



**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:**

---

“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES  
ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE  
PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE  
COTOPAXI”

---

**AUTOR:** Alvaro David Estrella Lopez

**TUTOR:** Ing. Favio Paúl Portilla Yandún, Mg.

**AMBATO - ECUADOR**

**Marzo - 2023**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el señor Alvaro David Estrella López, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805132774, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, marzo 2023



Ing. Favio Paul Portilla Yandún, Mg.  
TUTOR

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Alvaro David Estrella López, con C.I. 1805132774, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo experimental, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



---

**Alvaro David Estrella López**  
**C.I. 1805132774**  
**AUTOR**

## **DERECHOS 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, marzo 2023



---

**Alvaro David Estrella López**  
**C.I. 1805132774**  
**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Alvaro David Estrella López, de la carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:



---

**Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño, Mg.**  
**MIEMBRO CALIFICADOR**



---

**Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Ph.D.**  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

*Este trabajo experimental está dedicado a mis ángeles eternos, mi papá Víctor y mamá Teresa, quienes fueron mi ejemplo a seguir, mi inspiración y quienes desde el cielo me dieron la fuerza para culminar esta etapa de mi vida. Estoy seguro que donde quiera que estén, sus oraciones pidiendo por mí, son el as bajo la manga que tengo para triunfar.*

*A mi madre Mery López, por ser luz, y guiarme en cada paso de mi vida, siempre brindándome su apoyo y amor incondicional en todo momento y a todo el esfuerzo que realiza día a día para salir adelante.*

*A mi padre Patricio Estrella, por acompañarme a lo largo de mi vida, confiando en mí en todo momento y enseñarme que nunca es tarde para empezar y superarse a si mismo a pesar de todas las adversidades que se presenten en el camino no hay nada más fuerte que las ganas de salir adelante.*

*Esto es por y para ustedes...*

*Alvaro David Estrella López*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi tutor, el Ing. Favio Portilla por toda su predisposición, sus consejos, ayuda y sobre todo el tiempo dedicado a la asesoría de este trabajo experimental.*

*A La Universidad Técnica de Ambato y todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por todas sus enseñanzas impartidas a lo largo de estos años de mi carrera universitaria.*

*A toda mi familia por ser mi motor principal y parte fundamental para culminar esta etapa de mi vida.*

*A mis amigos y amigas, sobre todo eterna gratitud a Israel Cevallos quien me enseñó el significado de amistad verdadera y desinteresada, que gracias a sus consejos y ayuda me ha permitido llegar tan lejos.*

*Y finalmente, a todas esas personas que de alguna manera formaron parte de todo este proceso que está llegando a su fin.*

*A todos ellos mis más sinceros agradecimientos.*

*Alvaro David Estrella López*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR .....	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos .....	1
1.1.1 Antecedentes .....	1
1.1.1 Justificación .....	5
1.1.2 Fundamentación teórica .....	6
1.1.2.1 Suelo .....	6
1.1.2.1.1 Origen del Suelo .....	6
1.1.2.1.2 Tipos de suelos .....	6
1.1.2.2 Clasificación de suelos .....	8
1.1.2.2.1 Sistema de clasificación AASHTO.....	9
1.1.2.2.2 Sistema unificado de clasificación de suelo SUCS .....	11
1.1.2.3 Propiedades Índices .....	14
1.1.2.3.1 Contenido de Humedad .....	15
1.1.2.3.2 Peso Específico del suelo.....	15
1.1.2.3.3 Relación de Vacíos .....	16
1.1.2.3.4 Porosidad .....	16
1.1.2.3.5 Grado de Saturación de Agua .....	16
1.1.2.3.6 Grado de Saturación del aire.....	17
1.1.2.3.7 Gravedad Específica .....	17



1.1.2.3.8	Granulometría .....	18
1.1.2.3.9	Límites de Atterberg .....	21
1.1.2.4	Propiedades Mecánicas .....	23
1.1.2.4.1	Compactación de Suelos .....	23
1.1.2.4.2	California Bearing Ratio (CBR) .....	27
1.1.2.4.3	Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) .....	28
1.1.2.5	Correlación y Regresión .....	29
1.1.2.5.1	Regresión y Correlación Lineal .....	30
1.1.2.5.2	Método de mínimos cuadrados .....	30
1.1.2.5.3	Coefficiente de determinación .....	32
2.1.1.1.1	Correlación y Regresión Multiple .....	33
2.1.1.2	Pavimentos .....	33
2.1.1.2.1	Tipos de Pavimentos .....	34
2.1.1.2.2	Función de las capas que conforman la estructura del pavimento 36	
2.1.1.3	Diseño de pavimentos flexibles mediante el Método AASHTO 93 37	
2.1.1.3.1	Período de diseño .....	38
2.1.1.3.2	Tránsito Equivalente (W18) .....	38
2.1.1.3.3	Nivel de confiabilidad (R) .....	38
2.1.1.3.4	Desviación estándar normal (Zr) .....	39
2.1.1.3.5	Desviación estándar global (So) .....	40
2.1.1.3.6	Módulo de resiliencia (Mr) .....	40
2.1.1.3.7	Índice de serviciabilidad (PSI) .....	40
2.1.1.3.8	Determinación de los espesores por capa .....	41
2.1.1.3.9	Coefficientes estructurales <b>a1, a2, a3</b> .....	41
2.1.1.3.10	Coefficiente de drenaje .....	43
2.1.1.3.11	Software Ecuación AASHTO 93 .....	44
2.1.2	Hipótesis .....	45
2.2	Objetivos .....	45
2.2.1	Objetivo General .....	45
2.2.2	Objetivo Específico .....	45
CAPÍTULO II	.....	46

3	METODOLOGÍA .....	46
3.1	Materiales .....	46
3.2	Métodos .....	48
3.2.1	Tipo o Nivel de Investigación .....	48
3.2.1.1	Investigación Bibliográfica .....	48
3.2.1.2	Investigación exploratoria .....	48
3.2.1.3	Investigación de campo .....	49
3.2.1.4	Investigación de laboratorio .....	49
3.2.1.5	Investigación Analítica .....	49
3.2.2	FASES .....	49
3.2.2.1	FASE 1: Ensayos de Campo y Laboratorio .....	49
3.2.2.2	FASE 2: Correlaciones entre Propiedades índice y mecánicas ....	50
3.2.2.3	FASE 3: Diseño de Pavimentos .....	50
3.2.2.4	FASE 4: Zonificación y clasificación del suelo .....	51
3.3	Población y Muestra .....	51
3.3.1	Población .....	51
3.3.2	Muestra .....	52
3.4	Plan de Recolección de Datos .....	54
3.4.1	Ensayos .....	55
3.4.2	Plan de Procesamiento y Análisis de Información .....	60
3.4.2.1	Plan de Procesamiento .....	60
3.4.2.2	Plan de Análisis de Información .....	60
	CAPÍTULO III .....	62
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	62
4.1	Análisis y discusión de los resultados .....	62
4.1.1	FASE 1: Análisis de resultados de las propiedades índice y mecánicas de las muestras de suelo ensayadas in situ y en el Laboratorio .....	62
4.1.1.1	Propiedades Índice .....	62
4.1.1.1.1	Contenido de Humedad .....	62
4.1.1.1.2	Gravedad Específica .....	63
4.1.1.1.3	Límites de Atterberg .....	64
4.1.1.1.4	Granulometría .....	64
4.1.1.1.5	Densidad de campo .....	65

4.1.1.2	Propiedades Mecánicas.....	66
4.1.1.2.1	Proctor Modificado tipo B .....	66
4.1.1.2.2	Ensayo CBR (California Bearing Ratio) .....	67
4.1.1.2.3	Ensayo DCP (Cono de Penetración dinámico).....	67
4.1.2	FASE 2: Correlación entre propiedades índice y mecánicas .....	68
4.1.2.1	Correlaciones .....	68
4.1.2.2	Resumen de Correlaciones .....	69
4.1.2.3	Correlaciones analizadas.....	70
4.1.2.3.1	Correlación N <sup>a</sup> 1.....	70
4.1.2.3.2	Correlación N <sup>a</sup> 2.....	71
4.1.2.3.3	Correlación N <sup>a</sup> 3.....	72
4.1.2.3.4	Correlación N <sup>a</sup> 4.....	73
4.1.2.3.5	Correlación N <sup>a</sup> 5.....	74
4.1.2.3.6	Correlación N <sup>o</sup> 6 .....	75
4.1.2.3.7	Correlación N <sup>a</sup> 7.....	76
4.1.2.3.8	Correlación N <sup>a</sup> 8.....	77
4.1.2.3.9	Correlación N <sup>a</sup> 9.....	78
4.1.2.3.10	Correlación N <sup>a</sup> 10.....	79
4.1.2.3.11	Correlación N <sup>a</sup> 11.....	80
4.1.2.3.12	Correlación N <sup>a</sup> 12.....	81
4.1.2.3.13	Correlación N <sup>a</sup> 13.....	82
4.1.2.3.14	Correlación N <sup>a</sup> 14.....	83
4.1.2.3.15	Correlación N <sup>a</sup> 15.....	84
4.1.2.3.16	Correlación N <sup>a</sup> 16.....	85
4.1.2.3.17	Correlación N <sup>a</sup> 17.....	86
4.1.2.3.18	Correlación N <sup>a</sup> 18.....	87
4.1.2.3.19	Correlación N <sup>a</sup> 19.....	88
4.1.2.3.20	Correlación N <sup>a</sup> 20.....	89
4.1.2.3.21	Correlación N <sup>a</sup> 21.....	90
4.1.2.3.22	Correlación N <sup>a</sup> 22.....	91
4.1.2.3.23	Correlación N <sup>a</sup> 23.....	92
4.1.2.3.24	Correlación N <sup>a</sup> 24.....	93
4.1.2.3.25	Correlación N <sup>a</sup> 25.....	94

4.1.2.3.26	Correlación N <sup>a</sup> 26.....	95
4.1.2.3.27	Correlación N <sup>a</sup> 27.....	96
4.1.2.3.28	Correlación N <sup>a</sup> 28.....	97
4.1.3	FASE 3: Diseño de Pavimento flexible .....	98
4.1.3.1	Diseño del pavimento flexible AASHTO 93 .....	98
4.1.3.2	Diseño del pavimento flexible mediante las correlaciones obtenidas 121	
4.1.4	FASE 4: Clasificación del Suelo.....	127
4.1.4.1	Clasificación del Suelo .....	127
4.1.4.1.1	Distribución de suelos según la clasificación SUCS .....	127
4.1.4.1.2	Distribución de suelos según la clasificación AASHTO.....	128
4.2	Verificación de Hipótesis.....	130
CAPÍTULO IV.....		131
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		131
5.1	Conclusiones .....	131
5.2	Recomendaciones.....	132
6 BIBLIOGRAFÍA .....		133
ANEXOS .....		137
A.	Tablas de ensayos.....	137
7	DCP.....	137
8	Densidad de campo .....	149
9	Contenido de humedad natural.....	161
10	Gravedad específica .....	167
11	Granulometría .....	173
12	Límite líquido y Limite Plástico .....	185
13	Proctor Modificado .....	197
14	CBR.....	209
B.	Coficiente de Temperatura del Agua.....	232
C.	Conteo Vehicular .....	233
D.	Pesos y dimensiones de los transportes.....	234
E.	Fotografías .....	236

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Tipo de suelo según el tamaño de grano.....	8
<b>Tabla 2:</b> Clasificación del suelo según la AASHTO.....	10
<b>Tabla 3:</b> Identificación de suelos por la SUCS .....	11
<b>Tabla 4:</b> Clasificación del suelo según el SUCS.....	13
<b>Tabla 5:</b> Rangos de gravedad específica propuestos por Bowels. ....	18
<b>Tabla 6:</b> Tamaño de Tamices Normalizados .....	18
<b>Tabla 7:</b> Especificaciones de la prueba Proctor Estándar-Norma ASTM 698.....	25
<b>Tabla 8:</b> Especificaciones de la prueba Proctor Modificado-Norma ASTM 1577 ...	26
<b>Tabla 9:</b> Clasificación de suelos según el CBR .....	28
<b>Tabla 10:</b> Rango de ajuste mediante criterios. ....	32
<b>Tabla 11:</b> Valores de correlación .....	33
<b>Tabla 12 :</b> Período de diseño de acuerdo al tipo de carreteras.....	38
<b>Tabla 13:</b> Factor de distribución por carril.....	38
<b>Tabla 14:</b> Niveles de confiabilidad por tipo de vía .....	39
<b>Tabla 15:</b> Determinación de la desviación estándar normal $Z_r$ a partir de la confiabilidad.....	39
<b>Tabla 16:</b> Índice de serviciabilidad de acuerdo a los usuarios.....	41
<b>Tabla 17:</b> Capacidad del Drenaje .....	43
<b>Tabla 18:</b> Coeficiente de Drenaje.....	44
<b>Tabla 19: Equipos y materiales</b> .....	46
<b>Tabla 20:</b> Especificaciones de Equipos .....	47
<b>Tabla 21:</b> Normas de Ensayos.....	50
<b>Tabla 22:</b> Ubicación de las calicatas .....	53
<b>Tabla 23:</b> Plan de recolección de datos. ....	54
<b>Tabla 24:</b> Nomenclatura y Unidades de las diferentes variables .....	62
<b>Tabla 25:</b> Resumen Humedad Natural .....	63
<b>Tabla 26:</b> Resumen Gravedad Específica .....	63
<b>Tabla 27:</b> Resumen Límites de Atterberg .....	64
<b>Tabla 28:</b> Resumen Granulometría .....	65
<b>Tabla 29:</b> Resumen Densidad de Campo .....	66
<b>Tabla 30:</b> Resumen Proctor Modificado .....	66

<b>Tabla 31:</b> Resumen CBR .....	67
<b>Tabla 32:</b> Resumen DCP .....	67
<b>Tabla 33:</b> Rango del Coeficiente de Correlación. ....	68
<b>Tabla 34:</b> Correlación entra CBR, DCP, propiedades índices y mecánicas de las muestras obtenidas. ....	69
<b>Tabla 35:</b> Resumen del conteo vehicular durante 7 días.....	98
<b>Tabla 36:</b> Hora pico de vehículos. ....	99
<b>Tabla 37:</b> Tráfico Promedio Diario Anual aproximado del proyecto. ....	103
<b>Tabla 38:</b> Tráfico Promedio Diario Anual aproximado del proyecto. ....	103
<b>Tabla 39:</b> Tránsito proyectado para el período de diseño. ....	106
<b>Tabla 40:</b> Factor de daño según el tipo de vehículo.....	107
<b>Tabla 41:</b> Cálculo del Eje Equivalente.....	109
<b>Tabla 42:</b> Valores del coeficiente $a_1$ mediante el Ábaco. ....	113
<b>Tabla 43:</b> Valores del coeficiente $a_2$ mediante el Ábaco. ....	114
<b>Tabla 44:</b> Valores del coeficiente $a_3$ mediante el Ábaco. ....	115
<b>Tabla 45:</b> Valores para el diseño de la estructura del pavimento; CBR de laboratorio. ....	118
<b>Tabla 46:</b> Determinación de los espesores del pavimento; CBR de laboratorio.....	119
<b>Tabla 47:</b> Espesores de la estructura del pavimento diseñado; CBR de laboratorio. ....	120
<b>Tabla 48:</b> Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento. ....	122
<b>Tabla 49:</b> Determinación de los espesores del pavimento. ....	124
<b>Tabla 50:</b> Espesores de la estructura del pavimento diseñado. ....	125
<b>Tabla 51:</b> Pozo C1 San Juan de Pastocalle. ....	137
<b>Tabla 52:</b> Pozo C2 San Juan de Pastocalle. ....	138
<b>Tabla 53:</b> Pozo C3 San Juan de Pastocalle. ....	139
<b>Tabla 54:</b> Pozo C4 San Juan de Pastocalle. ....	140
<b>Tabla 55:</b> Pozo C5 San Juan de Pastocalle. ....	141
<b>Tabla 56:</b> Pozo C6 San Juan de Pastocalle. ....	142
<b>Tabla 57:</b> Pozo C7 Tanicuchi.....	143
<b>Tabla 58:</b> Pozo C8 Tanicuchi.....	144
<b>Tabla 59:</b> Pozo C9 Tanicuchi.....	145
<b>Tabla 60:</b> Pozo C10 Tanicuchi.....	146

<b>Tabla 61:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	147
<b>Tabla 62:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	148
<b>Tabla 63:</b> Pozo C1 San Juan de Pastocalle. ....	149
<b>Tabla 64:</b> Pozo C2 San Juan de Pastocalle. ....	150
<b>Tabla 65:</b> Pozo C3 San Juan de Pastocalle. ....	151
<b>Tabla 66:</b> Pozo C4 San Juan de Pastocalle. ....	152
<b>Tabla 67:</b> Pozo C5 San Juan de Pastocalle. ....	153
<b>Tabla 68:</b> Pozo C6 San Juan de Pastocalle. ....	154
<b>Tabla 69:</b> Pozo C7 Tanicuchi.....	155
<b>Tabla 70:</b> Pozo C8 Tanicuchi.....	156
<b>Tabla 71:</b> Pozo C9 Tanicuchi.....	157
<b>Tabla 72:</b> Pozo C10 Tanicuchi.....	158
<b>Tabla 73:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	159
<b>Tabla 74:</b> Pozo C12 Tanicuchi.....	160
<b>Tabla 75:</b> Pozo C1 San Juan de Pastocalle. ....	161
<b>Tabla 76:</b> Pozo C2 San Juan de Pastocalle. ....	161
<b>Tabla 77:</b> Pozo C3 San Juan de Pastocalle. ....	162
<b>Tabla 78:</b> Pozo C4 San Juan de Pastocalle. ....	162
<b>Tabla 79:</b> Pozo C5 San Juan de Pastocalle. ....	163
<b>Tabla 80:</b> Pozo C6 San Juan de Pastocalle. ....	163
<b>Tabla 81:</b> Pozo C7 Tanicuchi.....	164
<b>Tabla 82:</b> Pozo C8 Tanicuchi.....	164
<b>Tabla 83:</b> Pozo C9 Tanicuchi.....	165
<b>Tabla 84:</b> Pozo C10 Tanicuchi.....	165
<b>Tabla 85:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	166
<b>Tabla 86:</b> Pozo C12 Tanicuchi.....	166
<b>Tabla 87:</b> Pozo C1 San Juan de Pastocalle ....	167
<b>Tabla 88:</b> Pozo C2 San Juan de Pastocalle ....	167
<b>Tabla 89:</b> Pozo C3 San Juan de Pastocalle ....	168
<b>Tabla 90:</b> Pozo C4 San Juan de Pastocalle ....	168
<b>Tabla 91:</b> Pozo C5 San Juan de Pastocalle. ....	169
<b>Tabla 92:</b> Pozo C6 San Juan de Pastocalle ....	169
<b>Tabla 93:</b> Pozo C7 Tanicuhí .....	170

<b>Tabla 94:</b> Pozo C8 Tanicuchi.....	170
<b>Tabla 95:</b> Pozo C9 Tanicuhí .....	171
<b>Tabla 96:</b> Pozo C10 Tanicuhí .....	171
<b>Tabla 97:</b> Pozo C11 Tanicuhí .....	172
<b>Tabla 98:</b> Pozo C12 Tanicuhí .....	172
<b>Tabla 99:</b> Pozo C1 San Juan de Pastocalle. ....	173
<b>Tabla 100:</b> Pozo C2 San Juan de Pastocalle. ....	174
<b>Tabla 101:</b> Pozo C3 San Juan de Pastocalle. ....	175
<b>Tabla 102:</b> Pozo C4 San Juan de Pastocalle. ....	176
<b>Tabla 103:</b> Pozo C5 San Juan de Pastocalle. ....	177
<b>Tabla 104:</b> Pozo C6 San Juan de Pastocalle. ....	178
<b>Tabla 105:</b> Pozo C7 Tanicuchi.....	179
<b>Tabla 106:</b> Pozo C8 Tanicuchi.....	180
<b>Tabla 107:</b> Pozo C9 Tanicuchi.....	181
<b>Tabla 108:</b> Pozo C10 Tanicuchi.....	182
<b>Tabla 109:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	183
<b>Tabla 110:</b> Pozo C12 Tanicuchi.....	184
<b>Tabla 111:</b> Pozo C1 San Juan de Pastocalle. ....	185
<b>Tabla 112:</b> Pozo C2 San Juan de Pastocalle. ....	186
<b>Tabla 113:</b> Pozo C3 San Juan de Pastocalle. ....	187
<b>Tabla 114:</b> Pozo C4 San Juan de Pastocalle. ....	188
<b>Tabla 115:</b> Pozo C5 San Juan de Pastocalle. ....	189
<b>Tabla 116:</b> Pozo C6 San Juan de Pastocalle. ....	190
<b>Tabla 117:</b> Pozo C7 Tanicuchi.....	191
<b>Tabla 118:</b> Pozo C8 Tanicuchi.....	192
<b>Tabla 119:</b> Pozo C9 Tanicuchi.....	193
<b>Tabla 120:</b> Pozo C10 Tanicuchi.....	194
<b>Tabla 121:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	195
<b>Tabla 122:</b> Pozo C12 Tanicuchi.....	196
<b>Tabla 123:</b> Pozo C1 San Juan de Pastocalle .....	197
<b>Tabla 124:</b> Pozo C2 San Juan de Pastocalle .....	198
<b>Tabla 125:</b> Pozo C3 San Juan de Pastocalle .....	199
<b>Tabla 126:</b> Pozo C4 San Juan de Pastocalle .....	200



<b>Tabla 127:</b> Pozo C5 San Juan de Pastocalle .....	201
<b>Tabla 128:</b> Pozo C6 San Juan de Pastocalle .....	202
<b>Tabla 129:</b> Pozo C7 Tanicuchi.....	203
<b>Tabla 130:</b> Pozo C8 Tanicuchi.....	204
<b>Tabla 131:</b> Pozo C9 Tanicuchi.....	205
<b>Tabla 132:</b> Pozo C10 Tanicuchi.....	206
<b>Tabla 133:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	207
<b>Tabla 134:</b> Pozo C12 Tanicuchi.....	208
<b>Tabla 135:</b> Pozo C1 San Juan de Pastocalle. ....	209
<b>Tabla 136:</b> Pozo C2 San Juan de Pastocalle. ....	211
<b>Tabla 137:</b> Pozo C3 San Juan de Pastocalle. ....	212
<b>Tabla 138:</b> Pozo C4 San Juan de Pastocalle. ....	214
<b>Tabla 139:</b> Pozo C5 San Juan de Pastocalle. ....	216
<b>Tabla 140:</b> Pozo C6 San Juan de Pastocalle. ....	218
<b>Tabla 141:</b> Pozo C7 Tanicuchi.....	220
<b>Tabla 142:</b> Pozo C8 Tanicuchi.....	222
<b>Tabla 143:</b> Pozo C9 Tanicuchi.....	224
<b>Tabla 144:</b> Pozo C10 Tanicuchi.....	226
<b>Tabla 145:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	228
<b>Tabla 146:</b> Pozo C11 Tanicuchi.....	230
<b>Tabla 147:</b> Densidad del agua y coeficiente de temperatura K.....	232
<b>Tabla 148:</b> Vehículos en ambos sentidos de la vía San Juan de Pastocalle-Tanicuchi .....	233
<b>Tabla 149:</b> Pesos y Dimensiones de los Tipos de vehículos del Ecuador.....	234

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Carta de Plasticidad AASHTO.....	9
<b>Figura 2:</b> Carta de Plasticidad SUCS .....	12
<b>Figura 3:</b> Fases del suelo, representado en el cubo unitario. ....	14
<b>Figura 4:</b> Curva de distribución del tamaño de partículas .....	20
<b>Figura 5:</b> Límites de consistencia del suelo .....	21
<b>Figura 6:</b> Determinación del límite líquido del suelo .....	22
<b>Figura 7:</b> Curva de Compactación .....	27
<b>Figura 8:</b> Determinación del índice CBR .....	28
<b>Figura 9:</b> Equipo del DCP y sus elementos .....	29
<b>Figura 10:</b> Distribución de correlación .....	30
<b>Figura 11:</b> Curva de mejor ajuste a los puntos de dispersión .....	31
<b>Figura 12:</b> Estructura del pavimento.....	34
<b>Figura 13:</b> Comportamiento del pavimento.....	37
<b>Figura 14:</b> Ábaco para el coeficiente estructural $a_1$ .....	42
<b>Figura 15:</b> Ábaco para el coeficiente estructural $a_2$ .....	42
<b>Figura 16:</b> Ábaco para el coeficiente estructural $a_3$ .....	43
<b>Figura 17:</b> Software Ecuación de la AASHTO 93.....	44
<b>Figura 18:</b> Mapa de la Zona de Estudio.....	52
<b>Figura 19:</b> Excavación a cielo abierto.....	56
<b>Figura 20:</b> Densidad de campo (Método Cono y Arena de Ottawa) .....	56
<b>Figura 21:</b> Penetrómetro dinámico estático .....	57
<b>Figura 22:</b> Granulometría .....	57
<b>Figura 23:</b> Límite líquido.....	58
<b>Figura 24:</b> Límite Plástico .....	58
<b>Figura 25:</b> Gravedad específica .....	59
<b>Figura 26:</b> Proctor Modificado Tipo B .....	59
<b>Figura 27:</b> Ensayo CBR.....	60
<b>Figura 28:</b> Límite Líquido vs. Límite Plástico.....	70
<b>Figura 29:</b> Contenido de humedad natural vs. Grado de saturación del agua. ....	71
<b>Figura 30:</b> Contenido de humedad natural vs. Grado de saturación del aire.....	72
<b>Figura 31:</b> Límite Líquido vs. Gravedad Específica.....	73

<b>Figura 32:</b> Humedad Natural vs. Densidad húmeda in Situ. ....	74
<b>Figura 33:</b> Relación de Vacíos vs. Grado de Compactación .....	75
<b>Figura 34:</b> Porosidad vs. Densidad seca. ....	76
<b>Figura 35:</b> Grado compactación vs. Densidad seca. ....	77
<b>Figura 36:</b> Grado de compactación vs. Densidad seca. ....	78
<b>Figura 37:</b> Contenido de Humedad Óptimo vs. Límite Líquido - Límite Plástico ...	79
<b>Figura 38:</b> Densidad Seca in Situ vs. Humedad Natural - Límite Plástico.....	80
<b>Figura 39:</b> Índice plástico vs. Relación de vacíos.....	81
<b>Figura 40:</b> Humedad natural vs. Relación de Vacíos.....	82
<b>Figura 41:</b> Densidad Seca Máxima vs. Humedad Óptima <b>Autor:</b> Alvaro David Estrella López.....	83
<b>Figura 42:</b> Grado de compactación vs. Densidad seca Máxima. ....	84
<b>Figura 43:</b> Densidad Seca Máxima vs. Humedad Óptima – Humedad Natural .....	85
<b>Figura 44:</b> Índice de penetración vs. Limite Líquido. ....	86
<b>Figura 45:</b> Densidad Seca Máxima vs. Índice de penetración.....	87
<b>Figura 46:</b> Densidad Seca Máxima vs. Índice de penetración.....	88
<b>Figura 47:</b> Índice de Penetración vs. Límite Líquido – Índice Plástico.....	89
<b>Figura 48:</b> Índice de penetración vs Porosidad.....	90
<b>Figura 49:</b> CBR vs. Densidad Seca Máxima. ....	91
<b>Figura 50:</b> CBR vs. Índice de Penetración.....	92
<b>Figura 51:</b> CBR vs. Contenido de humedad óptimo. ....	93
<b>Figura 52:</b> CBR vs. Porosidad. ....	94
<b>Figura 53:</b> CBR vs. Densidad seca máxima - Densidad seca In-situ.....	95
<b>Figura 54:</b> CBR vs. Densidad seca In-situ - Porosidad.....	96
<b>Figura 55:</b> CBR vs Índice de Penetración y Contenido de humedad natural. ....	97
<b>Figura 56:</b> CBR, Límite Líquido vs. Límite Plástico. ....	98
<b>Figura 57:</b> Distribución Temporal de Precipitaciones 2013.[32] .....	116
<b>Figura 58:</b> Cálculo del número estructural; CBR de laboratorio.....	118
<b>Figura 59:</b> Espesores del pavimento diseñado; CBR de laboratorio. ....	120
<b>Figura 60:</b> Cálculo del número estructural. ....	123
<b>Figura 61:</b> Espesores del pavimento diseñado; CBR de laboratorio. ....	125

## RESUMEN

La carencia de análisis de suelos en poblaciones rurales, ya sea por su elevado costo de ejecución o por condiciones inaccesibles del terreno, derivan al siguiente trabajo experimental ejecutando en las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi provincia de Cotopaxi, correspondiente a determinar correlaciones entre los ensayos California Bearing Ratio (CBR) y Penetración Dinámica de Cono (DCP), así como con las propiedades índice y mecánicas del suelo, como alternativa al prediseño de pavimentos.

Los ensayos se determinaron a partir de 12 muestras de suelo recolectadas en la zona de estudio, parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. En donde se realizaron calicatas rectangulares de 1.00 m x 1.00 m y 1.00 m de profundidad, de las cuales se extrajeron muestras alteradas para posteriormente ser analizadas en laboratorio. Luego se tabularon y se interpretaron los resultados, obteniendo correlaciones adecuadas entre el índice y las propiedades mecánicas de los suelos ensayados, con coeficientes de correlación aceptables y un buen grado de confiabilidad.

Se obtuvieron 28 correlaciones con un índice de correlación entre 52 a 95 por ciento. Finalmente se diseñó un pavimento flexible, a partir del CBR obtenido en laboratorio, y también en base al CBR calculado por las correlaciones, confirmando la confiabilidad de estas correlaciones realizadas y afirmando que estos datos se pueden utilizar para el prediseño de pavimentos posteriores.

**PALABRAS CLAVES:** CBR, Correlaciones de suelos, DCP, Propiedades índice, Propiedades mecánicas, Ingeniería civil, Pavimento flexible.

## ABSTRACT

The lack of soil analysis in rural populations, either due to its high execution cost or inaccessible conditions of the land, lead to the following experimental work carried out in the parishes of San Juan de Pastocalle and Tanicuchi, province of Cotopaxi, corresponding to determining correlations between the California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetration (DCP) tests, as well as with the index and mechanical properties of the soil, as an alternative to the pre-design of pavements.

The trials were determined from 12 soil samples collected in the study area, San Juan de Pastocalle and Tanicuchi parishes of the Latacunga canton, Cotopaxi province. Where rectangular pits of 1.00 m x 1.00 m and 1.00 m deep were made, from which altered samples were extracted to be later analyzed in the laboratory. Then the results were tabulated and interpreted, obtaining adequate correlations between the index and the mechanical properties of the tested soils, with acceptable correlation coefficients and a good degree of reliability.

28 correlations were obtained with a correlation index between 52 to 95 percent. Finally, a flexible pavement was designed, based on the CBR obtained in the laboratory, and also based on the CBR calculated by the correlations, confirming the reliability of these correlations made and affirming that these data can be used for the pre-design of subsequent pavements.

**KEYWORDS:** CBR, Soil correlations, DCP, Index properties, Mechanical properties, Civil engineering, Flexible pavement.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes investigativos

#### 1.1.1 Antecedentes

A lo largo de los años en materia de mecánica de suelos se han venido desarrollando varias investigaciones, siempre en busca de mejorar ciertas características y propiedades físicas del suelo, además de determinar la resistencia al corte de dichos suelos de una forma breve y sobre todo beneficiosa económicamente hablando, es así que al usar correlaciones se simplifican en gran medida el uso de recursos, al ofrecer relaciones aproximadas entre diferentes parámetros del suelo; esto no significa que se pueda reemplazar los ensayos tradicionales en lo absoluto, sino que ofrece alternativas en la optimización de procesos.

Por lo tanto, se ha considerado conveniente estudiar la correlación entre el CBR de laboratorio, el cual se considera un proceso complejo que toma aproximadamente 15 días para determinar la resistencia al corte del suelo y el Ensayo de Penetración de Cono Dinámico (DCP) el mismo que facilita y aporta mayor practicidad a los ensayos convencionales. Para así al correlacionarlos obtener una guía técnica y confiable que pueda adaptarse al diseño de pavimentos flexibles, garantizando las condiciones de confort, y seguridad; optimizando tiempo, dinero, y recursos tanto humanos como mecánicos.[1]

El ensayo DCP fue desarrollado en 1956 por Scala; Estudios posteriores efectuados en el campo por Livneh e Ishali (1987) y Kleyn (1975) quienes son considerados los precursores, desarrollaron los conceptos básicos para la evaluación de pavimentos. Desde entonces, muchos investigadores han propuesto varias correlaciones entre el índice cono dinámico de penetración (IDCP) y el valor de CBR del suelo. Posteriormente, su uso se extendió a Inglaterra, Australia, Canadá, Nueva Zelanda y Estados Unidos.[2]

Kleyn (1975) usó el DCP para comparar dos lugares diferentes donde uno presento problemas de pavimento y el otro no. El investigador descubrió la posibilidad de utilizar DCP para evaluar las propiedades de las capas de pavimento debido a las diferencias en los valores de resistencia detectados.[3]

Esta herramienta se utiliza principalmente para evaluar la resistencia del suelo tanto en estado natural como compactado y para estimar el valor de CBR en el campo. La gran diferencia entre ambos es que el DCP ofrece ventajas como la simplicidad de uso y su bajo costo. Implícitamente, DCP evalúa la capacidad estructural de las diferentes capas que componen el suelo, detectando al mismo tiempo el grado de heterogeneidad y la uniformidad de compactación del material que se encuentra en la sección evaluada, todo esto de una forma rápida, continua y claramente definida.[2]

En las últimas décadas han aparecido diversas investigaciones que relacionan el valor DCP con otras propiedades físico-mecánicas del suelo; la elección adecuada de este tipo de correlaciones está relacionada directamente al criterio técnico del profesional y la especificación del equipo DCP.[2]

A nivel internacional en Asia la IACSIT (2014) “International Journal of Engineering and Technology” desarrolló una investigación que consistía en predecir el CBR de campo de diferentes tipos de suelos. Dado que CBR no se puede medir fácilmente en el campo, la predicción de CBR a partir de otras pruebas más simples como el Penetrómetro de Cono Dinámico (DCP) y las propiedades índices del suelo es una alternativa viable. El estudio se realizó en varios suelos a diferentes condiciones de estado inicial (es decir, contenido de humedad y densidad seca) y luego utilizando equipos de laboratorio y de campo para permitir la medición de CBR y DCP de estos suelos sin remojar. El análisis de los datos experimentales indicó que existe una muy buena relación lineal de la resistencia del suelo medida (es decir, CBR y DCP sin remojar) con el factor de estado inicial del suelo, tal como se describe mediante la combinación de la densidad seca inicial, el contenido de agua y la relación de vacíos. La comparación de los valores medidos y predichos de CBR y DCP sin remojar utilizando la ecuación desarrollada indica claramente la validez de esta ecuación.[4]

En tanto que en el continente americano en Colombia el estudio experimental realizado por Sandoval Eimar y Rivera William (2019) a lo largo del Valle del Cauca presentaron los resultados para la obtención de correlaciones entre el CBR de laboratorio con el DCP y ciertas propiedades índice, analizando 38 muestras, con el fin de garantizar seguridad con un nivel de confianza del 95% y un coeficiente de correlación R mínimo de 0.60. Las correlaciones obtenidas, tuvieron valores  $R > 0,80$ , siendo valores aceptables para usar la correlación entre el CBR y el DCP.[5]

Sin embargo, los autores en sus conclusiones recalcan: *“Estas correlaciones pueden ser utilizadas como valores iniciales de prediseño en aquellos lugares donde no es posible tomar muestras inalteradas para CBR o para expandir la información de sitios donde se pueden realizar estos ensayos. La información obtenida debe ser verificada, al menos durante el proceso constructivo, después de efectuar el movimiento de tierras, en caso de no haber llevado a cabo ensayos durante el diseño”*. [5] Es decir, estas correlaciones jamás remplazarán a los ensayos y deberán ser verificadas.

En Ecuador Francisco León y Raúl Zeas (2017), desarrolló un trabajo experimental en la provincia de Azogues, en el cual expone una metodología que permite encontrar una correlación entre el índice Penetración Dinámica de Cono (DCP) y un índice California Bearing Ratio (CBR); en base a ensayos de laboratorio sobre muestras alteradas donde se determinan las propiedades físicas (Tamaño de agregado, Límites de Atterberg, Contenido de Humedad y Densidad Seca), así como también propiedades mecánicas (DCP y CBR), Los resultados obtenidos son dos correlaciones: la primera correlación, entre el índice (DCP), en golpes para penetrar 44 mm, que ofrece el Cono S-200 desarrollado por el Prof. Sowers y el CBR; En tanto que la segunda correlación, entre el índice (DCP) propuesto por el Cono desarrollado por A.J. Scala, en mm por golpe, y el (CBR).[6]

Índice DCP vs CBR:

$$CBR = 242 * DCP^{-1.24}$$

Obteniendo un coeficiente R cuadrado de 0.91 y de 0.80 respectivamente lo cual es un indicador de que las correlaciones son correctas y aceptables para ser empleadas en el diseño de pavimentos.[6]



De igual manera según el SUCS, todas las muestras se catalogan como “arena bien graduada con grava”; mediante inspección visual se determina además que se trata de una arena color café claro. El método de la AASHTO determina una clasificación A-2-6 (0) donde el tipo de material que compone significativamente el suelo es grava y arena limosa o arcillosa.

Portilla y Pillajo (2001). realizaron un estudio teórico y práctico de los suelos, desde ensayos de campo y laboratorio hasta la utilización de los resultados en la planificación vial. Donde obtuvieron correlaciones entre propiedades índice y mecánicas, Además proponen la utilización de Penetración Dinámica de Cono como una alternativa simple en la evaluación del suelo. De esta forma, intenta contrastar una serie de conceptos novedosos y tradicionales en el estudio de suelos y contribuye al desarrollo de la construcción de carreteras de forma empírica. Sin embargo, la correlación obtenida entre CBR de laboratorio y DCP fue baja, con un coeficiente de correlación promedio de aproximado de 12%. Por otra parte, los valores obtenidos para ensayos aplicados con las correlaciones, en general, se acercaron considerablemente a los valores obtenidos en los ensayos tradicionales y los autores señalaron que *“Un método óptimo para obtener correlaciones entre estos dos parámetros sería realizando los ensayos para condiciones idénticas, ya sea con moldeo de muestras gemelas y/o ensayos in-situ.”*[7]

Según el aplicativo VISSOR del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), el cual es una entidad pública dedicada a la consultoría de los costos de Insumos o Análisis de Precios Unitarios, establece una comparativa entre la ejecución de los ensayos CBR y DCP. Donde de luego de realizar la comparación de costo de uso del Penetrómetro Dinámico de Cono DCP vs el valor de procedimiento de CBR, encuentra que con un valor cercano al 74% del valor de la ejecución de un ensayo de CBR se podría ejecutar un ensayo de DCP, teniendo una significativa de reducción de costos cercana al 26%, esto se puede ver reflejado en gran escala en un mayor número de muestras evaluadas, pudiendo llegar a una reducción de los recursos empleados, dependiendo la condición particular que se analice. [3]

### **1.1.1 Justificación**

Las vías son un pilar fundamental para el crecimiento y desarrollo a lo largo de todo el mundo, debido a que comunican y conectan distintos puntos. Es por esto que, dentro del campo de la Ingeniería civil, los estudios geológicos-geotécnicos resultan indispensables al momento de realizar el correcto diseño y construcción de cualquier obra de infraestructura vial. Sin embargo, en ciertas parroquias rurales del Ecuador, existe una carencia de este tipo de ensayos “Por su alto costo”, lo que implica incertidumbre al momento de la construcción, sobrecostos y retrasos en el proyecto.

