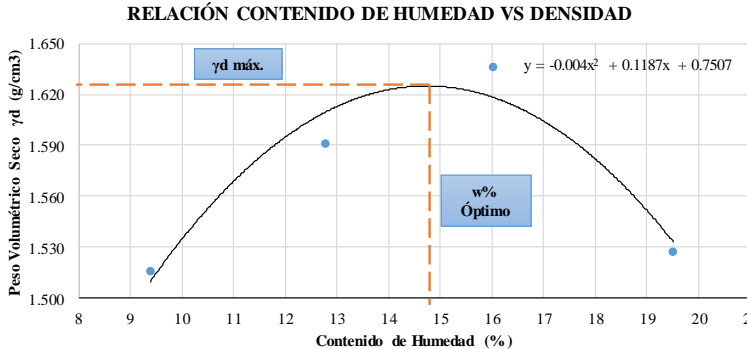
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 132: Pozo 3 en la vía Río Negro - El Topo - Azuay.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") </div>  </div>									
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
Vía:		Río Negro - El Topo - Azuay			Capa Vegetal:		5 cm		
ID Muestra:		P3			Profundidad:		80 cm		
Norma:		AASHTO T 180 2018			Coordenadas:		17 812579 m 9844307 m		
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12849	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2215.81	cm ³			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	14.78	h	12.915	cm	
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g	
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					
P. molde+Suelo húmedo	16934	17112	17239	17278					
Peso suelo húmedo Wm	4085	4263	4390	4429					
Peso unitario húmedo γm	1.844	1.924	1.981	1.999					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	14	31	18	45	65	87	42	46	
Peso del recipiente Wr	26.70	24.50	25.70	23.40	20.30	28.00	24.80	24.80	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	127.00	141.40	106.20	108.10	136.70	114.60	117.60	124.10	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	112.70	124.60	92.20	93.70	113.70	97.90	98.10	103.20	g
Peso de la muestra seca (Ws)	86.00	100.10	66.50	70.30	93.40	69.90	73.30	78.40	g
Peso del agua (Ww)	14.30	16.80	14.00	14.40	23.00	16.70	19.50	20.90	g
Contenido de humedad (ω)	16.63	16.78	21.05	20.48	24.63	23.89	26.60	26.66	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16.71		20.77		24.26		26.63		
Peso Volumétrico Seco γd	1.580		1.593		1.594		1.578		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad promedio ω					21.8			%	
Peso Volumétrico Seco γd					1.596			g/cm ³	
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD									
									



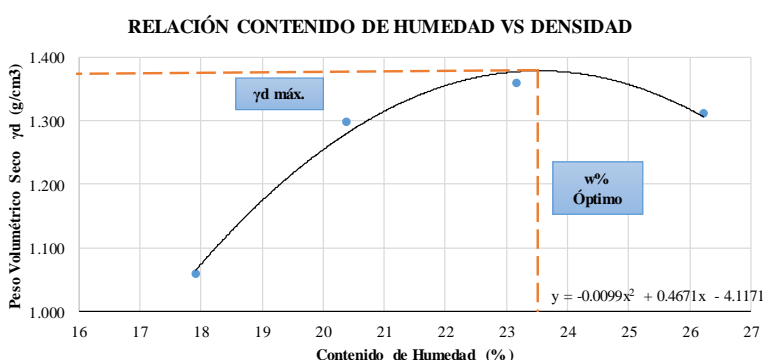
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 133: Pozo 4 en la vía Río Negro - El Topo - Azuay.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") </div>  </div>									
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay				Capa Vegetal:	5 cm			
ID Muestra:	P4				Profundidad:	85 cm			
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	17 812294 m 9846955 m			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12849	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2215.81	cm ³			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	14.78	h	12.915	cm	
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g	
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					
P. molde+Suelo húmedo	16523	16825	17056	16893					
Peso suelo húmedo Wm	3674	3976	4207	4044					
Peso unitario húmedo γm	1.658	1.794	1.899	1.825					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	12	19	24	75	65	78	65	32	
Peso del recipiente Wr	30.10	31.10	25.40	30.80	31.10	32.10	30.80	31.10	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.30	186.50	177.80	163.50	135.40	128.50	185.70	129.50	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	145.20	173.50	160.50	148.50	121.40	114.80	160.30	113.50	g
Peso de la muestra seca (Ws)	115.10	142.40	135.10	117.70	90.30	82.70	129.50	82.40	g
Peso del agua (Ww)	11.10	13.00	17.30	15.00	14.00	13.70	25.40	16.00	g
Contenido de humedad (ω)	9.64	9.13	12.81	12.74	15.50	16.57	19.61	19.42	%
Promedio contenido de humedad (ω)	9.39		12.77		16.03		19.52		
Peso Volumétrico Seco γd	1.516		1.591		1.636		1.527		
									g/cm ³
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad promedio ω				14.9				%	
Peso Volumétrico Seco γd				1.624				g/cm ³	
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD									
									



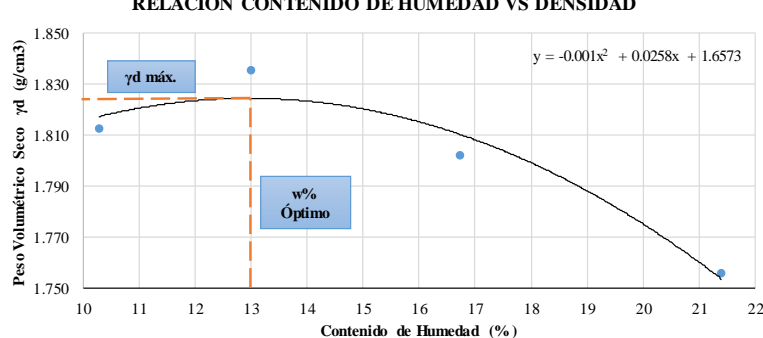
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 134: Pozo 1 en la vía Río Negro - La Estancia.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") </div>  </div>										
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."										
Vía:	Río Negro - La Estancia				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	P1				Profundidad:	75 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	17 810224 m 9842924 m				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13318	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2345.16	cm³				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie³	Øint	15.22	h	12.89	cm		
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g		
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%						
P. molde+Suelo húmedo	16246	16984	17246	17199						
Peso suelo húmedo Wm	2928	3666	3928	3881						
Peso unitario húmedo γm	1.249	1.563	1.675	1.655						
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	95	96	103	83	2	5A	43	1		
Peso del recipiente Wr	33.40	31.40	30.10	32.30	30.20	30.40	32.30	31.50	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	188.30	192.40	205.20	188.90	156.70	178.50	195.10	193.60	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	164.60	168.10	175.20	162.70	132.20	151.50	160.90	160.30	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	131.20	136.70	145.10	130.40	102.00	121.10	128.60	128.80	g	
Peso del agua (Ww)	23.70	24.30	30.00	26.20	24.50	27.00	34.20	33.30	g	
Contenido de humedad (ω)	18.06	17.78	20.68	20.09	24.02	22.30	26.59	25.85	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	17.92		20.38		23.16		26.22			
Peso Volumétrico Seco γd	1.059		1.299		1.360		1.311			
									g/cm³	
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad promedio ω					23.6					%
Peso Volumétrico Seco γd					1.393					g/cm³
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD										
 <p style="text-align: center;">$y = -0.0099x^2 + 0.4671x - 4.1171$</p>										



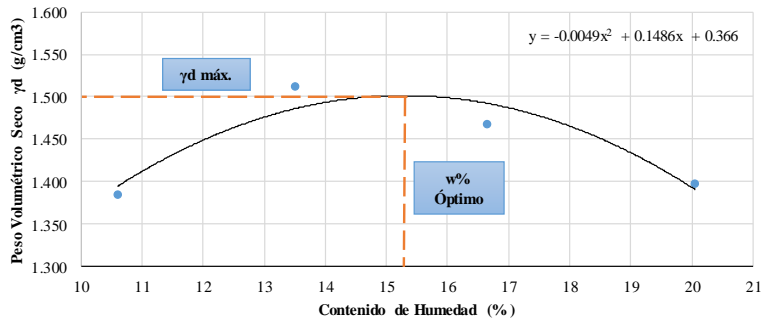
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 135: Pozo 2 en la vía Río Negro - La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 									
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
Vía:	Río Negro - La Estancia				Capa Vegetal:	5 cm			
ID Muestra:	P2				Profundidad:	80 cm			
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	17 808742 m 9840053 m			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12865	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2272.19	cm ³			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	14.81	h	13.19	cm	
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g	
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					
P. molde+Suelo húmedo	17407	17577	17645	17708					
Peso suelo húmedo Wm	4542	4712	4780	4843					
Peso unitario húmedo γm	1.999	2.074	2.104	2.131					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	6	37	46	15	45	66	102	2	
Peso del recipiente Wr	34.40	26.10	24.90	25.60	30.10	30.60	31.10	30.80	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	235.80	187.20	202.40	168.00	176.70	187.60	199.90	264.90	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	217.00	172.20	180.90	152.50	155.40	165.40	169.80	224.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	182.60	146.10	156.00	126.90	125.30	134.80	138.70	193.30	g
Peso del agua (Ww)	18.80	15.00	21.50	15.50	21.30	22.20	30.10	40.80	g
Contenido de humedad (ω)	10.30	10.27	13.78	12.21	17.00	16.47	21.70	21.11	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10.28		13.00		16.73		21.40		
Peso Volumétrico Seco γd	1.813		1.835		1.802		1.756		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad promedio ω				13				%	
Peso Volumétrico Seco γd				1.824				g/cm ³	
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD									
									



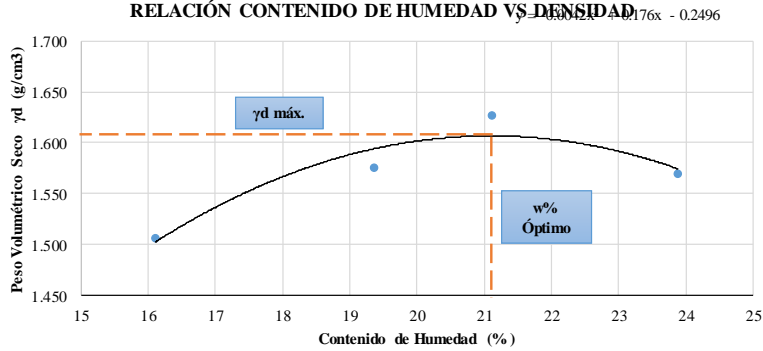
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 136: Pozo 1 en la vía Río Negro - Río Verde.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") </div> 									
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
Vía:	Río Negro - Río Verde			Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	P1			Profundidad:	75 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018			Coordenadas:	17 806387 m 9843876 m				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13451	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2289.86	cm ³			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.11	h	12.77	cm	
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g	
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%	%				
P. molde+Suelo húmedo	16959	17381	17373	17294	g				
Peso suelo húmedo Wm	3508	3930	3922	3843	g				
Peso unitario húmedo γm	1.532	1.716	1.713	1.678	g/cm ³				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	14	45	69	18	101	57	67	46	
Peso del recipiente Wr	26.70	23.50	30.60	25.80	31.30	31.10	31.80	30.50	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	131.50	158.90	161.20	165.40	139.00	157.90	178.50	185.40	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	121.10	146.40	145.00	149.50	123.30	140.20	154.30	159.20	g
Peso de la muestra seca (Ws)	94.40	122.90	114.40	123.70	92.00	109.10	122.50	128.70	g
Peso del agua (Ww)	10.40	12.50	16.20	15.90	15.70	17.70	24.20	26.20	g
Contenido de humedad (ω)	11.02	10.17	14.16	12.85	17.07	16.22	19.76	20.36	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10.59		13.51		16.64		20.06		
Peso Volumétrico Seco γd	1.385		1.512		1.468		1.398		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad promedio ω					15.2			%	
Peso Volumétrico Seco γd					1.500			g/cm ³	
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD									
									

Autor: José Luis López Sánchez.



Tabla 137: Pozo 2 en la vía Río Negro - Río Verde.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") </div> 										
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."										
Vía:	Río Negro - Río Verde				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	P2				Profundidad:	80 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	17 808775 m 9843698 m				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13451	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2289.86	cm ³				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.11	h	12.77	cm		
Peso Inicial Deseado	5000		5000		5000		5000	g		
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%						
P. molde+Suelo húmedo	17456	17756	17963	17903						
Peso suelo húmedo Wm	4005	4305	4512	4452						
Peso unitario húmedo γm	1.749	1.880	1.970	1.944						
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	25	36	78	19	34	25	65	28		
Peso del recipiente Wr	25.30	30.80	31.10	30.90	30.70	31.60	31.10	30.50	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.20	175.80	137.70	197.50	187.40	163.20	144.20	183.10	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	138.40	155.30	120.40	170.50	160.50	139.90	121.80	154.50	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	113.10	124.50	89.30	139.60	129.80	108.30	90.70	124.00	g	
Peso del agua (Ww)	17.80	20.50	17.30	27.00	26.90	23.30	22.40	28.60	g	
Contenido de humedad (ω)	15.74	16.47	19.37	19.34	20.72	21.51	24.70	23.06	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	16.10		19.36		21.12		23.88			
Peso Volumétrico Seco γd	1.506		1.575		1.627		1.569			
									g/cm ³	
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad promedio ω					21.1					%
Peso Volumétrico Seco γd					1.605					g/cm ³
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD $y = 0.000176x^2 - 0.2496$										
										

Autor: José Luis López Sánchez.