El presente trabajo experimental tiene como propósito determinar las correlaciones experimentales entre los métodos de Soporte de California (CBR), y el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

El Soporte de California (CBR), es un ensayo que determina la capacidad portante de un suelo, mediante la evaluación de la calidad de las capas subrasante, subbase y base de los pavimentos, por medio de la aplicación de una carga para obtener los esfuerzos requeridos a pequeñas penetraciones de 0.1" y 0.2". Desde la perspectiva de este proceso, el uso de CBR implica una logística significativa, y altos costos. Por otro lado, el ensayo Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) realizada in situ utilizando el dispositivo de cono de penetración, calcula la penetración dinámica por golpes en el suelo, representando la resistencia al corte en la capa subrasante hasta profundidades de 32", los resultados se consiguen inmediatamente y por lo tanto los costos y el tiempo empelado son significativamente menores.

Los resultados obtenidos mediante las correlaciones servirán para Zonificar las diferentes áreas de las parroquias estudiadas, de acuerdo con la clasificación de suelos SUCS y AASHTO y como guía de diseño preliminares de estructuras de pavimentos, ya que los ensayos que se realizan sirven para poder evaluar la calidad del terreno para capas de: subrasante, sub base y base de pavimentos, además aportarán en la ampliación de la base de datos existente de suelos del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.

## **1.1.2 Fundamentación teórica**

### **1.1.2.1 Suelo**

La palabra suelo desde el punto de vista de la Ingeniería Civil representa todo material terroso comprendiéndose desde un relleno de desperdicio hasta areniscas parcialmente cementadas cuyas partículas de suelo se desintegran por acción de la intemperie. Quedando excluidos de este término las rocas ígneas y depósitos sedimentarios cementados que no se desintegren por acción de la intemperie.[8]

#### **1.1.2.1.1 Origen del Suelo**

Los suelos provienen de la descomposición de rocas por procesos físico-químicos en las rocas superficiales de la corteza terrestre, así como también pueden ser suelos transportados o también conocidos como depósitos.[9]

Los mismos que por características propias de su origen pueden diferenciarse en función del tamaño de sus agregados, de acuerdo con su composición y formación mineralógica, es por esta razón se toma en cuenta con diferentes comportamientos, propiedades índices y mecánicas que nos permiten identificarlos a través de ensayos.

#### **1.1.2.1.2 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 de rocas por procesos físico-químicos.
- Los suelos orgánicos formados in situ se componen de humos y material descompuesto, y su relación es alta en comparación con el contenido de suelos inorgánicos.

En ingeniería civil los suelos comúnmente empleados y analizados son:

## **Gravas**

Las gravas son el conjunto de rocas fragmentadas, con un diámetro nominal mayor a 2 mm, Su origen se debe al acarreo por cantos de agua, es por esto que sufren desgastes en sus aristas, dándoles su forma característica redonda. Estos suelos son comunes de encontrar en lechos de ríos y en fosas. El tamaño de sus partículas varía de entre 7.62 cm (3") a 2 mm.[10]

## **Arenas**

Las arenas son suelos muy finos provenientes de la denudación de las rocas o por medio de trituración artificial, el diámetro de sus partículas varía de entre 2 mm a 0.05 mm.

Generalmente las arenas y gravas suelen encontrarse juntas. La arena proveniente de los ríos cuenta con grandes proporciones de arcillas y gravas. Las arenas al estar limpias y secarse estas no son plásticas y al momento de secarlas no se contraen, en caso de aplicar sobre las arenas una carga, estas se compactarán de manera instantánea.[10]

## **Limos**

Los limos son suelos finos que presentan poca o ninguna plasticidad.

Los *limos inorgánicos* son provenientes de canteras, y los *limos orgánicos* provenientes mayormente de ríos, teniendo como característica principal su poca o nula plasticidad.

Estos suelos de no encontrarse densos son considerados pobres para cimentar, por su baja capacidad de soportar cargas y su alta permeabilidad.[10]

## **Arcillas**

Son partículas sólidas de arcilla cuyo diámetro es inferior a 0,005 mm y una de sus principales propiedades es su alta plasticidad al mezclarse con agua.

Las arcillas son altamente plásticas, cuando se secan se contraen, y su cohesión varía según la humedad, al aplicar pesos sobre su superficie se comprimen lentamente. Según estudios y pruebas realizadas, un suelo que contiene al menos un 15% de arcilla ya presenta las propiedades características de una arcilla.[10]

**Tabla 1:** Tipo de suelo según el tamaño de grano

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Diámetros dominantes</b>	<b>Denominación de Tamaños</b>
<b>Cantos o boleos</b>	> 60 mm	Muy Gruesos
<b>Gravas</b>	60 a 2 mm	Gruesos
<b>Arena</b>	2 a 0.06 mm	Medianos
<b>Limo</b>	0.06 a 0.002 mm	Finos
<b>Arcillas</b>	< 0.002 mm	Muy finos

Fuente: Alberto J. Martínez Vargas, 1990.[11]

### 1.1.2.2 Clasificación de suelos

Debido a la infinita variedad de suelos presentes en la naturaleza, la mecánica de suelos desarrollo varios métodos de clasificación de suelos, ya que por razones ingenieriles es de suma importancia clasificarlos de acuerdo a sus propiedades y características de los mismos.

Los principales métodos de clasificación son el sistema A.A.S.H.T.O (American Association of State Highway and Transportation Officials), este método se encarga de clasificar el suelo en ocho grandes grupos desde A1 hasta A8, esto en base a los datos de análisis granulométrico, límites de Atterberg y el contenido de humedad del suelo.

Otro método es el S.U.C.S (Sistema Unificado de Clasificación del suelo), este sistema originalmente fue usado para la clasificación de Aeropuertos durante la segunda guerra mundial, pero con el tiempo fue modificado para hacerlo aplicable a presas y a otras

construcciones, el sistema consiste en designar los suelos con símbolos de grupos consistentes en un prefijo y sufijo.

### 1.1.2.2.1 Sistema de clasificación AASHTO

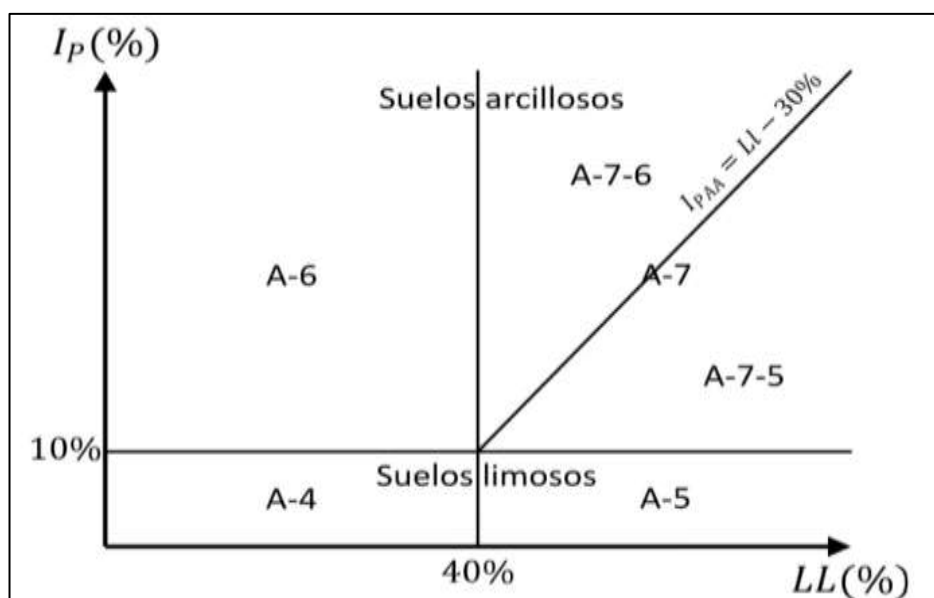
Este método se encarga de clasificar el suelo en ocho grandes grupos desde A1 hasta A8, de acuerdo datos de análisis granulométrico, límites de Atterberg y el contenido de humedad del suelo.

En la siguiente tabla se destaca la clasificación de 3 grupos de suelo:

El primero es A-1 hasta A-3 corresponde a suelos granulares con menos del 35% del material que pasó por el tamiz N° 200.

A-4 hasta A-7 es suelo de grano fino del cual más del 35% de material que pasó por el tamiz N° 200.

Finalmente, el grupo A-8 corresponde a un tipo de suelo orgánico solo que no es aceptable para la construcción de carreteras u otra clase de infraestructura civil.



**Figura 1:** Carta de Plasticidad AASHTO

**Fuente:** Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M Das.[12]

**Tabla 2:** Clasificación del suelo según la AASHTO

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIAL GRANULAR (Más de 35% retenido en el tamiz 200)						MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (Más de 35% pasa en el tamiz 200)						
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	*A-7		A-8
SUB GRUPOS	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5	A-7-6	
<b>Porcentaje que pasa el tamiz:</b>													Alto contenido orgánico color y olor característico
<b>No. 10 (2mm)</b>	50 máx												
<b>No. 40 (0.425mm)</b>	30 máx	50 máx					51 máx						
<b>No. 200 (0.075mm)</b>	15 máx	25 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	10 máx	36 mín		36 mín			
<b>Características del material que pasa el tamiz No. 40</b>													
<b>Límite Líquido</b>			40 mín	41 mín	40 máx	41 mín	N.P.	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	41 mín	
<b>Índice de plasticidad</b>	6 máx	6 máx	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín		10 máx	10 máx		11 mín	11 mín	
<b>TIPO DE MATERIAL</b>	Fragmento piedra, grava y arena		Gravas y arenas limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos			Turba
<b>TERRENOS DE FUNDACIÓN</b>	Excelente a buena		Excelente a buena		Regular		Excelente a buena	Regular a malo				Pésimo inaceptable	

**Fuente:** AASHTO; American Association of State Highway and Transportation Officials.

### 1.1.2.2.2 Sistema unificado de clasificación de suelo SUCS

En términos generales los suelos se clasifican en tres grupos:

**Suelos de grano grueso:** En este tipo de suelos, el 50% o más del material total en peso debe ser mayor que el tamaño del tamiz #200 (0,074).

**Suelos de grano fino:** En este tipo de suelos, el 50% o más del material total en peso debe ser menor que el tamaño del tamiz #200 (0,074).

**Suelos altamente orgánicos:** Estos suelos contienen un gran porcentaje de materia orgánica, como vegetación descompuesta, turba y otros materiales que no son propios del suelo.[13]

Los suelos de este sistema de clasificación, se designan por símbolos de grupo, el símbolo de cada grupo está compuesto por dos letras mayúsculas, la primera es un prefijo que es la inicial de los tipos de suelo más comunes, mientras que el sufijo indica las subdivisiones de los grupos a los que pertenecen.

**Tabla 3:** Identificación de suelos por la SUCS

TIPO DE SUELO		CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
Prefijo	Definición	Sufijo	Definición
G	Grava	P	Pobremente graduado
S	Arena	W	Bien graduado
M	Limo	H	Alta Plasticidad
C	Arcilla	L	Baja Plasticidad
O	Orgánico	C	Arcilloso

**Fuente:** SUCS, Sistema unificado de clasificación de suelos [14].

En la carta de plasticidad de A. Casagrande, es importante 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).

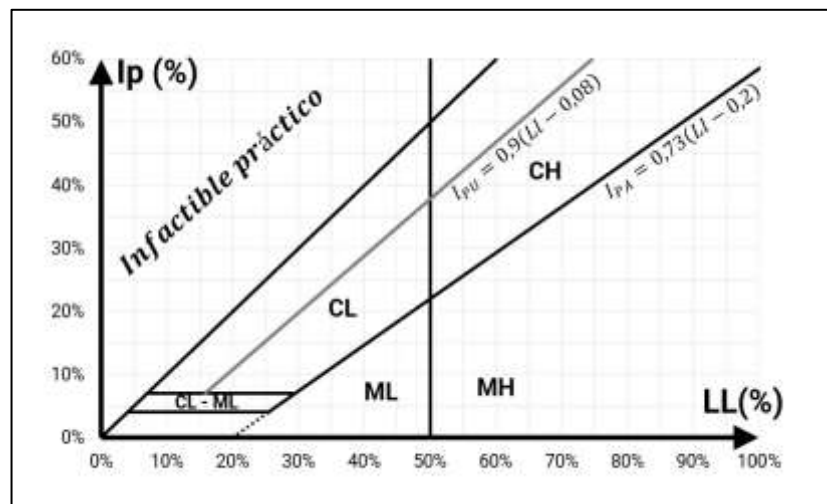


- El porcentaje de limo y arcilla, esto es, la fracción más fina que el tamiz núm. 200 (0.075mm de abertura).
- Coeficiente de gradación (Cc).
- Coeficiente de uniformidad (Cu).
- El límite líquido y el índice de plasticidad de la porción de suelo que pasa el tamiz núm. 40.

En la tabla de plasticidad de A. Casagrande, es importante conocer la siguiente información para una correcta clasificación:

- Porcentaje de cantos rodados, es decir, la fracción que pasa el tamiz de 76-2 mm y queda retenida en el tamiz. 4 (apertura de 4,75 mm).
- Porcentaje de arena, es decir, una fracción que no pasa el tamiz. 4 (apertura de 4,75 mm) y se retiene en el tamiz. 200 (apertura de 0,075 mm).
- Se recibe el limo y la arcilla, es decir, se los fractura en un tamiz nada más fino. 200 (0,075 mm de lluvia).
- Coeficiente de uniformidad y curvatura.
- Modalidad líquida e índice de materia plástica de la porción de suelo que no pasa por el tamiz. 40[13]

En los suelos finos la carta de plasticidad de A. Casagrande juega un rol definitivo para el SUCS. Sin embargo, los errores corrientes de laboratorio en la determinación de los límites líquidos y plásticos, hace que se cometan enormes errores de clasificación.[9]



**Figura 2:** Carta de Plasticidad SUCS

**Fuente:** Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles.[15]

**Tabla 4:** Clasificación del suelo según el SUCS.

Identificación en el campo (excluyendo partículas mayores de 7.6 cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)				Símbolo del Grupo <sup>a</sup>	Nombre Típicos			
Suelos de grano grueso: más de la mitad del material es retenido por el tamiz No. 200 <sup>b</sup>	(La abertura del tamiz No. 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menor partícula apreciable a simple vista)	Gravas: más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz (para la clasificación visual puede suponerse que la abertura del tamiz No. 4 equivale a medio centímetro)	Gravas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	<b>GW</b>	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arenas con pocos finos o sin ellos.		
			Gravas con finos (cantidad apreciable de)	Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	<b>GP</b>	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arenas con pocos finos o sin ellos.		
		Arenas: más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz (para la clasificación visual puede suponerse que la abertura del tamiz No. 4 equivale a medio centímetro)	Gravas con finos (cantidad apreciable de)	Fracción fina no plástica (para la identificación ver el grupo ML)	<b>GM</b>	Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo.		
				Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL)	<b>GC</b>	Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla.		
		Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	<b>SW</b>	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos.			
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	<b>SP</b>	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos.			
		Arenas con finos (cantidad apreciable de)	Finos no plásticos (para identificación ver el grupo ML)	<b>SM</b>	Arenas limosas, mezclas de arena y fino mal graduadas.			
			Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL)	<b>SC</b>	Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas de arenas y arcillas.			
		Suelos de grano fino: más de la mitad del material es retenido por el tamiz No. 200	(La abertura del tamiz No. 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menor partícula apreciable a simple vista)	Métodos de identificación para la fracción que pasa por el tamiz No. 40				
				Limos y arcillas con límite líquido menor de 50	Resistencia en estado seco (a la disgregación)	Distancia (reacción a la agitación)	Tenacidad (consistencia cerca del límite plástico)	
Nula a ligera	Rápida o lenta				Nula	<b>ML</b>	Limos inorgánicos y arenas finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad.	
Media a alta	Nula a muy lenta				Media	<b>CL</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad bajo a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.	
Ligera a media	Lenta				Ligera	<b>OL</b>	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
Limos y arcillas con límite líquido mayor de 50	Ligera a media			Lenta a nula	Ligera a media	<b>MH</b>	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos musáceos o con diatomeas, limos elásticos.	
	Alta a muy alta			Nula	Alta	<b>CH</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas.	
	Media a alta			Nula a muy lenta	Ligera a media	<b>OH</b>	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta.	
Suelos altamente orgánicos				Fácilmente identificables por color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente con su textura fibrosa		<b>Pt</b>	Turba y otros suelos altamente orgánicos.	

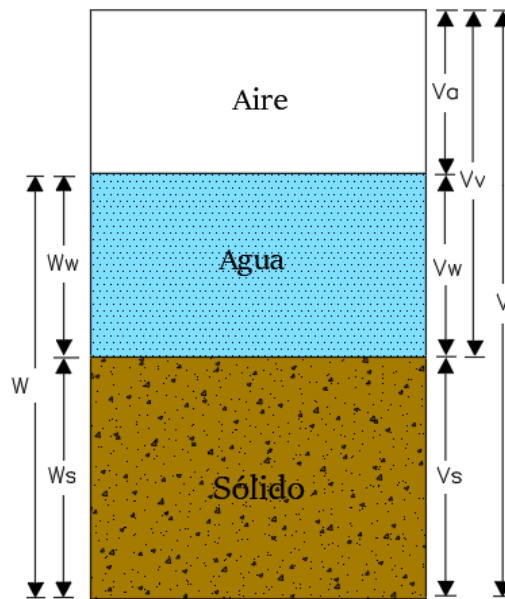
<sup>a</sup> Casos límites, los suelos que poseen características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. Por ejemplo. GW-GC, mezcla bien graduada de arena y grava en una matriz arcillosa.

<sup>b</sup> Todos los tamaños de tamices se refieren al U.S. Standard.

**Fuente:** AASHTO; American Association of State Highway and Transportation Officials.[9]

### 1.1.2.3 Propiedades Índices

Las propiedades índices y físicas del suelo son aquellas propiedades que sirven para conocer los parámetros físicos de un suelo para con esto identificarlos o clasificarlos cualitativamente.[16]



**Figura 3:** Fases del suelo, representado en el cubo unitario.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

**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. (Igual a cero.)

**$W_w$ :** Peso del agua.

**$W_s$ :** Peso de los sólidos.

### 1.1.2.3.1 Contenido de Humedad

Representada por ( $\omega\%$ ), corresponde a la relación existente entre el peso del agua contenida con respecto al peso sólido expresado en porcentaje (%), se lo determina con la siguiente ecuación.[8]

$$W = \frac{W\omega}{W_s} * 100$$

**Donde:**

$\omega$  = Contenido de humedad

$W\omega$  = Peso del agua

$W_s$  = Peso de sólidos

### 1.1.2.3.2 Peso Específico del suelo

Es el peso específico o peso volumétrico de un suelo es la relación entre la masa de suelo sobre su unidad de volumen. Para hallar este valor se puede realizar ensayos como el ensayo de Cono y Arena de Ottawa, aplicando las siguientes ecuaciones para obtener la densidad húmeda  $\gamma_d$  y la densidad seca  $\gamma_m$ . [12]

$$\gamma_m = \left( \frac{Wm}{Vm} \right)$$

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

**Donde:**

$\gamma_m$  = Densidad humedad

$\gamma_d$  = Densidad seca

$Wm$  = Peso de la muestra

$Vm$  = Volumen de la muestra

### 1.1.2.3.3 Relación de Vacíos

Representada por ( $e$ ), corresponde a la relación existente entre el volumen de vacíos y el volumen de los sólidos, se representa en porcentaje (%) e indica el suelo que se encuentra compactado. Donde los valores más bajos representan un nivel más alto de compactación y valores más altos representan un suelo suelto. Se determina de acuerdo con la siguiente ecuación: [8]

$$e = \frac{Vv}{Vs}$$

**Donde:**

$e$  = Relación de vacíos

$Vv$  = Volumen de vacíos

$Vs$  = Volumen de sólidos

### 1.1.2.3.4 Porosidad

Representada por ( $n$ ), corresponde a la correlación entre el volumen de vacíos y el volumen total de su masa, se representa en (%), donde un porcentaje bajo indica que es un suelo altamente consolidado y caso contrario indica gran cantidad de vacíos con alta porosidad. Se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:[12]

$$n = \frac{Vv}{Vs}$$

**Donde:**

$n$  = Porosidad

$Vv$  = Volumen de vacíos

$Vs$  = Volumen total de la masa de suelo

### 1.1.2.3.5 Grado de Saturación de Agua

Representada por ( $Gw$ ), corresponde a la relación presente entre el volumen de agua y el volumen de los vacíos que conforman la masa de suelo, se representa en (%), varía

de 0% a 100%; siendo el valor más bajo cuando el suelo es seco completamente y 100% cuando el suelo se encuentra completamente saturado. Se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Gw = \frac{V\omega}{Vs} * 100$$

**Donde:**

**G $\omega$**  = Grado de saturación del agua

**V $\omega$**  = Volumen de agua

**V $v$**  = Volumen de vacíos

#### **1.1.2.3.6 Grado de Saturación del aire**

Representada por (Gw), corresponde a la relación presente entre el volumen de aire del suelo y el volumen de vacíos presentes en el suelo, se representa en (%) e indica el grado de consolidación de un suelo, donde un bajo porcentaje representa una alta consolidación y un alto porcentaje de aire indica una baja consolidación. Se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Ga = \frac{Va}{Vs} * 100$$

**Donde:**

**G $\omega$**  = Grado de saturación del aire

**V $\omega$**  = Volumen del aire

**V $v$**  = Volumen de vacíos

#### **1.1.2.3.7 Gravedad Específica**

**Norma: AASHTO T 100-70**

La gravedad específica del suelo (Gs) se define como la relación entre la unidad de volumen de sólidos del suelo y la masa igual al volumen de agua destilada a 20 °C. Por lo tanto, el ensayo consiste en remover aire atrapado del volumen de suelo para

medir las formas irregulares de la muestra de suelo. La gravedad específica se muestra en un estado adimensional.[17]

**Tabla 5:**Rangos de gravedad específica propuestos por Bowels.

TIPO DE SUELO	RANGO GRAVEDAD ESPECIFICA
Arena	2.65-2.67
Arena Limosa	2.67-2.70
Arcilla Inorgánica	2.70-2.80
Suelos con Micas o Hierro	2.75-3.00
Suelos Orgánicos	Variable Puede ser inferior a 2.00

**Fuente:** J. E. Bowles, Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil.[18]

### 1.1.2.3.8 Granulometría

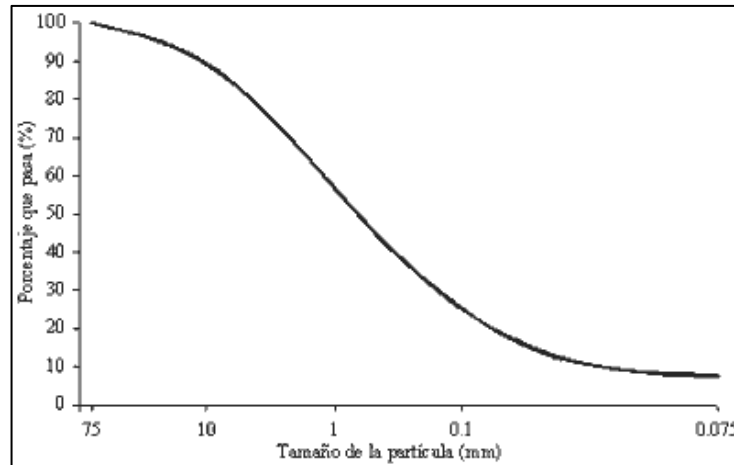
El ensayo de Granulometría consiste en la separación de partículas de suelo seco por rangos de tamaño, utilizando mallas cuadradas o tamices. El proceso de separación de las partículas se lleva a cabo mediante un vibrado, y se lo expresa en porcentaje de acuerdo al peso retención de cada tamiz con respecto al peso de la muestra total.[13]

**Tabla 6:** Tamaño de Tamices Normalizados

# TAMIZ	ABERTURA (mm)
4	4,75
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.[12]

Los datos obtenidos por el ensayo granulométrico se representan gráficamente, mediante una curva en escala logarítmica, donde en el eje de las abscisas se graficará el tamaño de las partículas, mientras que en el eje de las ordenadas se graficará el porcentaje de materia que pasa en cada tamiz.



**Figura 4:** Curva de distribución del tamaño de partículas  
**Fuente:** Mecánica de Suelo. Juárez. B Eulalio.[8]

#### **1.1.2.3.8.1 Parámetros granulométricos.**

Una vez graficada la curva granulométrica ésta permite conocer características específicas del suelo ya que proporcionan información completa, técnica y comprensible sobre el análisis de la muestra.

##### **1.1.2.3.8.1.1 Tamaño nominal máximo. (TNM)**

Representa el grupo de partículas que alcanza el 5% del volumen total de la muestra.[8]

##### **1.1.2.3.8.1.2 Diámetro efectivo (D10)**

Representa el grupo de partículas que representa el 10% del material en peso del suelo.[8]

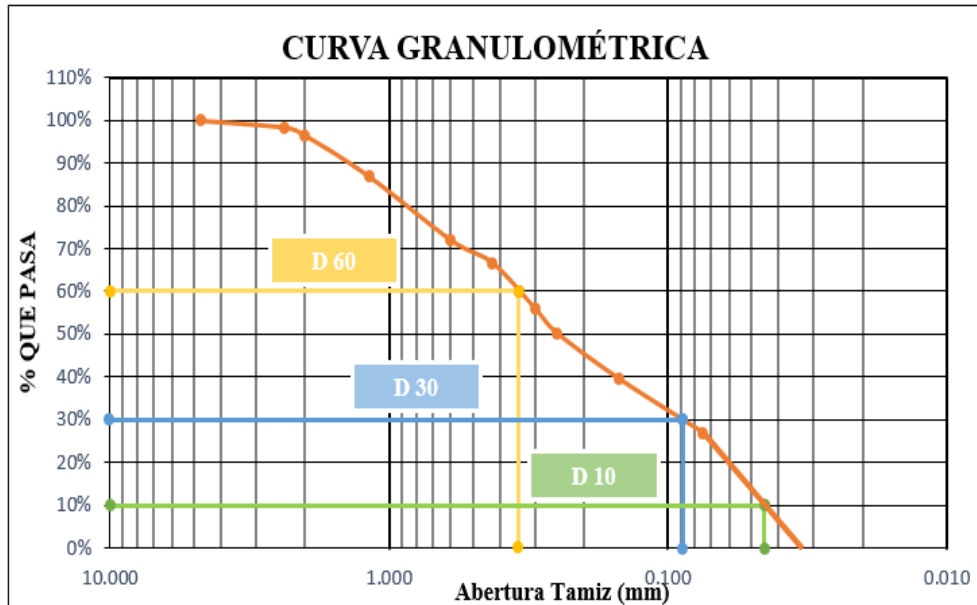
##### **1.1.2.3.8.1.3 Diámetro equiparable (D30)**

Representa el grupo de partículas que representa el 30% del material en peso del suelo.[8]

##### **1.1.2.3.8.1.4 Diámetro dimensional (D60)**

Representa el grupo de partículas que representa el 60% del material en peso del suelo.[8]





**Figura 4:** Curva de distribución del tamaño de partículas

**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### 1.1.2.3.8.1.5 Coeficiente de uniformidad (Cu)

El coeficiente se define de la siguiente manera:

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

Esta relación es un coeficiente de **no uniformidad**, ya que su valor numérico disminuye al aumentar la desigualdad. Si:

$Cu > 3$ , quiere decir que los suelos están bien graduados.[8]

$Cu < 3$ , quiere decir que los suelos no están bien graduados.[8]

#### 1.1.2.3.8.1.6 Coeficiente de curvatura (Cc)

El coeficiente define la graduación del material, de la siguiente manera:

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

El coeficiente de curvatura evalúa el desarrollo de la variación en el tamaño de la muestra, si:

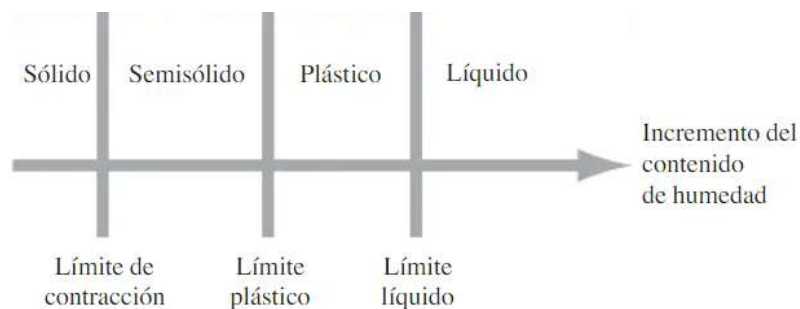
la relación tiene un grado de  $1 < C_c < 3$ , entonces los suelos están bien graduados.

Valores menores a 1 o mayores a 3 son suelos mal graduados.[8]

### 1.1.2.3.9 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg (líquido y plástico) han sido ampliamente utilizados, principalmente para la identificación y clasificación de suelos de grano fino con diferente contenido de humedad. [19]

1. Límite plástico del estado semisólido al estado plástico.
2. Límite líquido del estado plástico al estado líquido.



**Figura 5:** Límites de Atterberg

**Fuente:** Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M. Das.[12]

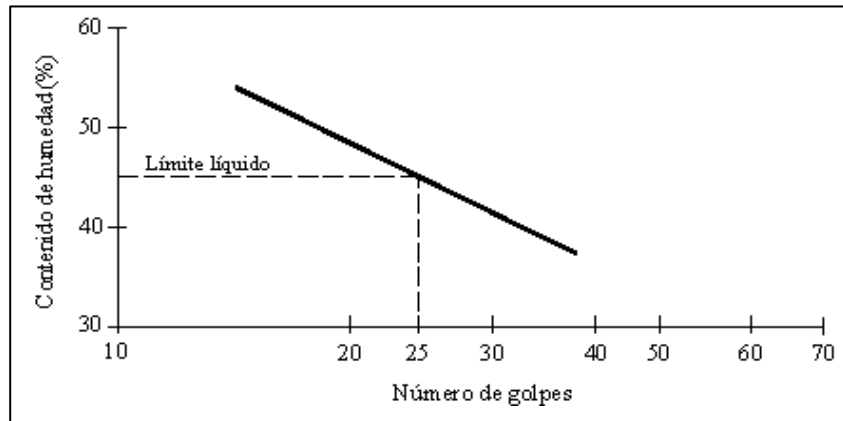
#### 1.1.2.3.9.1 Límite Líquido

El límite líquido (LL) se define como el porcentaje de humedad contenido con respecto al peso seco de la muestra, dentro del cual el suelo cambia del estado líquido a plástico.

**Norma:** AASHTO T 89

Se forma una pasta de suelo húmeda que se coloca en la cuchara de la Copa de Casagrande y extiende sobre la misma. Se realiza un surco lo más uniforme posible, separando la pasta de suelo en dos mitades que se cierra a lo largo de su fondo, cuando se deja caer la cuchara de Casagrande 25 veces desde una altura de 10 mm. [17]

Finalmente se registra el valor del peso de recipiente más la porción pasta de suelo. Se lleva a secado en horno a una temperatura de  $\pm 110$  °C y se obtiene el contenido de Humedad de cada una de las muestras tomadas para posteriormente graficar la Curva de Fluidez (Contenido de Humedad vs Número de Golpes).[17]



**Figura 6:** Determinación del límite líquido del suelo

**Fuente:** Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M. Das.[12]

#### 1.1.2.3.9.2 Límite Plástico

El Límite plástico (LP) se define como la humedad, expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra seca o como Atterberg lo definió, la frontera que existe entre los estados plástico y semisólido del suelo.

**Norma:** AASHTO T 90

Se deben tomar muestras representativas de suelo, se toma una porción de mínimo 15 gr. Luego se lleva la humedad de la muestra de suelo, hasta que el material permita formar rollos de 3 mm en forma de gusanos, que permita ser manipulado sin que dichos cilindros se desmoronen, cuando aparezcan grietas en el mismo, se considerará este el límite de plasticidad.[17]

Finalmente se obtiene el contenido de Humedad de cada una de las muestras tomadas y se calcula el Límite Plástico.

$$LP = \frac{W1 + W2 + \dots + Wn}{n}$$

### **1.1.2.3.9.3 Índice Plástico**

Se denomina índice plástico (IP) o índice de plasticidad a la diferencia numérica entre el valor obtenido del límite líquido y el límite plástico.[10]

$$IP = LL - LP$$

Este índice indica el rango de humedad dentro del cual se encuentra en estado plástico, generalmente basado en la cantidad de arcilla que se encuentra en el suelo. Con base al valor del índice plástico, Atterberg consideró:

Índice plástico (IP) igual a 0 el suelo no es plástico.

Índice plástico (IP) menor a 7 el suelo tiene baja plasticidad.

Índice plástico (IP) entre 7 - 17 el suelo medianamente plástico

Índice plástico (IP) mayor a 17 suelo altamente plástico.[10]

### **1.1.2.4 Propiedades Mecánicas**

Las propiedades mecánicas del suelo son aquellas aplicables directamente a la solución de un problema práctico. Mismas que un Ingeniero está en la capacidad de aplicar en el diseño de cimentaciones o estructuras de terracería ya que nos facilitan una visión clara del comportamiento de un suelo bajo una acción determinada.

#### **1.1.2.4.1 Compactación de Suelos**

La compactación de un suelo es la densificación del suelo por medio de la aplicación de energía mecánica, en ocasiones es necesario modificar el contenido de humedad, así como la graduación del suelo.[18]

Para suelos sin cohesión son compactados por equipos vibratorios de confinamiento por ejemplo los rodillos vibratorios motorizados o placas vibratorias. En el caso de los

suelos finos cohesivos son compactados en el laboratorio por medio de masas que se dejan caer o martillos.

Para compactar terrenos in-situ se utilizan rodillos pata de cabra, rodillos neumáticos y otros equipos especializados también se considera compactación a la circulación adecuada de los vehículos sobre el terreno suelto.[18]

### **Curva de compactación**

Existe específicamente cada suelo tiene su propia curva de compactación para cada tipo de suelo esto se debe al método de compactación y al esfuerzo de compactación utilizado. Para el trazado de la curva es necesario determinar al menos unos 5 puntos teniendo en cuenta que dos de ellos deben estar en la zona seca, máximo punto de la curva de compactación pertenece al máximo peso unitario seco y al contenido óptimo de humedad.[18]

En particular, cada suelo tiene su propia curva de compactación específica para cada tipo de suelo, esto se debe al método de compactación y al esfuerzo de compactación aplicado. Para dibujar la curva es necesario determinar al menos 5 puntos, con no más de 3% de separación entre cada punto, teniendo en cuenta que el punto máximo de compactación de la curva corresponde al peso máximo unitario seco y al contenido óptimo de humedad.

#### **1.1.2.4.1.1 Ensayo Proctor**

La prueba Proctor se basa en determinar el peso por unidad de volumen de suelo compactado a diferentes contenidos de humedad para determinar el peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar el material, así como el contenido de humedad óptimo en el que la compactación es apropiada. [10]

Existen dos tipos de Próctor normalizados:

- Ensayo Próctor Estándar.
- Ensayo Próctor Modificado.

### 1.1.2.4.1.1.1 Proctor Estándar

Prueba estándar de Proctor viene normada por la AASHTO T99-01 y ASTM D698, este método define el procedimiento para determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad del suelo compactado en un molde de diámetro normado, con un pistón de 2,5 kg que cae verticalmente a 305 mm. Existen varios métodos con sus propias especificaciones para realizar esta prueba y estos se dan en la siguiente tabla.

**Tabla 7:** Especificaciones de la prueba Proctor Estándar-Norma ASTM 698

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>	2124 cm <sup>3</sup>
Peso del martillo	24.4 N	24.4 N	24.4 N
Altura de la caída del martillo	304.8 mm	304.8 mm	304.8 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	3	3	3
Energía de compactación	591.3 kN-m/m <sup>3</sup>	591.3 kN-m/m <sup>3</sup>	591.3 kN-m/m <sup>3</sup>
Suelo utilizado	Suelo que pase el tamiz N°4. Puede ser utilizada si 20% o menos del peso es retenido en el tamiz N°4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz N°4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm.	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

**Fuente:** Fundamentación de Ingeniería Geotécnica Braja M. Das.[12]

### 1.1.2.4.1.1.2 Proctor Modificado

Prueba de Proctor Modificado viene normada por la AASHTO T180-1 Y ASTM D1557, este método determina la relación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos compactados en un molde de diámetro normado, con un pistón de 4,5 kg que cae verticalmente a 457 mm. Existen varios métodos con sus propias especificaciones para realizar esta prueba y estos se dan en la siguiente tabla.

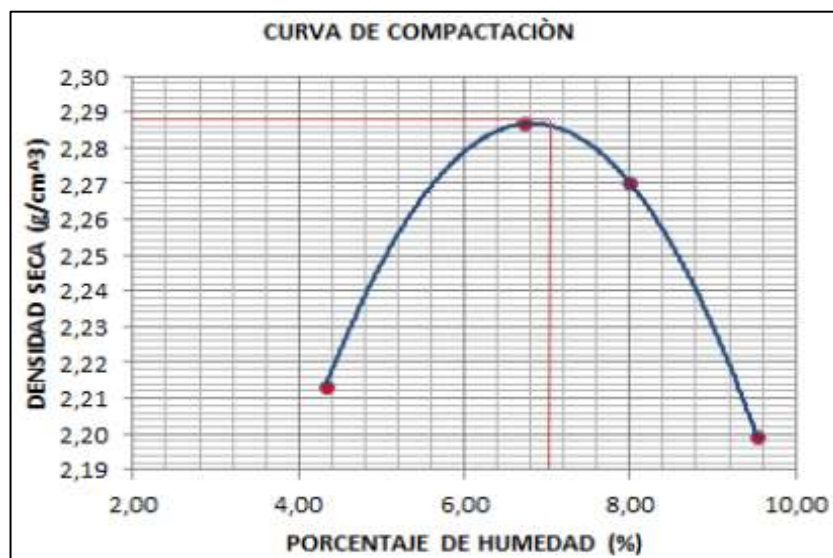
**Tabla 8:** Especificaciones de la prueba Proctor Modificado-Norma ASTM 1577

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>	2124 cm <sup>3</sup>
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de la caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	2696 kN-m/m <sup>3</sup>	2696 kN-m/m <sup>3</sup>	2696 kN-m/m <sup>3</sup>
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz N°4. Puede ser utilizada si 20% o menos del peso es retenido en el tamiz N°4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz N°4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm.	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

**Fuente:** Fundamentación de Ingeniería Geotécnica Braja M. Das.[12]

Los resultados del Proctor determinan la densidad húmeda de un mismo suelo con diferentes porcentajes de humedad y se representan en una gráfica donde el contenido de humedad se ubica en las abscisas y la densidad seca en las ordenadas de ahí se obtiene una curva de compactación donde el punto máximo indica a la humedad óptima.