CBR

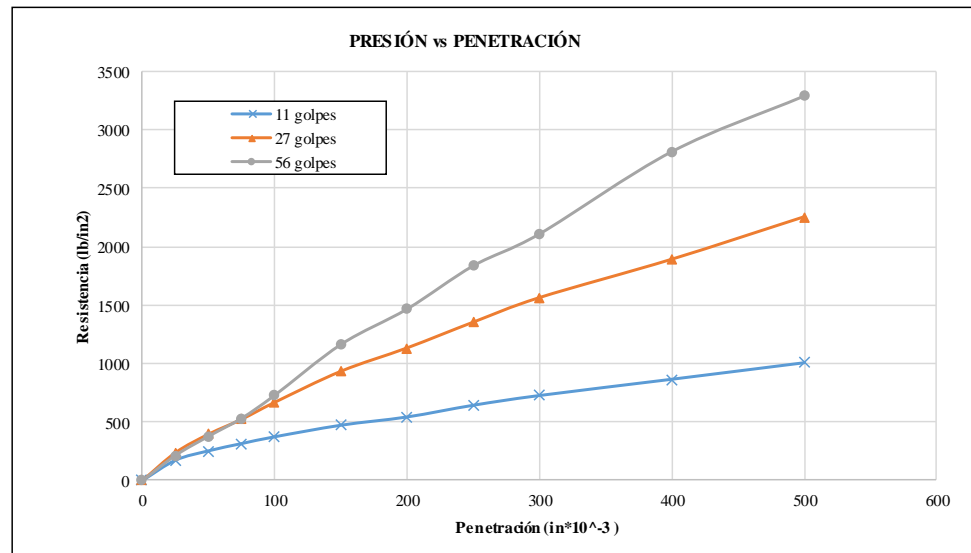
Tabla 138: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."							
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P1			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	813756 m	9843409 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.700		g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	16.50		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	12		11		9		
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.2	cm
	Altura	18	Altura	17.9	Altura	18	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	15608		14929		14025		g
Peso Molde	9216		8732		8252		g
Peso de Muestra Húmeda	6392		6197		5773		g
Volumen Muestra	3223.41		3205.50		3266.25		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.983		1.933		1.767		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	6	2	84	77	41	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	111.20	146.90	124.10	98.20	106.80	92.70	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99.30	130.70	110.60	88.60	95.40	83.70	g
Peso del agua (Ww)	11.90	16.20	13.50	9.60	11.40	9.00	g
Peso del recipiente (Wr)	36.40	34.40	30.70	30.90	30.90	31.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62.90	96.30	79.90	57.70	64.50	52.60	g
Contenido de humedad (ω)	18.92	16.82	16.90	16.64	17.67	17.11	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17.87		16.77		17.39		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.682		1.656		1.506		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	15752		15025		14145		g
Peso Molde	9216		8732		8252		g
Peso de Muestra Húmeda	6536		6293		5893		g
Volumen Muestra	3223.41		3205.50		3266.25		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.028		1.963		1.804		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	20	17	85	1	89	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	117.20	148.40	186.70	174.90	185.90	175.10	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	100.50	122.70	155.40	147.30	152.40	146.80	g
Peso del agua (Ww)	16.70	25.70	31.30	27.60	33.50	28.30	g
Peso del recipiente (Wr)	26.50	24.70	31.10	33.20	32.20	31.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	74.00	98.00	124.30	114.10	120.20	115.00	g
Contenido de humedad (ω)	22.57	26.22	25.18	24.19	27.87	24.61	%
Promedio contenido de humedad (ω)	24.40		24.69		26.24		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.630		1.575		1.429		g/cm ³

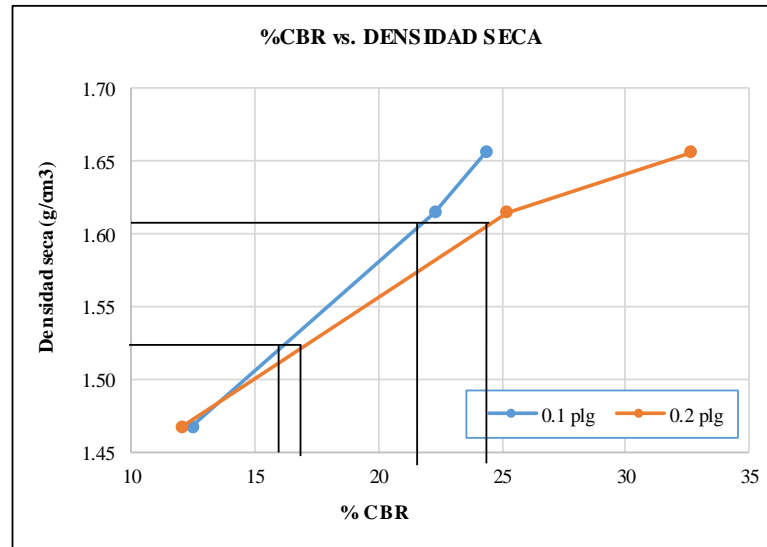
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1.270	mm/min	
					0.05	in/min	

PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN ^o 1 (56 Golpes)				MOLDEN ^o 2 (27 Golpes)				MOLDEN ^o 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 ⁻³		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
				Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
0	0	1000	0	0	243.60	0	0	222.70	22.27	0	0	124.53	12.45	
0.64	25		215.2	71.7		238.3	79.4			173.3	57.8			
1.27	50		378.9	126.3		395.8	131.9			253.5	84.5			
1.91	75		533.5	177.8		523.3	174.4			315.6	105.2			
2.54	100		730.8	243.6		668.1	222.7			373.6	124.5			
3.81	150		1165.3	388.4		933.5	311.2			472.3	157.4			
5.08	200		1468.7	489.6		1133.1	377.7			543.1	181.0			
6.35	250		1838.8	612.9		1353.3	451.1			643.2	214.4			
7.62	300		2111.8	703.9		1562.8	520.9			726.3	242.1			
10.16	400		2816.1	938.7		1890.8	630.3			865.3	288.4			
12.7	500	3292.5	1097.5	2253.5	751.2	1006.6	335.5							
		1500			489.57			377.70	25.18			181.03	12.07	



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	24.36	22.27	12.45
	0.2"	32.64	25.18	12.07
Densida Seca	g/cm3	1.656	1.615	1.467





Densidad seca máx :	1.700	g/cm3
---------------------	-------	-------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.530	15.5	15.7	15.7
95% DSM = 1.615	21.3	24.5	24.5

24.5

Autor: José Luis López Sánchez.

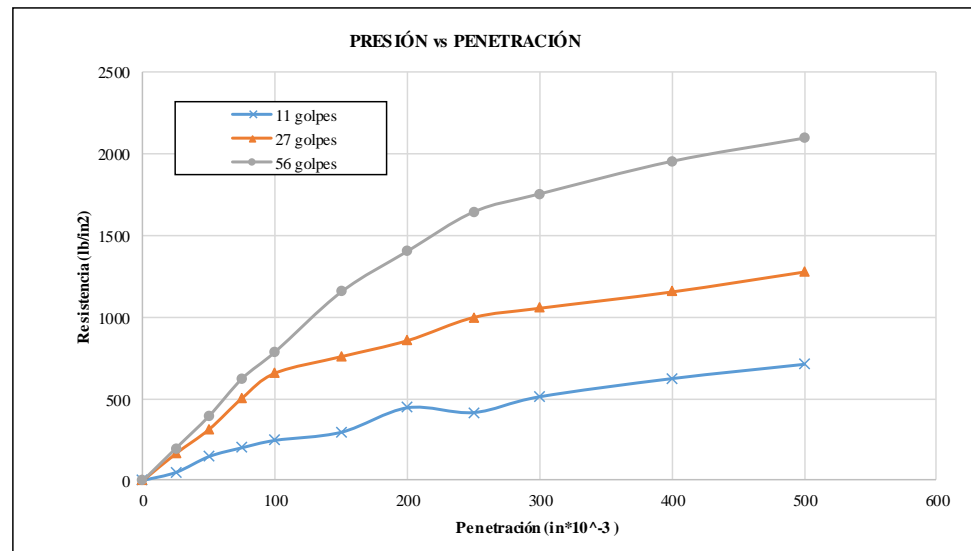
Tabla 139: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 1).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."							
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 1)			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P2			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	814193 m	9841909 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.548	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	16.20	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	12		11		9		
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.2	cm
	Altura	18	Altura	17.9	Altura	18	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14862		14757		14682		g
Peso Molde	8753		8732		9856		g
Peso de Muestra Húmeda	6109		6025		4826		g
Volumen Muestra	3223.41		3205.50		3266.25		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.895		1.880		1.478		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	6	2	84	77	41	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	111.20	146.90	124.10	98.20	106.80	92.70	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99.30	130.70	110.60	88.60	95.40	83.70	g
Peso del agua (Ww)	11.90	16.20	13.50	9.60	11.40	9.00	g
Peso del recipiente (Wr)	36.40	34.40	30.70	30.90	30.90	31.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62.90	96.30	79.90	57.70	64.50	52.60	g
Contenido de humedad (ω)	18.92	16.82	16.90	16.64	17.67	17.11	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17.87		16.77		17.39		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.608		1.610		1.259		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	14925		14856		14789		g
Peso Molde	8753		8732		9856		g
Peso de Muestra Húmeda	6172		6124		4933		g
Volumen Muestra	3223.41		3205.50		3266.25		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.915		1.910		1.510		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	10	16	19	25	35	98	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	135.20	135.60	189.70	145.60	121.30	175.80	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	116.50	116.10	161.50	126.50	106.30	151.90	g
Peso del agua (Ww)	18.70	19.50	28.20	19.10	15.00	23.90	g
Peso del recipiente (Wr)	26.50	24.70	31.10	33.20	32.20	31.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	90.00	91.40	130.40	93.30	74.10	120.10	g
Contenido de humedad (ω)	20.78	21.33	21.63	20.47	20.24	19.90	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21.06		21.05		20.07		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.582		1.578		1.258		g/cm ³

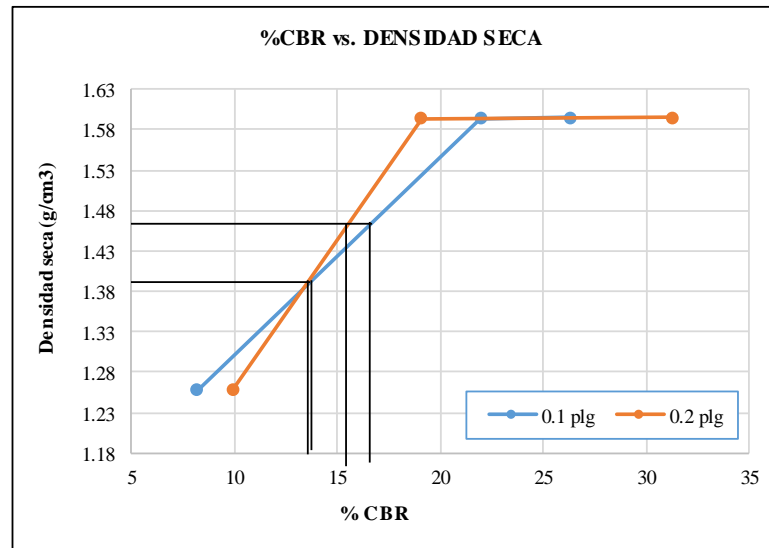
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1.270	mm/min	
					0.05	in/min	

PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
				Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
0	0	1000	0	0	263.10	0	0	219.50	21.95	0	0	81.97	8.20	
0.64	25		198.7	66.2		165.7	55.2			49.8	16.6			
1.27	50		395.8	131.9		313.8	104.6			146.8	48.9			
1.91	75		625.4	208.5		505.8	168.6			200.7	66.9			
2.54	100		789.3	263.1		658.5	219.5			245.9	82.0			
3.81	150		1156.4	385.5		759.4	253.1			295.8	98.6			
5.08	200		1405.6	468.5		857.8	285.9			445.8	148.6			
6.35	250		1645.9	548.6		999.6	333.2			416.5	138.8			
7.62	300		1756.8	585.6		1056.2	352.1			513.4	171.1			
10.16	400		1956.7	652.2		1156.2	385.4			624.7	208.2			
12.7	500	2098.7	699.6	1278.3	426.1	712.3	237.4							
		1500			468.53			285.93	19.06			148.60	9.91	



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	26.31	21.95	8.20
	0.2"	31.24	19.06	9.91
Densida Seca	g/cm3	1.595	1.594	1.258





Densidad seca máx :	1.548	g/cm3
---------------------	-------	-------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.393	14.1	14.2	14.2
95% DSM= 1.471	16.7	15.3	16.7

16.7

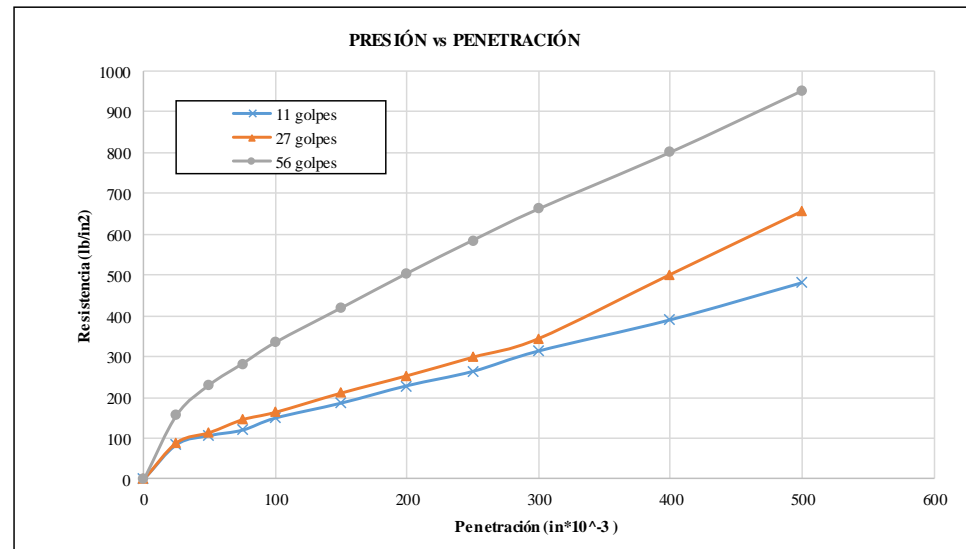
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 140: Pozo 1 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

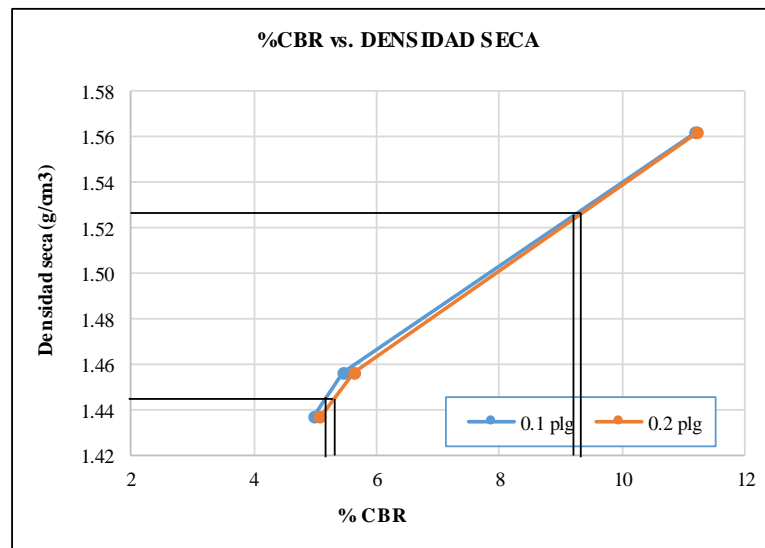
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES INDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."							
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P1			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	811690 m	9843711 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.605		g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	19.70		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	10		11		12		
DIMENSIONES	Diámetro	15.11	Diámetro	15.16	Diámetro	15.17	cm
	Altura	17.8	Altura	17.7	Altura	17.6	cm
N° de Capas	5		5		5		
N° de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	15450		14579		11512		g
Peso Molde	9218		8754		5836		g
Peso de Muestra Húmeda	6232		5825		5676		g
Volumen Muestra	3191.82		3194.93		3181.07		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.952		1.823		1.784		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	91	6	56	86	61	53	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	217.00	249.40	140.70	145.40	151.30	151.90	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	178.10	204.40	118.40	122.60	126.80	127.60	g
Peso del agua (Ww)	38.90	45.00	22.30	22.80	24.50	24.30	g
Peso del recipiente (Wr)	32.40	34.40	30.50	31.30	30.20	30.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	145.70	170.00	87.90	91.30	96.60	96.70	g
Contenido de humedad (ω)	26.70	26.47	25.37	24.97	25.36	25.13	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26.58		25.17		25.25		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.542		1.457		1.425		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	15592		14631		11684		g
Peso Molde	9218		8754		5836		g
Peso de Muestra Húmeda	6374		5877		5848		g
Volumen Muestra	3191.82		3194.93		3181.07		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.997		1.839		1.838		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	53	57	37	15	56	69	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	120.30	156.10	131.80	107.80	130.90	133.00	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	101.70	130.10	109.80	90.60	109.70	111.30	g
Peso del agua (Ww)	18.60	26.00	22.00	17.20	21.20	21.70	g
Peso del recipiente (Wr)	30.90	31.10	26.00	25.60	30.60	30.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	70.80	99.00	83.80	65.00	79.10	80.60	g
Contenido de humedad (ω)	26.27	26.26	26.25	26.46	26.80	26.92	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26.27		26.36		26.86		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.582		1.456		1.449		g/cm ³

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón		3	in ²			Velocidad de carga		1.270	mm/min					
								0.05	in/min					
PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
		Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.	Leída	
0	0	1000	0	0	111.93	11.19	0	0	54.63	5.46	0	0	49.90	4.99
0.64	25		158.2	52.7			89.7	29.9			85.2	28.4		
1.27	50		232.1	77.4			114.3	38.1			106.8	35.6		
1.91	75		283.7	94.6			145.8	48.6			120.1	40.0		
2.54	100		335.8	111.9			163.9	54.6			149.7	49.9		
3.81	150		420.3	140.1			211.1	70.4			186.3	62.1		
5.08	200		505.2	168.4			253.5	84.5			228.8	76.3		
6.35	250	1500	586.1	195.4	168.40	11.23	298.9	99.6	84.50	5.63	263.9	88.0	76.27	5.08
7.62	300		663.2	221.1			344.6	114.9			313.8	104.6		
10.16	400		801.8	267.3			501.6	167.2			390.1	130.0		
12.7	500		952.3	317.4			656.4	218.8			480.8	160.3		



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	11.19	5.46	4.99
	0.2"	11.23	5.63	5.08
Densida Seca	g/cm3	1.562	1.456	1.437





Densidad seca máx :	1.605	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.445	5.1	5.3	5.3
95% DSM = 1.525	9.2	9.4	9.4

9.4

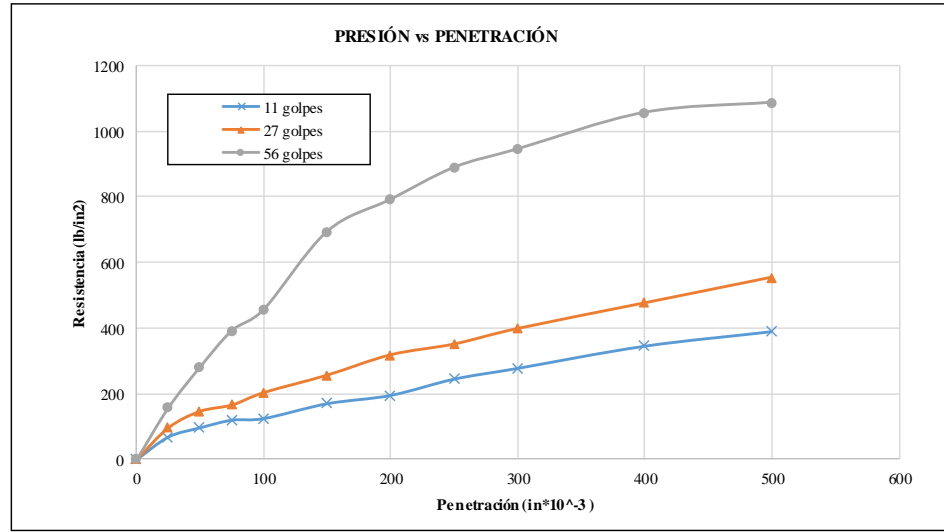
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 141: Pozo 2 en la vía Río Negro - Mera (Acceso 2).

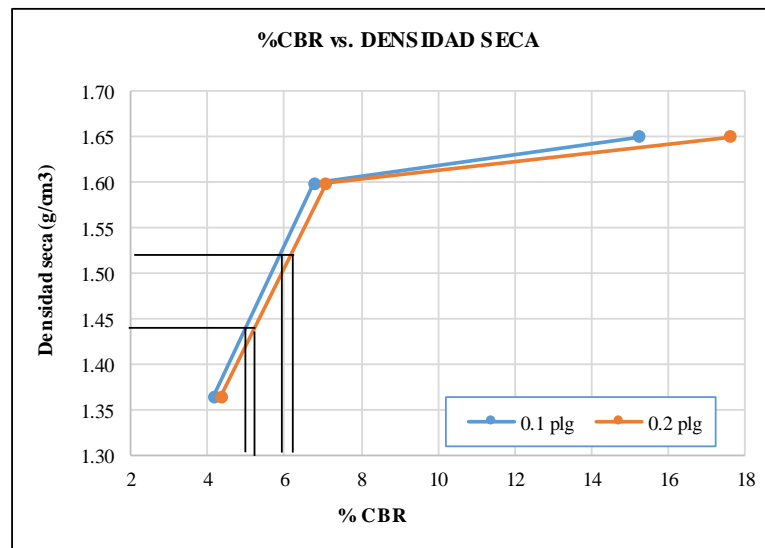
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."							
Vía:	Río Negro - Mera (Acceso 2)			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P2			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	812921 m	9843856 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.608	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	21.80	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	10		11		12		
DIMENSIONES	Diámetro	15.11	Diámetro	15.16	Diámetro	15.17	cm
	Altura	17.8	Altura	17.7	Altura	17.6	cm
N° de Capas	5		5		5		
N° de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14457		14359		12879		g
Peso Molde	7975		8045		7513		g
Peso de Muestra Húmeda	6482		6314		5366		g
Volumen Muestra	3191.82		3194.93		3181.07		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.031		1.976		1.687		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	91	6	56	86	61	53	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	217.00	249.40	140.70	145.40	151.30	151.90	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	178.10	204.40	118.40	122.60	126.80	127.60	g
Peso del agua (Ww)	38.90	45.00	22.30	22.80	24.50	24.30	g
Peso del recipiente (Wr)	32.40	34.40	30.50	31.30	30.20	30.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	145.70	170.00	87.90	91.30	96.60	96.70	g
Contenido de humedad (ω)	26.70	26.47	25.37	24.97	25.36	25.13	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26.58		25.17		25.25		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.604		1.579		1.347		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	14685		14456		12978		g
Peso Molde	7975		8045		7513		g
Peso de Muestra Húmeda	6710		6411		5465		g
Volumen Muestra	3191.82		3194.93		3181.07		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.102		2.007		1.718		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	45	55	64	28	11	49	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	135.40	145.10	156.80	165.70	189.70	145.80	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	115.50	122.70	131.60	138.50	157.80	123.80	g
Peso del agua (Ww)	19.90	22.40	25.20	27.20	31.90	22.00	g
Peso del recipiente (Wr)	30.90	31.10	26.00	25.60	30.60	30.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	84.60	91.60	105.60	112.90	127.20	93.10	g
Contenido de humedad (ω)	23.52	24.45	23.86	24.09	25.08	23.63	%
Promedio contenido de humedad (ω)	23.99		23.98		24.35		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.696		1.619		1.382		g/cm ³

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²					Velocida de carga	1.270	mm/min					
							0.05	in/min						
PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
		Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.	Leída	
0	0	1000	0	0	152.27	15.23	0	0	67.83	6.78	0	0	41.63	4.16
0.64	25		158.2	52.7			96.8	32.3			68.7	22.9		
1.27	50		282.1	94.0			146.7	48.9			96.8	32.3		
1.91	75		392.8	130.9			165.8	55.3			120.1	40.0		
2.54	100		456.8	152.3			203.5	67.8			124.9	41.6		
3.81	150		694.7	231.6			256.8	85.6			170.4	56.8		
5.08	200		792.2	264.1			318.7	106.2			195.8	65.3		
6.35	250		889.5	296.5			351.5	117.2			245.5	81.8		
7.62	300		945.6	315.2			398.7	132.9			278.5	92.8		
10.16	400		1056.8	352.3			476.7	158.9			346.2	115.4		
12.7	500	1087.6	362.5	554.8	184.9	390.7	130.2	65.27	4.35					



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	15.23	6.78	4.16
	0.2"	17.60	7.08	4.35
Densida Seca	g/cm3	1.650	1.599	1.364





Densidad seca máx :	1.608	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.447	4.9	5.1	5.1
95% DSM = 1.528	5.9	6.3	6.3

6.3

Autor: José Luis López Sánchez.