Esta gráfica indica el comportamiento de compactación, donde este se vuelve cada vez más eficiente hasta llegar al valor de contenido de humedad óptima, a partir de ahí su eficacia decrece.



**Figura 7:** Curva de Compactación

**Fuente:** Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.[17]

#### 1.1.2.4.2 California Bearing Ratio (CBR)

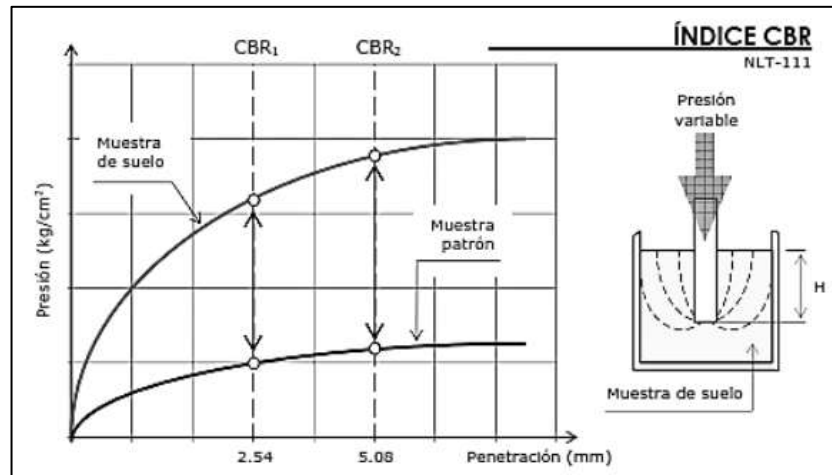
Norma: AASHTO T 193

La realización del ensayo “CBR” California Bearing Ratio, también llamado ensayo de relación de soporte, es un proceso por el cual, mediante ensayos de laboratorio en condiciones controladas de humedad y densidad, se puede medir la resistencia al corte del suelo en su estado actual. Consiste en la aplicación de una presión de manera creciente de 0,1” o 0,2” sobre la muestra compactada luego de ser sumergido durante 72 horas, cuyo contenido de humedad es el óptimo obtenido en base a la prueba de Proctor modificada. Después de esta prueba CBR, se presenta un gráfico Grafica de



Carga vs Penetración que representa la carga y la profundidad a la que el pistón entró en la muestra.[17]

El número CBR se deriva de la relación de carga unitaria (lb/in<sup>2</sup>) que necesita para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón.



**Figura 8:** Determinación del índice CBR  
**Fuente:** Construcción y Mantenimiento Bañón.[20]

A continuación, se presenta una tabla donde con base a los valores de CBR se establece una clasificación general para el suelo.

**Tabla 9:** Clasificación de suelos según el CBR

Valor CBR	Clasificación General	Usos
0-3	Muy Pobre	Subrasante
3-7	Pobre a Regular	Subrasante
7-20	Regular	Sub-base
20-50	Bueno	Base, Sub-base
>50	Excelente	Base

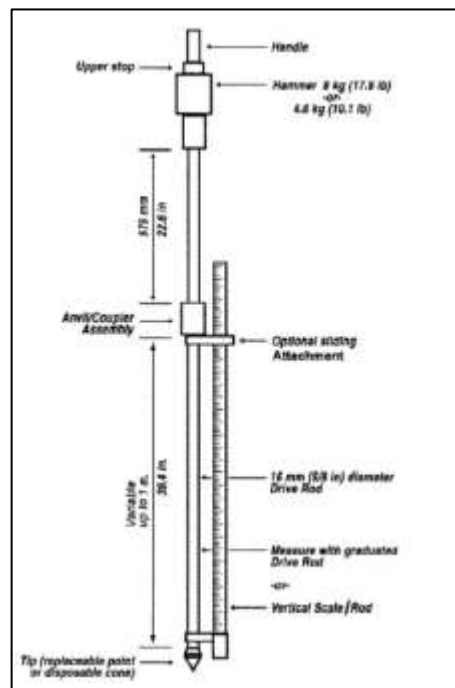
**Fuente:** Manual de laboratorio de Suelos, Joseph Bowles.[15]

#### 1.1.2.4.3 Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP)

El cono dinámico de penetración (DCP) es una herramienta que permite evaluar la resistencia in-situ de un suelo inalterado o compactado, esta herramienta es mayormente empleada en inspección de estructuras pequeñas donde no se cuente con

un presupuesto necesario para el estudio de suelo a profundidad o en sitios inaccesibles para el ingreso de maquinarias.

La manipulación del dispositivo consiste en levantar el martillo de 8Kg hasta el mango y dejarlo caer, hasta que golpee el yunque de acopie. La penetración total se mide y anota en términos de (mm/golpe), valor que se utiliza para describir la rigidez del suelo, para estimar la resistencia CBR in situ a través de una correlación adecuada o simplemente describir otras características propias de la resistencia de ese suelo.[21]



**Figura 9:** Equipo del DCP y sus elementos  
**Fuente:** ASTM D 6951 – 03.[22]

### 1.1.2.5 Correlación y Regresión

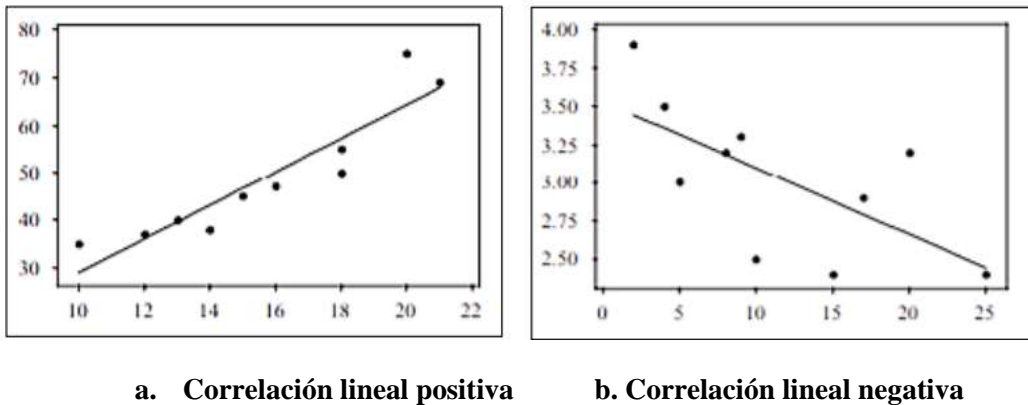
El Análisis de Correlación es la relación entre dos o más variables, cuando una de ellas está relacionada de alguna manera con la otra.[23]

Una relación es correcta si todos los valores de las variables satisfacen exactamente la ecuación, si intervienen dos variables decimos de una relación simple y cuando intervienen más de dos variables hablamos de una correlación múltiple. De esta forma, es posible conocer la intensidad de la correlación entre estas variables y si el valor de una variable aumenta o disminuye como se afectaría el valor de otra variable.[24]

### 1.1.2.5.1 Regresión y Correlación Lineal

En este caso  $X$  y  $Y$  son las dos variables a considerar, es útil mostrar el diagrama de dispersión de las variables para identificar los puntos  $(X, Y)$  en un sistema de coordenadas rectangulares. Si todos los puntos en este diagrama de dispersión forman de una línea recta, se denomina relación lineal.

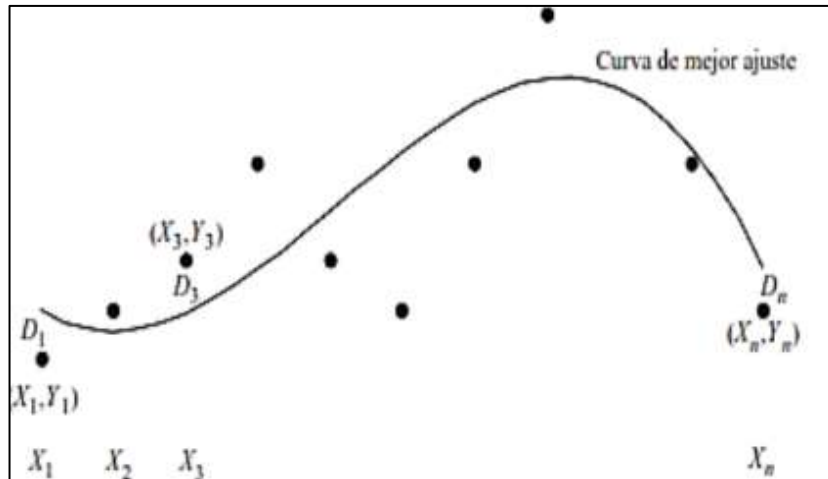
Si  $Y$  tiende a aumentar a medida que aumenta  $X$ , la relación se denomina relación positiva o directa. Si  $Y$  tiende a disminuir a medida que  $X$  aumenta, se dice que es un negando o invirtiendo el razonamiento. [24]



**Figura 10:** Distribución de correlación  
**Fuente:** Estadística de Schaum.[24]

### 1.1.2.5.2 Método de mínimos cuadrados

Es necesario definir de manera correcta la curva que mejor se ajuste al conjunto de datos obtenidos, por ellos al relacionar una coordenada  $(X_1, Y_1)$  con una curva  $C$  existirá una diferencia en cuanto a su ubicación en el plano  $(x, y)$ , ésta se conoce como desviación, existirá desviación horizontal, y desviación vertical, el error o el residuo puede ser positivo negativo o nulo, mientras más pequeño sea el valor, mejor será el ajuste.[24]



**Figura 11:** Curva de mejor ajuste a los puntos de dispersión  
**Fuente:** Estadística de Schaum.[24]

A partir de un diagrama de dispersión la probabilidad de realizar curvas son varias, pero solamente una será la que mejor se ajuste al conjunto de puntos y será determinada por el método de Mínimos Cuadrados. Una medida del ajuste de la curva a los datos de dispersión viene dada por la cantidad  $D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2$ , Si es pequeña el ajuste es bueno, si es grande el ajuste es malo. Entonces la curva que tiene la propiedad de que  $D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2$  es pequeño y/o mínimo se llama curva de mínimos cuadrados o de ajuste óptimo.

Cuando se trate de dos variables, la ecuación que permite realizar un correcto ajuste es:

$$Y = a_0 + a_1X$$

Donde los valores de  $a_0$  y  $a_1$  se obtiene de la solución de las siguientes ecuaciones lineales.

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

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

Para aplicar el método de mínimos cuadrados con más de dos variables, el procedimiento es semejante, la ecuación a utilizar es:

$$Z = a_0 + a_1 X + a_2 Y$$

Y las ecuaciones normales que permiten la determinación de los valores  $a_n$  son:

$$\sum Z = a_0 N + a_1 \sum X + a_2 \sum Y$$

$$\sum XZ = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum XY$$

$$\sum YZ = a_0 \sum Y + a_1 \sum XY + a_2 \sum Y^2$$

### 1.1.2.5.3 Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación o coeficiente de correlación ( $R^2$ ). Es la razón de variación que se obtiene como la variación total explicada por la misma variable. Dicho de correlación comprende el rango 0 a 1; cuando este coeficiente es cercano a 0, el grado de ajuste es muy bajo, y denota que no existe relación entre las variables, pero cuando este valor se acerca al valor 1, el grado de ajuste es excelente y se considera que existe una relación entre las variables. [25]

Tabla: Clasificación por rango de criterios.

**Tabla 10:** Rango de ajuste mediante criterios.

<b>Criterio</b>	<b><math>R^2</math></b>
Excelente	$\geq 0.90$
Buena	0.70 – 0.89
Aceptable	0.40 – 0.69
Pobre	0.20 – 0.39
Muy Pobre	$\geq 0.19$

**Fuente:** Estadística y muestreo - Ciro Martínez Bencardino.[26]

### 2.1.1.1.1 Correlación y Regresión Múltiple

Una correlación múltiple se define como un grado de relación entre tres o más variables. Los principios básicos para los problemas de relación complejos son similares a los de los problemas de relación simples. Así como los gráficos de mínimos cuadrados en el gráfico de dispersión para el conjunto de puntos (X, Y), los subíndices de las mismas variables se utilizan para los gráficos de mínimos cuadrados en el gráfico tridimensional para el conjunto de puntos N (X1, X2, X3). Las ecuaciones de mínimos cuadrados son:[27]

$$\sum Z = a_0N + a_1 \sum X + a_2 \sum Y$$

$$\sum Z = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum XY$$

$$\sum YZ = a_0 \sum Y + a_1 \sum XY + a_2 \sum X^2$$

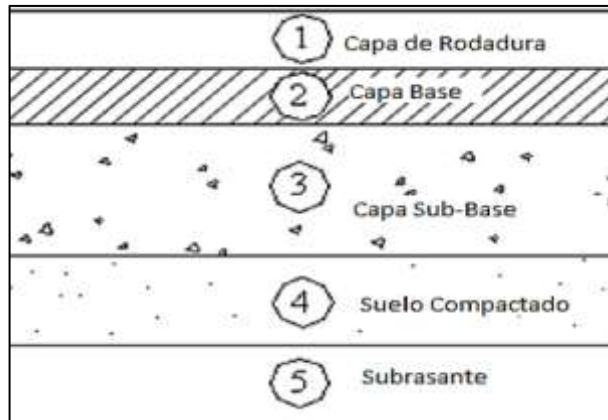
**Tabla 11.**Valores de correlación

<b>Correlación</b>	<b>Positiva</b>	<b>Negativo</b>
Perfecta	R=1	R=-1
Excelente	0.9<R<1	-0.9<R<-1
Aceptable	0.8<R<0.9	-0.8<R<-0.9
Regular	0.6<R<0.8	-0.6<R<-0.8
Mínima	0.3<R<0.6	-0.3<R<-0.6
No hay correlación	0<R<0.3	-0<R<-0.3

**Fuente:** Estadística de Schaum.[24]

### 2.1.1.2 Pavimentos

Los pavimentos son el conjunto de varias capas de material seleccionado que absorben de forma directa las cargas producidas por el tránsito y que son transmitidas al terreno de fundación, de tal manera que las cargas impuestas por el tránsito no generen deformaciones permanentes en la estructura.[28]



**Figura 12:** Estructura del pavimento.

**Fuente:** Guía Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá.[20]

La estructura de un pavimento tiene que ser diseñada para soportar los esfuerzos de carga vehicular, bajo el criterio de seguridad, economía, funcionalidad y serviciabilidad, sin dejar de lado su compatibilidad con el medio ambiente.

#### 2.1.1.2.1 Tipos de Pavimentos

##### Pavimentos rígidos

Este tipo de pavimento se compone por: subrasante, subbase y capa de rodadura, esta capa de rodadura está formada por una estructura de hormigón hidráulico. el espesor depende en gran medida de la calidad de la subrasante, que necesariamente debe cumplir con la resistencia, la incompresibilidad, la subbase en este tipo de piso es la encargada de transmitir y distribuir las cargas de manera uniforme.



**Figura 7:** Estructura del Pavimento Rígido

**Autor:** Alvaro David Estrella López

La resistencia estructural del pavimento rígido depende directamente de la resistencia de las losas de hormigón, por lo que el apoyo de las capas subyacentes tiene poco valor para el diseño del espesor del pavimento.[29]

### **Pavimentos articulados**

Este tipo de pavimento se compone por una capa rodadura formada de elementos prefabricados uniformes que pueden ser adoquines de hormigón, ladrillos, etc., y que deben colocarse en orden. Es considerada una de las superficies más antiguas para el tránsito vehicular es la estructura del pavimento articulado está compuesta de: subrasante, subbase, base, capa de arena (colchón de arena) y los elementos prefabricados (adoquines). [29]

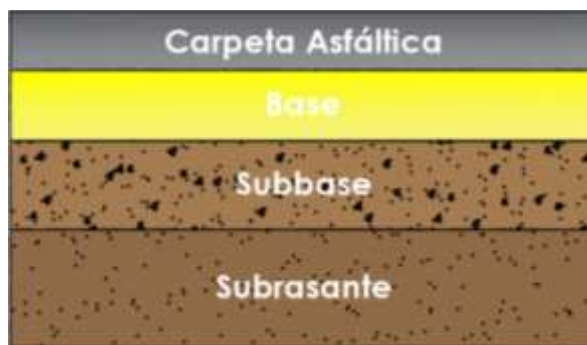


**Figura 7:** Estructura del Pavimento Articulado  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

### **Pavimentos flexibles**

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa soportada por dos capas menos rígidas, denominadas base y subbase. La carpeta de rodadura presenta menor rigidez y mayor deformación, lo que produce tensiones en las capas subyacentes generadas por las cargas vehiculares y a su vez estas se disipan a través de cada una de las capas de la estructura hasta llegar a la capa de subrasante y esta debe ser capaz de resistir dichos esfuerzos sin generar deformaciones que afecten la estructura vial.[29]





**Figura 8:** Estructura del Pavimento Flexible

**Autor:** Alvaro David Estrella López

### **2.1.1.2.2 Función de las capas que conforman la estructura del pavimento**

#### **Capa Subrasante**

También conocida como terreno de cimentación del pavimento, esta capa se encarga de dar soporte a todo el paquete estructural. Esta capa puede ser conformado por el propio suelo natural compactado al grado que lo especifique el diseño vial, o en algunos casos este terreno necesita ser mejorado o reemplazado.[28]

#### **Capa Sub Base**

Esta capa intermedia se encarga de funcionar como drenaje estructural del pavimento evitando que el suelo sufra cambios abruptos de elasticidad, volumen o plasticidad. Está compuesta principalmente por agregado grueso triturado y agregado fino que funciona como ligante.

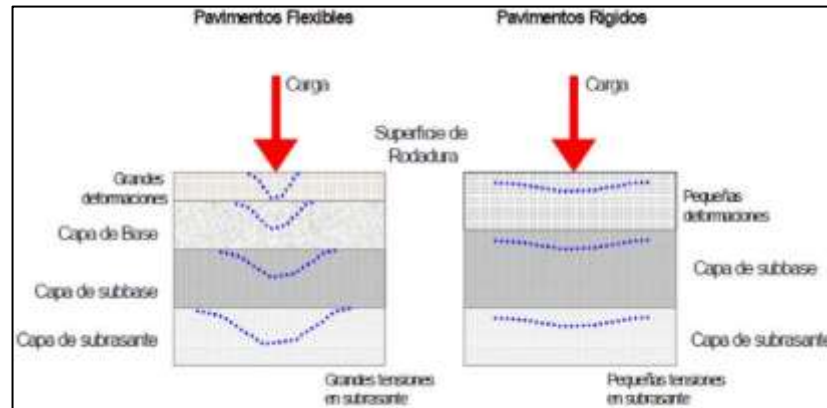
Además, esta capa tiene la función de evitar la ascendencia por capilaridad de humedad hacia las otras capas de pavimento.

#### **Capa Base**

Esta capa se encarga de transmitir y distribuir esfuerzos de los ejes vehiculares hacia las capas de sub base y subrasante. Se encuentra constituida por material granular o mezclas bituminosas, estabilizadas con ligante.

#### **Capa de rodadura**

Capa impermeable que cumple con la función de proteger el paquete estructural; base, sub base y subrasante, evitando que se produzcan cambios o deformaciones en su volumen, así como también evitar el desgaste propio del tráfico.[28]



**Figura 13:** Comportamiento del pavimento.  
**Fuente:** Manual Centroamérica para diseño de pavimentos.[30]

### 2.1.1.3 Diseño de pavimentos flexibles mediante el Método AASHTO 93

El diseño de un pavimento flexible se realiza utilizando el método AASHTO 1993, desarrollado en los Estados Unidos de América en la década de 1960, este método se basa en principalmente la identificación del número estructural SN para el pavimento, el mismo que indica la resistencia de la estructura, por lo que los números estructurales determinan el método basado en esta ecuación.[31]

$$\log W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32$$

$$* \log(Mr) - 8.07$$

**Donde:**

$W_{18}$  = número de cargas de ejes equivalente de 80KN

$Z_r$  = desviación estándar normal

$S_0$  = desviación estándar global

SN = número estructural

$\Delta PSI$  = pérdida de serviciabilidad

Mr = módulo de resiliencia

### 2.1.1.3.1 Período de diseño

La norma AASHTO 93 recomienda los siguientes periodos de diseño.

**Tabla 12 :** Período de diseño de acuerdo al tipo de carreteras.

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Período de Diseño (Años)</b>
Urbana con altos volúmenes.	30 a 50
Rural con altos volúmenes.	20 a 50
Pavimentada de bajos volúmenes de tránsito.	15 a 25
Revestida con bajos volúmenes de tránsito	10 a 20

**Fuente:** AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.[31]

### 2.1.1.3.2 Tránsito Equivalente (W18)

Corresponde al valor de conversión de cargas transmitidas por diferentes tipos de vehículos pesados a una sola carga equivalente, tomada en cuenta como un solo eje de 18.000 lb (8,2 toneladas) acumulada a lo largo del período de diseño.[32]

**Tabla 13:** Factor de distribución por carril

<b>Número de carriles en una dirección</b>	<b>% del W18 en el carril de diseño</b>
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

**Fuente:** Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93.[31]

### 2.1.1.3.3 Nivel de confiabilidad (R)

Indica el nivel de certeza o seguridad de un diseño en particular, determinando así la capacidad que tiene un pavimento de soportar cierto número repeticiones de carga del

tráfico aplicada durante su vida útil. A medida que se elija un R (nivel de confianza) más alto, serán necesarios espesores mayores en las capas del pavimento.[31]

**Tabla 14:** Niveles de confiabilidad por tipo de vía

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad R recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

**Fuente:** Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93.[31]

#### 2.1.1.3.4 Desviación estándar normal ( $Z_r$ )

Esta desviación estándar normal depende directamente del factor de confianza elegido.

**Tabla 15:** Determinación de la desviación estándar normal  $Z_r$  a partir de la confiabilidad

Confiabilidad R	Desviación Normal Estándar ( $Z_r$ )
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	-1.476
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:** Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93.[31]

#### 2.1.1.3.5 Desviación estándar global (So)

Para obtener una desviación estándar global, la AASHTO recomienda usar,  $S_o = 0,45$ . para suelos flexibles.[31]

#### 2.1.1.3.6 Módulo de resiliencia (Mr)

Es un módulo que permite determinar las propiedades de la subrasante, calificando su calidad. Por esta razón, el método AASHTO 93 desarrolló una fórmula para obtener el módulo de Resiliencia (Mr) con base al CBR obtenido del suelo.

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

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

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

#### 2.1.1.3.7 Índice de serviciabilidad (PSI)

Variación aritmética entre el indicie de servicio inicial y final lo cual representa que la calidad del pavimento fue disminuyendo gradualmente.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

**Donde:**

*PSI* = Índice de servicio presente.

$\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial.

*p<sub>o</sub>* = Índice de servicio inicial.

*p<sub>t</sub>* = Índice de servicio final

**Tabla 16:** 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.[31]

#### 2.1.1.3.8 Determinación de los espesores por capa

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde:

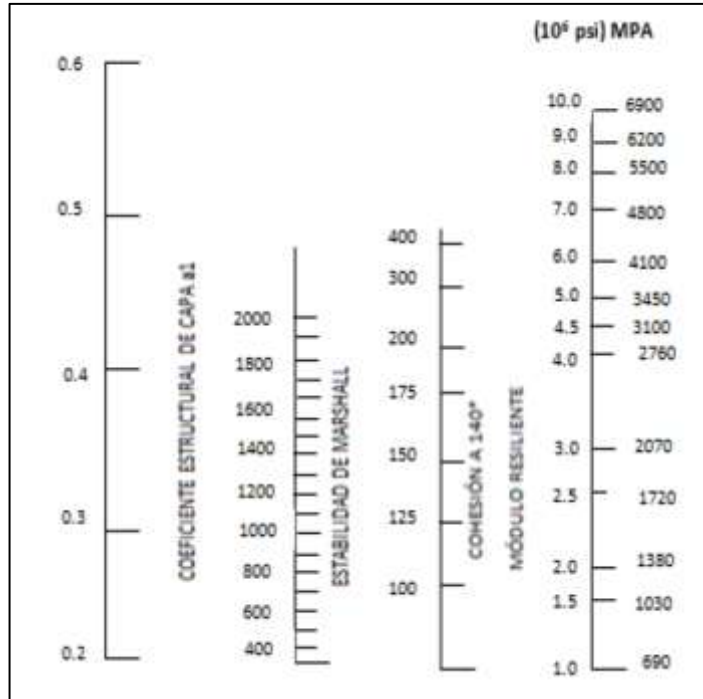
$a_1, a_2, a_3$ : Coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica, base y sub base.

$D_1D_2D_3$ : Espesores de la carpeta asfáltica, base y sub base.

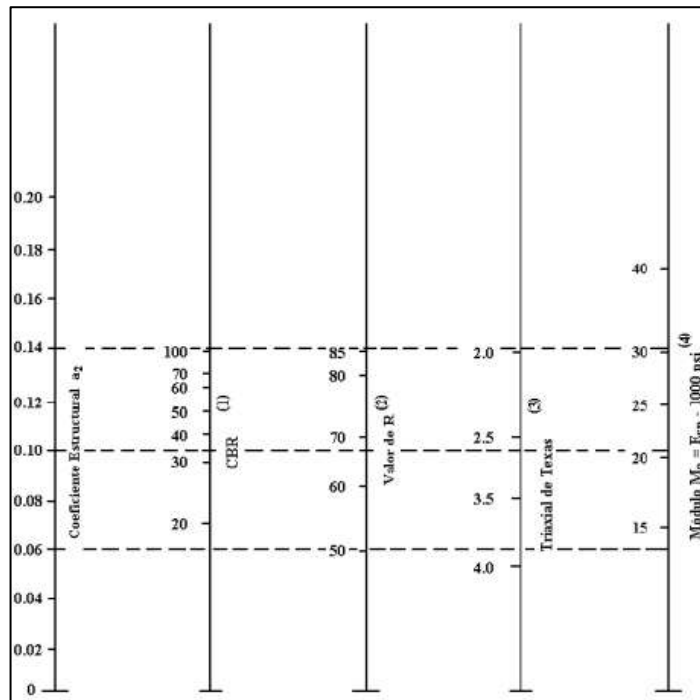
$m_2m_3$ : Coeficientes de drenajes para la capa base y sub base.

#### 2.1.1.3.9 Coeficientes estructurales $a_1, a_2, a_3$

Son coeficientes que permiten estimar cada una de las capas de pavimento a partir de las correlaciones de diferentes valores obtenidos de ensayos como, modulo resiliente, CBR, etc. Para su determinación se aplican los siguientes ábacos.[31]

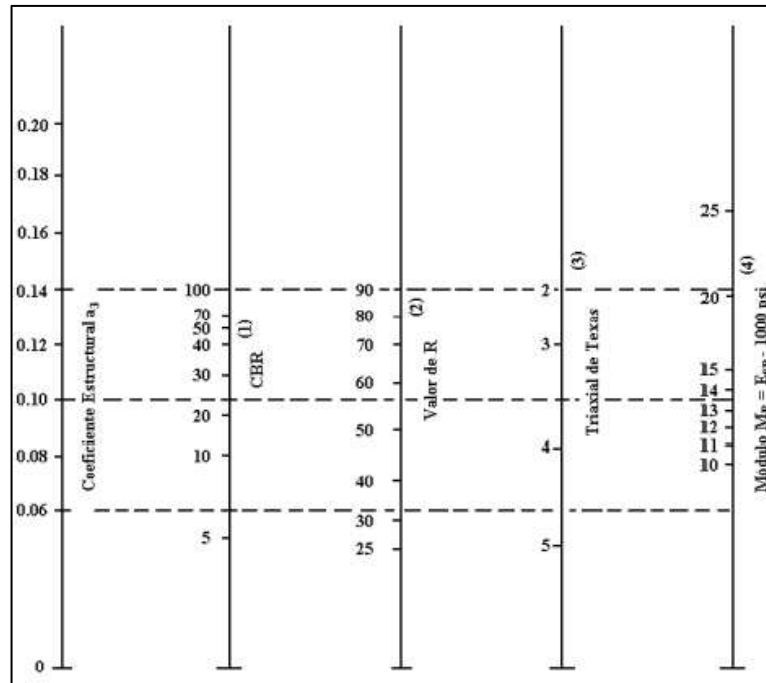


**Figura 14:** Ábaco para el coeficiente estructural  $a_1$ .  
**Fuente:** AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.[31]



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

**Figura 15:** Ábaco para el coeficiente estructural  $a_2$ .  
**Fuente:** AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.[31]



- (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 16:** Ábaco para el coeficiente estructural  $a_3$ .

**Fuente:** AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento.[31]

### 2.1.1.3.10 Coeficiente de drenaje

Para determinar la capacidad de drenaje, es necesario establecer el tiempo en que el agua demora en ser eliminada de la capa de base y sub-base, por ellos la AASHTO establece la calidad del drenaje en función del tiempo.[31]

**Tabla 17:** Capacidad del Drenaje

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

**Fuente:** Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93.[31]



**Tabla 18:** Coeficiente de Drenaje

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está 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: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93.[31]

### 2.1.1.3.11 Software Ecuación AASHTO 93

Software “Ecuación AASHTO 93” es un programa desarrollado para el diseño de pavimentos por el método de AASTHO, permite calcular el número estructural (SN), a partir de datos como: confiabilidad (R), serviciabilidad inicial y final (PSI), desviación estándar (So), módulo resiliente de las capas (MR), numero de ejes equivalentes (W18).[33]

**Figura 17:** Software Ecuación de la AASHTO 93

### **2.1.2 Hipótesis**

No se puede establecer una correlación alguna entre el CBR de laboratorio y las propiedades índice y mecánicas para los suelos de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo General**

Analizar las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de la provincia de Cotopaxi.

### **2.2.2 Objetivo Específico**

- Reforzar el conocimiento de las propiedades índice – mecánicas de los suelos de las parroquias: San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, por medio del análisis de campo y laboratorio.
- Ampliar la base de datos existente, referente a estudios de correlación entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias: San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.
- Aplicar los resultados de la investigación en el diseño de pavimentos para vías rurales, de las parroquias: San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.
- Zonificar las diferentes áreas de los cantones estudiados, de acuerdo con la clasificación de suelos SUCS y AASHTO y las propiedades físicas y mecánicas obtenidas.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Materiales

**Tabla 19:** Equipos y materiales

ENSAYO	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
Pozo a Cielo Abierto	Muestra in Situ	Pala Pico Barra Flexómetro	AASHTO T 87-70
Densidad de Campo (Método de Cono y Arena)	Muestra in Situ	Cono (Arena de Ottawa) Cinzel Cuchareta Placa Metálica Balanza Clavos, Martillo	AASHTO T 191 2014
Cono Dinámico de Penetración (DCP)	Muestra in Situ	Equipo DCP	ASTMD 6951
Gravedad específica de sólidos	50 gr de suelo que pasa tamiz #4 y agua	Tamiz #4 Picnómetro Embudo Termómetro Recipiente Metálico Pipeta Baño María	AASHTO T 100 2015
Granulometría	Muestra cuarteada	Juego de tamices Tamizadora Brocha Recipientes metálicos Horno	AASHTO T 88-2013
Límite Líquido (Copa Casagrande)	150 gr de suelo que pasa tamiz # 40	Copa de Casagrande Ranurador Acanalador Recipiente de porcelana Mortero Espátula Recipientes metálicos Balanza	AASHTO T 89-2013
Límite Plástico	15 gr de suelo que pasa tamiz # 40	Placa de vidrio Recipiente de porcelana Mortero Calibrador pie de Rey Recipientes metálicos Balanza Horno	AASHTO T 90 2016
Proctor Modificado tipo B	24 kg de suelo que pasa tamiz #4	Martillo de compactación Molde de $\phi$ 6" Probeta graduada Palustre	AASHTO T 180-2018
California Bearing Ratio (CBR)	18 kg de suelo que pasa el tamiz # 4	MULRTISPEED 34-V1172	AASHTO T 193 2013

En la tabla siguiente tabla de especiaciones de equipos se encuentra detallado los equipos empleados junto con su marca y versión.

**Tabla 20.** Especificaciones de Equipos

		
<b>Tamices</b>	<b>Tamizador</b>	<b>Maquina Multispeed</b>
Marca: Humbolt	Marca: Controls	Marca: Controls
Versión: 2011	Versión: 15-d0407/BZ	Modelo: 34V1174
		
<b>Copa de Casagrande</b>	<b>Molde Cilíndrico</b>	<b>Martillo Compactador</b>
Marca: S/M	Marca: S/M	Marca: Controls
		Versión: 33T 0075
		

**Autor:** Alvaro David Estrella López

## **3.2 Métodos**

La metodología es el estudio analítico y crítico de los métodos de investigación experimentales; esto incluye: descripción, análisis y evaluación de todo lo que concierne a una investigación.

A continuación, se detalla la metodología que servirá para desarrollar los objetivos planteados anteriormente.

### **3.2.1 Tipo o Nivel de Investigación**

Los tipos o niveles de investigación que se aplicaron durante el siguiente trabajo experimental fueron: Investigación bibliográfica, exploratoria, de campo, de laboratorio y analítica.

#### **3.2.1.1 Investigación Bibliográfica**

Permite abarcar cada uno de los temas relacionados a la mecánica de suelos y el diseño de pavimentos, obteniendo así los recursos materiales como fuentes bibliográficas, normas, especificaciones técnicas, ensayos y otras fuentes de investigación que posibiliten la ejecución del trabajo de investigación.

#### **3.2.1.2 Investigación exploratoria**

El presente trabajo de investigación es de carácter exploratorio ya que se realizó un recorrido por las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, para la obtención de 12 puntos donde se realizaron calicatas con el fin de obtener de muestras representativas de suelo, y realizar los ensayos en campo y laboratorio pertinentes.

### **3.2.1.3 Investigación de campo**

Se realiza una investigación de campo basada en ensayos in situ como lo son la obtención de la densidad de campo por el método del Cono y Arena de Ottawa y el ensayo DCP, mismos que permitan encontrar el nivel de resistencia del suelo in situ.

### **3.2.1.4 Investigación de laboratorio**

La investigación experimental o de laboratorio se lleva a cabo principalmente dentro de los laboratorios de mecánica de suelos de la facultad de Ingeniería Civil, para ahí ensayar cada una de las muestras y obtener las propiedades y características de los suelos, tales como: Contenido de Humedad, Granulometría, Gravedad Específica, límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR.

### **3.2.1.5 Investigación Analítica**

La investigación es analítica ya que analiza las diferentes propiedades del suelo (índice y mecánicas) y su grado de correlación con el CBR y DCP, cuya finalidad es hallar una relación adecuada y confiable y para así obtener un valor de CBR correcto de una manera más rápida y eficaz.

## **3.2.2 FASES**

### **3.2.2.1 FASE 1: Ensayos de Campo y Laboratorio**

En la fase 1 del Trabajo experimental se realizó una Investigación Exploratoria y de Campo, con el fin de obtener las muestras representativas de suelo se realizaron calicatas de 1.0 m x 1.0 m x 1.50 m. De igual manera se realizaron ensayos in situ como el DCP y densidad de campo.

Luego de ello, se empleó en método experimental el mismo que fue llevado a cabo dentro de los laboratorios de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, donde se realizaron los siguientes ensayos cumpliendo con lo estipulado en la norma para cada uno de ellos.

**Tabla 21:** Normas de Ensayos

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>
Densidad de Campo (Cono y Arena)	AASHTO T 191 2014
Cono Dinámico de Penetración (DCP)	ASTM D6951
Contenido de humedad natural	AASHTO T 265 2015
Gravedad específica de sólidos	AASHTO T 100 2015
Granulometría	AASHTO T 88 2013
Límite líquido (Copa de Casagrande)	AASHTO T 89 2013
Límite plástico	AASHTO T 90 2016
Proctor Modificado	AASHTO T 180 2018
California Bearing Ratio (CBR) *	AASHTO T 193 2013

**Autor:** Alvaro David Estrella.

### **3.2.2.2 FASE 2: Correlaciones entre Propiedades índice y mecánicas**

La fase 2 del Trabajo experimental corresponde a una investigación analítica y comparativa ya que comprendió el análisis de las correlaciones entre cada las propiedades índices y mecánicas de las muestras ensayadas en campo y laboratorio.

Cave recalcar que para esta fase se consideró únicamente las correlaciones con un índice de correlación  $R^2$  mayor a 0.50, calificadas como aceptables para posteriormente ser aplicada en las siguientes fases del presente trabajo experimental.

### **3.2.2.3 FASE 3: Diseño de Pavimentos**

La Fase 3 del Trabajo experimental corresponde a una investigación explicativa ya que consiste en la aplicación de los resultados para el diseño de Pavimento flexible para una vía de la zona de estudio en las parroquias de San Juan de Pastocalle y Tanicuchi en base al CBR obtenido en laboratorio y al CBR encontrado mediante las correlaciones de la parte experimental del trabajo.

Por otra parte, tenemos una investigación de carácter comparativo ya que se evidenciará los espesores de pavimentos tanto con los valores de CBR obtenidos en laboratorio y los valores de CBR obtenidos mediante las correlaciones.

#### **3.2.2.4 FASE 4: Zonificación y clasificación del suelo**

La Fase 4 del Trabajo experimental consiste en la Zonificación y clasificación de los suelos de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.

Las normativas aplicadas para la clasificación fueron la SUCCS y AASHTO.

### **3.3 Población y Muestra**

#### **3.3.1 Población**

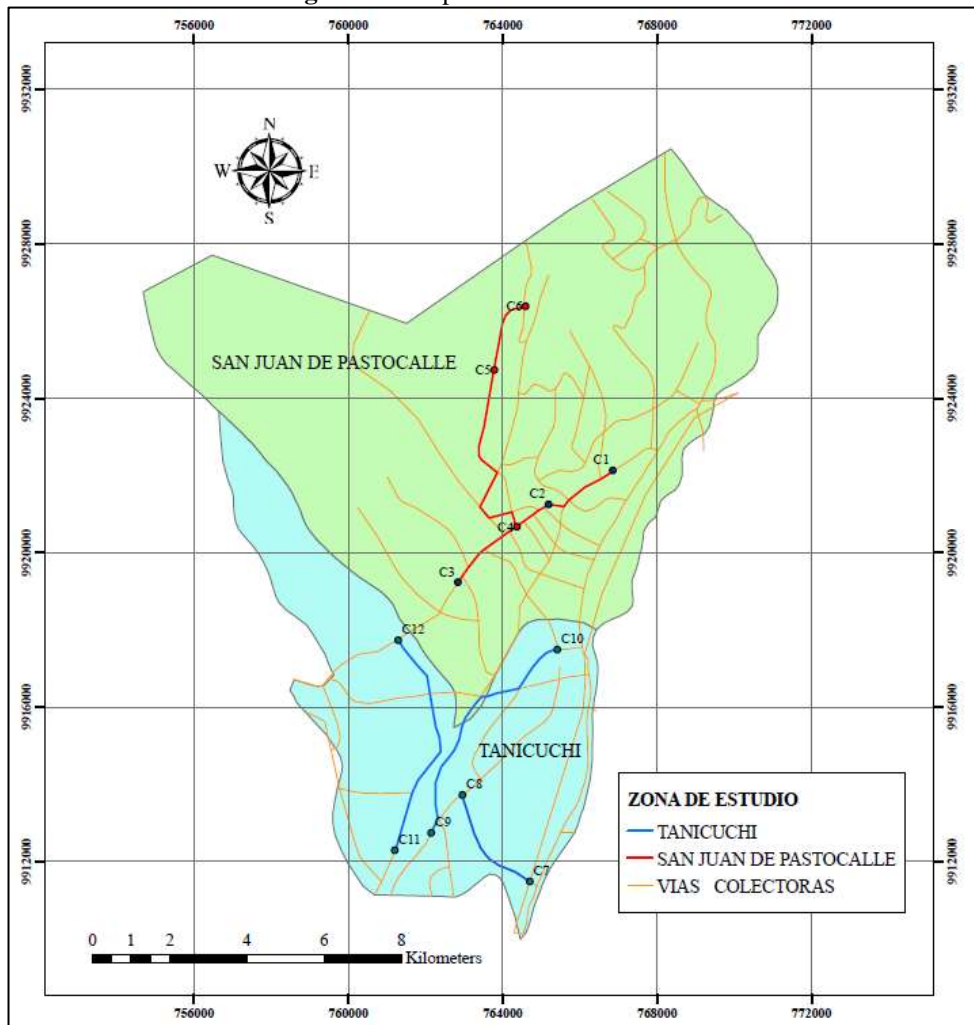
El área donde se realiza el presente proyecto experimental está ubicada en las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

La Parroquia rural de Tanicuchi tiene una extensión 53.75 Km<sup>2</sup>, un rango altitudinal 2920 a 4040 m.s.n.m, y una población es de 12831 habitantes. La parroquia limita por el Norte: Parroquia Pastocalle, por el Sur: Parroquia Guaytacama, al Este: Parroquia Mulaló y Oeste: Parroquia Toacaso.[34]

La Parroquia rural de San Juan de Pastocalle tiene una extensión 138.7 Km<sup>2</sup> y un rango altitudinal 2700 a 5249 m.s.n.m, y una población es de 10241 habitantes. La parroquia limita al norte con la provincia de Pichincha y los Nevados de los Ilinizas, al Sur con la parroquia Tanicuchí; Al Occidente con la parroquia Toacaso y Tanicuchi y al Oriente con la parroquia Mulaló.[35]



**Figura 18:** Mapa de la Zona de Estudio



**Autor:** Alvaro David Estrella López

### 3.3.2 Muestra

La presente investigación es parte de un macroproyecto de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato a lo Largo de la Provincia de Cotopaxi.

En este estudio de correlaciones de suelos de las parroquias: San Juan de Pastocalle y Tanicuchi, donde se obtuvieron 12 muestras en total y se desglosan de la siguiente manera: 6 muestras que pertenecen a la parroquia Tanicuchi, de las cuales 3 muestras son de la vía Tahaicha y 3 muestras de la vía Platupamba, finalmente 6 muestras de la parroquia San Juan de Pastocalle de la vía S/N, que pertenecen a suelos naturales a nivel de subrasante, donde se realizó un muestreo representativo de pozos a cielo

abierto rectangulares de 1,5 m x 1,5 m x 1 m de profundidad, y se recolecta un aproximado de 50 kg de muestra por cada punto

**Tabla 22:** Ubicación de las calicatas

PARROQUIA	CALICATA	COORDENADAS	
		ESTE (m)	NORTE (m)
San Juan de Pastocalle	<b>C1</b>	766917.13	9921839.75
	<b>C2</b>	764124.16	9920275.43
	<b>C3</b>	762324.42	9920366.34
	<b>C4</b>	763242.01	9919464.68
	<b>C5</b>	761857.32	9920874.96
	<b>C6</b>	760774.89	9922740.52
Tanicuchi	<b>C7</b>	764682.80	9911058.48
	<b>C8</b>	762929.70	9914158.41
	<b>C9</b>	762121.90	9912683.38
	<b>C10</b>	765276.38	9917109.80
	<b>C11</b>	760714.66	9912701.32
	<b>C12</b>	761311.87	9917345.14

**Autor:** Alvaro David Estrella López

### 3.4 Plan de Recolección de Datos

**Tabla 23:** Plan de recolección de datos.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Para qué?	Correlacionar las diferentes propiedades índice y mecánicas de los suelos con su respectivo valor de CBR obtenido en laboratorio.
¿A quién?	A las muestras de suelo tomadas en las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi.
¿Sobre qué Aspectos?	Cada una de las propiedades de los suelos obtenidas mediante los ensayos in situ y de laboratorio, así como el valor del ensayo de relación de soporte de California (CBR).
¿Quién?	Alvaro David Estrella López
¿Cuándo?	Ensayos de campo: 1-Nov-2022 al 15-Nov-2022 Ensayos de laboratorio: 20-Nov-2022 al 22-Dic-2022 Análisis de resultados: desde 03-Ene-2023 al 25- Ene-2023
¿Dónde?	Parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi, donde se realizó ensayos in situ y toma de muestras. Y en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
¿Como?	Por medio de investigación exploratoria, de campo, experimental de laboratorio e investigación bibliográfica. Utilizando Normas AASHTO y ASTM. Método de evaluación PCI. Estudio del pavimento.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Técnicas de recolección?	<p>Ensayos in situ: DCP (ASTMD 6951-03) y ensayo de Densidad de Campo por el método Cono y Arena de Ottawa (AASHTO T 191)</p> <p>Para la toma de muestras se realiza una calicata de 1.0 m x 1.0 m x 1.00 m de profundidad teniendo en cuenta que se requiere tomar muestras de suelo de 50 Kg de cada una de las calicatas, se procede a tamizar el suelo por el tamiz N° 4, finalmente dejar secar la muestra.</p> <p>En la granulometría se debe tomar 1000 gr de suelo seco para colocarlo en el juego de tamices de forma descendente acorde la norma (AASHTO T 88-2013), y se obtendrá el suelo separado conforme a los tamaños retenidos por la tamizadora.</p> <p>El ensayo de Gravedad específica (AASHTO T 100-2015) necesita que el suelo pase por el tamiz #4.</p> <p>Los límites de Atterberg (AASHTO T 89-2013 &amp; AASHTO T 90- 216) requiere de suelo que pasen el tamiz #40.</p> <p>El contenido de humedad óptimo de humedad determinado por el ensayo Proctor se utiliza para realizar ensayo de Soporte California CBR según lo establece la (AASHTO T 193-2013).</p>

**Autor:** Alvaro David Estrella López

### 3.4.1 Ensayos

- a) Excavación Pozo a cielo abierto



**Figura 19:** Excavación a cielo abierto  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

b) Densidad de campo (Método Cono y Arena de Ottawa)



**Figura 20:** Densidad de campo (Método Cono y Arena de Ottawa)  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

c) Penetrómetro dinámico estático (DCP)



**Figura 21:** Penetrómetro dinámico estático  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

a) Granulometría



**Figura 22:** Granulometría  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

b) Límite Líquido (Copa Casagrande)



**Figura 23:** Límite líquido  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

c) Límite Plástico



**Figura 24:** Límite Plástico  
**Autor:** Alvaro David Estrella López



d) Gravedad Específica



**Figura 25:** Gravedad específica  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

e) Proctor Modificado Tipo B



**Figura 26:** Proctor Modificado Tipo B  
**Autor:** Alvaro David Estrella López



f) Ensayo CBR



**Figura 27:** Ensayo CBR  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

### **3.4.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información**

#### **3.4.2.1 Plan de Procesamiento**

- Recolección de 12 Muestras de suelo de Parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi, para poder ser analizadas en el laboratorio.
- Realización de ensayos de campo y laboratorio con muestras representativas de suelo tomadas de las parroquias de estudio.
- Tablas de datos de diferentes experimentos realizados en campo y en laboratorio, utilizando el software Excel.
- Elaboración de diagramas que representen cada una de las correlaciones entre las propiedades del suelo con el CBR de laboratorio, para la presentación de resultados.

#### **3.4.2.2 Plan de Análisis de Información**

- Realizar las diferentes correlaciones entre CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas del suelo para así analizar la influencia de cada parámetro en la obtención de los coeficientes de determinación.

- Calcular el coeficiente de determinación  $r^2$ , mediante diferentes modelos matemáticos por ecuaciones e identificar el grado de ajuste que se debe realizar en las correlaciones.
- Evaluar la diferencia entre los resultados del laboratorio Relación de Soporte de California (CBR), con respecto a los obtenidos mediante correlaciones, para posteriormente implementarlo en el diseño de un sistema de pavimento flexible.
- Determinar las respectivas conclusiones y recomendaciones con base a los resultados obtenidos de las correlaciones de las 12 muestras representativas de suelo.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis y discusión de los resultados

##### 4.1.1 FASE 1: Análisis de resultados de las propiedades índice y mecánicas de las muestras de suelo ensayadas in situ y en el Laboratorio

A continuación, se presentará los resultados obtenidos de las propiedades Índice y Mecánicas, que se obtuvieron de las 12 muestras de los suelos de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi, del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.

**Tabla 24:** Nomenclatura y Unidades de las diferentes variables

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Wnat	Humedad Natural	%
Cu	Coefficiente de Uniformidad	-
Cc	Coefficiente de Curvatura	-
D10	Diámetro Efectivo	mm
D30	Diámetro Equiparable	mm
D60	Diámetro Dimensional	mm
G	Contenido de Grava	%
S	Contenido de Arena	%
F	Contenido de Finos	%
Gs	Gravedad Específica de Sólidos	Adimensional
e	Relación de vacíos	Adimensional
n	Porosidad	%
Gw	Grado de saturación del Agua	%
Ga	Grado de Saturación del Aire	%

**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### 4.1.1.1 Propiedades Índice

###### 4.1.1.1.1 Contenido de Humedad

También conocida como humedad natural, presentó valores entre 15.35% a 29.36% con una humedad promedio de 22.40%.

**Tabla 25:**Resumen Humedad Natural

<b>POZO</b>	<b>%w Natural</b>
<b>C1</b>	16.25
<b>C2</b>	20.49
<b>C3</b>	18.81
<b>C4</b>	21.38
<b>C5</b>	19.71
<b>C6</b>	15.35
<b>C7</b>	25.56
<b>C8</b>	28.45
<b>C9</b>	23.10
<b>C10</b>	29.36
<b>C11</b>	27.72
<b>C12</b>	22.58

**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### **4.1.1.1.2 Gravedad Específica**

La gravedad específica presentó valores entre 2.621 a 2.698 con una gravedad específica promedio de 2.657.

**Tabla 26:** Resumen Gravedad Específica

<b>POZO</b>	<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>
<b>C1</b>	2.650
<b>C2</b>	2.629
<b>C3</b>	2.621
<b>C4</b>	2.634
<b>C5</b>	2.663
<b>C6</b>	2.643
<b>C7</b>	2.698
<b>C8</b>	2.689
<b>C9</b>	2.630
<b>C10</b>	2.692
<b>C11</b>	2.654
<b>C12</b>	2.676

**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### 4.1.1.1.3 Límites de Atterberg

Entre los resultados de Límites de Atterberg tenemos al Límite Líquido con valores entre 24.22% a 37.68%, siendo estos valores menores a 50% por lo cual se consideran suelos de baja plasticidad.

En cuanto al Límite Plástico se obtuvo valores de entre 23.16% a 33,08 % y respecto al índice plástico se obtuvo valores entre propios de suelos con baja plasticidad entre 0.86% a 4.60%.

**Tabla 27:** Resumen Límites de Atterberg

<b>POZO</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO (%)</b>	<b>ÍNDICE PLÁSTICO (%)</b>
<b>C1</b>	27.00	25.72	1.28
<b>C2</b>	25.32	23.24	2.08
<b>C3</b>	25.10	24.23	0.86
<b>C4</b>	26.23	25.06	1.17
<b>C5</b>	26.11	25.08	1.03
<b>C6</b>	24.22	23.16	1.06
<b>C7</b>	32.27	30.14	2.13
<b>C8</b>	31.33	28.15	3.18
<b>C9</b>	26.04	23.46	2.58
<b>C10</b>	37.68	33.08	4.60
<b>C11</b>	30.44	27.87	2.57
<b>C12</b>	29.44	26.63	2.81

**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### 4.1.1.1.4 Granulometría

Los suelos analizados presentan un contenido nulo o muy bajo gravas por lo que su porcentaje va de entre 0% a 1.82%, el porcentaje de arena oscila entre 77.64 – 88,02 % y el porcentaje de finos (limos y arcillas) va de entre 11.98 – 22.36%.

En tanto a los coeficientes de curvatura y uniformidad nos indica que se trata de suelos poco uniformes y mal graduados en su mayoría. Este comportamiento es propio de suelos limo arenosos que es el tipo suelo predominante en la zona de estudio.

**Tabla 28:** Resumen Granulometría

POZO	GRANULOMETRÍA					
	% G grava	% S arena	% F fino	Cu	Cc	TNM (mm)
C1	0.00%	88.02%	11.98%	6.12	1.05	0.60
C2	1.34%	80.48%	18.18%	4.93	0.70	0.08
C3	0.35%	82.00%	17.64%	6.99	0.87	0.60
C4	0.00%	83.15%	16.85%	6.43	0.80	0.60
C5	0.00%	83.67%	16.33%	6.20	0.78	0.60
C6	1.11%	87.91%	10.98%	5.33	1.24	0.60
C7	1.10%	83.13%	15.76%	6.08	0.78	0.60
C8	0.00%	84.40%	15.60%	6.28	1.32	0.15
C9	0.00%	86.41%	13.59%	7.63	1.25	0.60
C10	0.00%	77.64%	22.36%	5.79	0.70	0.08
C11	0.00%	83.52%	16.48%	7.00	1.08	0.15
C12	1.82%	78.34%	19.84%	6.59	0.67	0.08

**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### 4.1.1.1.5 Densidad de campo

En el ensayo de densidad de campo (Método de Cono y Arena) Se obtuvo valores de densidad húmeda entre 1,587 – 1,758 g/cm<sup>3</sup>, mientras que para la densidad seca in-situ rangos entre 1,246 – 1,510 g/cm<sup>3</sup>.

La relación de vacíos tiene rangos entre 0,75 – 1,10, rangos que no están lejanos a los valores típicos para arenas limosas.

La porosidad tiene rangos entre 42,96 – 52,48 %.

El grado de saturación de agua tiene rangos entre 50,52 – 79,79 %, presentando que indican que los suelos están saturados de agua. El grado de saturación de aire tiene rangos entre 19,82 – 49,47 %, presentando en su mayoría valores que rondan el 25%, lo que significa que el suelo está poco saturado de aire.

**Tabla 29:** Resumen Densidad de Campo

POZO	DENSIDAD DE CAMPO					
	DENSIDAD HÚMEDA IN SITU $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD SECA IN SITU $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	RELACIÓN DE VACÍOS $e$	POROSIDAD $n$ (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AGUA $G_w$ (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE $G_a$ (%)
C1	1.668	1.433	0.84	45.80	50.53	49.47
C2	1.758	1.459	0.82	45.00	66.72	37.28
C3	1.664	1.402	0.89	47.06	55.42	44.58
C4	1.739	1.430	0.86	46.31	68.27	39.73
C5	1.693	1.415	0.88	46.66	59.83	38.17
C6	1.744	1.510	0.75	42.97	54.03	45.97
C7	1.755	1.347	0.90	47.38	76.18	19.82
C8	1.752	1.380	0.94	48.47	79.79	19.82
C9	1.756	1.427	0.85	46.06	70.99	28.21
C10	1.587	1.246	1.10	52.48	68.86	31.14
C11	1.664	1.304	1.04	50.94	71.43	28.57
C12	1.620	1.321	1.01	50.14	64.60	30.40

Autor: Alvaro David Estrella López

#### 4.1.1.2 Propiedades Mecánicas

##### 4.1.1.2.1 Proctor Modificado tipo B

Mediante en el ensayo Proctor Modificado se obtuvo los valores de densidad seca máxima que van entre 1,530 – 1,751 g/cm<sup>3</sup>. Y su contenido de humedad óptimo tiene rangos entre 12,84 – 21,50%.

**Tabla 30:** Resumen Proctor Modificado

POZO	COMPACTACIÓN	
	w% ÓPTIMO	PESO VOLUMÉTRICO SECO $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )
C1	18.91	1.690
C2	17.69	1.650
C3	15.00	1.690
C4	21.03	1.642
C5	12.84	1.751
C6	13.50	1.712
C7	19.06	1.637
C8	18.80	1.670
C9	17.00	1.720
C10	21.50	1.530
C11	16.11	1.642
C12	16.60	1.620

#### 4.1.1.2.2 Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Se obtuvieron valores de CBR que oscilan entre 10.40 – 31.10 %, valores calificados como buenos para su uso en subrasante.

Tabla 31: Resumen CBR

POZO	CBR		
	95 % $\gamma_d$ máx.		
	0.1 in	0.2 in	MÁXIMO
C1	12.60	14.10	14.10
C2	14.00	15.20	15.20
C3	8.44	10.40	10.40
C4	13.60	17.30	17.30
C5	17.60	23.30	23.30
C6	22.22	28.10	28.10
C7	15.60	18.20	18.20
C8	12.60	13.90	13.90
C9	18.89	21.10	21.10
C10	29.82	36.10	36.10
C11	11.20	12.10	12.10
C12	9.00	11.11	11.11

Autor: Alvaro David Estrella López

#### 4.1.1.2.3 Ensayo DCP (Cono de Penetración dinámico)

Los valores de índice de penetración varían dentro de 5,77 – 34,22 mm/golpe, evidenciado una disparidad de resistencia a la penetración entre los suelos analizados.

Tabla 32: Resumen DCP

POZO	DCP
	DN mm/golpe
C1	16.25
C2	15.25
C3	21.04
C4	19.67
C5	11.51
C6	5.77
C7	17.60
C8	15.34
C9	13.06
C10	34.22
C11	28.17
C12	19.29

Autor: Alvaro David Estrella López



## 4.1.2 FASE 2: Correlación entre propiedades índice y mecánicas

### 4.1.2.1 Correlaciones

Las correlaciones realizadas se las categorizó mediante los rangos establecidos, tomando en consideración para este análisis únicamente correlación mayor o igual a 50 %. Además, para algunas correlaciones se procedió a excluir un máximo dos muestras para obtener un coeficiente aceptable.

**Tabla 33:** Rango del Coeficiente de Correlación.

<b>Criterio</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Excelente	$\geq 0.90$
Buena	0.70 – 0.89
Aceptable	0.40 – 0.69
Pobre	0.20 – 0.39
Muy Pobre	$\geq 0.19$

#### 4.1.2.2 Resumen de Correlaciones

**Tabla 34:** Correlación entre CBR, DCP, propiedades índices y mecánicas de las muestras obtenidas.

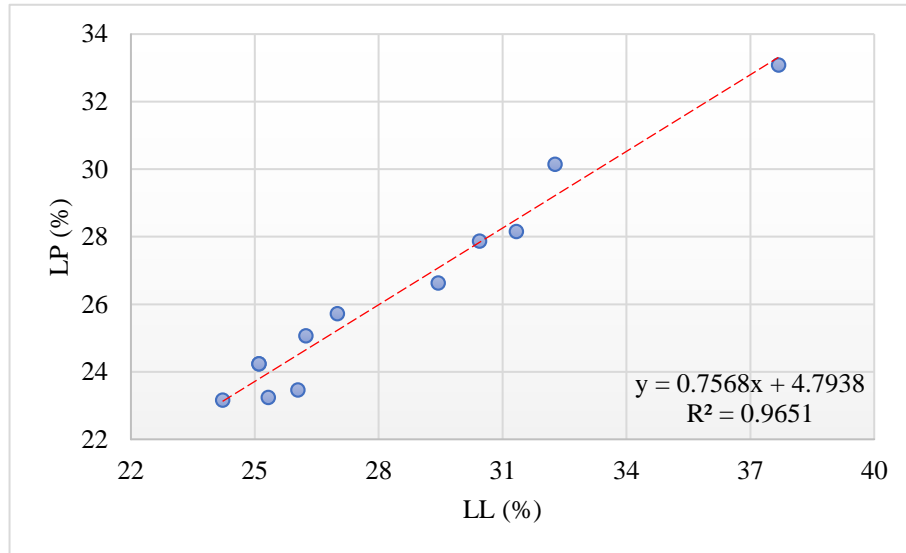
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>TABLA RESUMEN DE CORRELACIONES</b> 					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”					
Nº	Ecuación	Coefficiente de Correlación (R²%)	Tipo de Función	Nº Muestras	Figura
<b>CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
1	$LP = 0.7568(LL) + 4.7938$	95	Lineal	12	28
2	$Gw = 38.299 \ln(W nat) - 53.089$	80	Logarítmica	11	29
3	$Ga = 2561.3 (W nat)^{-1.418}$	79	Potencial	11	30
4	$Gs = 0.1718 \ln(LL) + 2.0828$	71	Logarítmica	11	31
5	$\gamma d = -0.0006 (W Nat)^2 + 0.0114 (W Nat) + 1.387$	72	Polinómica	11	32
6	$GC = 0.8143(e)^{-0.257}$	62	Potencial	11	33
7	$\gamma d = 3.5216 e^{-0.02(n)}$	95	Exponencial	12	34
8	$Gc = 0.001 (n)^2 - 0.1076 (n) + 3.6066$	68	Polinómica	12	35
9	$Gc = 1.543 (\gamma d)^2 - 3.9333(\gamma d) + 3.3145$	75	Polinómica	10	36
10	$W \acute{o}pt = 7.892 + 1.255 LL - 1.010 LP$	68	Lineal	10	37
11	$\gamma d \text{ in situ} = 1.897 - 0.004 (W Nat) - 0.016 (LP)$	W	Lineal	10	38
12	$\gamma d \text{ In Situ} = -0.0114(LL) + 1.7328$	82	Potencial	11	39
13	$e = 0.3696 \ln(W nat) - 0.2335$	62	Logarítmica	12	40
<b>CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES MECÁNICAS E ÍNDICE</b>					
14	$Wopt = -184.39(\gamma d Max)^2 + 565.47 - 412.01$	69	Polinómica	10	41
15	$Gc = 0.3126(\gamma d \text{ in Situ}) + 0.4022$	52	Logarítmica	11	42
16	$\gamma d Max = 1.974 - 0.013 W \acute{o}ptm - 1.010 W nat$	68	Lineal	10	43
<b>CORRELACIONES ENTRE DN y PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
17	$DN = 1.418(LL) - 22.358$	56	Lineal	11	44
18	$DN = -146.76(\gamma m)^2 - 491.28(\gamma m) + 416.65$	75	Polinómica	11	45
19	$DN = 30.57 \ln(W nat) - 74.598$	67	Logarítmica	11	46
20	$DN = 0.845 + 0.728(LL) + 1.499 (IP)$	88	Lineal	10	47
21	$DN = 65.419(e)^2 - 56.75(e) + 15.103$	76	Polinómica	11	48
<b>CORRELACIONES ENTRE CBR y PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
22	$CBR = 94.241 \ln(\gamma d Max) - 31.555$	61	Logarítmica	11	49
23	$CBR = -11.27 \ln(DN) + 48.991$	73	Logarítmica	10	50
24	$CBR = 1047.9(W \acute{o}ptm)^{-1.433}$	58	Potencial	10	51
25	$CBR = 70.359(n)^{-0.141}$	69	Potencial	11	52
26	$CBR = -34.071 + 113.9 \text{Log}(\gamma d) + 20.780 (\gamma d Max)$	55	Logarítmica	10	53
27	$CBR = -2.216 + 115.013 \text{Log}(\gamma d \text{ Situ}) + 0.057(n)$	68	Logarítmica	12	54
28	$CBR = 33.268 - 0.482 (DN) - 0.305 (W nat)$	61	Lineal	10	55

**Autor:** Alvaro David Estrella López

### 4.1.2.3 Correlaciones analizadas

#### 4.1.2.3.1 Correlación Nª 1

##### Límite Líquido y Límite Plástico



**Figura 28:** Límite Líquido vs. Límite Plástico.

**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$LP = 0.7568(LL) + 4.7938$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.95$$

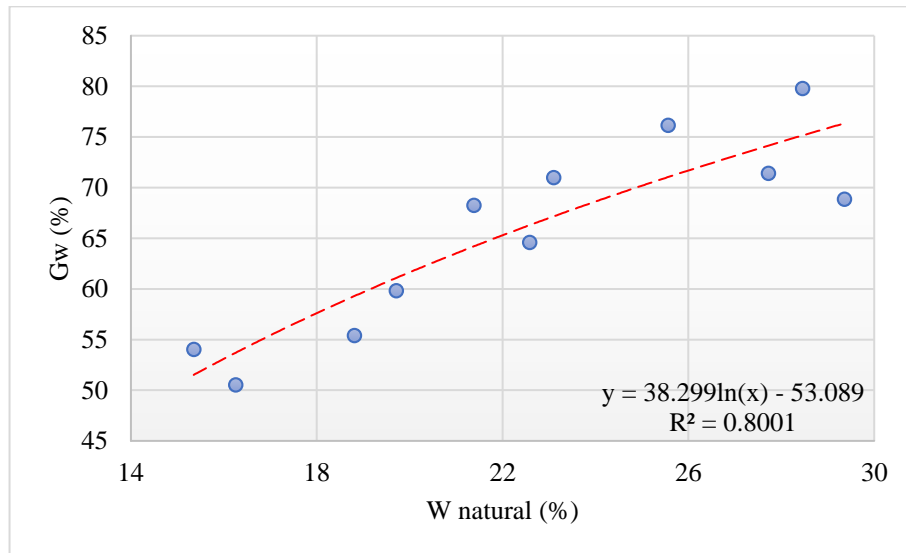
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre límite líquido y límite plástico considerando **12 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.95, calificado como excelente.

Ambas variables tienen una relación directamente proporcional, debido a que el límite plástico aumenta a medida que el límite líquido incrementa, es decir, entre más humedad necesite el suelo para llegar a su condición líquida, va a suceder lo mismo para su estado plástico.

#### 4.1.2.3.2 Correlación N<sup>a</sup> 2

##### Contenido de humedad natural y Grado de Saturación del Agua.



**Figura 29:** Contenido de humedad natural vs. Grado de saturación del agua.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$Gw = 38.299 \ln(W \text{ nat}) - 53.089$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.80$$

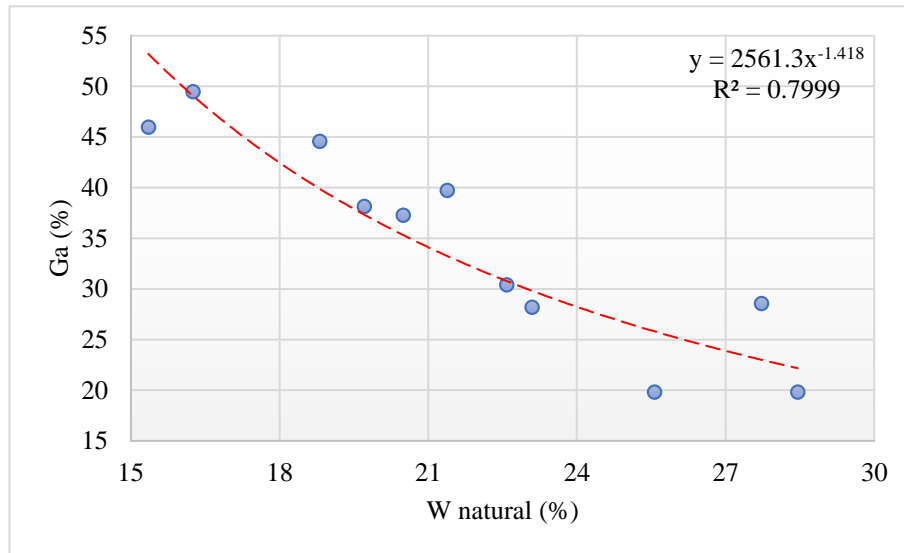
##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Contenido de humedad natural y Grado de Saturación del Agua considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación logarítmica, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.80, calificado como excelente.

El contenido de humedad del suelo y el grado de saturación del agua son directamente proporcionales, ya que a medida que incrementa el contenido de humedad natural del suelo, el grado de saturación del agua de la muestra también aumenta, hasta el punto de la saturación.

#### 4.1.2.3.3 Correlación N<sup>o</sup> 3

##### Contenido de humedad natural y Grado de saturación del aire



**Figura 30:** Contenido de humedad natural vs. Grado de saturación del aire.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$Ga = 2561.3 (W \text{ nat})^{-1.418}$$

##### Coefficiente de Correlación:

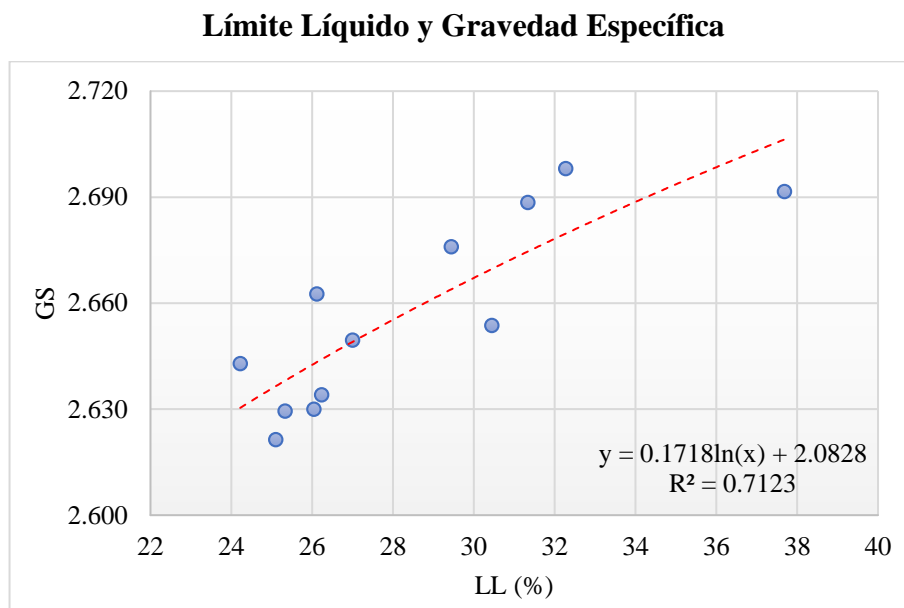
$$R^2 = 0.79$$

##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Contenido de humedad natural y Grado de Saturación del Aire considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación exponencial, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.79, calificado como bueno.

El contenido de humedad natural del suelo y el grado de saturación del aire son inversamente proporcionales entre sí, ya que a medida que el grado de saturación del aire aumenta, el contenido de humedad natural de la muestra disminuye debido a que presenta menos vacíos.

#### 4.1.2.3.4 Correlación N<sup>a</sup> 4



**Figura 31:** Límite Líquido vs. Gravedad Específica.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$G_s = 0.1718 \ln(LL) + 2.0828$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.71$$

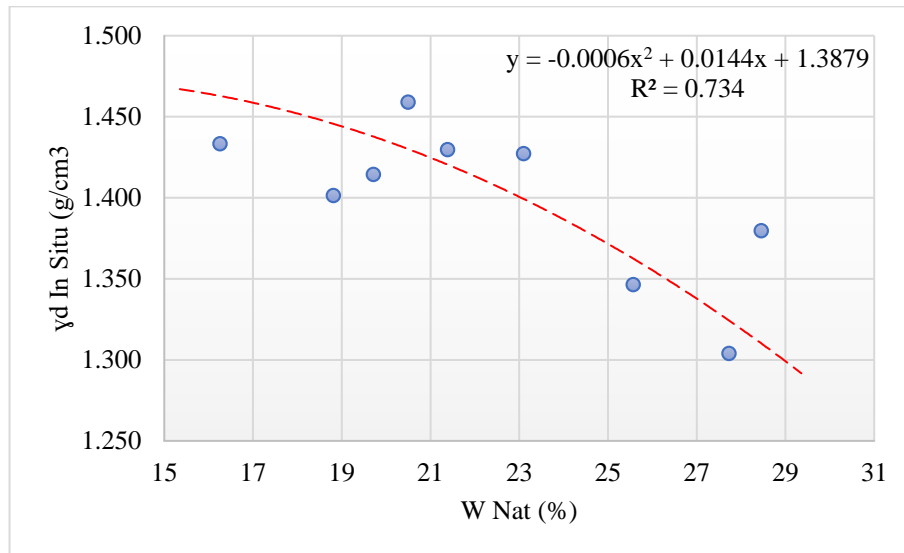
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre contenido de humedad natural y grado de saturación del aire considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación exponencial, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.71, calificado como bueno.

El límite líquido es directamente proporcional a la gravedad específica, puesto que entre más agua necesite un suelo para llegar a su límite líquido, mayor también será su gravedad específica.

#### 4.1.2.3.5 Correlación N<sup>o</sup> 5

##### Humedad Natural y Densidad Seca in Situ



**Figura 32:** Humedad Natural vs. Densidad húmeda in Situ.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$\gamma d \text{ In Situ} = -0.0006 (W \text{ Nat})^2 + 0.0114 (W \text{ Nat}) + 1.3879$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.73$$

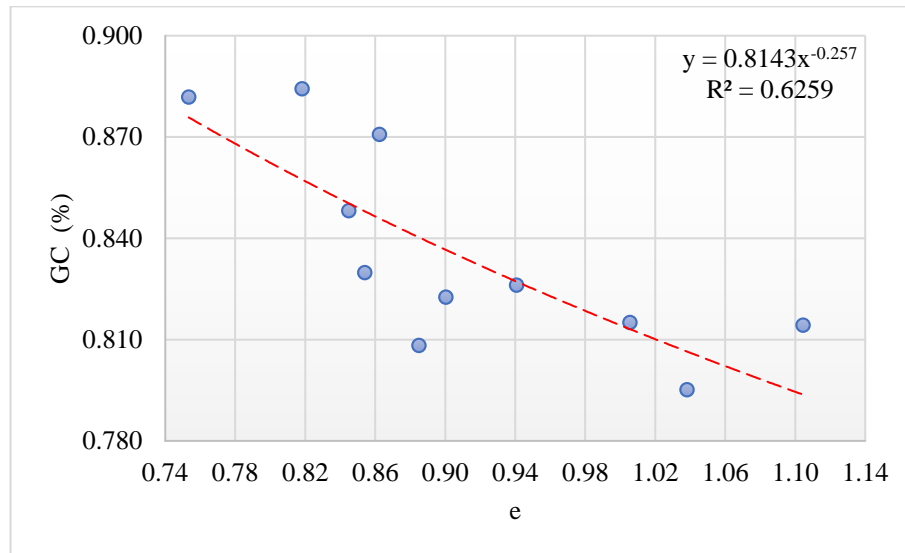
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Humedad Natural y Densidad seca in situ considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.73, calificado como bueno.

La humedad natural es inversamente proporcional con la densidad seca in situ, puesto que, cuanta mayor cantidad de agua retiene el suelo, la densidad seca disminuye por efecto de la humedad misma, lo cual provoca que el suelo pierda resistencia al corte, y su densidad sea menor.

#### 4.1.2.3.6 Correlación N° 6

**Relación de Vacíos y Grado de Compactación**



**Figura 33:** Relación de Vacíos vs. Grado de Compactación  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### **Ecuación:**

$$GC = 0.8143(e)^{-0.257}$$

#### **Coefficiente de Correlación:**

$$R^2 = 0.62$$

#### **Análisis e Interpretación:**

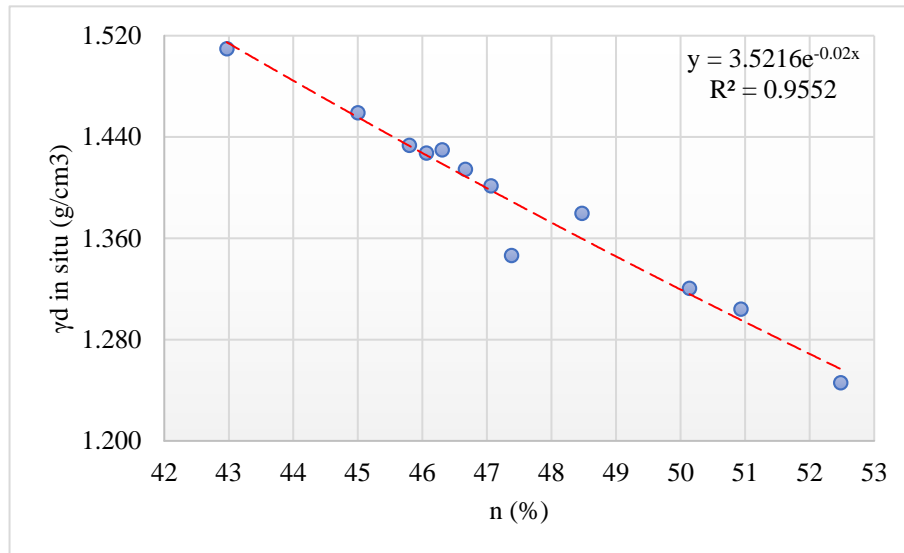
La presente gráfica de correlación entre Relación de vacíos y Grado de compactación, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación exponencial, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.62, calificado como bueno.

La relación de vacíos es inversamente proporcional al grado de compactación del suelo, puesto que, cuando la relación de vacíos aumenta el grado de compactación del suelo disminuye, esto debido a que en el suelo aumenta el volumen de vacíos ya sea esto por presencia de aire o agua.



#### 4.1.2.3.7 Correlación N<sup>o</sup> 7

##### Porosidad y Densidad Seca In Situ



**Figura 34:** Porosidad vs. Densidad seca.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$\gamma d = 3.5216 e^{-0.02(n)}$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.95$$

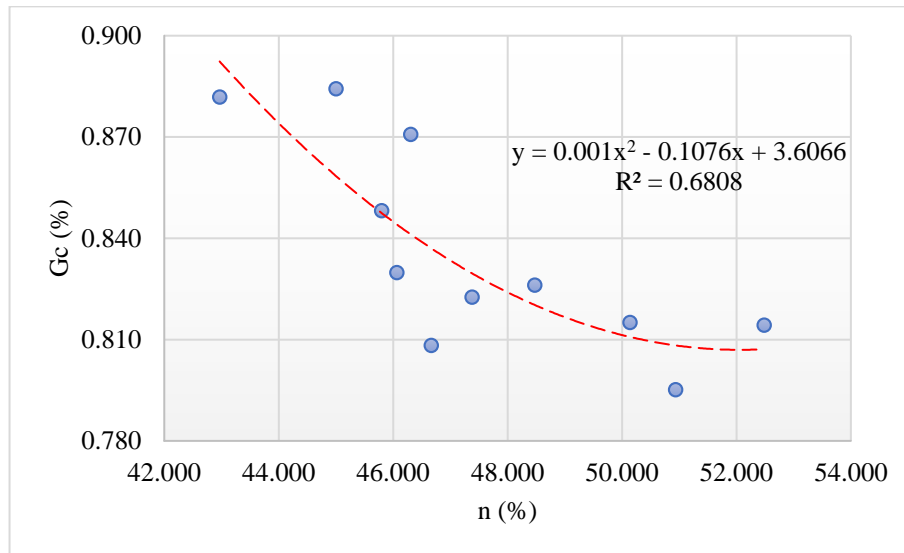
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Porosidad y Densidad seca in situ, considerando **12 muestras**, se ajustó a una ecuación exponencial, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.95, calificado como bueno.