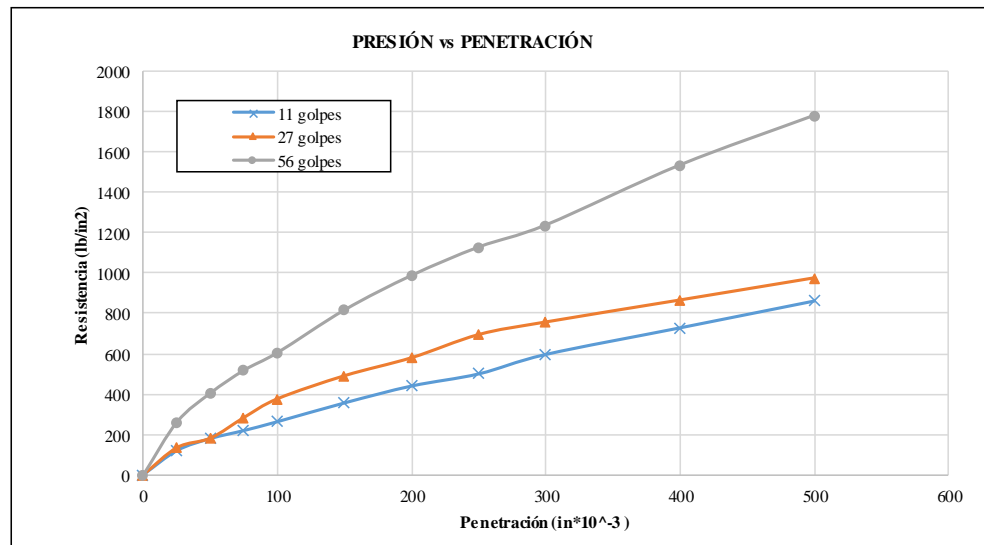
Tabla 142: Pozo 1 en la vía Río Negro – Azuay.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
Vía:	Río Negro - Azuay			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P1			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	812024 m	9849225 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.913		g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	14.80		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	3		2		1		cm
	Diámetro	15.15	Diámetro	15.16	Diámetro	15.22	
DIMENSIONES	Altura	18	Altura	17.5	Altura	17.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14967		14771		14578		g
Peso Molde	7531		7913		8810		g
Peso de Muestra Húmeda	7436		6858		5768		g
Volumen Muestra	3244.80		3158.83		3220.27		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.292		2.171		1.791		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	46	2B	89	16	88	1	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	168.40	138.60	211.80	209.80	240.10	226.00	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	147.60	120.40	187.00	183.80	209.80	196.80	g
Peso del agua (W _w)	20.80	18.20	24.80	26.00	30.30	29.20	g
Peso del recipiente (W _r)	24.90	24.00	31.80	30.50	32.10	32.20	g
Peso de la muestra seca (W _s)	122.70	96.40	155.20	153.30	177.70	164.60	g
Contenido de humedad (ω)	16.95	18.88	15.98	16.96	17.05	17.74	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17.92		16.47		17.40		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.943		1.864		1.526		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	15319		15261		15180		g
Peso Molde	7531		7913		8810		g
Peso de Muestra Húmeda	7788		7348		6370		g
Volumen Muestra	3244.80		3158.83		3220.27		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.400		2.326		1.978		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	93	3	16	6	91	42	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	157.30	148.00	175.90	137.80	182.70	135.70	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	135.80	128.30	151.20	120.50	156.60	117.20	g
Peso del agua (W _w)	21.50	19.70	24.70	17.30	26.10	18.50	g
Peso del recipiente (W _r)	33.50	33.40	30.60	34.30	32.40	31.70	g
Peso de la muestra seca (W _s)	102.30	94.90	120.60	86.20	124.20	85.50	g
Contenido de humedad (ω)	21.02	20.76	20.48	20.07	21.01	21.64	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20.89		20.28		21.33		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.985		1.934		1.630		g/cm ³

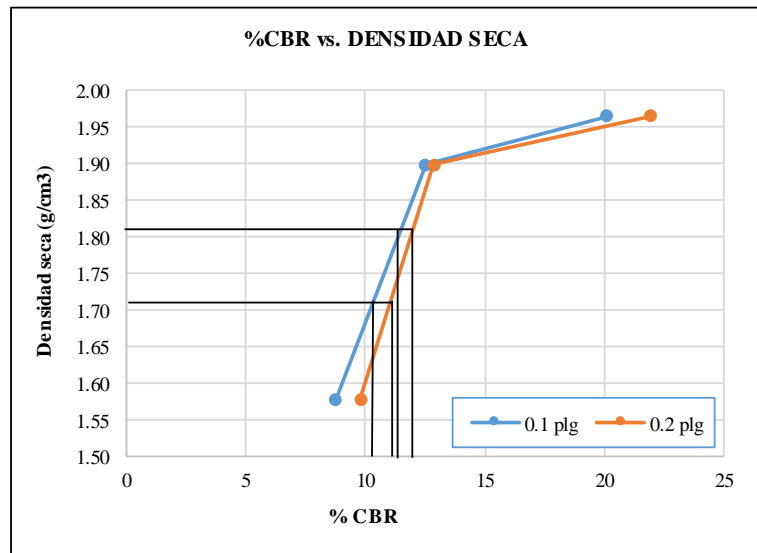
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1.270	mm/min	
					0.05	in/min	

PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN ^o 1 (56 Golpes)				MOLDEN ^o 2 (27 Golpes)				MOLDEN ^o 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 ⁻³		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
				Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
0	0	1000	0	0	201.27	0	0	125.27	12.53	0	0	87.73	8.77	
0.64	25		260.3	86.8		133.5	44.5			119.5	39.8			
1.27	50		403.6	134.5		180.6	60.2			179.0	59.7			
1.91	75		516.6	172.2		283.1	94.4			219.1	73.0			
2.54	100		603.8	201.3		375.8	125.3			263.2	87.7			
3.81	150		815.4	271.8		490.0	163.3			356.8	118.9			
5.08	200		986.3	328.8		579.4	193.1			440.9	147.0			
6.35	250		1126.6	375.5		694.1	231.4			501.3	167.1			
7.62	300		1235.8	411.9		756.3	252.1			598.1	199.4			
10.16	400		1533.0	511.0		865.3	288.4			730.6	243.5			
12.7	500	1778.5	592.8	975.1	325.0	864.3	288.1							
		1500			328.77			193.13	12.88			146.97	9.80	



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	20.13	12.53	8.77
	0.2"	21.92	12.88	9.80
Densida Seca	g/cm3	1.964	1.899	1.578





Densidad seca máx :	1.913	gr/cm3
----------------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.722	10.2	11	11
95% DSM= 1.817	11.2	12.5	12.5

12.5

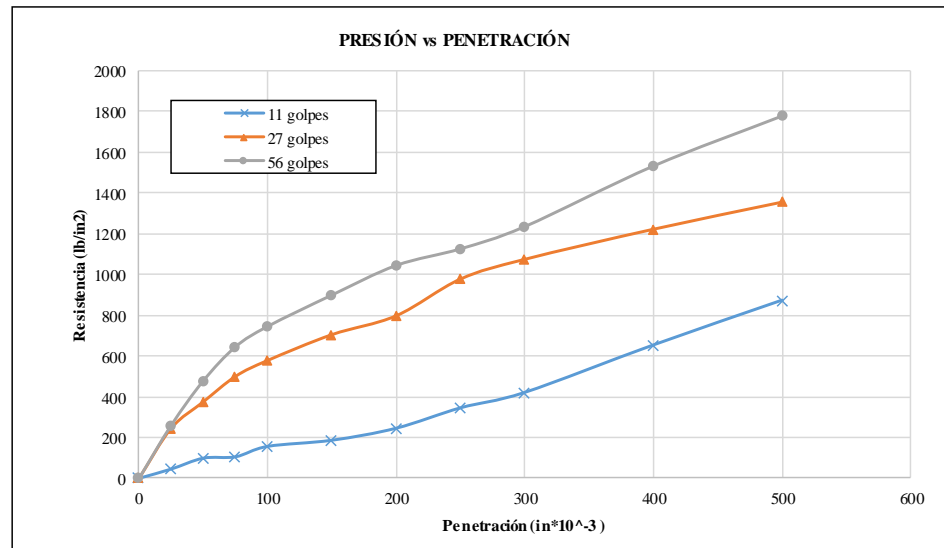
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 143: Pozo 2 en la vía Río Negro – Azuay.

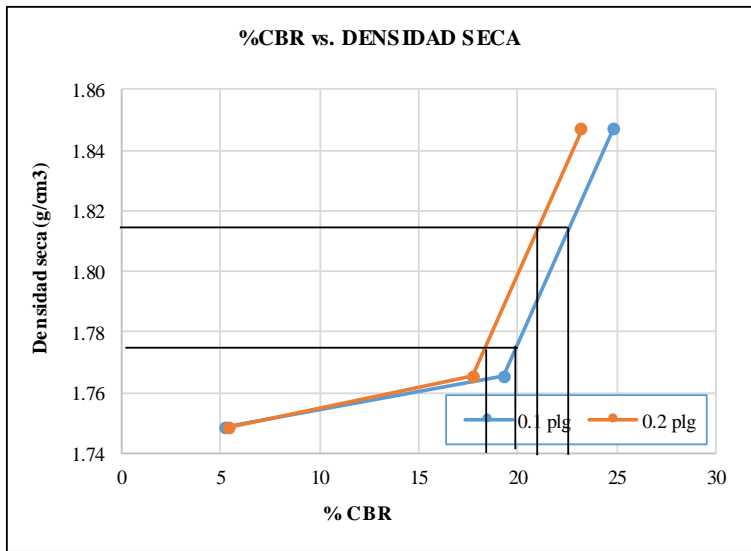
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
Vía:	Río Negro - Azuay			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P2			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	811415 m	9853136 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.972	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	15.60	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	3		2		1		
DIMENSIONES	Diámetro	15.15	Diámetro	15.16	Diámetro	15.22	cm
	Altura	18	Altura	17.5	Altura	17.7	cm
N° de Capas	5		5		5		
N° de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14897		14987		14452		
Peso Molde	7235		7856		7235		
Peso de Muestra Húmeda	7662		7131		7217		
Volumen Muestra	3244.80		3158.83		3220.27		
Peso unitario Húmedo γ_m	2.361		2.257		2.241		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	12	16	18	19	20	22	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	145.60	158.60	172.60	163.80	178.90	198.30	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	126.50	136.80	149.50	140.60	154.80	171.80	g
Peso del agua (Ww)	19.10	21.80	23.10	23.20	24.10	26.50	g
Peso del recipiente (Wr)	24.90	24.00	31.80	30.50	32.10	32.20	g
Peso de la muestra seca (Ws)	101.60	112.80	117.70	110.10	122.70	139.60	g
Contenido de humedad (ω)	18.80	19.33	19.63	21.07	19.64	18.98	%
Promedio contenido de humedad (ω)	19.06		20.35		19.31		
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.983		1.876		1.878		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13978		14123		13645		
Peso Molde	7235		7856		7235		
Peso de Muestra Húmeda	6743		6267		6410		
Volumen Muestra	3244.80		3158.83		3220.27		
Peso unitario Húmedo γ_m	2.078		1.984		1.991		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	5	6	78	95	65	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	157.30	146.80	146.80	120.80	179.80	165.70	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	134.70	127.40	127.20	106.70	152.40	140.50	g
Peso del agua (Ww)	22.60	19.40	19.60	14.10	27.40	25.20	g
Peso del recipiente (Wr)	33.50	33.40	30.60	34.30	32.40	31.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	101.20	94.00	96.60	72.40	120.00	108.80	g
Contenido de humedad (ω)	22.33	20.64	20.29	19.48	22.83	23.16	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21.49		19.88		23.00		
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.711		1.655		1.618		

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón		3	in ²	Velocida de carga		1.270	mm/min							
						0.05	in/min							
PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDE Nº 1 (56 Golpes)				MOLDE Nº 2 (27 Golpes)				MOLDE Nº 3 (11 Golpes)			
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
		Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.	Leída	
0	0	1000	0	0	248.53	24.85	0	0	192.97	19.30	0	0	52.17	5.22
0.64	25		260.3	86.8			245.8	81.9			45.3	15.1		
1.27	50		478.9	159.6			375.8	125.3			98.7	32.9		
1.91	75		645.5	215.2			500.7	166.9			105.4	35.1		
2.54	100		745.6	248.5			578.9	193.0			156.5	52.2		
3.81	150	1500	899.8	299.9	348.33	23.22	705.8	235.3	266.17	17.74	186.7	62.2	81.93	5.46
5.08	200		1045.0	348.3			798.5	266.2			245.8	81.9		
6.35	250		1126.6	375.5			978.9	326.3			345.7	115.2		
7.62	300		1235.8	411.9			1075.8	358.6			421.5	140.5		
10.16	400		1533.0	511.0			1223.5	407.8			654.3	218.1		
12.7	500	1778.5	592.8	1356.6	452.2	873.9	291.3							



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	24.85	19.30	5.22
	0.2"	23.22	17.74	5.46
Densida Seca	g/cm3	1.847	1.765	1.748





Densidad seca máx :	1.972	gr/cm3
----------------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.775	19.1	17.5	19.1
95% DSM = 1.873	23	22.5	23

23

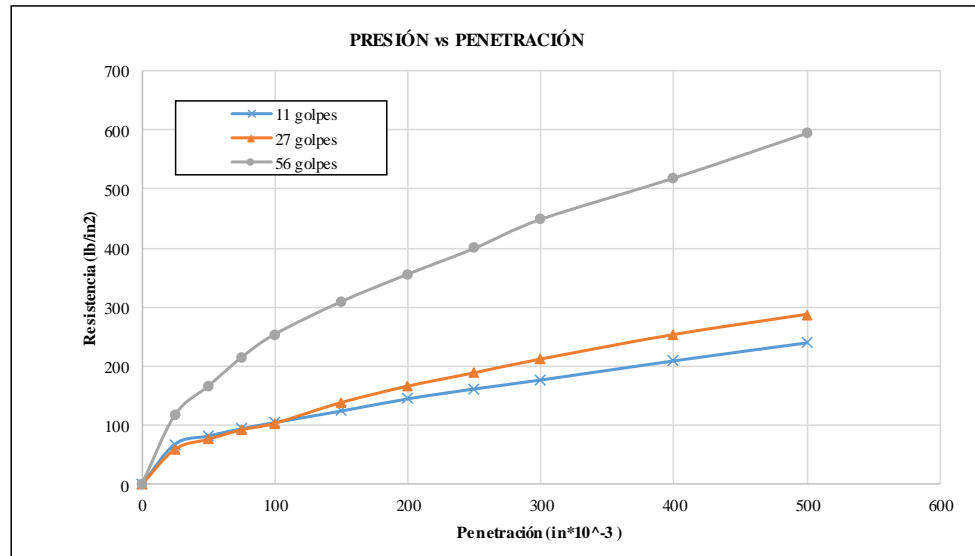
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 144: Pozo 3 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.

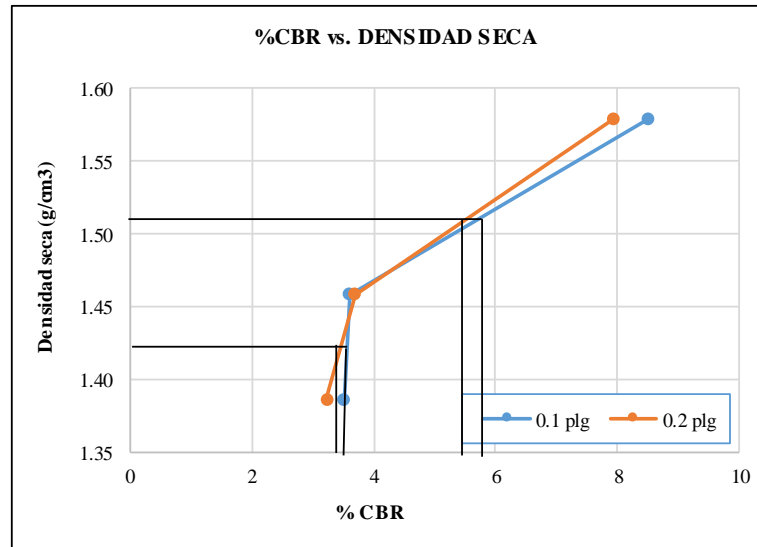
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P3			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	812579 m	9844307 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.596	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	21.80	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	9		8		7		
DIMENSIONES	Diámetro	14.87	Diámetro	15.14	Diámetro	15.02	cm
	Altura	17.9	Altura	17.8	Altura	17.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12921		12838		14045		g
Peso Molde	6069		6779		8655		g
Peso de Muestra Húmeda	6852		6059		5390		g
Volumen Muestra	3108.60		3204.51		3136.19		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.204		1.891		1.719		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	14	18	35	3	93	90	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	146.30	170.20	246.20	218.10	212.30	261.90	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	119.20	137.90	196.90	177.20	172.30	211.30	g
Peso del agua (Ww)	27.10	32.30	49.30	40.90	40.00	50.60	g
Peso del recipiente (Wr)	26.60	25.80	31.10	33.40	33.50	31.40	g
Peso de la muestra seca (Ws)	92.60	112.10	165.80	143.80	138.80	179.90	g
Contenido de humedad (ω)	29.27	28.81	29.73	28.44	28.82	28.13	%
Promedio contenido de humedad (ω)	29.04		29.09		28.47		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.708		1.465		1.338		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11959		12917		14618		g
Peso Molde	6069		6779		8655		g
Peso de Muestra Húmeda	5890		6138		5963		g
Volumen Muestra	3108.60		3204.51		3136.19		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.895		1.915		1.901		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	55	52	102	101	78	81	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.00	119.40	118.30	129.90	109.70	95.00	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	91.30	98.60	97.30	106.00	90.30	79.30	g
Peso del agua (Ww)	18.70	20.80	21.00	23.90	19.40	15.70	g
Peso del recipiente (Wr)	30.40	31.00	31.20	31.30	30.80	30.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	60.90	67.60	66.10	74.70	59.50	48.60	g
Contenido de humedad (ω)	30.71	30.77	31.77	31.99	32.61	32.30	%
Promedio contenido de humedad (ω)	30.74		31.88		32.45		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.449		1.452		1.435		g/cm ³

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón		3	in ²	Velocidad de carga		1.270	mm/min						
						0.05	in/min						
PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN° 1 (56 Golpes)			MOLDEN° 2 (27 Golpes)			MOLDEN° 3 (11 Golpes)				
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones	
			Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
0	0	1000	0	0	84.93	0	0	36.10	0	0	35.13	3.51	
0.64	25		118.1	39.4		59.6	19.9		68.6	22.9			
1.27	50		166.9	55.6		76.5	25.5		82.5	27.5			
1.91	75		215.3	71.8		92.4	30.8		94.8	31.6			
2.54	100		254.8	84.9		103.5	36.1		105.4	35.1			
3.81	150	1500	310.1	103.4	118.87	138.4	46.1	55.33	124.9	41.6	48.53	3.24	
5.08	200		356.6	118.9		166.0	55.3		145.6	48.5			
6.35	250		400.3	133.4		188.6	62.9		162.4	54.1			
7.62	300		449.5	149.8		211.7	70.6		177.6	59.2			
10.16	400		519.4	173.1		253.1	84.4		210.1	70.0			
12.7	500	595.3	198.4	287.2	95.7	240.6	80.2						



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	8.49	3.61	3.51
	0.2"	7.92	3.69	3.24
Densida Seca	g/cm3	1.579	1.459	1.387





Densidad seca máx :	1.596	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.436	3.7	3.5	3.7
95% DSM= 1.516	5.4	5.2	5.4

5.4

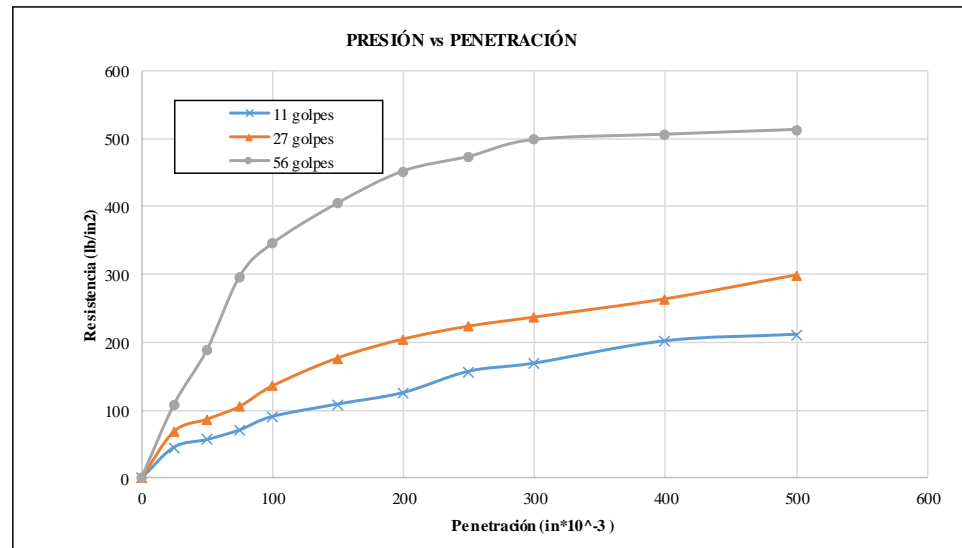
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 145: Pozo 4 en la vía Río Negro – El Topo - Azuay.

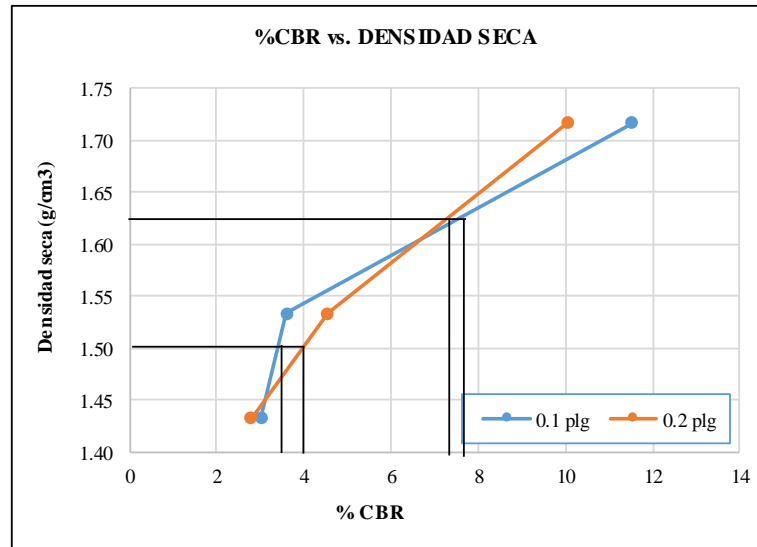
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
Vía:	Río Negro - El Topo - Azuay	Capa Vegetal:	5	cm			
ID Muestra:	P4	Profundidad:	80	cm			
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	Coordenadas:	17	812294 m	9846955 m		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.624	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	14.90	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	9		8		7		
DIMENSIONES	Diámetro	14.87	Diámetro	15.14	Diámetro	15.02	cm
	Altura	17.9	Altura	17.8	Altura	17.7	cm
N° de Capas	5		5		5		
N° de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12773		12690		13397		g
Peso Molde	6645		6857		8284		g
Peso de Muestra Húmeda	6128		5833		5113		g
Volumen Muestra	3108.60		3204.51		3136.19		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.971		1.820		1.630		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	12	25	36	78	25	52	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.70	175.80	146.80	198.70	168.70	191.20	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	134.50	150.60	127.90	172.40	143.80	163.50	g
Peso del agua (Ww)	22.20	25.20	18.90	26.30	24.90	27.70	g
Peso del recipiente (Wr)	26.60	25.80	31.10	33.40	33.50	31.40	g
Peso de la muestra seca (Ws)	107.90	124.80	96.80	139.00	110.30	132.10	g
Contenido de humedad (ω)	20.57	20.19	19.52	18.92	22.57	20.97	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20.38		19.22		21.77		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.638		1.527		1.339		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13578		13145		14289		g
Peso Molde	6645		6857		8284		g
Peso de Muestra Húmeda	6933		6288		6005		g
Volumen Muestra	3108.60		3204.51		3136.19		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.230		1.962		1.915		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	15	16	28	19	67	98	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.80	178.90	169.40	132.70	198.70	165.80	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	131.20	151.20	140.10	110.50	165.50	137.80	g
Peso del agua (Ww)	25.60	27.70	29.30	22.20	33.20	28.00	g
Peso del recipiente (Wr)	30.40	31.00	31.20	31.30	30.80	30.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	100.80	120.20	108.90	79.20	134.70	107.10	g
Contenido de humedad (ω)	25.40	23.04	26.91	28.03	24.65	26.14	%
Promedio contenido de humedad (ω)	24.22		27.47		25.40		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.795		1.539		1.527		g/cm ³

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²					Velocida de carga	1.270	mm/min					
								0.05	in/min					
PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 ⁻³		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
		Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.	Leída	
0	0	1000	0	0	115.27	11.53	0	0	36.10	3.61	0	0	30.17	3.02
0.64	25		108.9	36.3			68.8	22.9			45.6	15.2		
1.27	50		188.7	62.9			86.7	28.9			56.7	18.9		
1.91	75		296.8	98.9			105.4	35.1			70.8	23.6		
2.54	100		345.8	115.3			135.6	36.1			90.5	30.2		
3.81	150	1500	405.4	135.1	150.77	10.05	176.8	58.9	68.17	4.54	108.7	36.2	41.87	2.79
5.08	200		452.3	150.8			204.5	68.2			125.6	41.9		
6.35	250		473.8	157.9			223.5	74.5			156.8	52.3		
7.62	300		498.7	166.2			236.8	78.9			168.7	56.2		
10.16	400		506.4	168.8			263.6	87.9			201.4	67.1		
12.7	500	513.4	171.1	298.7	99.6	210.8	70.3							



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	11.53	3.61	3.02
	0.2"	10.05	4.54	2.79
Densida Seca	g/cm3	1.716	1.533	1.433





Densidad seca máx :	1.624	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.462	3.8	4	4
95% DSM= 1.543	7.8	7.5	7.8

7.8

Autor: José Luis López Sánchez.