La porosidad es inversamente proporcional a la densidad seca máxima in situ, puesto que, a una mayor densidad, significará que la muestra de suelo se encuentra más compactada, y por lo tanto la porosidad en el suelo será menor.

#### 4.1.2.3.8 Correlación N° 8

##### Grado de compactación y Porosidad.



**Figura 35:** Grado compactación vs. Densidad seca.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$Gc = 0.001 (n)^2 - 0.1076 (n) + 3.6066$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.68$$

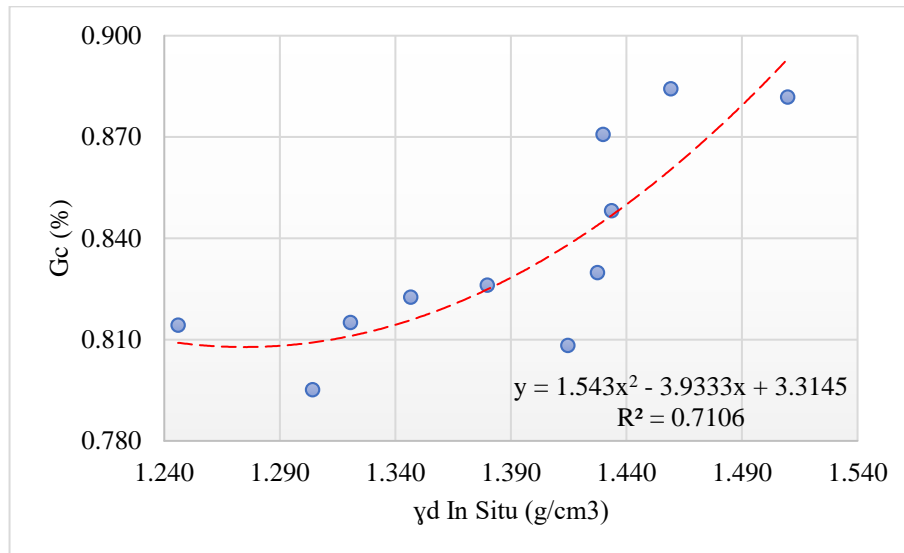
##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Grado de compactación y Porosidad., considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.68, calificado como bueno.

La porosidad es inversamente proporcional al grado de compactación, puesto que, a medida que la porosidad aumenta en suelo, este tiene una alta cantidad de vacíos y por lo tanto el grado de compactación disminuye.

#### 4.1.2.3.9 Correlación N<sup>o</sup> 9

##### Grado de compactación y Densidad seca in situ



**Figura 36:** Grado de compactación vs. Densidad seca.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$Gc = 1.543 (\gamma d)^2 - 3.9333(\gamma d) + 3.3145$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.71$$

#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Grado de compactación y Densidad seca in situ, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.71, calificado como bueno.

El grado de compactación es directamente proporcional a la densidad seca, puesto que, a medida que el suelo se encuentre más denso en su estado natural mayor será el peso volumétrico seco en laboratorio y por lo tanto el grado de compactación será mayor

#### 4.1.2.3.10 Correlación N<sup>a</sup> 10

##### Contenido de Humedad Óptimo vs. Límite Líquido - Límite Plástico

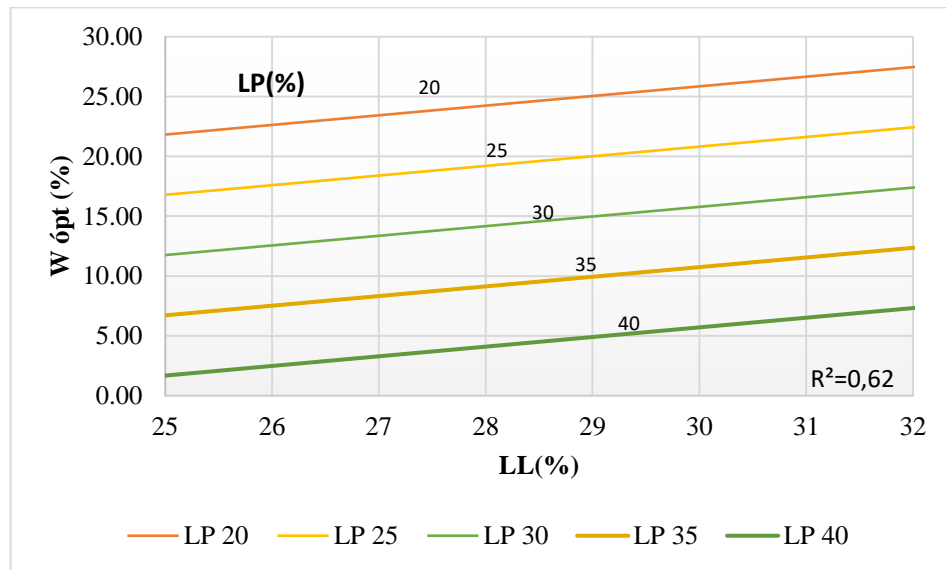


Figura 37: Contenido de Humedad Óptimo vs. Límite Líquido - Límite Plástico  
Autor: Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$W_{\text{ópt}} = 7.892 + 1.255 LL - 1.010 LP$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.62$$

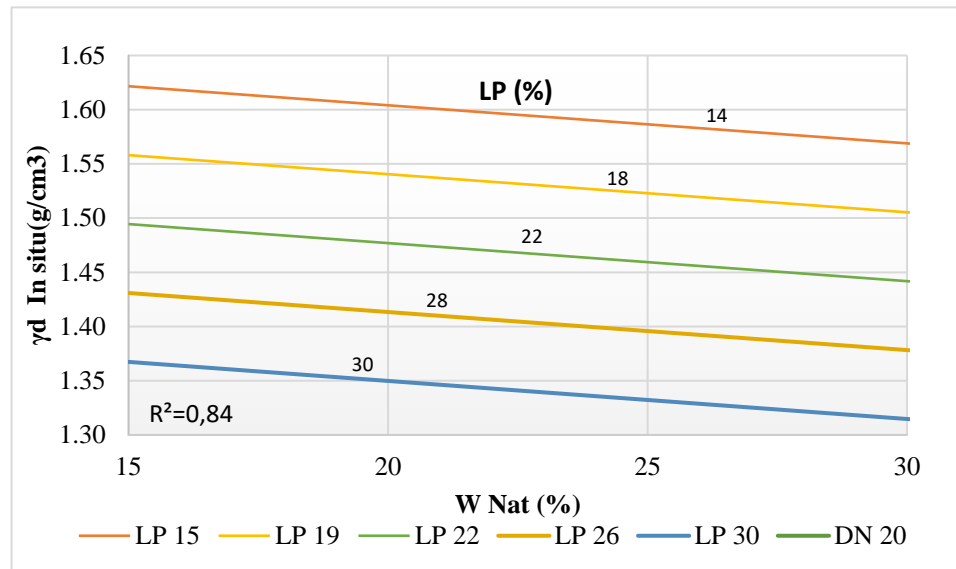
##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación múltiple entre contenido de Humedad Óptimo-Límite Líquido y Límite Plástico, considerando **10 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal múltiple, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.62 calificado como bueno.

El límite líquido es directamente proporcional a la humedad óptima, ya que a mayor contenido de humedad necesite un suelo para llegar a su humedad óptima, este puede soportar un límite líquido mayor, por otra parte, se puede observar de la gráfica de correlación múltiple que mientras la humedad óptima incrementa el límite plástico tiende a reducirse.

#### 4.1.2.3.11 Correlación N<sup>a</sup> 11

##### Densidad Seca in Situ vs. Humedad Natural - Límite Plástico



**Figura 38:** Densidad Seca in Situ vs. Humedad Natural - Límite Plástico  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$\gamma d \text{ in situ} = 1.897 - 0.004 (W \text{ Nat}) - 0.016 (LP)$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.84$$

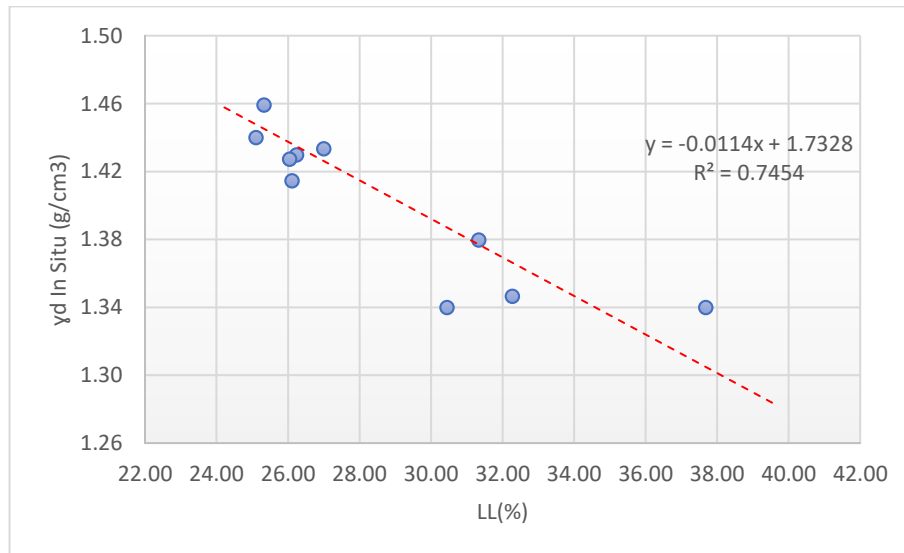
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación múltiple entre Densidad Seca in Situ vs. Humedad Natural - Límite Plástico, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal múltiple, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.84 calificado como bueno.

La humedad natural es inversamente proporcional a la densidad seca in situ, ya que a mayor contenido de humedad menor va a ser la densidad seca in situ, por otra parte, se puede observar de la gráfica de correlación múltiple que el límite plástico es inversamente proporcional a la densidad seca in situ, pues entre mayor humedad requiera un suelo para llegar a su límite plástico menor es su densidad.

#### 4.1.2.3.12 Correlación N<sup>a</sup> 12

##### Densidad Seca in Situ y Limite Líquido.



**Figura 39:** Índice plástico vs. Relación de vacíos.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$\gamma d \text{ In Situ} = -0.0114(LL) + 1.7328$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.74$$

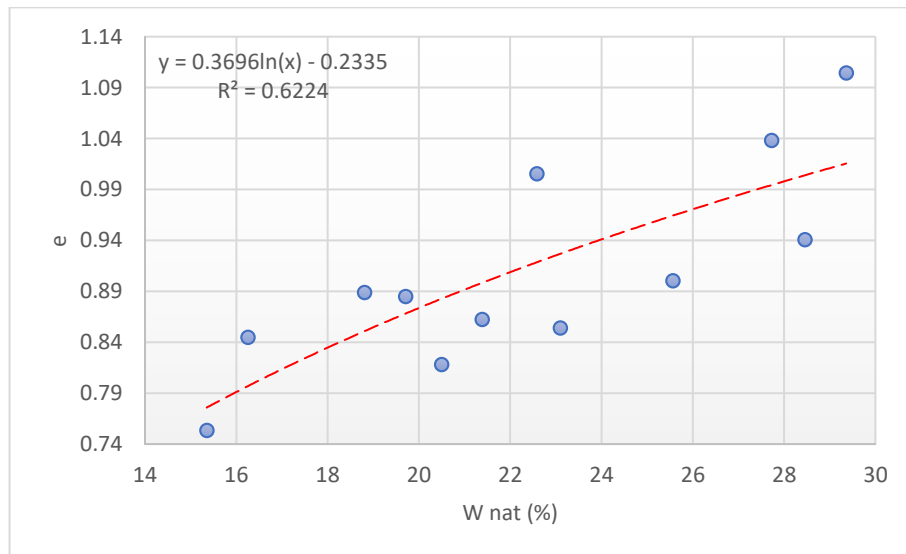
##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Densidad seca in situ y Limite líquido, considerando **12 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.74, calificado como bueno.

El límite líquido es inversamente proporcional a la densidad seca, puesto que, a medida que el límite líquido incrementa quiere decir que el suelo es más plástico y la densidad seca disminuye.

#### 4.1.2.3.13 Correlación N<sup>a</sup> 13

##### Humedad natural vs Relación de Vacíos



**Figura 40:** Humedad natural vs. Relación de Vacíos  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$e = 0.3696 \ln(W \text{ nat}) - 0.2335$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.62$$

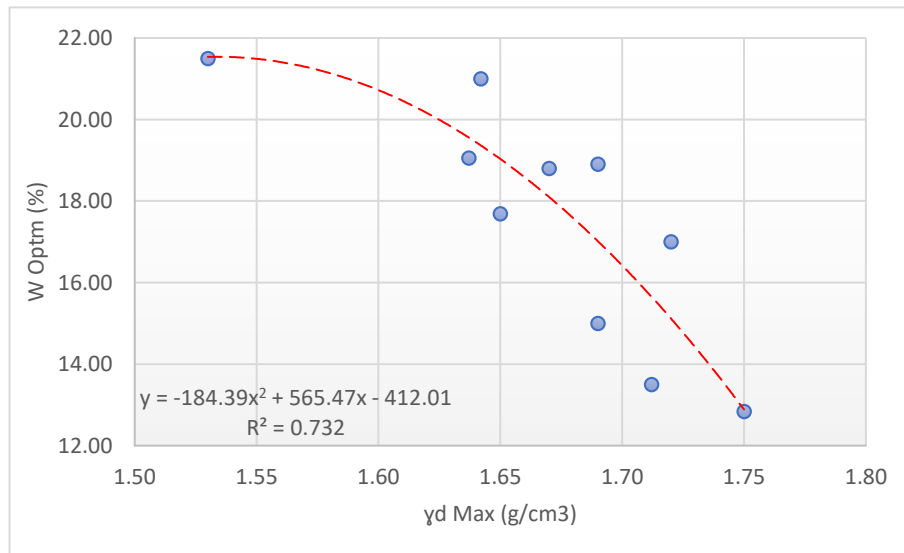
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Humedad natural y Relación de vacíos, considerando **12 muestras**, se ajustó a una ecuación logarítmica, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.62, calificado como aceptable.

La humedad natural es directamente proporcional a la relación de vacíos, puesto que, a medida que la humedad natural incrementa, quiere decir que exceso de agua ocupa un mayor volumen de los vacíos y por ende el valor de la relación de vacíos será mucho mayor.

#### 4.1.2.3.14 Correlación N<sup>a</sup> 14

### Densidad Seca Máxima vs. Humedad Óptima



**Figura 41:** Densidad Seca Máxima vs. Humedad Óptima  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$W_{opt} = -184.39(\gamma_d \text{ Max})^2 + 565.47 - 412.01$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.69$$

#### Análisis e Interpretación:

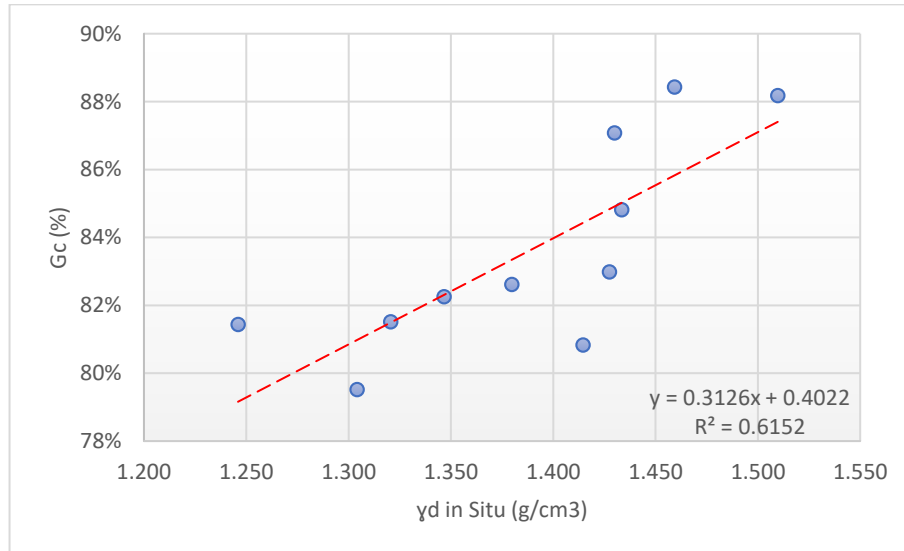
La presente gráfica de correlación entre Densidad seca máxima y Humedad óptima, considerando **10 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.69, calificado como bueno.

La densidad seca máxima es inversamente proporcional a la humedad óptima, puesto que, a medida que la muestra de suelo necesite un mayor contenido de humedad para alcanzar su humedad óptima, la densidad seca máxima va a disminuir ya que el suelo es menos denso.



#### 4.1.2.3.15 Correlación N<sup>a</sup> 15

##### Grado de compactación y Densidad seca in Situ.



**Figura 42:** Grado de compactación vs. Densidad seca Máxima.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$Gc = 0.3126(\gamma d \text{ in Situ}) + 0.4022$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.61$$

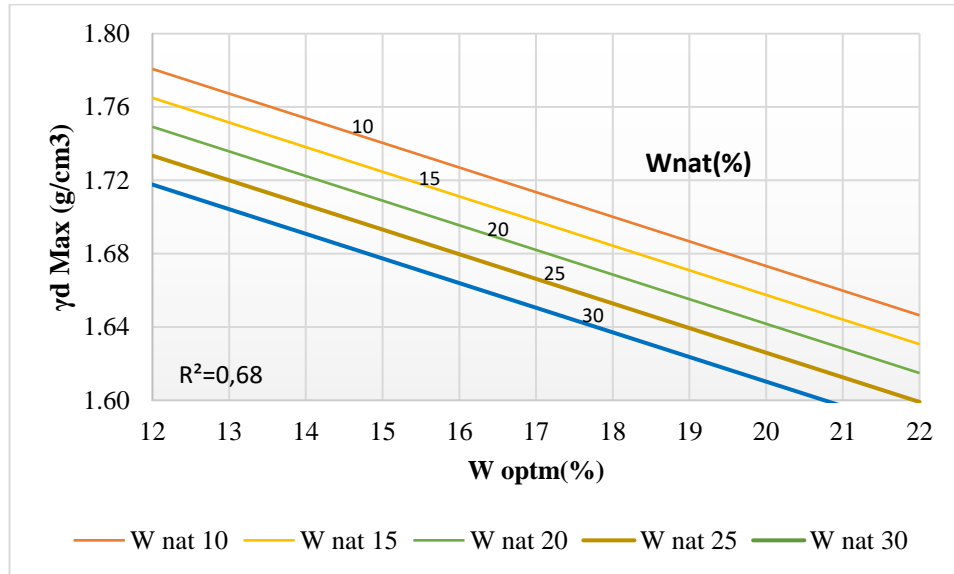
##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre el Grado de compactación y Densidad seca Máxima, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.61, calificado como bueno.

El grado de compactación es directamente proporcional a la densidad seca máxima, esto debido a que, si la densidad seca máxima aumenta, el grado de compactación también, indicando que el suelo tiene un alto grado de compactación.

#### 4.1.2.3.16 Correlación N<sup>a</sup> 16

##### Densidad Seca Máxima vs. Humedad Óptima – Humedad Natural



**Figura 43:** Densidad Seca Máxima vs. Humedad Óptima – Humedad Natural  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$\gamma d \text{ Max} = 1.974 - 0.013 W \text{ óptm} - 1.010 W \text{ nat}$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.68$$

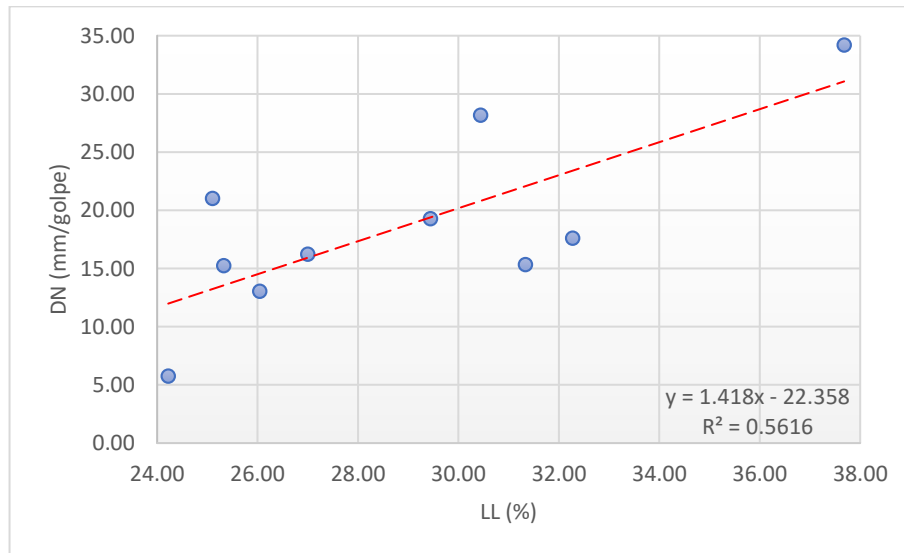
##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación múltiple entre Densidad seca máxima - Humedad óptima y Humedad natural, considerando **10 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal múltiple, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.68 calificado como bueno.

Este conjunto de variables es inversamente proporcional entre sí, ya que, a mayor contenido de humedad sin importar si este es el óptimo o natural la densidad seca máxima tiende a disminuir y esto se debe a la acumulación de partículas de agua en su estructura interna lo que al final se verá reflejado en pérdidas de densidades considerables.

#### 4.1.2.3.17 Correlación N<sup>a</sup> 17.

### Índice de penetración y Limite Líquido



**Figura 44:** Índice de penetración vs. Limite Líquido.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$DN = 1.418(LL) - 22.358$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.56$$

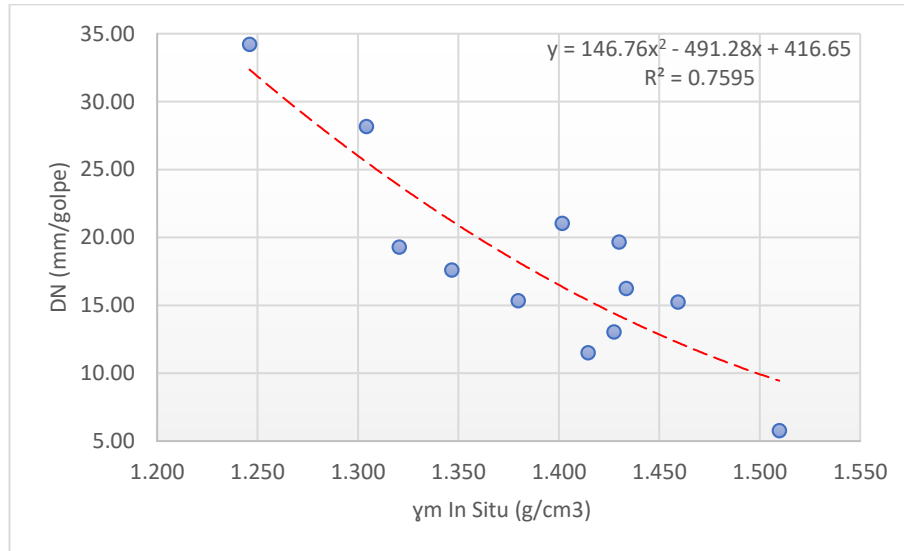
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre el porcentaje de finos y Humedad óptima, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.56, calificado como aceptable.

Su relación es directamente proporcional, sin embargo, esto significa que el suelo al necesitar un mayor contenido de humedad para alcanzar su límite líquido tiende a ser plástico y una de sus características principales es la reducción de capacidad de resistencia al corte o como en este caso al cono dinámico de penetración.

#### 4.1.2.3.18 Correlación N<sup>a</sup> 18

##### Densidad Seca In Situ e Índice de penetración.



**Figura 45:** Densidad Seca Máxima vs. Índice de penetración.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$DN = -146.76(\gamma m)^2 - 491.28(\gamma m) + 416.65$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.75$$

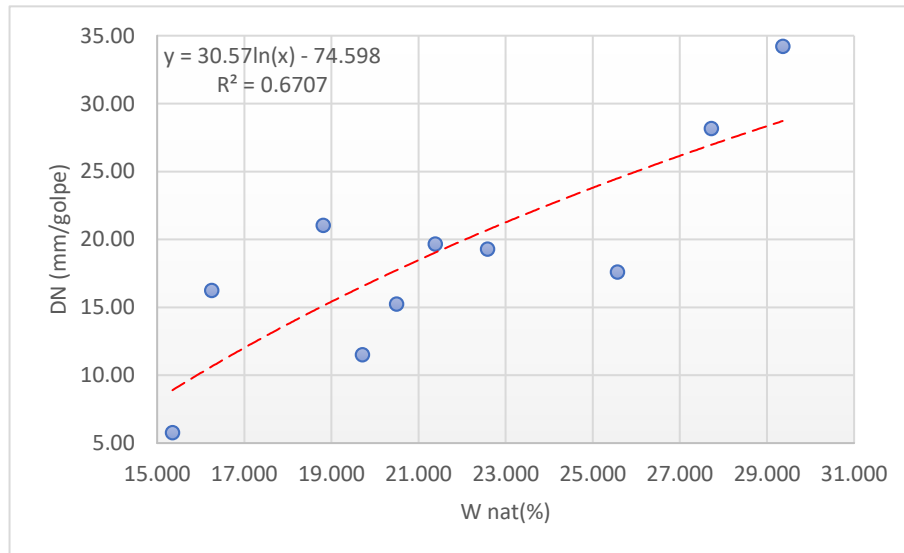
##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre la Densidad seca máxima y el Índice de penetración, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.75, calificado como bueno.

El índice de penetración es inversamente proporcional a la densidad seca máxima, esto significa que, a mayor densidad, menor será el índice de penetración lo cual es un indicador de que el suelo está muy compacto y esto se debe en parte a la densidad que este presenta.

#### 4.1.2.3.19 Correlación N<sup>a</sup> 19

### Índice de Penetración y Humedad Natural



**Figura 46:** Densidad Seca Máxima vs. Índice de penetración.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$DN = 30.57 \ln(W \text{ nat}) - 74.598$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.67$$

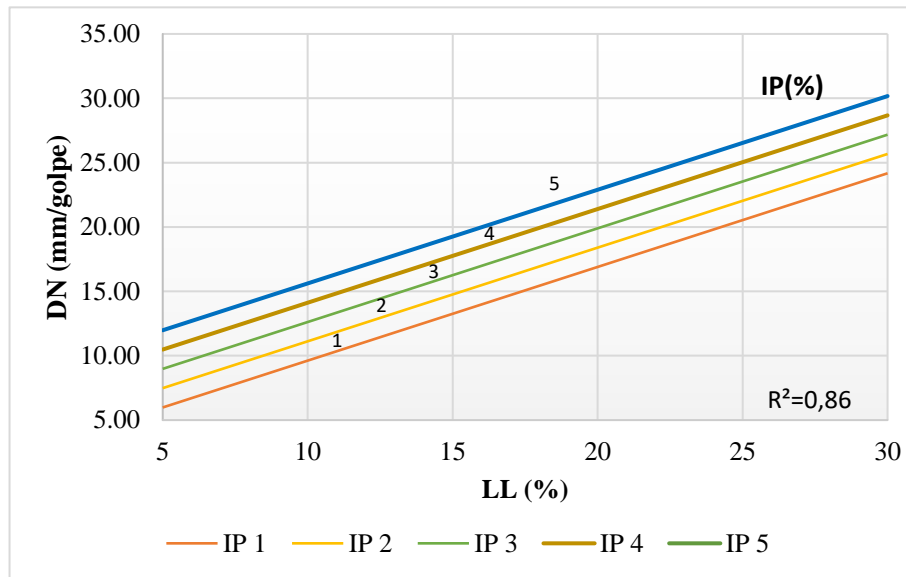
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre la Densidad seca máxima y el Índice de penetración, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación logarítmica, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.66, calificado como aceptable.

El índice de penetración es directamente proporcional a la humedad natural, esto significa que, a mayor contenido de humedad, mayor será el índice de penetración lo cual es un indicador de que el suelo presenta muchos vacíos en este caso ocupados por agua lo cual disminuye su resistencia al corte.

#### 4.1.2.3.20 Correlación N<sup>a</sup> 20

##### Índice de Penetración vs. Límite Líquido – Índice Plástico



**Figura 47:** Índice de Penetración vs. Límite Líquido – Índice Plástico  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$DN = 0.845 + 0.728(LL) + 1.499 (IP)$$

##### Coefficiente de Correlación:

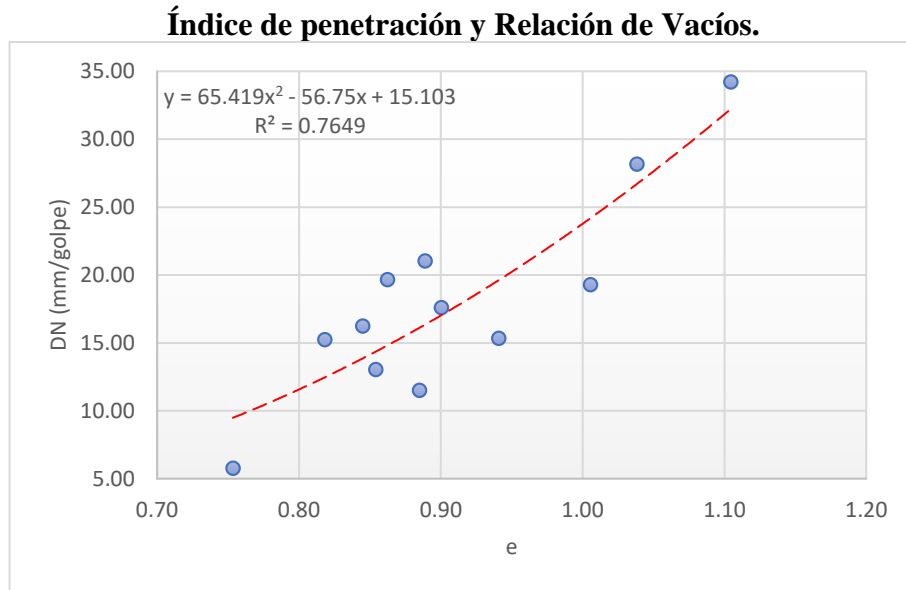
$$R^2 = 0.88$$

##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación múltiple entre Índice de penetración - Límite líquido e Índice plástico, considerando **10 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal múltiple, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.88 calificado como excelente.

El índice de penetración es directamente proporcional al límite líquido, y al índice plástico, ya que, entre más plástico es un suelo, su resistencia al corte disminuye por lo cual aumenta directamente el índice de penetración lo cual significa que el suelo es menos resistente.

#### 4.1.2.3.21 Correlación Nª 21



**Figura 48:** Índice de penetración vs Porosidad  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### **Ecuación:**

$$DN = 65.419(e)^2 - 56.75(e) + 15.103$$

#### **Coefficiente de Correlación:**

$$R^2 = 0.76$$

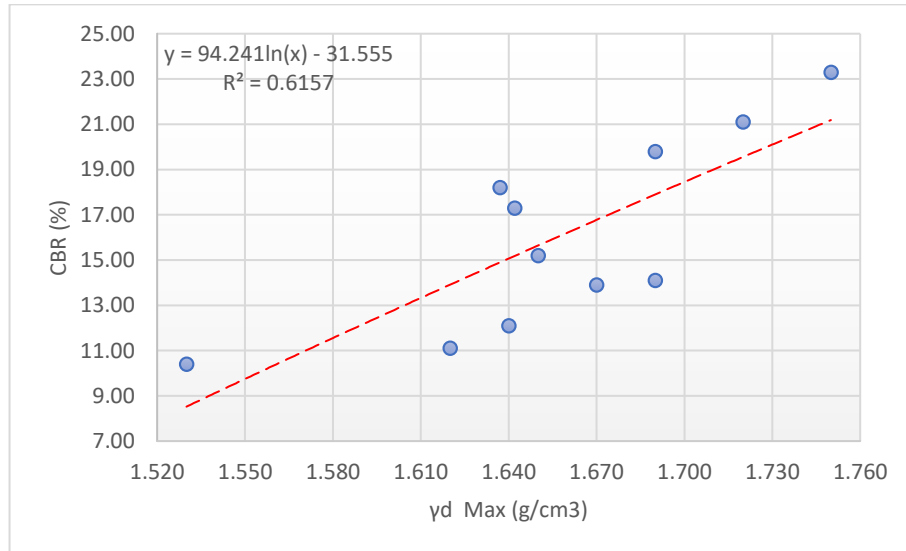
#### **Análisis e Interpretación:**

La presente gráfica de correlación múltiple entre Índice de penetración y porosidad, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.76 calificado como aceptable.

El índice de penetración es directamente proporcional a la porosidad, pues entre mayor sea la porosidad de un suelo el índice de penetración también aumentará, sin embargo, esto significa que el suelo presenta una menor capacidad de resistencia debido a la presencia elevada de vacíos en su estructura interna.

#### 4.1.2.3.22 Correlación N<sup>o</sup> 22

##### CBR y Densidad Seca Máxima.



**Figura 49:** CBR vs. Densidad Seca Máxima.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$CBR = 94.241 \ln(\gamma d Max) - 31.555$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.61$$

##### Análisis e Interpretación:

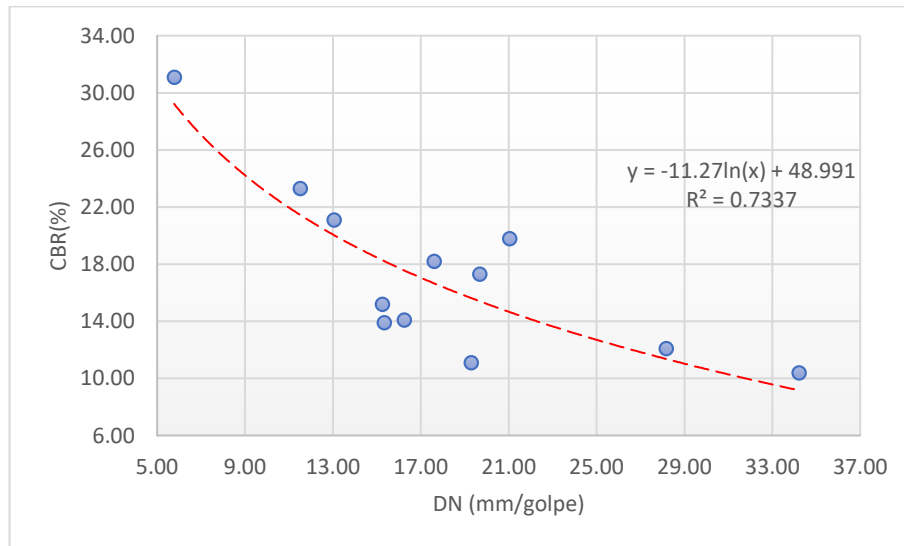
La presente gráfica de correlación entre CBR y Densidad seca máxima, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación logarítmica, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.61, calificado como aceptable.

El CBR es directamente proporcional a la densidad seca máxima, pues el CBR alcanza su máxima resistencia conforme a la compactación o la densidad seca máxima del suelo.



#### 4.1.2.3.23 Correlación N<sup>a</sup> 23

##### **CBR e Índice de Penetración.**



**Figura 50:** CBR vs. Índice de Penetración.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### **Ecuación:**

$$CBR = -11.27 \ln(DN) + 48.991$$

##### **Coefficiente de Correlación:**

$$R^2 = 0.73$$

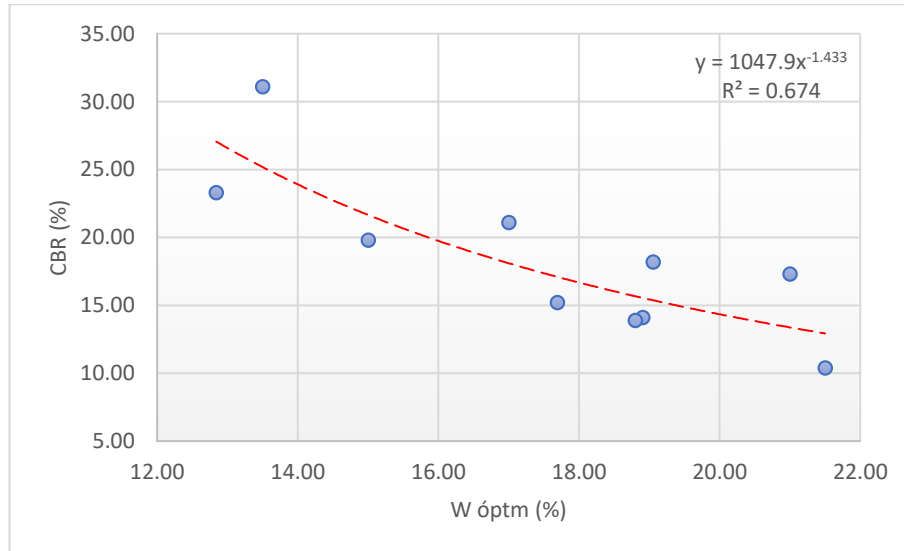
##### **Análisis e Interpretación:**

La presente gráfica de correlación entre el CBR y el Índice de penetración, considerando **10 muestras**, se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.73, calificado como bueno.

El CBR es inversamente proporcional al índice de penetración, puesto que a medida que CBR presenta grandes resistencias y una excelente cohesión, el número del índice de penetración disminuye, significando esto que el suelo resistirá mucho mejor a la penetración a medida que el CBR incrementa.

#### 4.1.2.3.24 Correlación N<sup>a</sup> 24.

##### CBR y Contenido de humedad óptimo.



**Figura 51:** CBR vs. Contenido de humedad óptimo.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$CBR = 1047.9(W \text{ óptm})^{-1.433}$$

##### Coefficiente de Correlación:

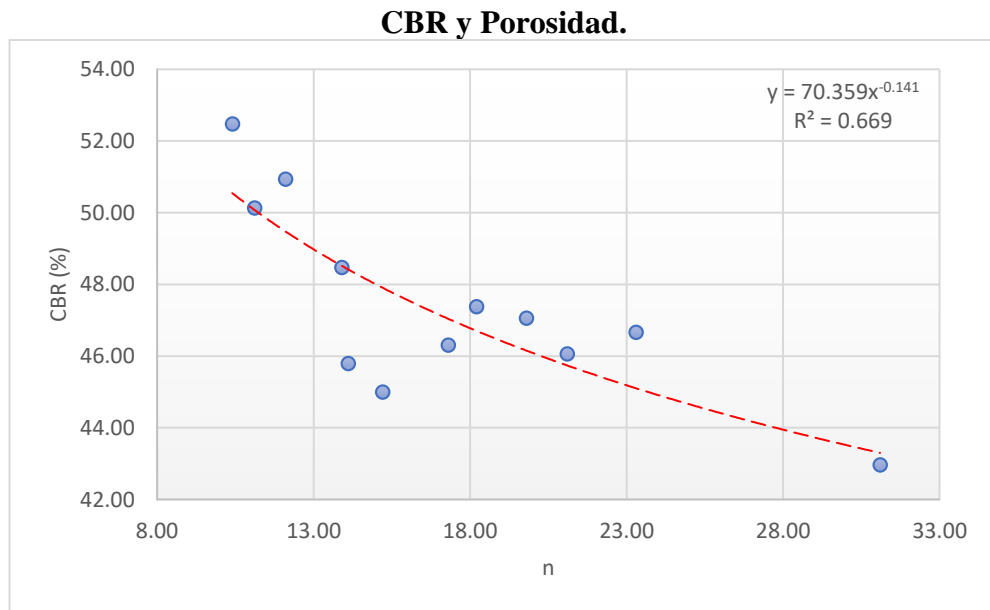
$$R^2 = 0.67$$

##### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre CBR y Contenido de humedad óptimo, considerando **10 muestras**, se ajustó a una ecuación potencial, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.67, calificado como aceptable.