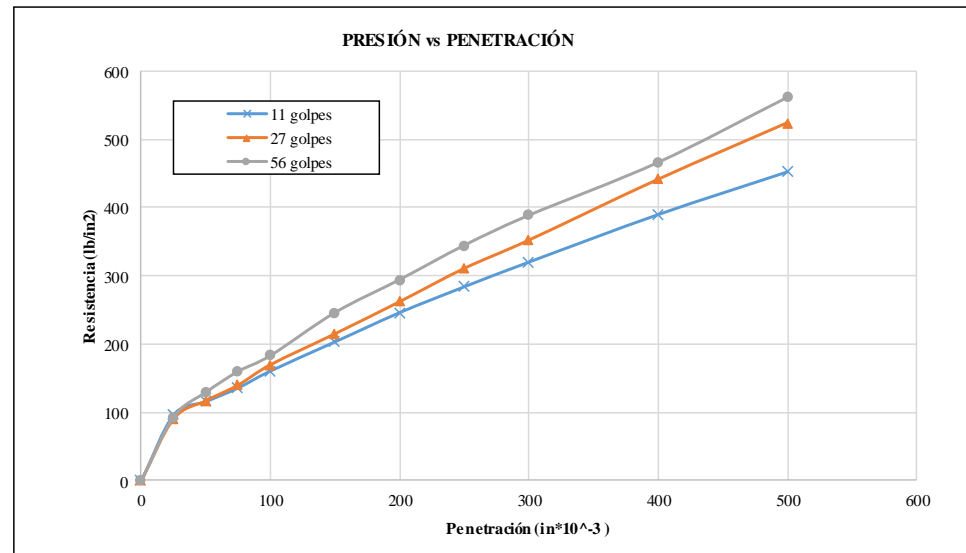
Tabla 146: Pozo 1 en la vía Río Negro – La Estancia.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."							
Vía:	Río Negro - La Estancia			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P1			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	810224 m	9842924 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.393		g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	23.60		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	6		5		4		
DIMENSIONES	Diámetro	15.15	Diámetro	15.16	Diámetro	15.22	cm
	Altura	18	Altura	17.5	Altura	17.7	cm
N° de Capas	5		5		5		
N° de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13013		14097		12167		g
Peso Molde	5842		7349		7939		g
Peso de Muestra Húmeda	7171		6748		4228		g
Volumen Muestra	3244.80		3158.83		3220.27		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.210		2.136		1.313		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	2-2	77	103	98	42	-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	226.80	159.40	223.90	192.10	230.60	206.30	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	179.60	128.80	175.60	152.10	182.80	163.50	g
Peso del agua (Ww)	47.20	30.60	48.30	40.00	47.80	42.80	g
Peso del recipiente (Wr)	30.50	30.90	30.70	32.60	31.70	30.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	149.10	97.90	144.90	119.50	151.10	132.70	g
Contenido de humedad (ω)	31.66	31.26	33.33	33.47	31.63	32.25	%
Promedio contenido de humedad (ω)	31.46		33.40		31.94		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.681		1.601		0.995		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13125		14152		12226		g
Peso Molde	5842		7349		7939		g
Peso de Muestra Húmeda	7283		6803		4287		g
Volumen Muestra	3244.80		3158.83		3220.27		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.245		2.154		1.331		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	64	84	45	32	14	18	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	105.70	105.30	110.20	122.00	107.70	142.80	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	85.90	85.90	86.70	96.20	85.30	110.70	g
Peso del agua (Ww)	19.80	19.40	23.50	25.80	22.40	32.10	g
Peso del recipiente (Wr)	30.80	30.90	23.40	26.30	26.70	25.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	55.10	55.00	63.30	69.90	58.60	84.90	g
Contenido de humedad (ω)	35.93	35.27	37.12	36.91	38.23	37.81	%
Promedio contenido de humedad (ω)	35.60		37.02		38.02		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.655		1.572		0.965		g/cm ³

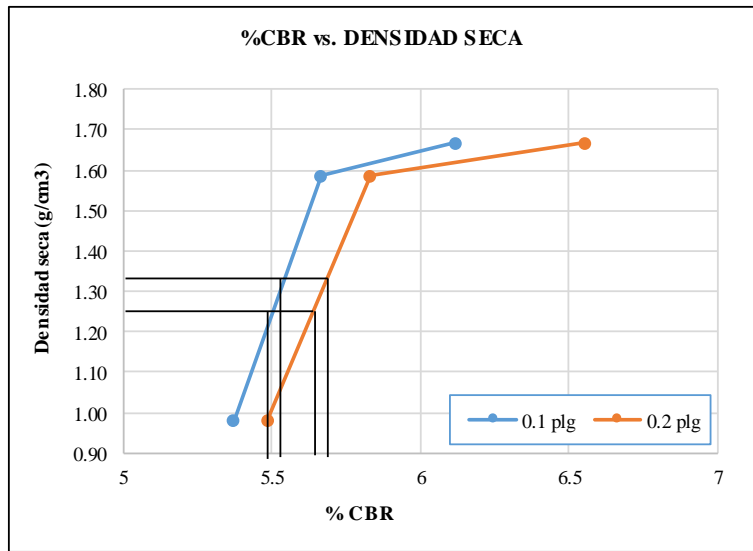
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1.270	mm/min	
					0.05	in/min	

PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN ^o 1 (56 Golpes)				MOLDEN ^o 2 (27 Golpes)				MOLDEN ^o 3 (11 Golpes)				
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.			
0	0	1000	0	0	61.17	6.12	0	0	56.63	5.66	0	0	53.70	5.37	
0.64	25		93.4	31.1		129.7	43.2	90.6		30.2	117.1	39.0		96.3	32.1
1.27	50		160.3	53.4		183.5	61.2	140.2		46.7	169.9	56.6		136.3	45.4
1.91	75		246.6	82.2		294.8	98.3	215.3		71.8	262.3	87.4		203.9	68.0
2.54	100		345.1	115.0		389.1	129.7	311.0		103.7	352.4	117.5		284.7	94.9
3.81	150		466.6	155.5		441.5	147.2	352.4		117.5	441.5	147.2		390.7	130.2
5.08	200		561.9	187.3		524.3	174.8	524.3		174.8	524.3	174.8		453.4	151.1
6.35	250														
7.62	300														
10.16	400														
12.7	500														



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	6.12	5.66	5.37
	0.2"	6.55	5.83	5.48
Densida Seca	g/cm3	1.668	1.587	0.980





Densidad seca máx :	1.393	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.254	5.5	5.7	5.7
95% DSM = 1.323	5.6	5.8	5.8

5.8

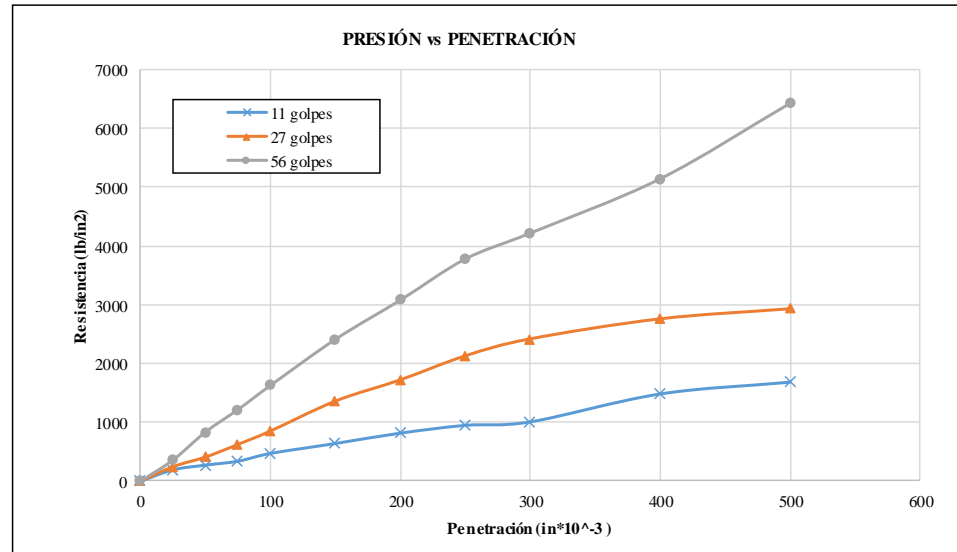
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 147: Pozo 2 en la vía Río Negro – La Estancia.

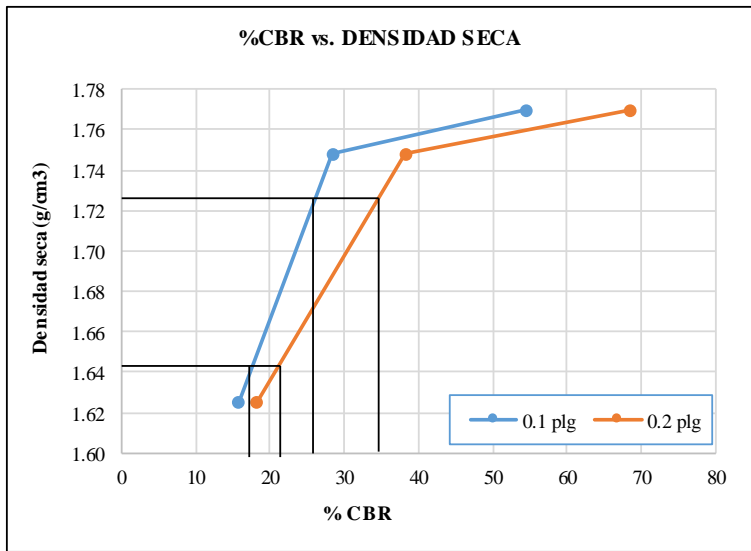
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
Vía:	Río Negro - La Estancia			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P2			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	808742 m	9840053 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.824	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	13.00	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		4		1		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15.1	Diámetro	15.2	cm
	Altura	18.1	Altura	18	Altura	17.8	cm
N° de Capas	5		5		5		
N° de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14086		14336		15592		g
Peso Molde	7611		7936		9510		g
Peso de Muestra Húmeda	6475		6400		6082		g
Volumen Muestra	3198.53		3223.41		3229.96		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.024		1.985		1.883		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	56	81	45	42	89	69	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	144.10	128.30	109.10	179.00	141.60	107.60	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	130.70	116.90	99.50	162.30	129.30	98.80	g
Peso del agua (Ww)	13.40	11.40	9.60	16.70	12.30	8.80	g
Peso del recipiente (Wr)	30.50	30.70	23.40	31.70	31.80	30.60	g
Peso de la muestra seca (Ws)	100.20	86.20	76.10	130.60	97.50	68.20	g
Contenido de humedad (ω)	13.37	13.23	12.61	12.79	12.62	12.90	%
Promedio contenido de humedad (ω)	13.30		12.70		12.76		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.787		1.762		1.670		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	14134		14464		15609		g
Peso Molde	7611		7936		9510		g
Peso de Muestra Húmeda	6523		6528		6099		g
Volumen Muestra	3198.53		3223.41		3229.96		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.039		2.025		1.888		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	52	77	22	45	41	56	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	153.70	179.10	160.70	179.20	132.40	121.40	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	136.30	158.50	141.60	156.20	116.70	105.90	g
Peso del agua (Ww)	17.40	20.60	19.10	23.00	15.70	15.50	g
Peso del recipiente (Wr)	31.00	30.90	24.00	23.50	31.10	30.50	g
Peso de la muestra seca (Ws)	105.30	127.60	117.60	132.70	85.60	75.40	g
Contenido de humedad (ω)	16.52	16.14	16.24	17.33	18.34	20.56	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16.33		16.79		19.45		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.753		1.734		1.581		g/cm ³

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1.270	mm/min								
					0.05	in/min								
PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDE Nº 1 (56 Golpes)				MOLDE Nº 2 (27 Golpes)				MOLDE Nº 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10 ⁻³	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	543.80	54.38	0	0	284.37	28.44	0	0	157.80	15.78
0.64	25		362.8	120.9			246.6	82.2			193.3	64.4		
1.27	50		838.6	279.5			410.1	136.7			273.3	91.1		
1.91	75		1220.3	406.8			625.5	208.5			340.5	113.5		
2.54	100		1631.4	543.8			853.1	284.4			473.4	157.8		
3.81	150	2416.6	805.5	1362.0	454.0	643.5	214.5	273.53	18.24					
5.08	200	3085.1	1028.4	1723.4	574.5	820.6	273.5							
6.35	250	3784.4	1261.5	2131.5	710.5	953.3	317.8							
7.62	300	4225.5	1408.5	2420.2	806.7	1013.0	337.7							
10.16	400	5150.1	1716.7	2760.5	920.2	1490.0	496.7							
12.7	500	6436.6	2145.5	2932.3	977.4	1692.2	564.1							



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	54.38	28.44	15.78
	0.2"	68.56	38.30	18.24
Densida Seca	g/cm3	1.770	1.748	1.625





Densidad seca máx :	1.824	gr/cm3
----------------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.642	18	20.5	20.5
95% DSM = 1.733	27	35	35

35

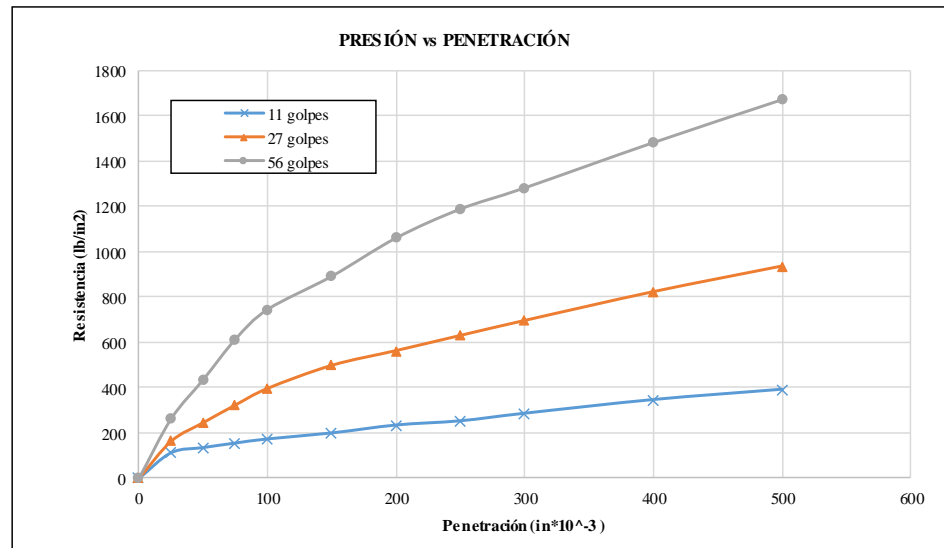
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 148: Pozo 1 en la vía Río Negro – Río Verde.

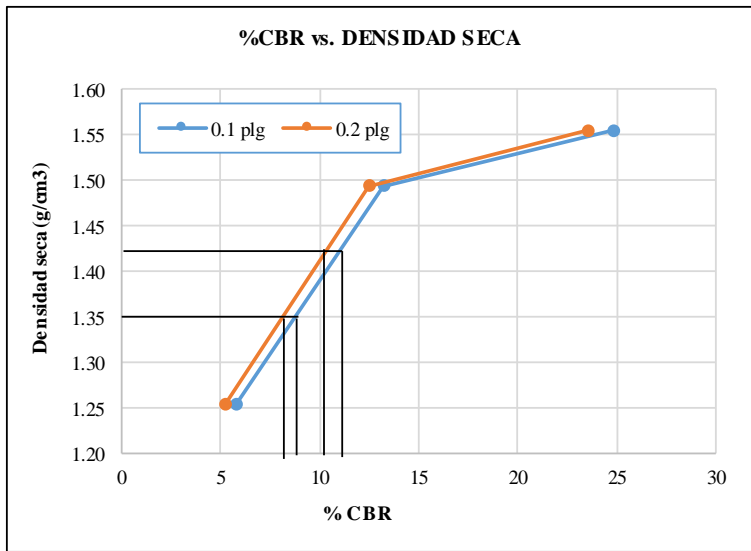
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
Vía:	Río Negro - Río Verde	Capa Vegetal:		5	cm		
ID Muestra:	P1	Profundidad:		80	cm		
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	Coordenadas:		17	806387 m	9843876 m	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.500	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	15.20	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15.1	Diámetro	15	cm
	Altura	18.1	Altura	17.8	Altura	17.9	cm
N° de Capas	5		5		5		
N° de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14858		14694		11733		
Peso Molde	8299		8451		6460		
Peso de Muestra Húmeda	6559		6243		5273		
Volumen Muestra	3198.53		3187.60		3163.19		
Peso unitario Húmedo γ_m	2.051		1.959		1.667		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	35	17	1	85	78	52	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	173.50	151.20	164.60	162.30	96.40	111.40	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	145.30	127.10	138.30	136.90	83.50	95.40	g
Peso del agua (Ww)	28.20	24.10	26.30	25.40	12.90	16.00	g
Peso del recipiente (Wr)	31.10	31.10	32.20	33.20	30.90	31.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	114.20	96.00	106.10	103.70	52.60	64.40	g
Contenido de humedad (ω)	24.69	25.10	24.79	24.49	24.52	24.84	%
Promedio contenido de humedad (ω)	24.90		24.64		24.68		
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.642		1.571		1.337		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	14908		14973		11981		
Peso Molde	8299		8451		6460		
Peso de Muestra Húmeda	6609		6522		5521		
Volumen Muestra	3198.53		3187.60		3163.19		
Peso unitario Húmedo γ_m	2.066		2.046		1.745		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	42	35	69	78	84	81	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	174.90	145.00	133.40	109.30	110.10	135.90	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	131.10	113.90	100.40	86.20	84.30	100.80	g
Peso del agua (Ww)	43.80	31.10	33.00	23.10	25.80	35.10	g
Peso del recipiente (Wr)	31.70	31.10	30.60	30.80	31.00	30.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	99.40	82.80	69.80	55.40	53.30	70.00	g
Contenido de humedad (ω)	44.06	37.56	47.28	41.70	48.41	50.14	%
Promedio contenido de humedad (ω)	40.81		44.49		49.27		
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.467		1.416		1.169		

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón		3	in ²	Velocida de carga		1.270	mm/min							
						0.05	in/min							
PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
		Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.	Leída	
0	0	1000	0	0	248.73	24.87	0	0	132.17	13.22	0	0	57.80	5.78
0.64	25		263.1	87.7			163.5	54.5			112.6	37.5		
1.27	50		436.4	145.5			245.6	81.9			135.3	45.1		
1.91	75		614.9	205.0			323.3	107.8			155.2	51.7		
2.54	100		746.2	248.7			396.5	132.2			173.4	57.8		
3.81	150	1500	893.3	297.8	354.13	23.61	498.3	166.1	187.77	12.52	199.9	66.6	78.20	5.21
5.08	200		1062.4	354.1			563.3	187.8			234.6	78.2		
6.35	250		1190.1	396.7			630.2	210.1			253.3	84.4		
7.62	300		1283.6	427.9			696.3	232.1			286.6	95.5		
10.16	400		1483.6	494.5			823.1	274.4			346.8	115.6		
12.7	500		1673.2	557.7			936.2	312.1			392.2	130.7		



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	24.87	13.22	5.78
	0.2"	23.61	12.52	5.21
Densida Seca	g/cm3	1.555	1.494	1.253





Densidad seca máx :	1.500	gr/cm3
----------------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.350	9	8.8	9
95% DSM = 1.425	12	10.1	12

12

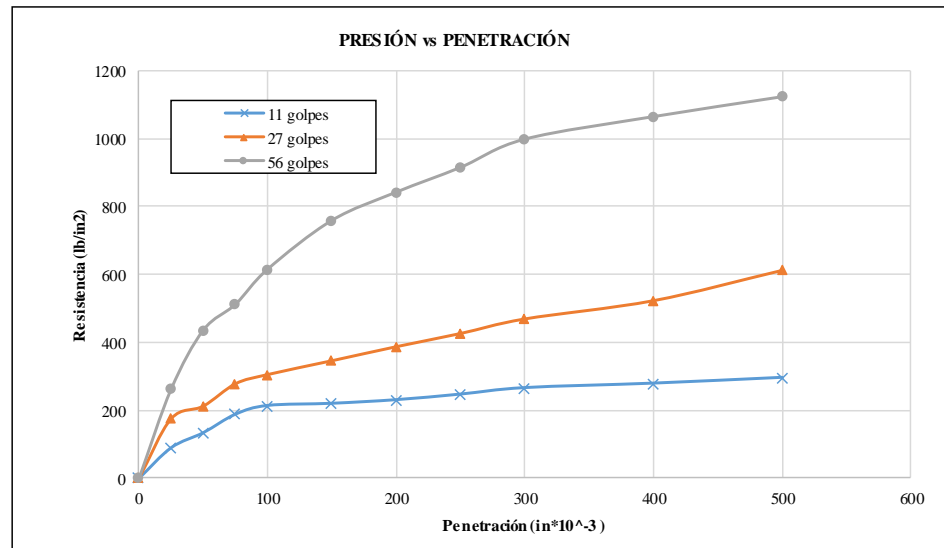
Autor: José Luis López Sánchez.

Tabla 149: Pozo 2 en la vía Río Negro – Río Verde.

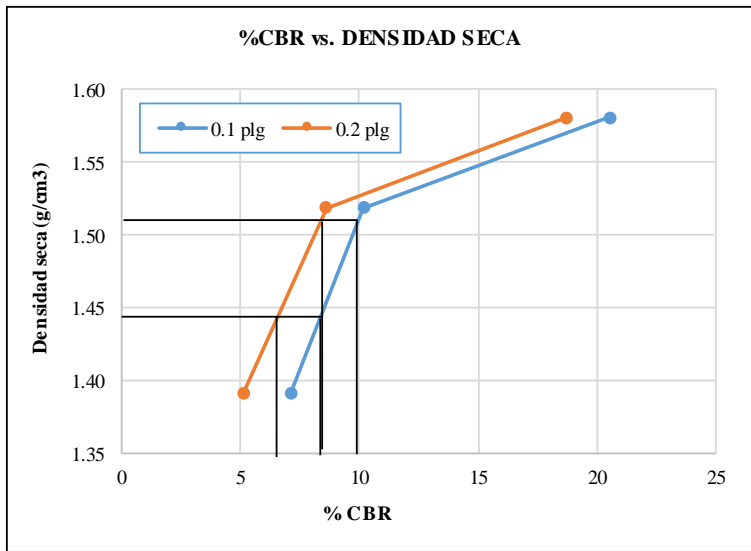
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."							
Vía:	Río Negro - Río Verde			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	P2			Profundidad:	80	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	17	808775 m	9843698 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.605	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	21.10	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15.1	Diámetro	15	cm
	Altura	18.1	Altura	17.8	Altura	17.9	cm
N° de Capas	5		5		5		
N° de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14758		14563		12456		g
Peso Molde	8175		8245		6789		g
Peso de Muestra Húmeda	6583		6318		5667		g
Volumen Muestra	3198.53		3187.60		3163.19		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.058		1.982		1.792		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	15	16	18	21	67	97	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	179.80	165.40	186.70	197.20	168.70	156.70	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	150.60	137.50	154.70	162.50	139.80	131.70	g
Peso del agua (Ww)	29.20	27.90	32.00	34.70	28.90	25.00	g
Peso del recipiente (Wr)	31.10	31.10	32.20	33.20	30.90	31.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	119.50	106.40	122.50	129.30	108.90	100.70	g
Contenido de humedad (ω)	24.44	26.22	26.12	26.84	26.54	24.83	%
Promedio contenido de humedad (ω)	25.33		26.48		25.68		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.642		1.567		1.425		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	14879		14657		12578		g
Peso Molde	8175		8245		6789		g
Peso de Muestra Húmeda	6704		6412		5789		g
Volumen Muestra	3198.53		3187.60		3163.19		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2.096		2.012		1.830		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	18	33	27	79	25	11	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	168.70	146.80	158.87	160.70	179.40	138.60	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	130.50	115.40	124.50	125.60	140.80	110.80	g
Peso del agua (Ww)	38.20	31.40	34.37	35.10	38.60	27.80	g
Peso del recipiente (Wr)	31.70	31.10	30.60	30.80	31.00	30.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	98.80	84.30	93.90	94.80	109.80	80.00	g
Contenido de humedad (ω)	38.66	37.25	36.60	37.03	35.15	34.75	%
Promedio contenido de humedad (ω)	37.96		36.81		34.95		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.519		1.470		1.356		g/cm ³

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón		3	in ²	Velocida de carga		1.270	mm/min							
						0.05	in/min							
PENEIRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN ^o 1 (56 Golpes)				MOLDEN ^o 2 (27 Golpes)				MOLDEN ^o 3 (11 Golpes)			
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
		Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.	Leída	
0	0	1000	0	0	205.27	20.53	0	0	101.90	10.19	0	0	71.17	7.12
0.64	25		263.1	87.7			175.8	58.6			89.7	29.9		
1.27	50		436.4	145.5			212.8	70.9			133.8	44.6		
1.91	75		512.6	170.9			278.7	92.9			187.9	62.6		
2.54	100		615.8	205.3			305.7	101.9			213.5	71.2		
3.81	150	1500	759.6	253.2	280.87	18.72	346.5	115.5	129.30	8.62	219.8	73.3	76.80	5.12
5.08	200		842.6	280.9			387.9	129.3			230.4	76.8		
6.35	250		915.6	305.2			426.8	142.3			246.8	82.3		
7.62	300		998.7	332.9			469.7	156.6			265.8	88.6		
10.16	400		1065.0	355.0			523.5	174.5			278.9	93.0		
12.7	500		1123.5	374.5			612.7	204.2			295.8	98.6		



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	20.53	10.19	7.12
	0.2"	18.72	8.62	5.12
Densida Seca	g/cm3	1.581	1.519	1.391



Densidad seca máx :	1.605	gr/cm3
----------------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.445	7.8	6.1	7.8
95% DSM= 1.525	10	7.9	10

10

Autor: José Luis López Sánchez

B. Clasificación de la AASHTO

Tabla 150: Clasificación de los suelos por grupos.

General Classification	Granular Materials (35% or less passing No. 200)				Silt-Clay Materials (More than 35% passing No. 200)		
	A-1	A-3 ^A	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
Group Classification	A-1	A-3 ^A	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
Sieve analysis, % passing:							
No. 10 (200 mm)
No. 40 (425 μm)	50 max	51 min
No. 200 (75 μm)	25 max	10 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Characteristics of fraction passing No. 40 (425 μm):							
Liquid limit	^B	40 max	41 max	40 max	
Plasticity index	6 max	N.P.	^B	10 max	10 max	11 min 41 min 11 min	
General rating as subgrade	Excellent to Good				Fair to Poor		

^A The placing of A-3 before A-2 is necessary in the "left to right elimination process" and does not indicate superiority of A-3 over A-2.

^B See Table 2 for values.

Fuente: Norma ASTM-3282.

Tabla 151: Clasificación de los suelos por subgrupos.