El CBR es inversamente proporcional al contenido de humedad óptimo, puesto que, a una menor medida del contenido de humedad óptimo, este presenta una baja relación de vacíos teniendo así una alta cohesión, alcanzando así el CBR su resistencia máxima.

#### 4.1.2.3.25 Correlación Nª 25



**Figura 52:** CBR vs. Porosidad.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### **Ecuación:**

$$CBR = 70.359(n)^{-0.141}$$

#### **Coefficiente de Correlación:**

$$R^2 = 0.67$$

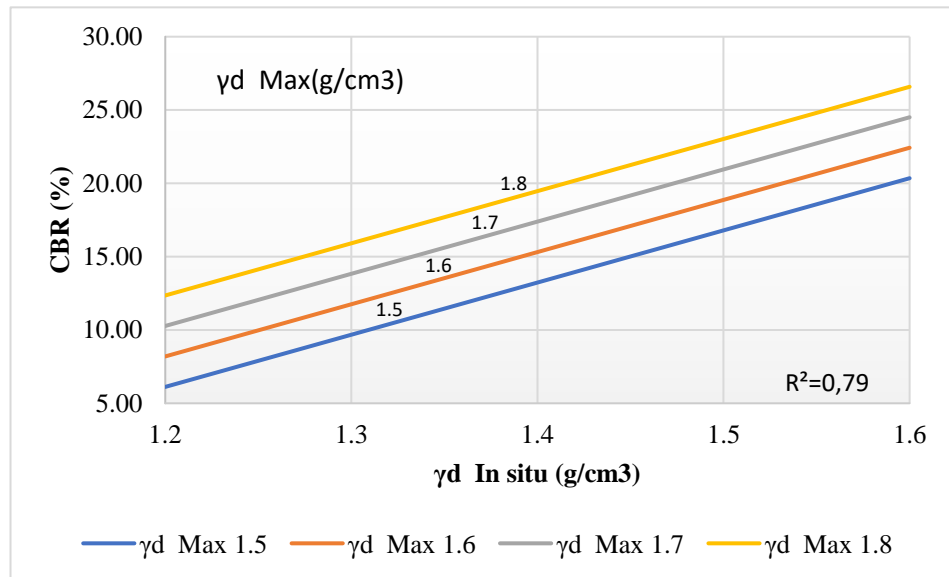
#### **Análisis e Interpretación:**

La presente gráfica de correlación entre CBR y Porosidad, considerando **10 muestras**, se ajustó a una ecuación potencial, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.67, calificado como aceptable.

El CBR es inversamente proporcional a la porosidad, puesto que cuando la porosidad es alta significa que es un suelo inestable y presentará asentamientos al ser sometido a una carga, por lo que el valor de CRB disminuirá considerablemente.

#### 4.1.2.3.26 Correlación Nª 26

##### CBR vs. Densidad seca máxima - Densidad seca In-situ



**Figura 53:** CBR vs. Densidad seca máxima - Densidad seca In-situ  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$CBR = -34.071 + 113.9 \text{ Log}(\gamma d \text{ In situ}) + 20.780 (\gamma d \text{ Max})$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.79$$

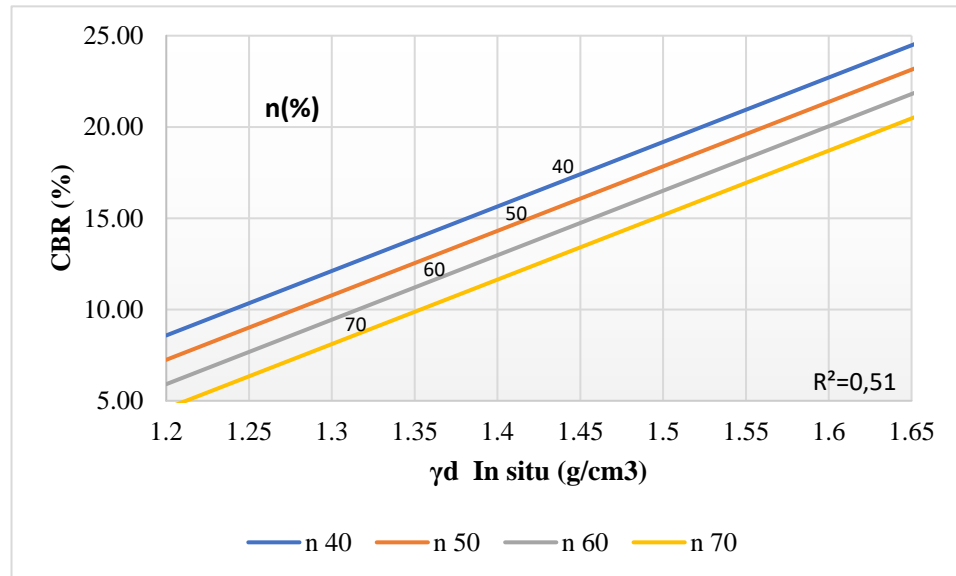
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación múltiple entre CBR - Densidad seca máxima y Densidad seca In-situ, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación logarítmica, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.79 calificado como excelente.

El CBR, densidad seca Máxima y densidad seca In situ están directamente correlaciones entre sí, puesto que, si un suelo in situ presenta una densidad alta, significa que este es denso y podrá alcanzar una densidad seca máxima mucho más alta gran, teniendo gran resistencia a la compresión con valores de CBR altos.

#### 4.1.2.3.27 Correlación Nª 27

##### CBR vs. Densidad seca In-situ - Porosidad



**Figura 54:** CBR vs. Densidad seca In-situ - Porosidad  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### Ecuación:

$$CBR = -2.216 + 115.013 \text{ Log}(\gamma_d \text{ In situ}) + 0.057(n)$$

#### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.79$$

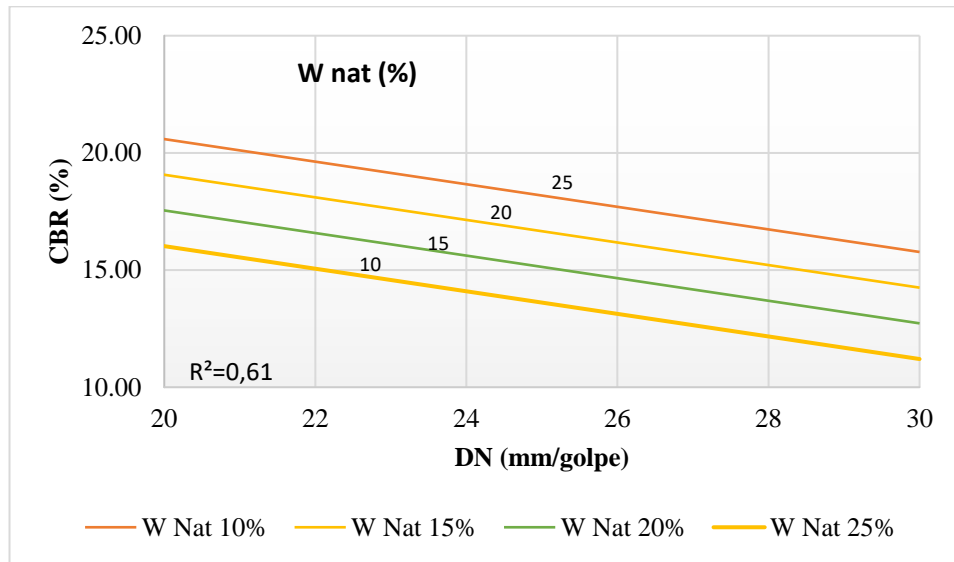
#### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación múltiple entre CBR vs. Densidad seca In-situ y porosidad, considerando **11 muestras**, se ajustó a una ecuación logarítmica, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.51 calificado como aceptable.

El CBR y densidad seca in situ están directamente correlacionados entre sí, puesto que, un suelo denso alcanzará valores de CBR mucho más altos, por otra parte, podemos apreciar que la porosidad es inversamente proporcional al CBR pues al ser un suelo poroso menores serán los valores de CBR que este alcance.

#### 4.1.2.3.28 Correlación N<sup>a</sup> 28

##### CBR vs Índice de Penetración y Contenido de humedad natural.



**Figura 55:** CBR vs Índice de Penetración y Contenido de humedad natural.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López

##### Ecuación:

$$CBR = 33.268 - 0.482 (DN) + -0.305 (Wnat)$$

##### Coefficiente de Correlación:

$$R^2 = 0.61$$

##### Análisis e Interpretación:

En el presente diagrama se realizó la correlación entre el CBR máximo, índice de penetración y contenido de humedad natural, se ajustó a una ecuación lineal con **10 muestras** con coeficiente de correlación regular  $R^2 = 0.61$ .

El CBR y el Índice de penetración DN son inversamente proporcionales, por otra parte, la humedad natural está directamente correlacionada con el CBR puesto que un factor determinante en el CBR es el contenido de humedad óptimo, en este caso en particular la humedad natural mantiene una tendencia directa, sin embargo, se espera un punto en el que esta tendencia se vuelva inversa al presentar un alto contenido de humedad

### 4.1.3 FASE 3: Diseño de Pavimento flexible

#### 4.1.3.1 Diseño del pavimento flexible AASHTO 93

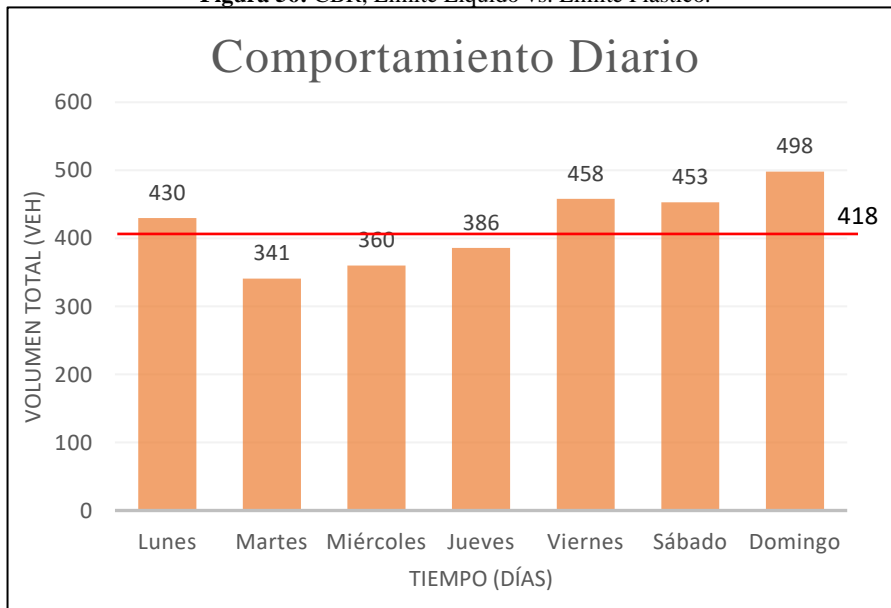
En el barrio Llactayo-San Isidro de la vía que concreta San Juan de Pastocalle y Tanicuchi se estableció una estación de conteo manual desde el lunes 02 de enero del 2023 hasta el domingo 08 de enero del 2023 durante 12 horas diarias, en el horario de 7h00 am a 19h00 pm, tal como especifica la normativa MTOP.

**Tabla 35:** Resumen del conteo vehicular durante 7 días.

Vía	Mes	Año	Sentido	N Días
Tanicuchi	Enero	2023	Ambos	7 días
HORA	VEHICULOS LIVIANOS	Buses TOTAL	TOTAL PESADOS	Total Acumulado 12 h
LUNES	356	29	45	430
MARTES	280	28	33	341
MIERCOLES	313	25	22	360
JUEVES	316	28	42	386
VIERNES	386	35	37	458
SABADO	385	27	41	453
DOMINGO	424	27	47	498
<b>TOTAL</b>	<b>2460</b>	<b>199</b>	<b>267</b>	<b>2926</b>

Autor: Alvaro David Estrella López

**Figura 56:** CBR, Límite Líquido vs. Límite Plástico.



Autor: Alvaro David Estrella López

La hora pico se la registró el día Domingo 08 de enero desde las 7:00 hasta las 8:00, mediante el conteo manual con un total de 54 vehículos entre estos están: el 87.04% de livianos, 3.70% de buses, 9.26% camiones de dos ejes, todo esto en ambos sentidos y siendo los siguientes todos los tipos de vehículos que se evidenciaron en la vía.

**Tabla 36:** Hora pico de vehículos.

HORA PICO							
30ava HORA							
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL
			2DA	2DB	3A	ΣPesados	
7:00 – 7:15	16	0	2	0	0	2	18
7:15 – 7:30	11	0	1	0	0	1	12
7:30 – 7:45	12	1	1	0	0	1	14
7:45 – 8:00	8	1	1	0	0	1	10
TOTAL	47	2	5	0	0	5	54
TOTAL (%)	87.04%	3.70%	9.26%	0.00%	0.00%	9.26%	100%
TPDA	313	13	33	0	0	33	360

**Autor:** Alvaro David Estrella López

### Factor de hora pico

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

$$FHP = \frac{54}{4 * 18}$$

$$FHP = 0.75$$

### 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 (Este se considera 1 si al momento de realizar los cálculos el valor es menor a 1)

**K:** Porcentaje de la 30va hora de diseño.



Vehículos Livianos

$$TPDA_{livianos} = \frac{47 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{livianos} = 313 \frac{Vehículos}{día}$$

Buses

$$TPDA_{buses} = \frac{2 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{buses} = 13 \frac{Vehículos}{día}$$

Camiones

$$TPDA_{camiones} = \frac{5 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{camiones} = 33 \frac{Vehículos}{día}$$

TPDA actual

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

$$TPDA_{actual} = 313 + 13 + 33$$

$$TPDA_{actual} = 360 \frac{vehículos}{día}$$

**Cálculo del Tg (Tránsito Generado)**

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

Vehículos livianos

$$Tg = 20\% * 313$$

$$Tg = 63 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

$$Tg = 20\% * 13$$

$$Tg = 3 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

$$Tg = 20\% * 33$$

$$Tg = 7 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

**Cálculo Tat (Tránsito Atraído)**

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

Vehículos livianos

$$Tat = 10\% * 313$$

$$Tat = 31 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

$$Tat = 10\% * 13$$

$$Tat = 1 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

$$Tat = 10\% * 33$$

$$Tat = 3 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

**Cálculo del Td (Tránsito Desarrollado)**

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

Vehículos livianos

$$Td = 5\% * 313$$

$$Td = 16 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

$$Td = 5\% * 13$$

$$Td = 1 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

$$Td = 5\% * 33$$

$$Td = 2 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

**Tabla 37:** Tráfico Promedio Diario Anual aproximado del proyecto.

<b>Tráfico Actual del Proyecto</b>					
<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>TPDA Actual</b>	<b>Tg</b>	<b>Ta</b>	<b>Td</b>	<b>T aprox</b>
<b>Liviano</b>	313	63	31	16	423
<b>Bus</b>	13	3	1	1	18
<b>Camión</b>	33	7	3	2	45

**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 38:** Tráfico Promedio Diario Anual aproximado del proyecto.

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Período de Diseño (Años)</b>
Urbana con altos volúmenes.	30 a 50
Rural con altos volúmenes.	20 a 50
<b>Pavimentada de bajos volúmenes de tránsito.</b>	<b>15 a 25</b>
Revestida con bajos volúmenes de tránsito	10 a 20

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

La vía que se proyecta es una de tipo pavimentada de bajos volúmenes de tránsito, donde se tomará en cuenta un período de diseño de 20 años.

### **Cálculo del Tránsito Futuro**

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

Donde:

**Ta:** Tránsito actual.

**i:** Índice de crecimiento.

**n:** Número de años proyectado.

### **Índice de Crecimiento (i)**

<b>PERIODO</b>	<b>TIPO DE VEHÍCULOS</b>		
	<b>LIVIANO</b>	<b>BUS</b>	<b>CAMION</b>
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2026-2030	3.25	1.62	1.58
2031-2035	3.25	1.62	1.58
2036-2041	3.25	1.62	1.58

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

## Tráfico futuro para el 1er año (2023)

Vehículos livianos

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

$$Tf = 423 * (1 + 3.57\%)^0$$

$$Tf = 423 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

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

$$Tf = 18 * (1 + 1.78\%)^0$$

$$Tf = 18 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

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

$$Tf = 45 * (1 + 1.74\%)^0$$

$$Tf = 45 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Total, TPDA

$$Total_{TPDA} = Tf_{livianos} + Tf_{buses} + Tf_{camiones}$$

$$Total_{TPDA} = 423 + 18 + 45$$

$$Total_{TPDA} = 486 \text{ Veh/día}$$

## Tráfico futuro para 10 años (2033)

Vehículos livianos

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

$$Tf = 423 * (1 + 3.25\%)^{10}$$

$$Tf = 582 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Buses

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

$$Tf = 18 * (1 + 1.62\%)^{10}$$

$$Tf = 21 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Camiones

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

$$Tf = 45 * (1 + 1.58\%)^{10}$$

$$Tf = 53 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Total, TPDA

$$Total_{TPDA} = Tf_{livianos} + Tf_{buses} + Tf_{camiones}$$

$$Total_{TPDA} = 582 + 21 + 53$$

$$Total_{TPDA} = 656 \text{ Veh/día}$$

**Nota:** Se repite el cálculo por cada uno de los años hasta llegar al año hasta encontrar el tránsito futuro al tiempo de diseño proyectado.

**Tabla 39:** Tránsito proyectado para el período de diseño.

AÑO	%CRECIAMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO			
	LIVIANO	BUS	CAMION	LIVIANO	BUS	CAMION	TPDA Total
2023	3.57	1.78	1.74	423	18	45	486
2024	3.57	1.78	1.74	438	18	46	502
2025	3.57	1.78	1.74	454	19	47	519
2026	3.25	1.62	1.58	466	19	47	532
2027	3.25	1.62	1.58	481	19	48	548
2028	3.25	1.62	1.58	496	20	49	565
2029	3.25	1.62	1.58	512	20	49	582
2030	3.25	1.62	1.58	529	20	50	600
2031	3.25	1.62	1.58	546	20	51	618
2032	3.25	1.62	1.58	564	21	52	637
2033	3.25	1.62	1.58	582	21	53	656
2034	3.25	1.62	1.58	601	21	53	676
2035	3.25	1.62	1.58	621	22	54	697
2036	3.25	1.62	1.58	641	22	55	718
2037	3.25	1.62	1.58	662	23	56	740
2038	3.25	1.62	1.58	683	23	57	763
2039	3.25	1.62	1.58	706	23	58	787
2040	3.25	1.62	1.58	729	24	59	811
2041	3.25	1.62	1.58	752	24	60	836
2042	3.25	1.62	1.58	777	24	61	862
2043	3.25	1.62	1.58	802	25	62	888

**Autor:** Alvaro David Estrella López

Luego de calculado el TPDA futuro para el año 2043 se puede observar que tendremos un total de 888 vehículos por día, por lo que de acuerdo a la MTOP se clasifica a nuestra vía como una vía colectora de tercer grado.

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA	TPDA
Corredor arterial	RI-RII	> 8000
	I	3000-8000
Colectora	II	1000-3000
	III	300-1000
Vecinal	IV	100-300
	V	< 100

**Fuente:** MTOP-2013, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras.

## Factor de daño (Fd)

Es importante conocer el factor de daño típico de los vehículos que transitan por la zona de estudio, para poder calcular posteriormente el número total de Ejes Equivalente W18.

CUADRO DEMOSTRATIVO DEL TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES									
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN			PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)			
						largo	Ancho	Alto	
2 D					CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA					CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB					CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A					CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C					CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10

Fuente: NEVI-12, Norma para estudios y diseños viales.

Tabla 40: Factor de daño según el tipo de vehículo.

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	P(Ton)	(P/6.6) <sup>4</sup>	P(Ton)	(P/8.2) <sup>4</sup>	P(Ton)	(P/15) <sup>4</sup>	P(Ton)	(P/23) <sup>4</sup>	
LIVIANO	3	0.04							0.04
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
C - 2P	3	0.02							1.31
	7	1.27							

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

Así es como se procedió con el cálculo de los demás tipos de vehículos que se evidenciaron en la zona de estudio.

Cálculo del factor de daño para livianos.

$$FD_{livianos} = \left( \frac{3 \text{ Ton}}{6.6} \right)^4 = 0.04$$

Cálculo del factor de daño para buses.



$$FD_{bus} = \left(\frac{4 \text{ Ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{8 \text{ Ton}}{15}\right)^4 = 1.04$$

Cálculo del factor de daño para camiones C-2P

$$FD_{camiones} = \left(\frac{3 \text{ Ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{7 \text{ Ton}}{6.6}\right)^4 = 1.31$$

### Factor de distribución por carril

Número de carriles en una 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.

### 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 41:** Cálculo del Eje Equivalente.

AÑO	%CRECIAMIENTO (i)			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO Tf = Ta* (1+i)^n				W18 diseño por año	W18 acumulado	W18 de diseño	Años n
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	TPDA Total				
2023	3.57	1.78	1.74	423	18	45	486	34914	34914	17457	0
2024	3.57	1.78	1.74	438	18	46	502	35645	70559	35280	1
2025	3.57	1.78	1.74	454	19	47	519	36393	106952	53476	2
2026	3.25	1.62	1.58	466	19	47	532	36950	143902	71951	3
2027	3.25	1.62	1.58	481	19	48	548	37658	181560	90780	4
2028	3.25	1.62	1.58	496	20	49	565	38381	219941	109971	5
2029	3.25	1.62	1.58	512	20	49	582	39120	259061	129531	6
2030	3.25	1.62	1.58	529	20	50	600	39874	298935	149468	7
2031	3.25	1.62	1.58	546	20	51	618	40645	339580	169790	8
2032	3.25	1.62	1.58	564	21	52	637	41432	381012	190506	9
2033	3.25	1.62	1.58	582	21	53	656	42237	423249	211624	10
2034	3.25	1.62	1.58	601	21	53	676	43059	466308	233154	11
2035	3.25	1.62	1.58	621	22	54	697	43899	510207	255103	12
2036	3.25	1.62	1.58	641	22	55	718	44757	554964	277482	13
2037	3.25	1.62	1.58	662	23	56	740	45635	600599	300300	14
2038	3.25	1.62	1.58	683	23	57	763	46532	647131	323565	15
2039	3.25	1.62	1.58	706	23	58	787	47448	694579	347289	16
2040	3.25	1.62	1.58	729	24	59	811	48385	742964	371482	17
2041	3.25	1.62	1.58	752	24	60	836	49343	792306	396153	18
2042	3.25	1.62	1.58	777	24	61	862	50322	842628	421314	19
2043	3.25	1.62	1.58	802	25	62	888	51322	893950	446975	20

**Autor:** Alvaro David Estrella López

## Confiabilidad (R)

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
<b>Colectoras</b>	<b>80 a 95</b>	<b>75 a 95</b>
Caminos vecinales	50 a 80	50 a 80

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

El tipo de carretera del proyecto es una Colectora Clase III Rural, por lo que se considerará una confiabilidad del 90% para dar un mayor grado de seguridad en el diseño de la estructura del pavimento.

## Desviación estándar normal (Zr)

Confiabilidad (R)	Valor Zr
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
<b>90</b>	<b>-1.282</b>
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
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 Zr, para un nivel de confiabilidad del 90% su desviación estándar es -1.282.

### **Desviación estándar global (So)**

La norma AASHTO 93, del manual para el diseño de pavimentos flexibles este nos recomienda usar un valor de 0.45 para pavimentos flexibles.

### **Índice de serviciabilidad (PSI)**

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

Donde:

$PSI_{inicial}$  : Índice servicio inicial, (4.2 para pavimentos flexibles).

$PSI_{final}$ : Índice servicio final, (2 para caminos de transito menor)

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

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

### **Valor de CBR**

Para el diseño de este pavimento se adoptó el valor de CBR obtenido en el laboratorio de la parroquia de Pastocalle C4, donde se obtuvo un valor de 17.30%.

### **Módulo de resiliencia (Mr)**

La AASHTO 93 establece una serie de fórmulas para encontrar dicho modulo en base al CBR del suelo.

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

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

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

De acuerdo a nuestro CBR de laboratorio obtenido de **17.30%** aplicamos la segunda ecuación para el cálculo de módulo de resiliencia.

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

$$Mr (PSI) = 3000 (17.30)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 19136.00 \text{ psi}$$

$$Mr = 19.136 \text{ Ksi}$$

### **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.

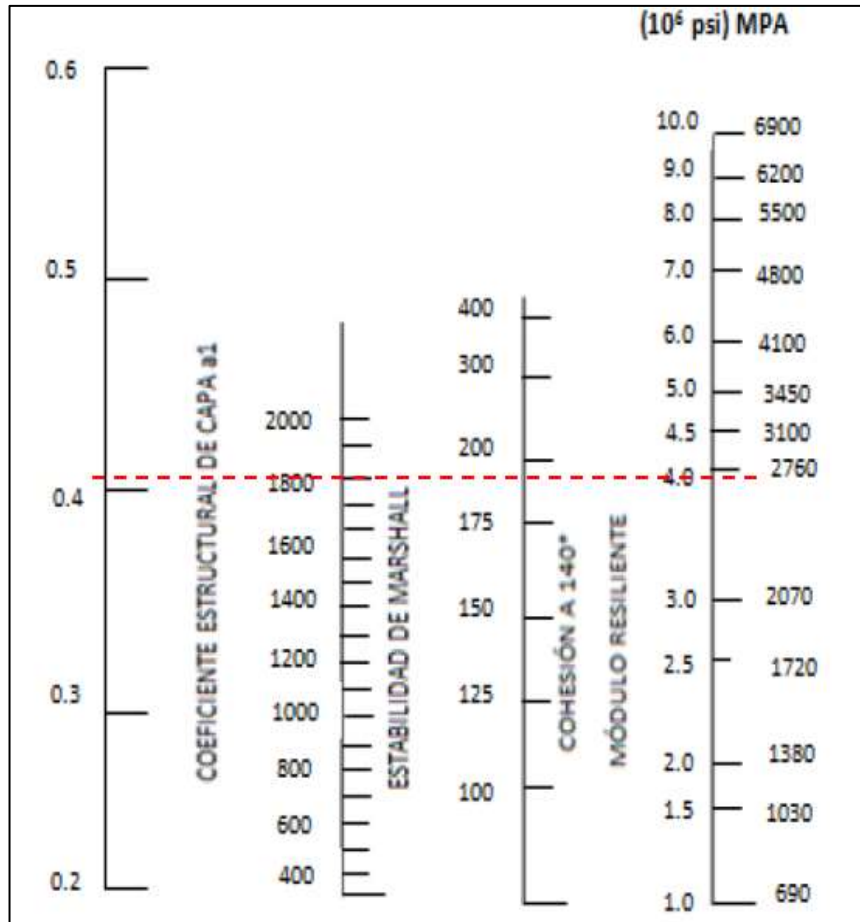
$D_1, D_2, D_3$  : Espesores de la carpeta asfáltica, base y subbase.

$m_1, m_2$ : Coeficientes de drenaje.

Según AASHTO 93, establece el valor mínimo de estabilidad Marshall de una mezcla asfáltica de 1800 lb, el CBR mínimo para bases 80%, y para subbase 30%, a partir de estos valores se pueden obtener los coeficientes  $a_1, a_2, a_3$ .

### **Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica ( $a_1$ )**

Se determinó de acuerdo al ábaco  $a_1$  un coeficiente estructural de 0.405 y un módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica es 375000 psi o 375 ksi.



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

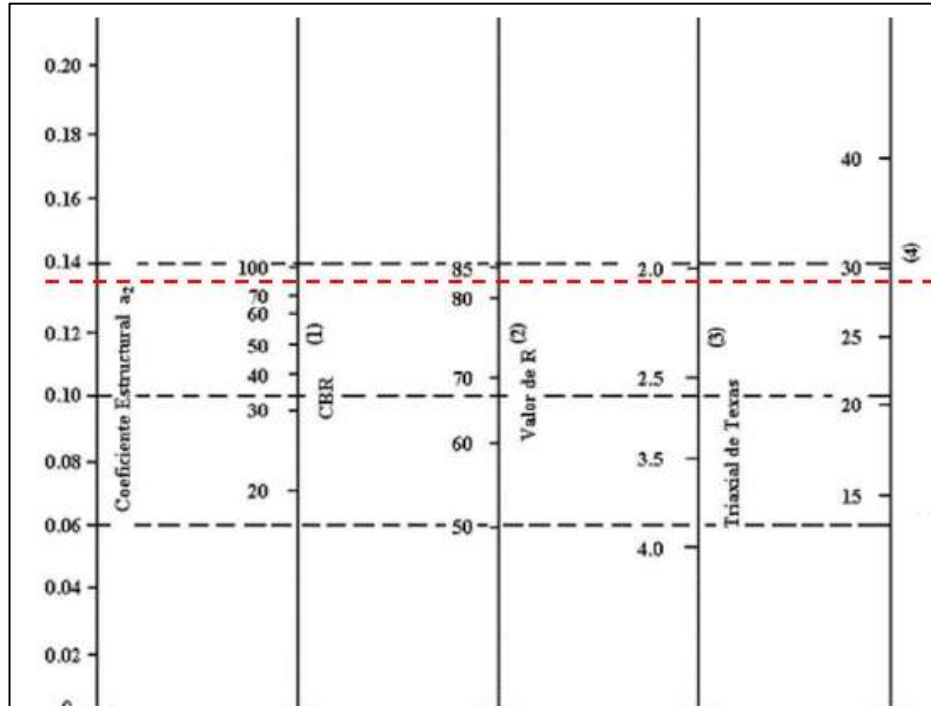
Tabla 42: Valores del coeficiente  $a_1$  mediante el Ábaco.

Modulo 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.

### Coefficiente estructural de la base ( $a_2$ )

Se determinó de acuerdo al ábaco  $a_2$  un coeficiente estructural de 0.133 y un módulo de resiliencia de la base es 28000 psi o 28 ksi.



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

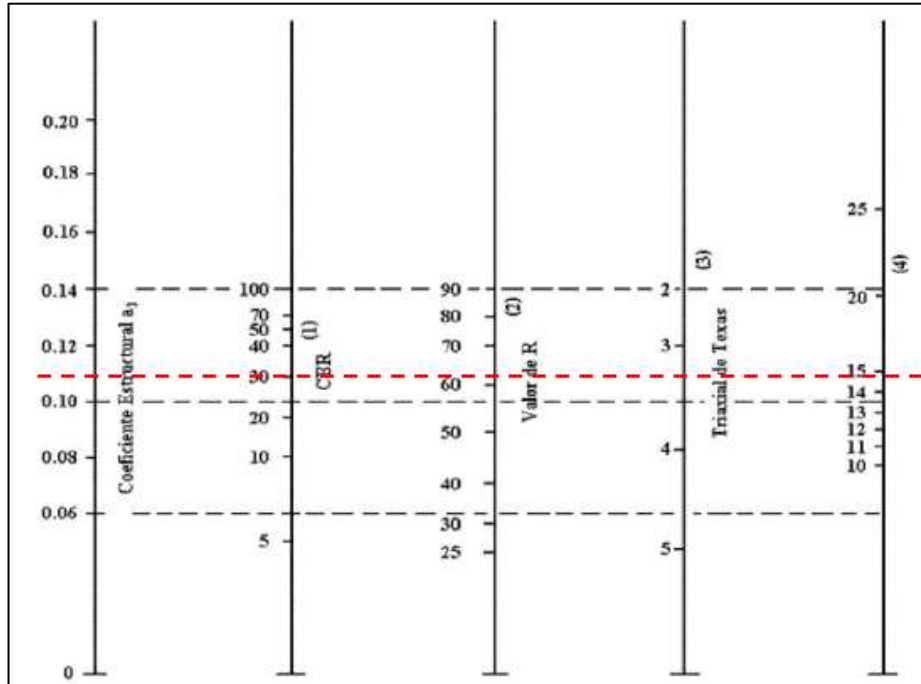
Tabla 43: Valores del coeficiente  $a_2$  mediante el Ábaco.

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.

**a Coeficiente estructural de la subbase ( $a_3$ )**

Se determinó de acuerdo al ábaco  $a_3$  un coeficiente estructural de 0.108 y un módulo de resiliencia de la base es 14900 psi o 14.9 ksi.



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

Tabla 44: 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.



### Coefficiente de drenaje $m_2$ y $m_3$

Para determinar el coeficiente de drenaje de la parroquia San Juan de Pastocalle y Tanicuchi, nos basamos en los anuarios meteorológicos del INAMHI, tomando en consideración la estación meteorológica más cercana que es la M0004 ubicada en Rumipamba- Salcedo.[36]

A continuación, se muestra la distribución de precipitaciones histórica a lo largo del año 2013, donde en base a esto se determinó que la vía de estudio se encuentra expuesta a niveles de humedad mayores del 25%, donde, considerando una calidad de drenaje buena tomamos el valor de 1 para los coeficientes  $m_2$  y  $m_3$ .

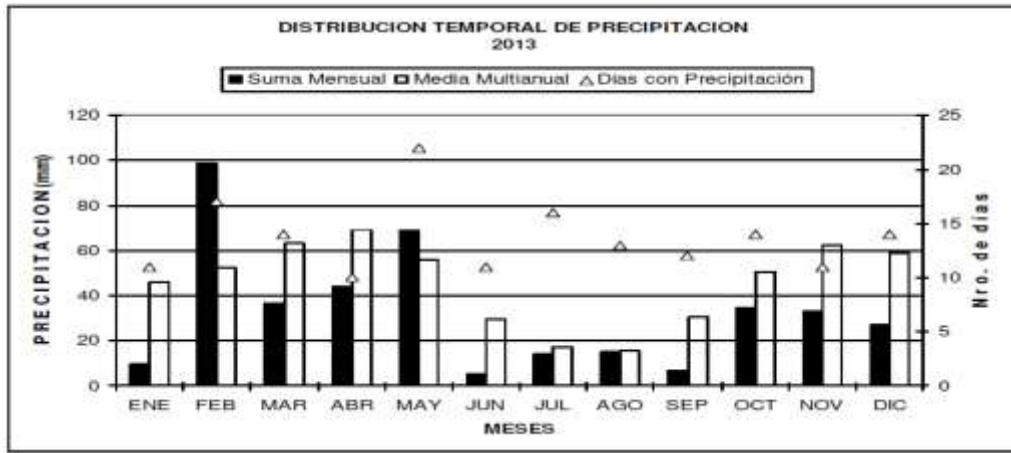


Figura 57: Distribución Temporal de Precipitaciones 2013.[36]

Fuente: INAMHI 2013, Anuario Meteorológico.

En base a las condiciones del entorno se estimó una calidad de drenaje buena con un tiempo de eliminación de agua de 1 día.

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

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

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está 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.

### Determinación de los espesores de la carpeta asfáltica y la base

El manual para el diseño de pavimentos flexibles AASHTO 93 establece los espesores mínimos de acuerdo con el número de ejes equivalentes.

Tránsito W18	Carpeta Asfáltica D1 (cm)	Capa Base D2 (cm)
Menores de 50 000	3	10
50 001 a 150 000	5	10
150 001 a 500 000	6.5	10
500 001 a 200 0000	7.5	15
2 000 001 a 7 000 000	9	15
Mayores a 7 000 000	10	15

Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.

Para la vía del proyecto con el número de ejes equivalentes de 446975.

- Espesor mínimo para capa base = 6.50 cm
- Espesor mínimo para capa subbase = 10 cm

### Determinación del Número Estructural (SN)

Para el cálculo del número estructural nos apoyamos del software de la AASHTO 93 en donde se ingresaron los datos previamente obtenidos como; confiabilidad, módulo de resiliencia, número de ejes equivalentes, pérdida de serviciabilidad.

**Tabla 45:** Valores para el diseño de la estructura del pavimento; CBR de laboratorio.



Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	446975
CBR Diseño	CBR	17.30
Confiabilidad (%)	R	90
Desviación estándar normal	Zr	-1.282
Desviación estándar global	So	0.44
Índice de serviciabilidad	PSI	2.2
Módulo de resiliencia de la subrasante (ksi)	Mr	19.14
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica (ksi)	Mr ca	375.00
Módulo de resiliencia de la base (ksi)	Mr b	28.00
Módulo de resiliencia de la subbase (ksi)	Mr sb	14.9
Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1	0.405
Coefficiente estructural de la base	a2	0.133
Coefficiente estructural de la subbase	a3	0.108
Espesor carpeta asfáltica	D1	6.5
Espesor base granular	D2	10
Coefficiente de drenaje	m2	1
	m3	1

**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Figura 58:** Cálculo del número estructural; CBR de laboratorio.

**Fuente:** Software Ecuación AASHTO 93.

**Tabla 46:** Determinación de los espesores del pavimento; CBR de laboratorio.

 <b>DISEÑO DE PAVIMENTOS</b> <b>METODO ASHTO 93</b> 	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"	
<b>DATOS DE ENTRADA :</b>	
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>	<b>DATOS</b>
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA	375.00 (ksi)
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR	28.00 (ksi)
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE	14.90 (ksi)
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	446.975
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	90 (%)
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1.282
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)	0.44
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr)	19.14 (ksi)
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20 años
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )	0.405
Base granular (a <sub>2</sub> )	0.133
Subbase (a <sub>3</sub> )	0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m <sub>2</sub> )	1.000
Subbase (m <sub>3</sub> )	1.000
<b>DATOS DE SALIDA :</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SNREQ)	SNT <b>2.09</b>
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )	SN1 <b>1.78</b>
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )	SN2 <b>1.45</b>
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )	SN3 <b>0.93</b>
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>	
	<b>PROPUESTA</b>
	TEORICO <b>ESPESOR</b> SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	11.2 cm <b>5.0 cm</b> 0.80
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	27.7 cm <b>10.0 cm</b> 0.52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	21.9 cm <b>18.0 cm</b> 0.77
ESPESOR TOTAL (cm)	<b>33.0 cm</b> <b>2.09</b>
<b>COMPROBACIÓN :</b>	
	$\Sigma SN_{Calculado} \geq SN(Teorico)$
	2.09    2.09 <b>OK</b>

**Autor:** Alvaro David Estrella López

Los espesores determinados para la estructura del pavimento con CBR de laboratorio de C4 igual a 17.30%, de la vía San Juan de Pastocalle - Tanicuchi son los siguientes:

**Tabla 47:** Espesores de la estructura del pavimento diseñado; CBR de laboratorio.

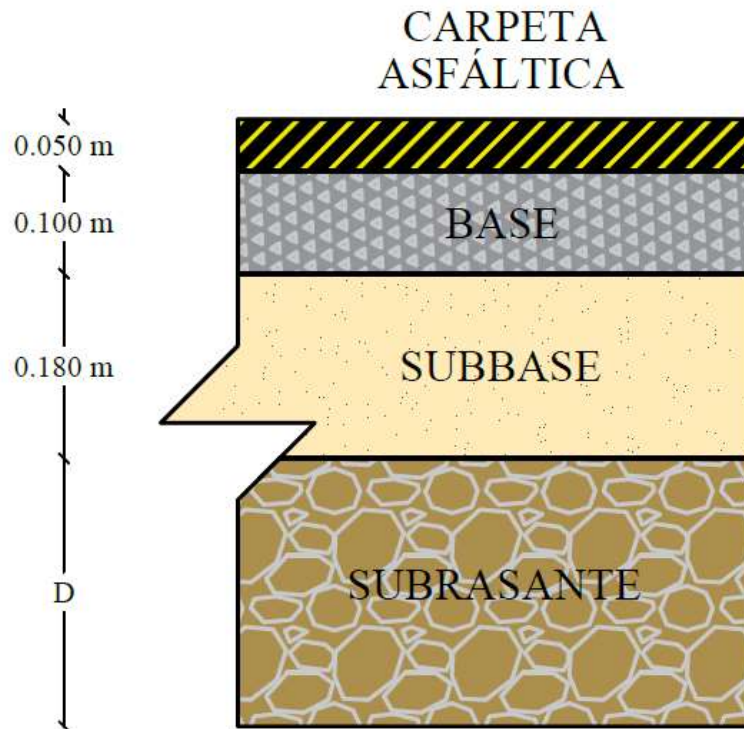
Estructura del Pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5.00
Base	10.00
Subbase	18.00

**Autor:** Alvaro David Estrella López

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

$$0.80 + 0.52 + 0.77 \geq 2.09$$

$$2.09 \geq 2.09 \text{ Si Cumple}$$

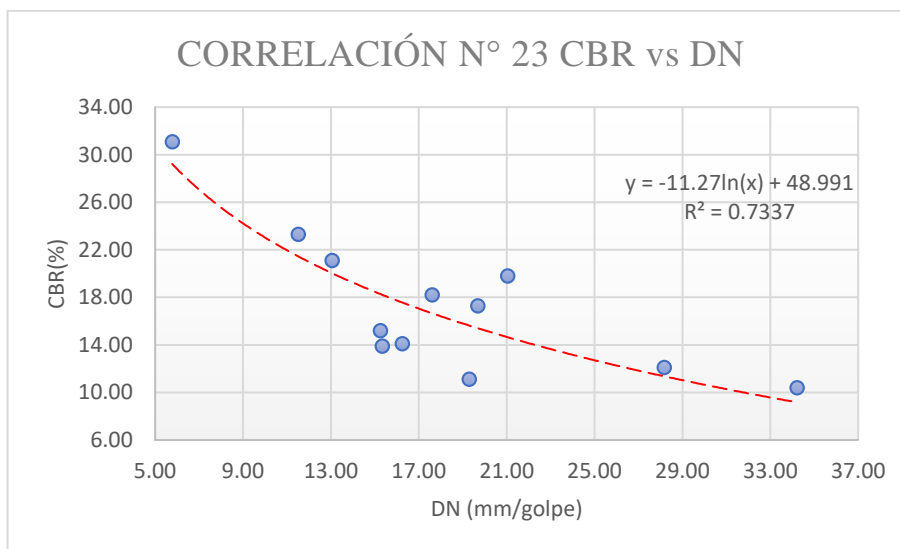


**Figura 59:** Espesores del pavimento diseñado; CBR de laboratorio.

**Autor:** Alvaro David Estrella López

#### 4.1.3.2 Diseño del pavimento flexible mediante las correlaciones obtenidas

Para obtener el CBR necesario para el diseño de pavimento flexible de la se adoptó la correlación N° 23 entre el CBR e Índice de penetración DN



Ecuación:

$$CBR_{\text{correlación}} = -11.27 \ln(DN) + 48.991$$

$$CBR_{\text{correlación}} = -11.27 \ln(19.67) + 48.991$$

$$CBR_{\text{correlación}} = 15.414 \%$$

El valor del CBR obtenido mediante la correlación es de 15.414%, se tomó en cuenta el índice de penetración de la muestra de la parroquia San Juan de Pastocalle C4 que es 19.67 mm/golpe.

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

$$Mr (PSI) = 3000 (15.414)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 17752.77 \text{ psi}$$

$$Mr = 17.752 \text{ Ksi}$$

### Determinación del Número Estructural (SN)

Para el cálculo del número estructural nos apoyamos del software de la AASHTO 93 en donde se ingresaron de nuevo los datos previamente obtenidos con la diferencia del Módulo de resiliencia del CBR calculado con correlaciones

**Tabla 48:** Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento.

Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	446975
CBR Diseño	CBR	15.41
Confiabilidad (%)	R	90
Desviación estándar normal	Zr	-1.282
Desviación estándar global	So	0.44
Índice de serviciabilidad	PSI	2.2
Módulo de resiliencia de la subrasante (ksi)	Mr	17.75
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica (ksi)	Mr ca	375.00
Módulo de resiliencia de la base (ksi)	Mr b	28.00
Módulo de resiliencia de la subbase (ksi)	Mr sb	14.9
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:** Alvaro David Estrella López

Ecuación AASHTO 93

### CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiability (R) y Desviación estándar (So)  
 90 % Zr=-1.282 So 0.44

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 17752.77 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 446975**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.15**



Observaciones

Calcular Salir

**Figura 60:** Cálculo del número estructural.  
**Autor:** Alvaro David Estrella López



**Tabla 49:** Determinación de los espesores del pavimento.

 <b>DISEÑO DE PAVIMENTOS</b> <b>METODO ASHTO 93</b> 																			
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																			
DATOS DE ENTRADA :																			
1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES	DATOS																		
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA	375.00 (ksi)																		
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR	28.00 (ksi)																		
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE	14.90 (ksi)																		
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE																			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	446.975																		
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	90 (%)																		
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1.282																		
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)	0.44																		
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr)	17.75 (ksi)																		
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2																		
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0																		
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20 años																		
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO																			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA																			
Concreto Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )	0.405																		
Base granular (a <sub>2</sub> )	0.133																		
Subbase (a <sub>3</sub> )	0.108																		
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA																			
Base granular (m <sub>2</sub> )	1.000																		
Subbase (m <sub>3</sub> )	1.000																		
DATOS DE SALIDA :																			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SNREQ)	SNT <b>2.15</b>																		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )	SN1 <b>1.78</b>																		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )	SN2 <b>1.45</b>																		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )	SN3 <b>0.93</b>																		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">PROPUESTA</th> </tr> <tr> <th>TEORICO</th> <th>ESPESOR</th> <th>SN*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>5.0 cm</b></td> <td style="text-align: center;">0.80</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR BASE GRANULAR (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>10.0 cm</b></td> <td style="text-align: center;">0.52</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>20.0 cm</b></td> <td style="text-align: center;">0.85</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR TOTAL (cm)</td> <td style="text-align: center;"><b>35.0 cm</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2.17</b></td> </tr> </tbody> </table>	PROPUESTA			TEORICO	ESPESOR	SN*	ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	<b>5.0 cm</b>	0.80	ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	<b>10.0 cm</b>	0.52	ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	<b>20.0 cm</b>	0.85	ESPESOR TOTAL (cm)	<b>35.0 cm</b>	<b>2.17</b>
PROPUESTA																			
TEORICO	ESPESOR	SN*																	
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	<b>5.0 cm</b>	0.80																	
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	<b>10.0 cm</b>	0.52																	
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	<b>20.0 cm</b>	0.85																	
ESPESOR TOTAL (cm)	<b>35.0 cm</b>	<b>2.17</b>																	
COMPROBACIÓN :																			
	$\Sigma SN_{Calculado} \geq SN_{Teorico}$																		
	2.17      2.15 <b>OK</b>																		

**Autor:** Alvaro David Estrella López

Los espesores determinados para la estructura del pavimento con CBR de correlación N° 23 igual a 17.30%, de la vía San Juan de Pastocalle - Tanicuchi son los siguientes:

**Tabla 50:** Espesores de la estructura del pavimento diseñado.

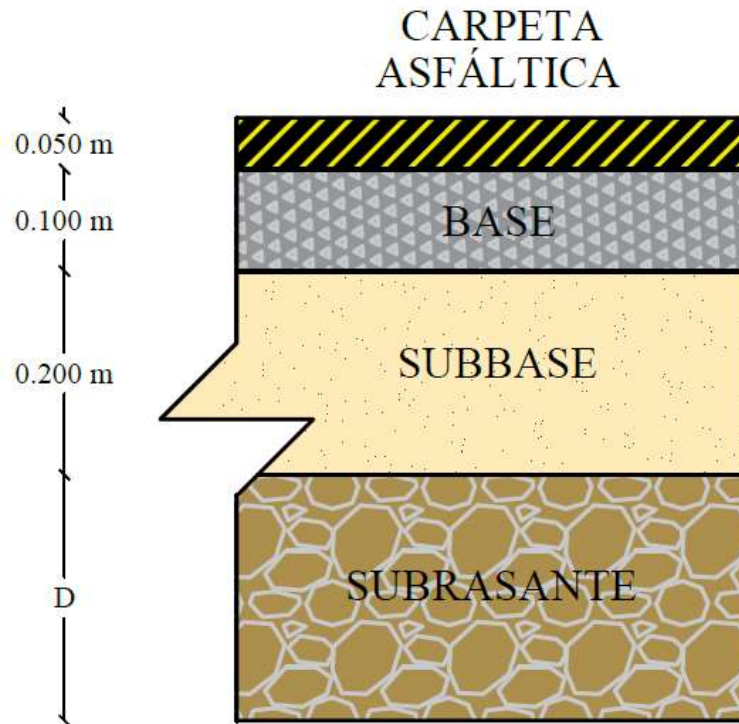
Estructura del Pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5.00
Base	10.00
Subbase	20.00

**Autor:** Alvaro David Estrella López

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

$$0.80 + 0.52 + 0.85 \geq 2.15$$

$$2.17 \geq 2.15 \text{ Si Cumple}$$



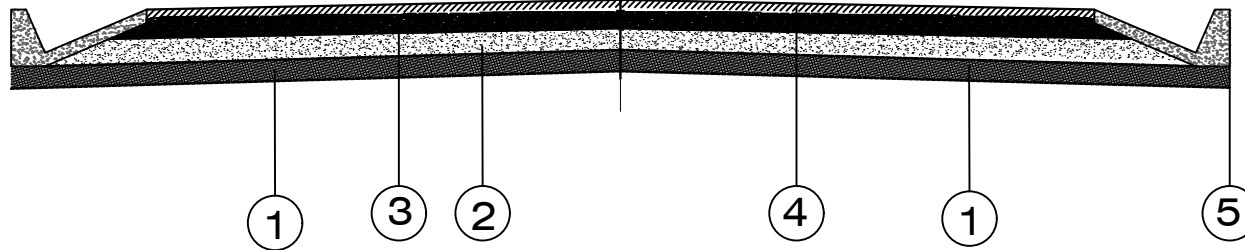
**Figura 61:** Espesores del pavimento diseñado; CBR de correlación.

**Autor:** Alvaro David Estrella López

# SECCIÓN TÍPICA CAMINO CLASE III LLANO

“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”

ESCALA:  
S/N



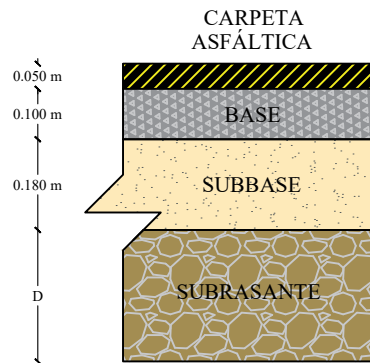
## LEYENDA

- 1) ESTRATIGRAFIA DE LA SUBRASANTE
- 2) SUB-BASE GRANULAR  $e = 0.15$  m.
- 3) BASE GRANULAR  $e = 0.10$  m.
- 4) CARPETA ASFÁLTICA  $e = 0.065$  m
- 5) CUNETAS (HORMIGÓN SIMPLE  $f'c=180$  kg/cm<sup>2</sup>)

## DETALLE PAVIMENTO

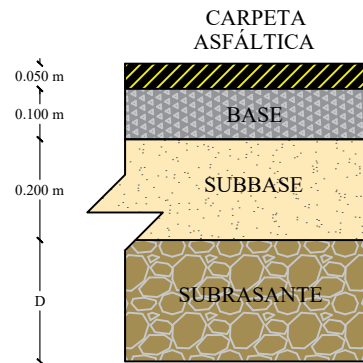
### DISEÑO CON CBR DE LABORATORIO



CBR=17.30 %  
MR=19.136 KSI



### DISEÑO CON CBR DE CORRELACIÓN

CBR=15.41 %  
MR=17.752 KSI



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		
	PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI	ESCALA: 1:30 FECHA: 04 DE FEBRERO DE 2022 DIBUJO: ÁLVARO ESTRELLA	
CONTIENE: SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES DEL PAVIMENTO		HOJA: 1 DE 1 TIPO DE PAVIMENTO: FLEXIBLE (ASFALTO)	
ELABORADO POR: _____ ÁLVARO ESTRELLA		REVISADO Y APROBADO: _____ ING. FAVIO PORTILLA	

#### 4.1.4 FASE 4: Clasificación del Suelo

##### 4.1.4.1 Clasificación del Suelo

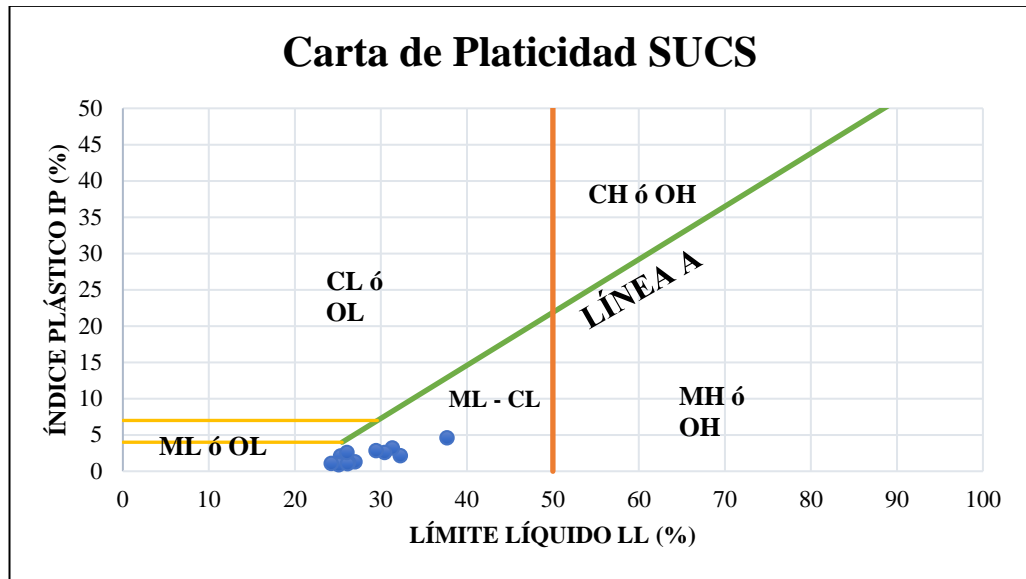
En base a los datos obtenidos de granulometría, límites de Atterberg se clasificó los suelos de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi según la AASHTO y SUCS, obteniendo los siguientes resultados:

PARROQUIA	CALICATA	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	
		ESTE (m)	NORTE (m)	SUCS	AASHTO
San Juan de Pastocalle	C1	766917.13	9921839.75	SM	A-2-4
	C2	764124.16	9920275.43	SM	A-2-4
	C3	762324.42	9920366.34	SM	A-2-4
	C4	763242.01	9919464.68	SM	A-2-4
	C5	761857.32	9920874.96	SM	A-2-4
	C6	760774.89	9922740.52	SP- SM	A-2-4
Tanicuchi	C7	764682.80	9911058.48	SC	A-2-4
	C8	762929.70	9914158.41	SM	A-2-4
	C9	762121.90	9912683.38	SM	A-2-4
	C10	765276.38	9917109.80	SC	A-2-4
	C11	760714.66	9912701.32	SM	A-2-4
	C12	761311.87	9917345.14	SM	A-2-4

Autor: Alvaro David Estrella López

##### 4.1.4.1.1 Distribución de suelos según la clasificación SUCS

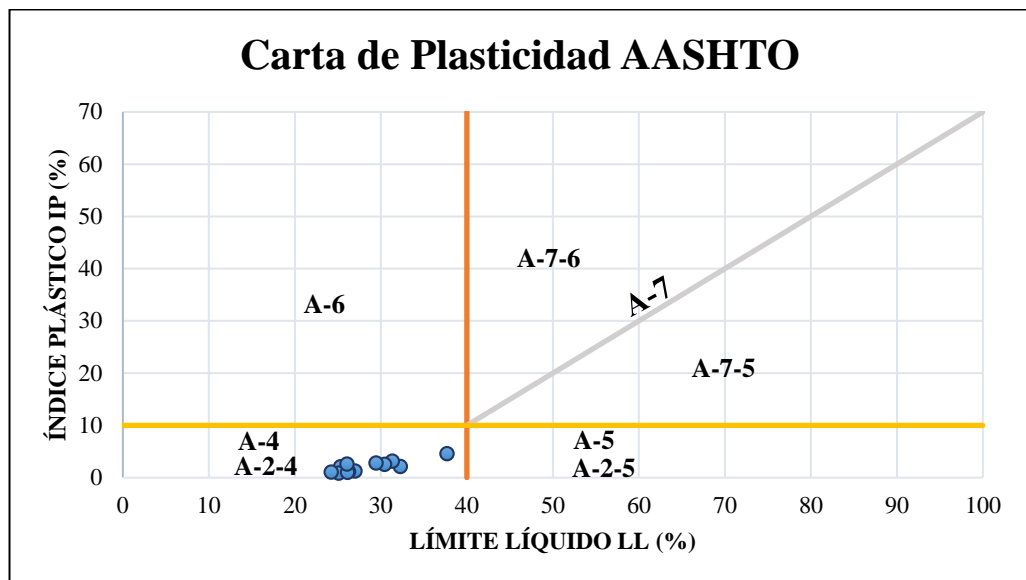
Según el sistema de clasificación SUCS, empleando la carta de plasticidad, se pudo establecer que los suelos de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi están conformados principalmente por arenas limosas baja plasticidad, SM.



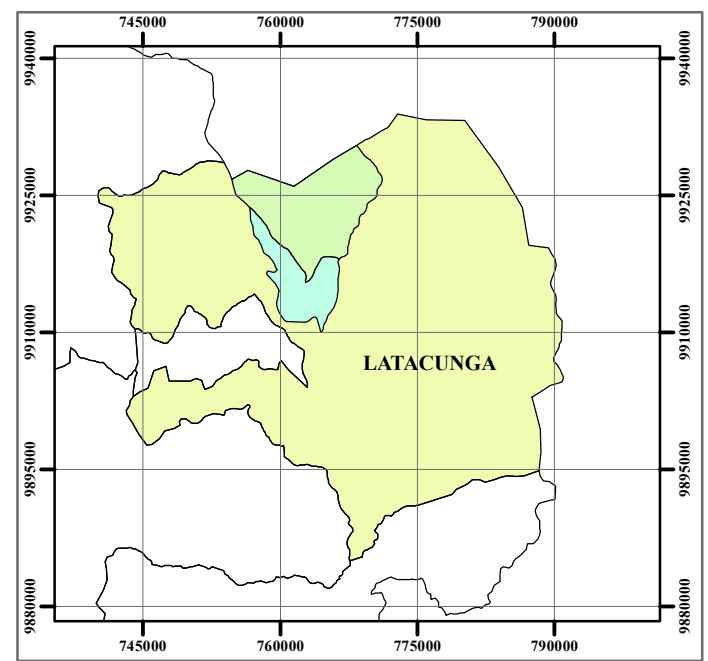
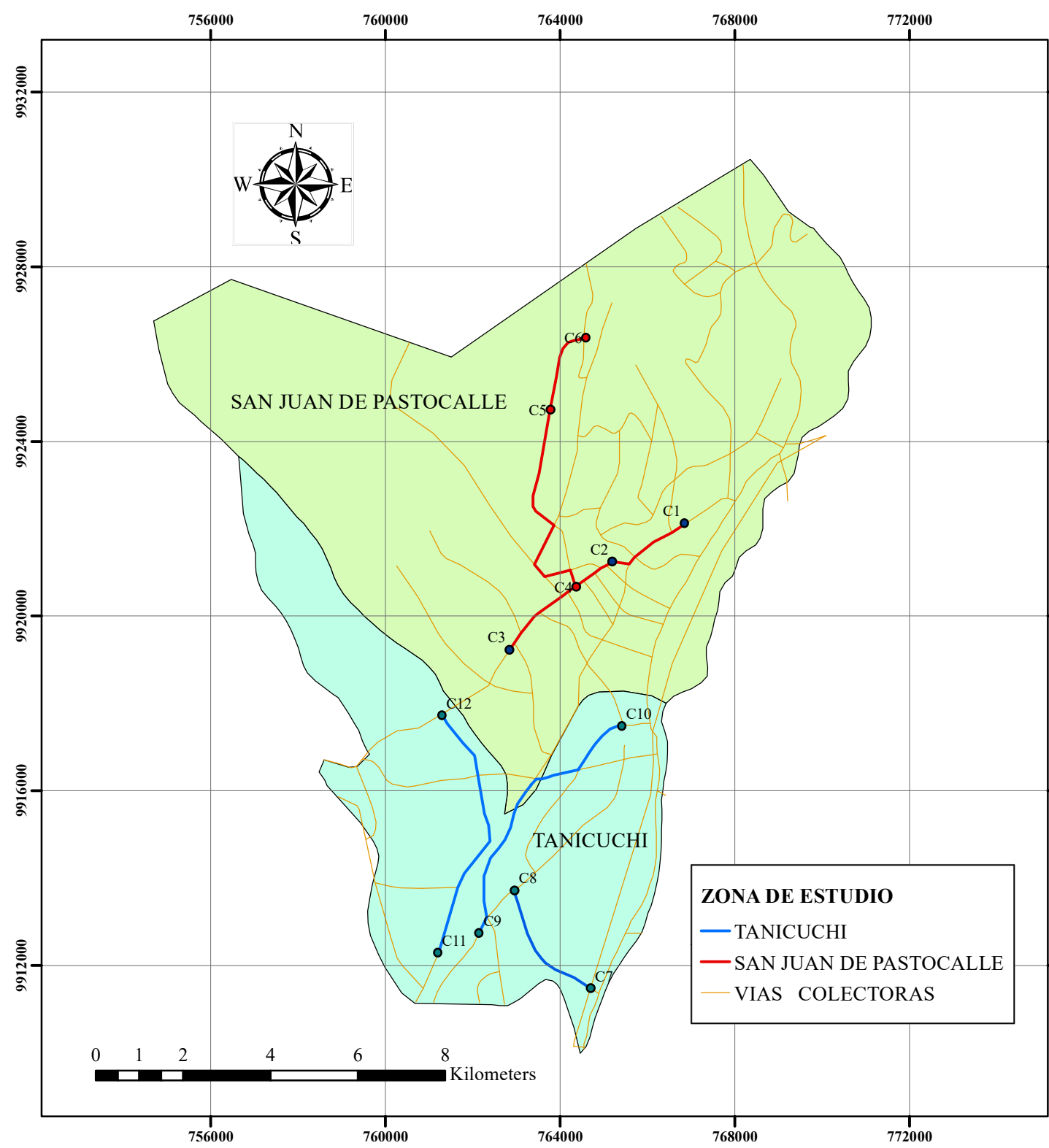
Autor: Alvaro David Estrella López

#### 4.1.4.1.2 Distribución de suelos según la clasificación AASHTO

La clasificación establecida por el sistema AASHTO, muestra una tipología variable de suelos, principalmente las muestras pertenecen a una mezcla de suelo entre grava, arena, limos y arcilla de baja y alta plasticidad, A-2-4 y A-2-5 respectivamente.



Autor: Alvaro David Estrella López



PARROQUIA	CALICATA	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	
		ESTE (m)	NORTE (m)	SUCS	AASHTO
San Juan de Pastocalle	C1	766917,13	9921839,75	SM	A-2-4
	C2	764124,16	9920275,43	SM	A-2-4
	C3	762324,42	9920366,34	SM	A-2-4
	C4	763242,01	9919464,68	SM	A-2-4
	C5	761857,32	9920874,96	SM	A-2-4
	C6	760774,89	9922740,52	SP- SM	A-2-4
Tanicuchi	C7	764682,80	9911058,48	SM	A-2-4
	C8	762929,70	9914158,41	SM	A-2-4
	C9	762121,90	9912683,38	SM	A-2-4
	C10	765276,38	9917109,80	SC	A-2-4
	C11	760714,66	9912701,32	SM	A-2-4
	C12	761311,87	9917345,14	SM	A-2-4



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



**TEMA:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIAS SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI."

**CONTIENE:** Mapa de Calicatas y Vias del Proyecto de Tesis

<b>Realizado por:</b> Álvaro David Estrella López	<b>Revisado por:</b> Ing. MSc. Favio Portilla
<b>Fecha:</b> 25/1/2023	<b>Escala:</b> 1: 830 000
<b>Ubicación:</b> Latacunga - Cotopaxi - Ecuador	

Proyeccion Cartográfica UTM  
Datum WGS-84 Zona 17S

## **4.2 Verificación de Hipótesis**

Las correlaciones obtenidas entre las propiedades índices y mecánicas de las 12 muestras analizadas, presentaron coeficientes de correlación ( $R^2$ ) altos, lo que implica que las correlaciones son de alta confiabilidad, y califican como aptas para utilizar las diferentes ecuaciones con el fin de obtener propiedades índices y mecánicas, CBR o DCP.

- **Hipótesis Alternativa**

Si se puede correlacionar el CBR, DCP, así como las propiedades índices y mecánicas en los suelos las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi.

- **Hipótesis Nula**

No se puede correlacionar el CBR, DCP, así como las propiedades índices y mecánicas en los suelos de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi del cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se reforzó el conocimiento de las propiedades índice – mecánicas de los suelos obteniendo resultados de las muestras analizadas de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi con un contenido de humedad natural entre 15% - 29%. El análisis granulométrico, gravas con un porcentaje no mayor al 1.82%, el contenido de arenas entre 77.64 - 7.91% y contenido de suelos finos entre 10.98 - 22.36%. Límite líquido entre 24.22 - 37.68 %, e índice plástico no mayor al 5%. Gravedad específica entre un rango de 2.621 - 2.698. Índice de penetración en el rango de 5.77 - 34.22 mm/golpe. Densidad Seca in Situ entre 1.246 - 1.510 g/cm<sup>3</sup>. Densidad seca máxima de Proctor Modificado entre 1.532 - 1.751 g/cm<sup>3</sup> y valores de CBR entre 10.40 - 31.10%.
- Se amplió la base de correlaciones, con 28 correlaciones entre propiedades índices y mecánicas, DCP y CBR, con un coeficiente de correlación R<sup>2</sup> entre el 52% y 95%, estas correlaciones que son consideradas como aceptables para la determinación de las propiedades en los suelos de las parroquias estudiadas.
- Se aplicó los resultados obtenidos de la investigación para diseñar los espesores de la estructura del pavimento, para CBR de laboratorio: Subbase 18 cm, Base 10 cm y Carpeta asfáltica 5 cm, en tanto que para CBR de correlación: Subbase 20 cm, Base 10 cm y Carpeta asfáltica 5 cm; cumpliendo con los espesores mínimos especificados y cumpliendo con criterio de diseño económico.
- Se zonificó en base al sistema de clasificación AASHTO, que todas las muestras analizadas de suelos en las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi pertenecen al grupo A-2-4. En base al sistema de clasificación SUCS que la gran mayoría de muestras de suelos de las parroquias San Juan de Pastocalle y Tanicuchi corresponden a suelos areno limosos (SM), a excepción



del punto C10 perteneciente a la parroquia de Tanicuchi que se lo catalogó como una arena arcillosa (SC), esto debido a su grado de plasticidad.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda cumplir a cabalidad las normas establecidas para realizar cada uno de los ensayos tanto en campo como en laboratorio; con el fin de obtener resultados confiables al momento de correlacionar las propiedades del suelo.
- Se recomienda usar las correlaciones presentadas en esta investigación únicamente para el tipo de suelo que se encuentren dentro de la clasificación y los rangos de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos presentados, esto con el obtener de obtener resultados cercanos a la realidad.
- Se recomienda considerar la mayor cantidad de decimales posibles al momento de medición de muestras, esto para tener un mayor grado de precisión en los resultados, ya que esto inferirá directamente en las correlaciones.
- Es importante aplicar las especificaciones del MTOP junto con la norma AASHTO 93, al momento de realizar el diseño del pavimento flexible, para obtener los datos y coeficientes oportunos para nuestro medio.
- Se recomienda aplicar las correlaciones presentadas en este trabajo experimental siempre bajo la supervisión de un profesional con un apropiado criterio técnico para interpretar las correlaciones entre las distintas propiedades.
- Se recomienda realizar una base de datos con los resultados obtenidos de los suelos de las parroquias de los diferentes cantones de la provincia de Cotopaxi, en respuesta la macro proyecto de investigación de “Correlación entre el CBR y las propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi”

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Anchundia and R. Jimbo, “Correlación entre DCP (Cono de Penetración Dinámica) y CBR (Valor de Soporte California) aplicado a suelos de la provincia de Manabí.” Manta, 2015.
- [2] F. Viscarra, “El cono dinámico de penetración y su aplicación en la evaluación de suelos,” *Universidad Privada de Bolivia, La Paz, Bolivia*, 2006.
- [3] D. Cabrales Contreras and others, “Ecuación de correlación entre PDC y CBR para arcillas blandas de la Ciudad de Bogotá DC,” 2019.
- [4] M. M. E. Zumrawi, “Prediction of in-situ CBR of subgrade cohesive soils from dynamic cone penetrometer and soil properties,” *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 6, no. 5, p. 439, 2014.
- [5] E. A. Sandoval-Vallejo and W. A. Rivera-Mena, “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfinaada,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, no. 1, pp. 135–151, 2019.
- [6] L. C. J. Francisco, “FACULTAD DE INGENIERÍA,” UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2017.
- [7] F. P. Portilla Yandún and A. del C. Pillajo de la Cruz, “Determinación del CBR de laboratorio en suelos granulares y su correlación con el DCP para la aplicación en el diseño de pavimentos de caminos vecinales,” QUITO/PUCE/2001, 2001.
- [8] E. J. Badillo, *Mecánica De Suelos I/Ground Mechanics I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos/Fundamentals of Ground Mechanics*, vol. 1. Editorial Limusa, 1974.
- [9] L. M. Nieto, *Mecánica de suelos*. Universidad de Guayaquil, 1991.

- [10] C. C. Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Editorial Limusa, 2005.
- [11] V. A. MARTINEZ, “Geotecnia para Ingenieros Principios Básicos,” *Volumen I CONCYTEC UNI Lima Perú*, 1990.
- [12] B. M. Das, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*, vol. Cuarta edición. Cengage Learning, 2015.
- [13] F. Villalobos, *Mecánica de Suelos: Segunda Edición*. Ediciones UCSC, 2016.
- [14] L. Borselli, *Geotecnia I Año Académico 2016-2017*. 2017.
- [15] J. E. Bowles, “Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil.[Engineering properties of soils and their measurement,” 1978.
- [16] T. J. Lozada Sánchez, “Correlación entre el CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas en los suelos de las parroquias: Patate (la matriz) y el triunfo del cantón Patate, provincia de Tungurahua,” Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2022.
- [17] W. A. Botía Díaz and others, “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo,” 2015.
- [18] J. E. Bowles, “Propiedades geofísica de los suelos,” 1982.
- [19] K. Terzaghi, R. B. Peck, O. Moretto, and others, “Mecánica de suelos en la ingeniería práctica,” 1973.
- [20] L. Bañón and J. F. Beviá García, “Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento,” *Caminos II*, 2000.
- [21] C. A. M. Vera, J. R. G. Delgado, E. H. O. Hernández, and J. J. G. Vínces, “Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de Valor de Soporte de California (CBR) y

Cono Dinámico de Penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí.”  
*Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*  
ISSN: 2588-0721, vol. 4, no. 2, pp. 79–82, 2019.

- [22] ASTM, “Standard test method for use of the dynamic cone penetrometer in shallow pavement applications,” *D6951*. 2003.
- [23] M. F. Triola, “Estadística. Décima edición, Editorial Pearson Educación,”  
*México, DF*, 2009.
- [24] M. Spiegel and L. Stephens, *Estadística de Schaum*. México, 2009.
- [25] E. Lahura and others, *El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas*,  
vol. 218. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de  
Economía, 2003.
- [26] C. M. Bencardino, *Estadística y muestreo*. Ecoe ediciones Colombia, 2012.
- [27] A. D. M. Lupita, D. R. C. Monserrate, O. H. E. Humberto, and D. G. D. Alfredo,  
“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,”  
2019.
- [28] A. Salazar Rodríguez, “Guía para el diseño y construcción de pavimentos  
rígidos,” *México*, 1998.
- [29] A. Montejo Fonseca, “Ingeniería de pavimentos: fundamentos, estudios básicos  
y diseño,” *Bogotá, DC*, 2010.
- [30] J. Coronado Iturbide and others, “Manual centroamericano para diseño de  
pavimentos.” SIECA, 2002.



- [31] T. Officials, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993*, vol. 1. Aashto, 1993.
- [32] M. C. Herrera Montealegre, “Determinación del módulo resiliente de diseño de pavimentos mediante criterios ASSHTO 1993 y 2002,” 2014.
- [33] L. M. Aristizabal Morales, J. F. Hoyos Arenas, L. Gil Obando, M. A. Gomez Echeverry, and D. A. Gomez Jimenez, “Diseño de un pavimento flexible por los métodos Aastho y racional,” 2014.
- [34] GADPR SAN LORENZO DE TANICUCHI, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA ‘SAN LORENZO DE TANICUCHI’ 2016 - 2021.,” 2016. [Online]. Available: <http://www.tanicuchi.gob.ec>
- [35] GADPR SAN JUAN DE PASTOCALLE, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA PASTOCALLE 2015-2025,” 2015.
- [36] INAMHI, “ANUARIO METEOROLÓGICO № 53-2013,” 2017.