General Classification	Granular Materials (35% or less passing No. 200)							Silt-Clay Materials (More than 35% passing No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Group Classification	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Group Classification	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
Sieve analysis, % passing:											
No. 10 (200 mm)	50 max				
No. 40 (425 µm)	30 max	50 max	51 min				
No. 200 (75 µm)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Characteristics of fraction passing No. 40 (425 µm):											
Liquid limit	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Plasticity index	6 max		N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min ^A
Usual types of significant constituent materials	Stone Fragments, Gravel and Sand		Fine Sand	Silty or Clayey Gravel and Sand				Silty Soils		Clayey Soils	
General rating as subgrade	Excellent to Good							Fair to Poor			

^A Plasticity index of A-7-5 subgroup is equal to or less than LL minus 30. Plasticity index of A-7-6 subgroup is greater than LL minus 30. (see Fig. 1).

Fuente: Norma ASTM-3282.

C. Clasificación de la SUCS

Tabla 152: Clasificación de los suelos.

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo	
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos ^a	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW	
		Gravas con finos Más de 12% finos ^{a,d}	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP	
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos ^b	Arenas con finos Más de 12% finos ^{b,d}	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A"	GM
				$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A"	GC
		Limos y arcillas Limite líquido menor que 50	Inorgánico	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			Orgánico	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Limite líquido 50 o más	Inorgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A"	SM	
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A"	SC	
	Limos y arcillas Limite líquido 50 o más	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A"	CL	
		Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A"	ML	
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico	Orgánico	Límite líquido: secado	OL	
		Orgánico	Límite líquido: no secado < 0.75 ;	CH	
		Orgánico	Gráficos PI en o por encima de línea "A"	MH	
		Orgánico	Gráficos PI por debajo de "A" línea		
		Orgánico	Límite líquido: secado		
		Orgánico	Límite líquido: no secado < 0.75 ; zona OH	O _H	
				Pt	

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}; C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{60} \times d_{10}}$$

^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

D. Coeficiente de Temperatura del Agua

Tabla 153: Densidad del agua y coeficiente de temperatura K.



Temperature (°C)	Density (g/mL) [#]	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) [#]	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) [#]	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) [#]	Temperature Coefficient (K)
15.0	0.99910	1.00090	16.0	0.99895	1.00074	17.0	0.99878	1.00057	18.0	0.99860	1.00039
.1	0.99909	1.00088	.1	0.99893	1.00072	.1	0.99876	1.00055	.1	0.99858	1.00037
.2	0.99907	1.00087	.2	0.99891	1.00071	.2	0.99874	1.00054	.2	0.99856	1.00035
.3	0.99906	1.00085	.3	0.99890	1.00069	.3	0.99872	1.00052	.3	0.99854	1.00034
.4	0.99904	1.00084	.4	0.99888	1.00067	.4	0.99871	1.00050	.4	0.99852	1.00032
.5	0.99902	1.00082	.5	0.99886	1.00066	.5	0.99869	1.00048	.5	0.99850	1.00030
.6	0.99901	1.00080	.6	0.99885	1.00064	.6	0.99867	1.00047	.6	0.99848	1.00028
.7	0.99899	1.00079	.7	0.99883	1.00062	.7	0.99865	1.00045	.7	0.99847	1.00026
.8	0.99898	1.00077	.8	0.99881	1.00061	.8	0.99863	1.00043	.8	0.99845	1.00024
.9	0.99896	1.00076	.9	0.99879	1.00059	.9	0.99862	1.00041	.9	0.99843	1.00022
19.0	0.99841	1.00020	20.0	0.99821	1.00000	21.0	0.99799	0.99979	22.0	0.99777	0.99957
.1	0.99839	1.00018	.1	0.99819	0.99998	.1	0.99797	0.99977	.1	0.99775	0.99954
.2	0.99837	1.00016	.2	0.99816	0.99996	.2	0.99795	0.99974	.2	0.99773	0.99952
.3	0.99835	1.00014	.3	0.99814	0.99994	.3	0.99793	0.99972	.3	0.99770	0.99950
.4	0.99833	1.00012	.4	0.99812	0.99992	.4	0.99791	0.99970	.4	0.99768	0.99947
.5	0.99831	1.00010	.5	0.99810	0.99990	.5	0.99789	0.99968	.5	0.99766	0.99945
.6	0.99829	1.00008	.6	0.99808	0.99987	.6	0.99786	0.99966	.6	0.99764	0.99943
.7	0.99827	1.00006	.7	0.99806	0.99985	.7	0.99784	0.99963	.7	0.99761	0.99940
.8	0.99825	1.00004	.8	0.99804	0.99983	.8	0.99782	0.99961	.8	0.99759	0.99938
.9	0.99823	1.00002	.9	0.99802	0.99981	.9	0.99780	0.99959	.9	0.99756	0.99936
23.0	0.99754	0.99933	24.0	0.99730	0.99909	25.0	0.99705	0.99884	26.0	0.99679	0.99858
.1	0.99752	0.99931	.1	0.99727	0.99907	.1	0.99702	0.99881	.1	0.99676	0.99855
.2	0.99749	0.99929	.2	0.99725	0.99904	.2	0.99700	0.99879	.2	0.99673	0.99852
.3	0.99747	0.99926	.3	0.99723	0.99902	.3	0.99697	0.99876	.3	0.99671	0.99850
.4	0.99745	0.99924	.4	0.99720	0.99899	.4	0.99694	0.99874	.4	0.99668	0.99847
.5	0.99742	0.99921	.5	0.99717	0.99897	.5	0.99692	0.99871	.5	0.99665	0.99844
.6	0.99740	0.99919	.6	0.99715	0.99894	.6	0.99689	0.99868	.6	0.99663	0.99842
.7	0.99737	0.99917	.7	0.99712	0.99892	.7	0.99687	0.99866	.7	0.99660	0.99839
.8	0.99735	0.99914	.8	0.99710	0.99889	.8	0.99684	0.99863	.8	0.99657	0.99836
.9	0.99732	0.99912	.9	0.99707	0.99887	.9	0.99681	0.99860	.9	0.99654	0.99833
27.0	0.99652	0.99831	28.0	0.99624	0.99803	29.0	0.99595	0.99774	30.0	0.99565	0.99744
.1	0.99649	0.99828	.1	0.99621	0.99800	.1	0.99592	0.99771	.1	0.99562	0.99741
.2	0.99646	0.99825	.2	0.99618	0.99797	.2	0.99589	0.99768	.2	0.99559	0.99738
.3	0.99643	0.99822	.3	0.99615	0.99794	.3	0.99586	0.99765	.3	0.99556	0.99735
.4	0.99641	0.99820	.4	0.99612	0.99791	.4	0.99583	0.99762	.4	0.99553	0.99732
.5	0.99638	0.99817	.5	0.99609	0.99788	.5	0.99580	0.99759	.5	0.99550	0.99729
.6	0.99635	0.99814	.6	0.99607	0.99785	.6	0.99577	0.99756	.6	0.99547	0.99726
.7	0.99632	0.99811	.7	0.99604	0.99783	.7	0.99574	0.99753	.7	0.99544	0.99723
.8	0.99629	0.99808	.8	0.99601	0.99780	.8	0.99571	0.99750	.8	0.99541	0.99720
.9	0.99627	0.99806	.9	0.99598	0.99777	.9	0.99568	0.99747	.9	0.99538	0.99716

[#]Reference: CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide, Editor-in-Chief, 74th Edition, 1993-1994.
[#]mL = cm³.

Fuente: ASTM D854 -14. Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.

E. Conteo Vehicular

Tabla 154: Vehículos en ambos sentidos de la vía Río Negro – Mera.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
Hora	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Día N° 5	
	Sábado	Abril	2021	Ambos	Río Negro - Mera	José Luis López Sánchez		
Hora	Livianos		Buses	Camiones			Total Vehículos/15min	Total Acumulado
				Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
7:00 – 7:15	40	10	5	6	3	64		
7:15 – 7 :30	36	3	2	8	4	53		
7:30 – 7:45	34	8	3	7	2	54		
7:45 – 8:00	32	12	6	5	5	60	231	
8:00 – 8:15	45	8	4	8	3	68	235	
8:15 – 8 :30	48	6	2	5	4	65	247	
8:30 – 8:45	42	12	5	6	5	70	263	
8:45 – 9:00	54	6	2	7	3	72	275	
9:00 – 9:15	35	3	3	8	0	49	256	
9:15 – 9 :30	45	9	4	4	2	64	255	
9:30 – 9:45	48	2	5	6	3	64	249	
9:45 – 10:00	35	6	2	8	0	51	228	
10:00 – 10:15	58	8	6	6	5	83	262	
10:15 – 10 :30	63	5	3	5	3	79	277	
10:30 – 10:45	52	14	7	6	4	83	296	
10:45 – 11:00	57	6	2	7	0	72	317	
11:00 – 11:15	50	9	5	4	4	72	306	
11:15 – 11 :30	42	13	3	7	3	68	295	
11:30 – 11:45	47	8	4	4	2	65	277	
11:45 – 12:00	68	6	6	5	3	88	293	
12:00 – 12:15	64	12	3	3	1	83	304	
12:15 – 12 :30	78	7	5	5	2	97	333	
12:30 – 12:45	87	8	4	5	1	105	373	
12:45 – 13:00	96	4	6	6	0	112	397	
13:00 – 13:15	72	14	5	7	2	100	414	
13:15 – 13 :30	86	2	6	8	3	105	422	
13:30 – 13:45	68	5	4	4	1	82	399	
13:45 – 14:00	82	4	3	7	0	96	383	
14:00 – 14:15	87	3	5	4	3	102	385	
14:15 – 14 :30	94	12	7	5	4	122	402	
14:30 – 14:45	85	7	4	6	6	108	428	
14:45 – 15:00	82	5	3	7	3	100	432	
15:00 – 15:15	78	8	5	5	4	100	430	
15:15 – 15 :30	97	3	4	7	2	113	421	
15:30 – 15:45	86	13	6	3	0	108	421	
15:45 – 16:00	98	8	2	6	2	116	437	
16:00 – 16:15	104	6	7	7	1	125	462	
16:15 – 16 :30	110	3	8	8	2	131	480	
16:30 – 16:45	98	4	6	5	1	114	486	
16:45 – 17:00	102	11	7	7	3	130	500	
17:00 – 17:15	104	8	5	6	4	127	502	
17:15 – 17 :30	115	7	4	7	2	135	506	
17:30 – 17:45	98	9	6	5	3	121	513	
17:45 – 18:00	110	10	7	6	4	137	520	
18:00 – 18:15	85	6	3	7	5	106	499	
18:15 – 18 :30	104	3	7	8	4	126	490	
18:30 – 18:45	87	4	4	6	2	103	472	
18:45 – 19:00	98	8	4	8	3	121	456	
Total	3486	348	219	290	126	4469	16829	

Autor: José Luis López Sánchez.

F. Pesos y dimensiones de los transportes

Tabla 155: Pesos y Dimensiones de los Tipos de vehículos del Ecuador.

CUADRO DEMONSTRATIVO DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)				
				Longitud	Ancho	Alto		
2 D			7	5,00	2,60	3,00		
2DA			10	7,50	2,60	3,50		
2DB			18	12,20	2,60	4,10		
3-A			27	12,20	2,60	4,10		
4-C			31	12,20	2,60	4,10		
4-D			32	12,20	2,60	4,10		
V2DB			18	12,20	2,60	4,10		
V3A			27	12,20	2,60	4,10		
V2S			27	12,20	2,60	4,10		
T2			18	8,50	2,60	4,10		
T3			27	8,50	2,60	4,10		
S3			24	13,00	3,00	4,30		
S2			20	13,00	3,00	4,30		
S1			11	13,00	3,00	4,30		
R2			22	10,00	3,00	4,30		
R3			31	10,00	3,00	4,30		
B1			11	10,00	3,00	4,30		
B2			20	10,00	3,00	4,30		
B3			24	10,00	3,00	4,30		

Fuente: MTOP-2016, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (en metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	>20,50	3,00	4,30

Fuente: MTOP-2016, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras.

G. Fotografías



Figura 76: Excavación de calicata.
Autor: José Luis López Sánchez.



Figura 77: Ubicación del cono de Arena de Ottawa.
Autor: José Luis López Sánchez.



Figura 78: Realización del ensayo DCP.
Autor: José Luis López Sánchez.



Figura 79: Mezclando adecuadamente el suelo para el ensayo de Próctor Modificado.
Autor: José Luis López Sánchez.

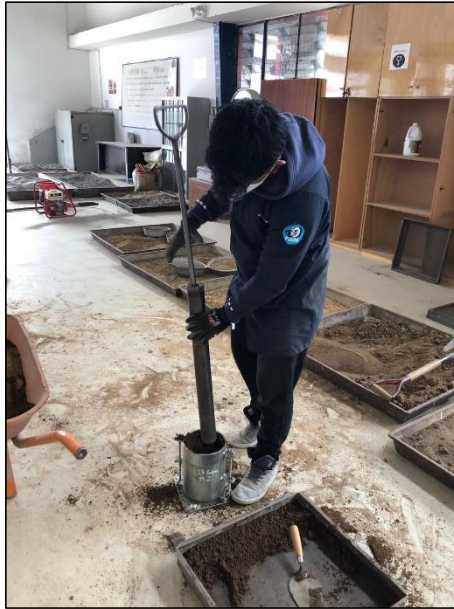


Figura 80: Apisonando con el martillo 56 golpes a cada capa.
Autor: José Luis López Sánchez.



Figura 81: Conteo vehicular en doble sentido Río Negro - Mera.
Autor: José Luis López Sánchez.