# ANEXOS

## A. Tablas de ensayos

### DCP

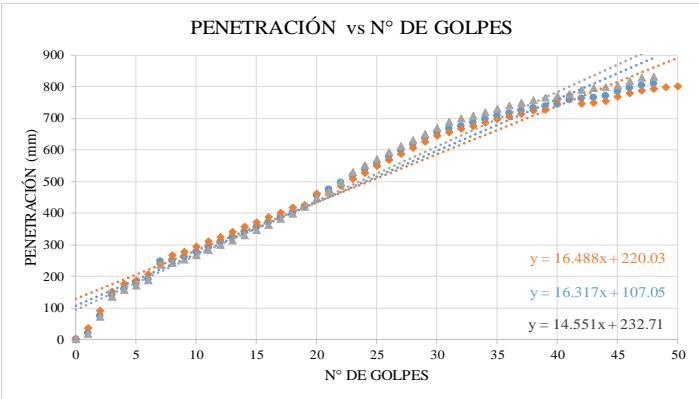
**Tabla 51:** Pozo C1 San Juan de Pastocalle.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP) 			
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”		
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	C1	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	ASTM D6951	<b>Coordenadas:</b>	766917.13 9921839.75

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	20	36	16
2	75	91	71
3	140	151	136
4	160	176	156
5	175	188	171
6	190	206	186
7	247	240	237
8	251	267	241
9	262	278	252
10	277	293	267
11	293	309	283
12	308	324	298
13	324	340	314
14	340	356	330
15	355	371	345
16	371	387	361
17	386	402	381
18	402	418	397
19	418	424	419
20	455	461	446
21	475	465	466
22	496	486	497
23	517	507	529
24	537	527	550
25	558	548	570
26	578	568	591
27	597	587	611
28	616	606	630
29	635	625	649
30	654	644	668
31	666	656	687
32	675	665	699
33	685	675	708
34	696	686	718
35	707	697	729
36	715	705	740
37	724	714	748
38	733	723	757
39	737	727	766
40	742	758	770
41	756	772	775
42	761	745	789
43	765	749	794
44	770	754	798
45	784	768	803
46	794	778	817
47	804	788	827
48	808	792	830
49		798	
50		800	



  



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	16.317	
2	15.202	
3	17.223	16.25

**Autor:** Alvaro David Estrella López

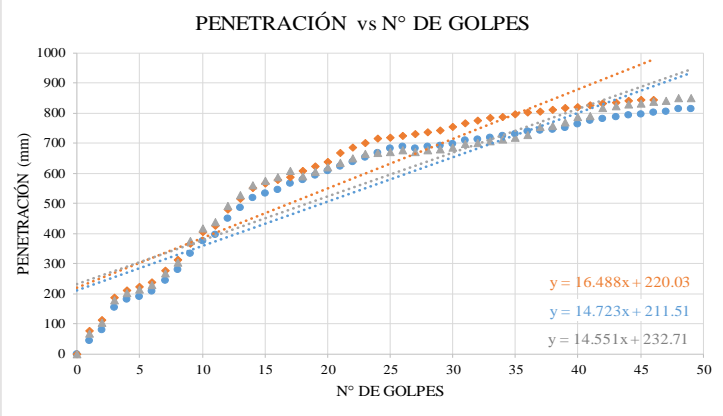
**Tabla 52:** Pozo C2 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>			
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	C2	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	ASTM D6951	<b>Coordenadas:</b>	764124.16 9920275.43

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	45	76	67
2	80	111	102
3	155	186	177
4	180	211	202
5	191	222	213
6	208	239	230
7	245	276	267
8	281	312	303
9	334	365	376
10	375	406	417
11	395	426	437
12	450	481	492
13	485	516	527
14	520	551	562
15	534	567	576
16	547	578	589
17	566	588	608
18	578	608	590
19	593	624	605
20	608	639	620
21	623	669	635
22	639	685	651
23	654	700	666
24	669	715	668
25	684	720	672
26	690	726	678
27	684	731	672
28	690	736	678
29	693	744	681
30	698	756	686
31	709	768	697
32	714	777	702
33	719	784	707
34	724	788	712
35	731	796	719
36	740	804	728
37	742	806	754
38	746	812	758
39	753	817	769
40	764	822	788
41	775	827	791
42	782	832	818
43	787	837	823
44	793	842	829
45	798	844	834
46	803	845	839
47	807		843
48	814		850
49	816		852



  



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	14.723	
2	16.488	
3	14.551	15.254

**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 53:** Pozo C3 San Juan de Pastocalle.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)	
							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle		<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm			
<b>ID Muestra:</b>	C3		<b>Profundidad:</b>	80 cm			
<b>Norma:</b>	ASTM D6951		<b>Coordenadas:</b>	762324.42 9920366.34			
ENSAYO DE DCP							
Golpes	Penetración (mm)						
	1	2	3				
0	0	0	0				
1	37	56	88				
2	47	76	105				
3	67	96	136				
4	86	172	156				
5	90	181	180				
6	103	206	193				
7	164	229	203				
8	177	247	219				
9	182	259	229				
10	210	296	241				
11	230	322	264				
12	261	334	282				
13	297	351	294				
14	323	365	331				
15	345	370	357				
16	352	381	379				
17	366	395	386				
18	368	397	400				
19	397	426	402				
20	411	456	431				
21	427	492	461				
22	463	516	497				
23	487	542	560				
24	524	552	580				
25	554	566	594				
26	569	606	625				
27	583	607	655				
28	594		660				
29	596						

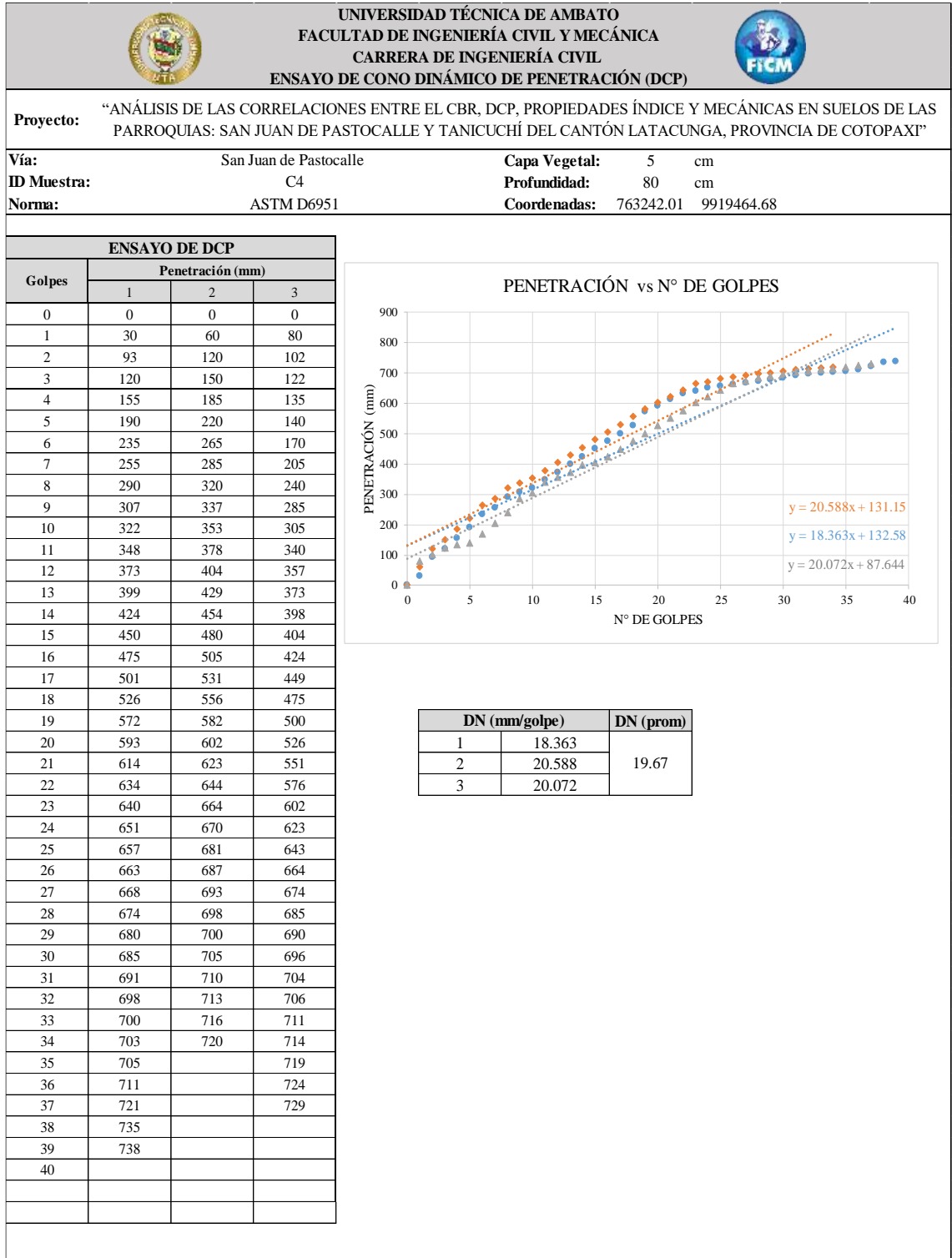
PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES		
700		
600		
500		
400		
300		
200		
100		
0		
0	5	10
0	15	20
0	25	30
$y = 20.6x + 61.044$ $y = 21.243x + 2.314$ $y = 21.272x + 43.841$		

DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	21.272	21.04
2	20.600	
3	21.243	

**Autor:** Alvaro David Estrella López



**Tabla 54:** Pozo C4 San Juan de Pastocalle.



**Autor:** Alvaro David Estrella López

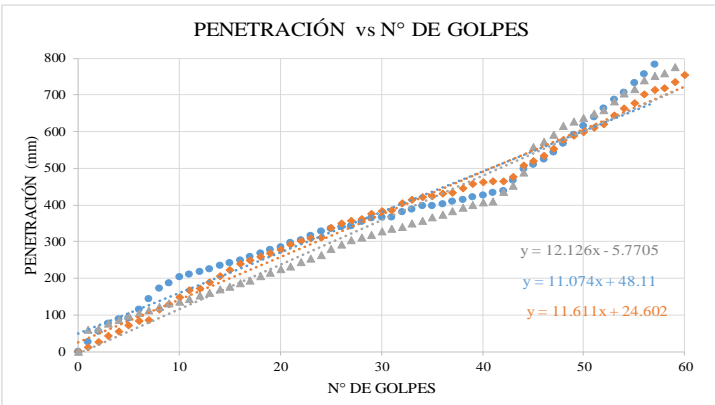
**Tabla 55:** Pozo C5 San Juan de Pastocalle.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)	
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle
<b>ID Muestra:</b>	C5
<b>Norma:</b>	ASTM D6951
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Coordenadas:</b>	761857.32 9920874.96

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	26	12	58
2	55	25	60
3	75	42	76
4	87	53	85
5	91	71	98
6	115	83	105
7	143	84	111
8	172	115	120
9	185	128	130
10	202	147	136
11	209	167	142
12	217	172	153
13	225	188	160
14	233	206	168
15	241	222	176
16	249	239	186
17	258	249	192
18	266	258	204
19	277	267	215
20	285	277	225
21	296	291	231
22	304	301	242
23	315	307	252
24	328	310	263
25	335	337	279
26	338	349	291
27	341	355	304
28	354	360	311
29	363	376	318
30	365	381	326
31	366	385	333
32	379	403	338
33	388	414	348
34	397	421	356
35	397	423	366
36	401	431	373
37	408	433	382
38	414	445	392
39	421	457	399
40	426	460	405
41	433	464	408
42	437	463	436
43	467	476	452
44	498	507	487
45	510	519	558
46	523	532	571
47	543	552	591
48	567	576	615
49	591	587	626
50	615	598	637
51	639	609	648
52	663	619	658
53	687	643	682
54	706	663	702
55	732	676	715
56	755	701	740
57	783	712	751
58		718	757
59		735	774
60		754	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	11.074	
2	11.316	
3	12.126	

**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 56:** Pozo C6 San Juan de Pastocalle.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)	
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle
<b>ID Muestra:</b>	C6
<b>Norma:</b>	ASTM D6951
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Coordenadas:</b>	760774.89 9922740.52

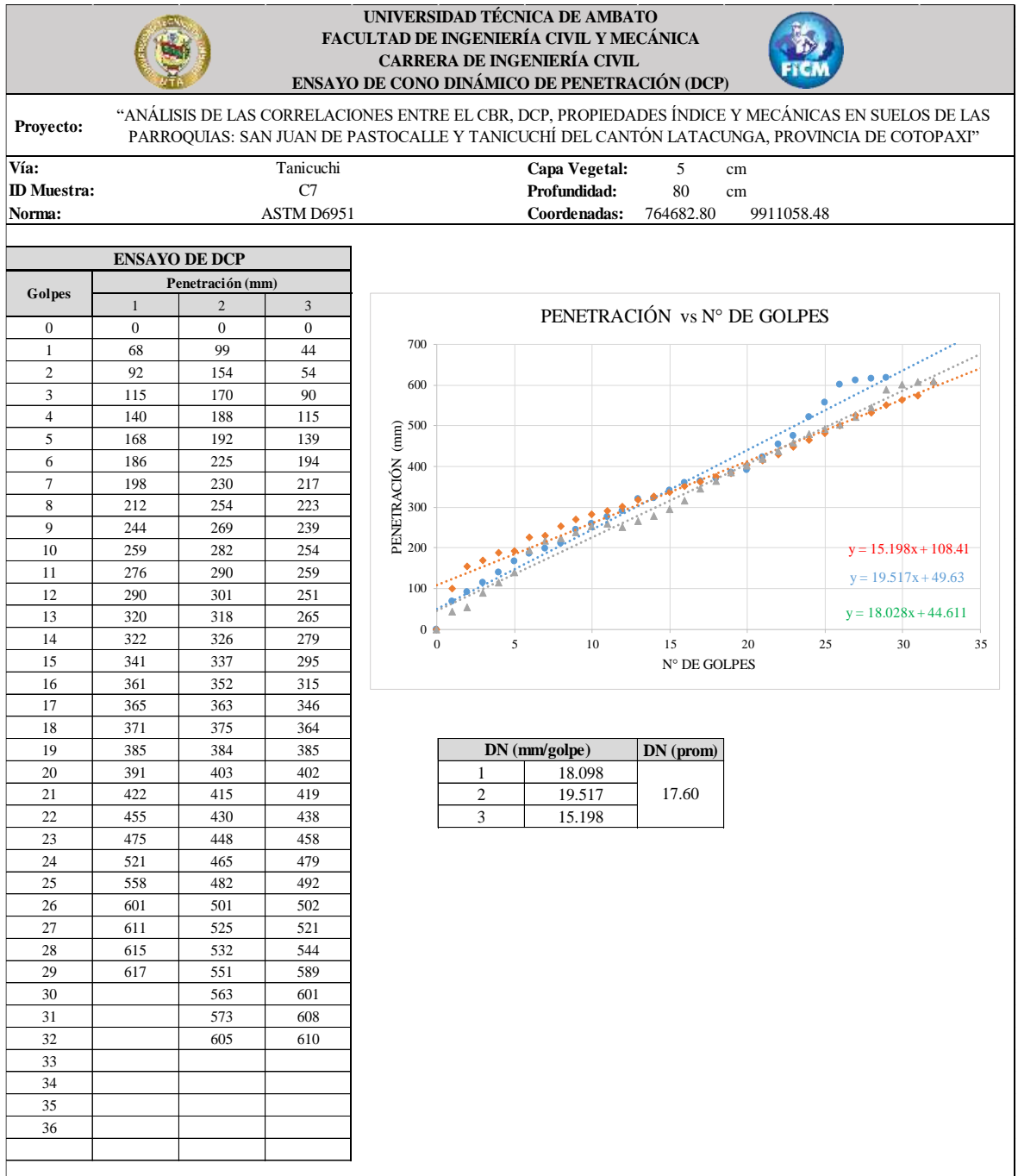
ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	20	36	76
2	80	96	106
3	110	131	121
4	125	141	133
5	137	148	138
6	142	158	138
7	148	160	146
8	156	172	160
9	170	186	164
10	174	190	170
11	180	196	176
12	186	202	185
13	195	211	191
14	201	217	198
15	208	224	199
16	209	225	202
17	212	228	207
18	217	233	210
19	220	226	215
20	225	231	217
21	227	217	221
22	231	221	226
23	236	226	220
24	240	230	224
25	244	234	231
26	251	241	244
27	264	254	246
28	266	256	247
29	267	257	249
30	269	259	251
31	271	261	270
32	290	280	276
33	296	286	281
34	301	291	287
35	307	297	293
36	313	303	298
37	318	308	304
38	324	314	310
39	330	320	315
40	335	351	321
41	341	357	327
42	347	331	332
43	352	336	338
44	358	342	344
45	364	348	349
46	369	353	365
47	375	359	371
48	381	365	378
49	386	388	391
50	392	399	391
51	398	401	

DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	6.119
2	5.516
3	5.689
5.77	

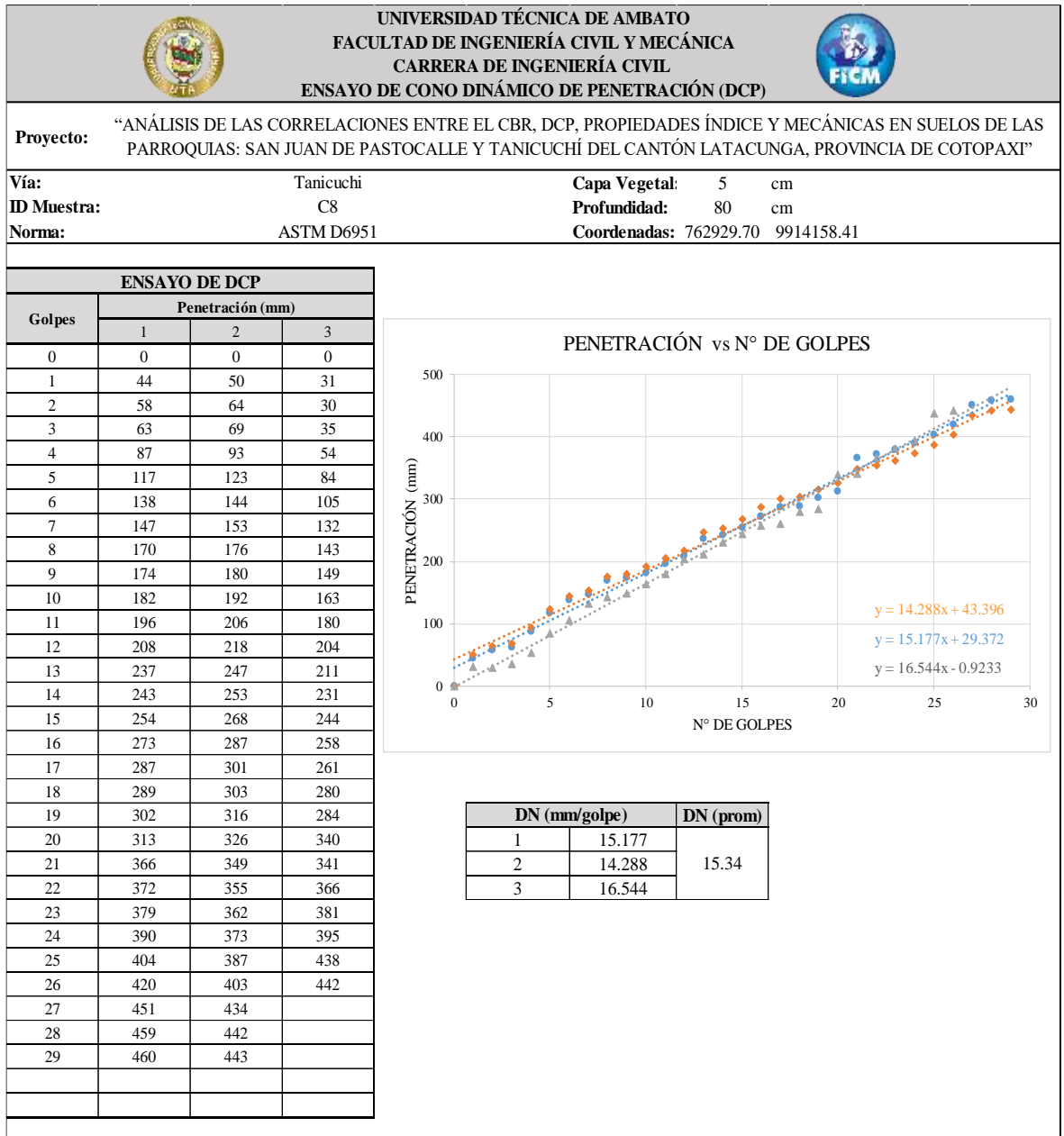
**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 57:** Pozo C7 Tanicuchi.



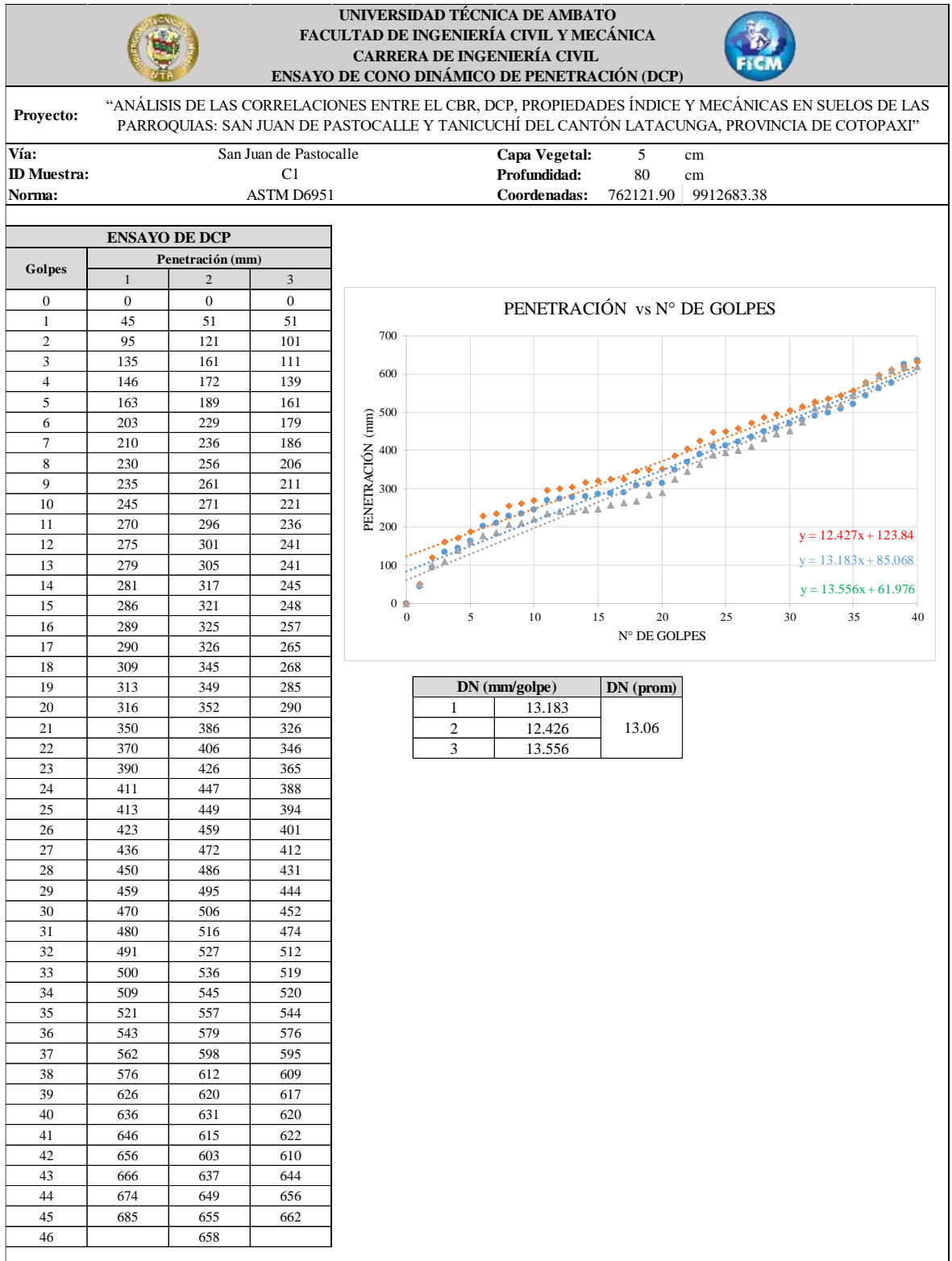
**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 58:** Pozo C8 Tanicuchi.



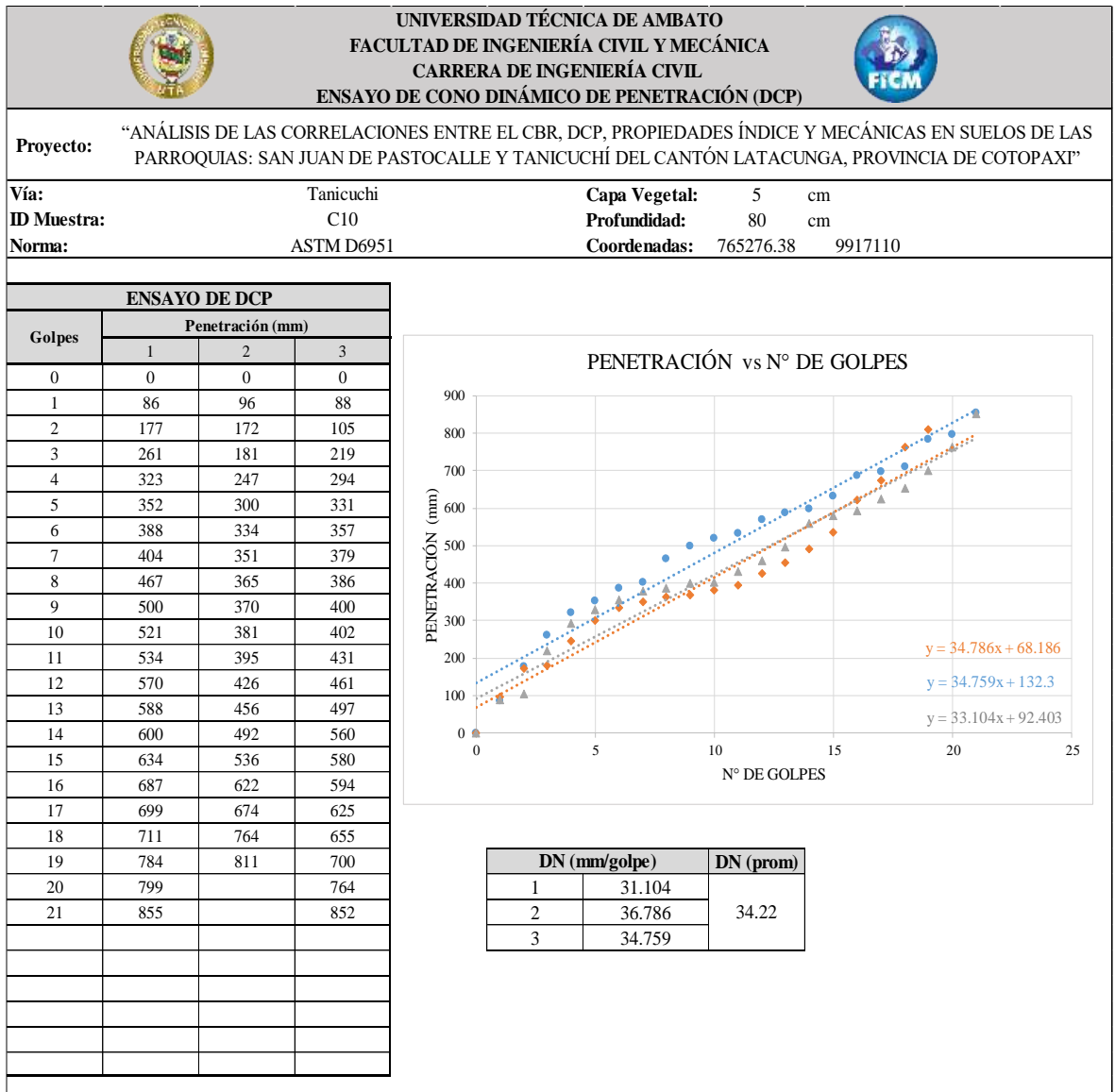
**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 59:** Pozo C9 Tanicuchi.



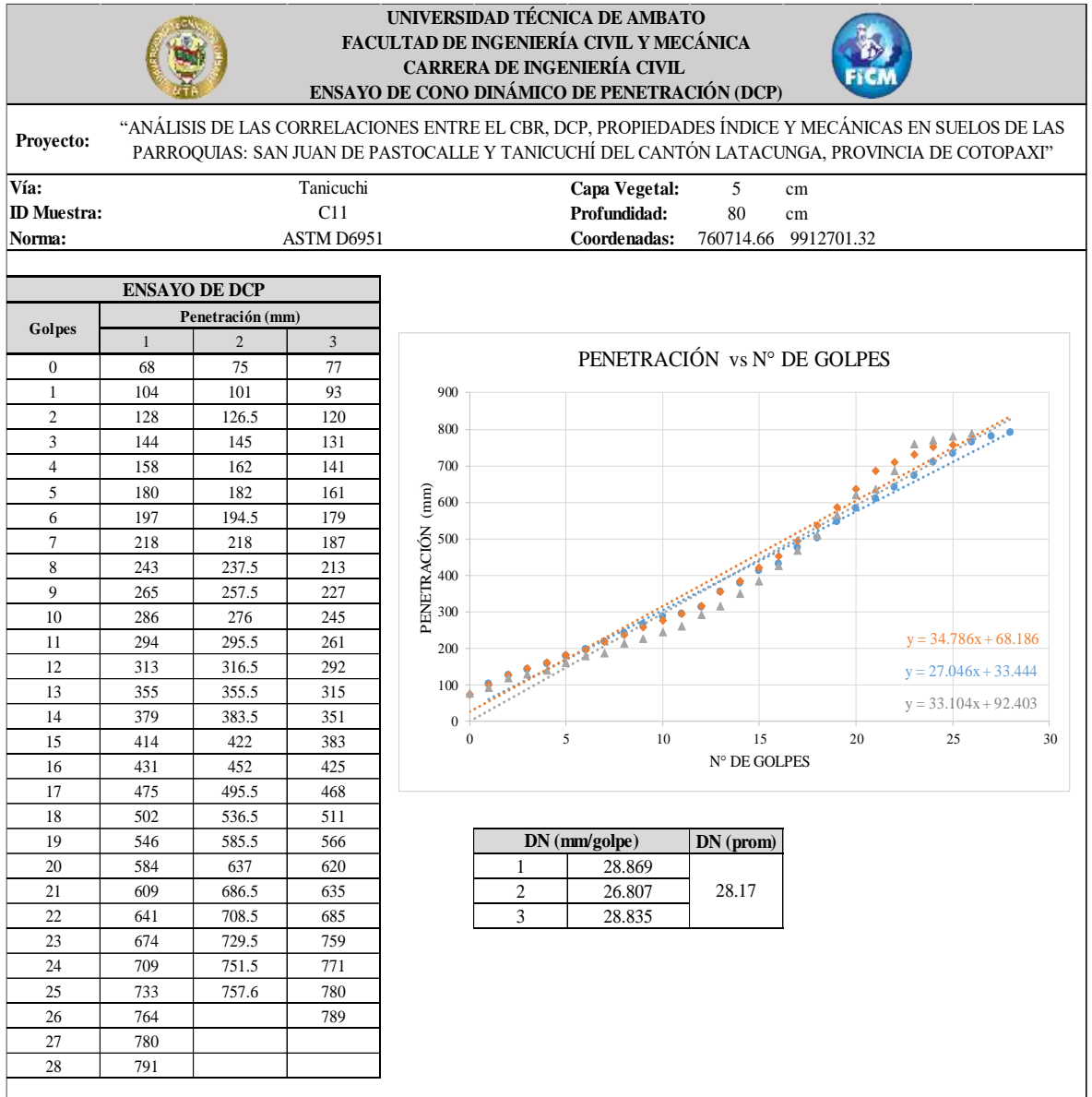
**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 60:** Pozo C10 Tanicuchi.



**Autor:** Alvaro David Estrella López

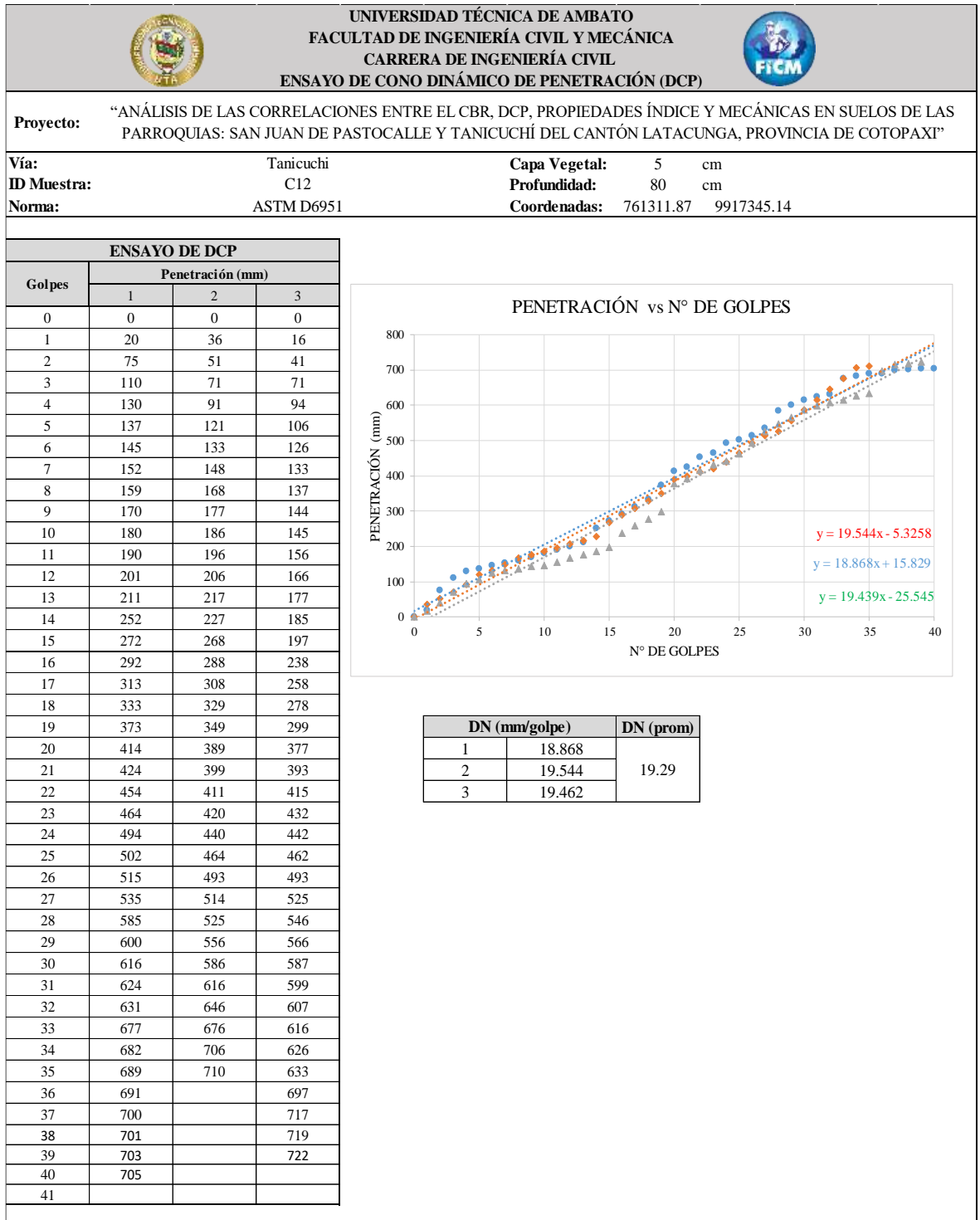
**Tabla 61:** Pozo C11 Tanicuchi.



**Autor:** Alvaro David Estrella López





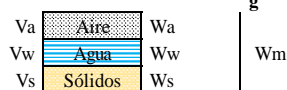
**Tabla 62:** Pozo C12 Tanicuchi.



**Autor:** Alvaro David Estrella López



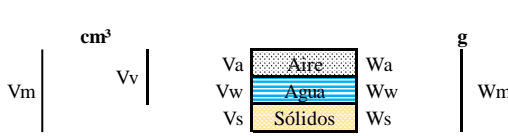
## Densidad de campo

**Tabla 63:** Pozo C1 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"				
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm	
<b>ID Muestra:</b>	C1	<b>Profundidad:</b>	80 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	766917.13 9921839.75	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente		1840	g	
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1837.5	g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena		6771	g	
Peso final frasco + cono + arena		3399	g	
Peso de la arena en el cono		1629	g	
Peso de la arena en el hueco		1743	g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$		1.582	g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm		1101.77	cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número		3	4	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		120.23	121.97	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		108.02	109.38	
Peso del agua (Ww)		12.21	12.59	
Peso del recipiente (Wr)		32.23	33.45	
Peso de la muestra seca (Ws)		75.79	75.93	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		16.11	16.58	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		16.35	%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
$V_m$   $cm^3$   $V_v$   $g$   $W_m$ 	Volúmenes		Masas	
	$V_v =$	24.17	$W_a =$	0.00
	$V_a =$	11.96	$W_w =$	12.21
	$V_s =$	28.60	$W_s =$	75.79
	$V_m =$	52.77	$W_m =$	88.00
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1.668	g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1.433	g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		16.35	%	
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )		0.84	-	
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )		45.80	%	
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )		50.53	%	
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )		49.47	%	



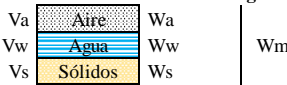
**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 64:** Pozo C2 San Juan de Pastocalle.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO		 FICM		
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”			
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm	
<b>ID Muestra:</b>	C2	<b>Profundidad:</b>	80 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	764124.16 9920275.43	
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>				
Peso de la masa del suelo + recipiente		2048	g	
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		2045.5	g	
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>				
Peso inicial frasco + cono + arena		6771	g	
Peso final frasco + cono + arena		3301	g	
Peso de la arena en el cono		1629	g	
Peso de la arena en el hueco		1841	g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$		1.582	g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm		1163.72	cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente Número		8	5A -	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		118.41	122.42 g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		103.68	107.01 g	
Peso del agua (Ww)		14.73	15.41 g	
Peso del recipiente (Wr)		31.20	32.20 g	
Peso de la muestra seca (Ws)		72.48	74.81 g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		20.32	20.60 %	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		20.46	%	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>				
	<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
	Vv =	23.10	Wa =	0.00
	Va =	7.69	Ww =	15.41
	Vw =	15.41	Ws =	74.81
	Vs =	28.23	Wm =	90.22
Vm =	51.33			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1.758	g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1.459	g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		20.46	%	
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )		0.82	-	
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )		45.00	%	
Grado de saturación de agua ( $G_w = V_w / V_v$ )		66.72	%	
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )		37.28	%	



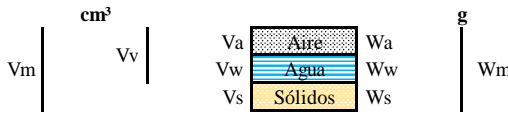
**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 65:** Pozo C3 San Juan de Pastocalle.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO			
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	C3	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	762324.42 9920366.34
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>			
Peso de la masa del suelo + recipiente	2089		g
Peso de recipiente (funda plastica)	2.5		g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2086.5		g
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>			
Peso inicial frasco + cono + arena	6771		g
Peso final frasco + cono + arena	3158		g
Peso de la arena en el cono	1629		g
Peso de la arena en el hueco	1984		g
Calibración de la arena de Ottawa ysand	1.582		g/cm <sup>3</sup>
Volumen del hueco de la masa Vm	1254.11		cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Recipiente Número	7	6A	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	193.13	196.18	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	167.95	170.25	g
Peso del agua (Ww)	25.18	25.93	g
Peso del recipiente (Wr)	32.50	32.50	g
Peso de la muestra seca (Ws)	135.45	137.75	g
Contenido de humedad (ω)	18.59	18.82	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18.71		%
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>			
$V_m$   $V_v$   $V_a$   $V_w$   $V_s$		$W_a$   $W_w$   $W_s$   $W_m$	
		<b>Volúmenes</b>	<b>Masas</b>
		Vv =	45.43
		Va =	20.25
		Vw =	25.18
		Vs =	51.11
		Vm =	96.55
		Wa =	0.00
		Ww =	25.18
		Ws =	135.45
		Wm =	160.63
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.664		g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca (γd)	1.402		g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad (ω)	18.71		%
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )	0.89		-
Porosidad ( n = Vv/Vm )	47.06		%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )	55.42		%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )	44.58		%



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 66:** Pozo C4 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b> 			
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”		
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle		
<b>ID Muestra:</b>	C4		
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014		
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm		
<b>Profundidad:</b>	80 cm		
<b>Coordenadas:</b>	763242.01 9919464.68		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente	1470 g		
Peso de recipiente (funda plastica)	2.5 g		
Peso de la masa del suelo (Wm)	1467.5 g		
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO			
Peso inicial frasco + cono + arena	6771 g		
Peso final frasco + cono + arena	3807 g		
Peso de la arena en el cono	1629 g		
Peso de la arena en el hueco	1335 g		
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1.582 g/cm³		
Volumen del hueco de la masa Vm	843.87 cm³		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	12 1A -		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	175.70 172.12 g		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	150.23 147.14 g		
Peso del agua (Ww)	25.47 24.98 g		
Peso del recipiente (Wr)	31.50 32.50 g		
Peso de la muestra seca (Ws)	118.73 114.64 g		
Contenido de humedad (ω)	21.45 21.79 %		
Promedio contenido de humedad (ω)	21.62 %		
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO			
	Volúmenes	Masas	
	Vv =	37.31	
	Va =	11.84	Wa = 0.00
	Vw =	25.47	Ww = 25.47
	Vs =	43.26	Ws = 114.64
	Vm =	80.57	Wm = 140.11
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.739 g/cm³		
Densidad seca (γd)	1.430 g/cm³		
Contenido de humedad (ω)	21.62 %		
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	0.86 -		
Porosidad (n = Vv/Vm)	46.31 %		
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)	68.27 %		
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)	39.73 %		



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 67:** Pozo C5 San Juan de Pastocalle.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO				 FICM	
Proyecto: LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
Vía:	San Juan de Pastocalle		Capa Vegetal:	5 cm	
ID Muestra:	C5		Profundidad:	80 cm	
Norma:	AASHTO T191 2014		Coordenadas:	761857.32 9920874.96	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO					
Peso de la masa del suelo + recipiente			1908	g	
Peso de recipiente (funda plastica)			2.5	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			1905.5	g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO					
Peso inicial frasco + cono + arena			6771	g	
Peso final frasco + cono + arena			3361	g	
Peso de la arena en el cono			1629	g	
Peso de la arena en el hueco			1781	g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$			1.582	g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm			1125.79	cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente Número	30	5B	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.90	157.29	g		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	136.50	136.87	g		
Peso del agua (Ww)	20.40	20.42	g		
Peso del recipiente (Wr)	32.20	33.50	g		
Peso de la muestra seca (Ws)	104.30	103.37	g		
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.56	19.75	%		
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19.66		%		
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
	Volúmenes		Masas		
	Vv =	34.13	Wa =	0.00	
	Va =	13.71	Ww =	20.42	
	Vw =	20.42	Ws =	103.37	
	Vs =	39.01	Wm =	123.79	
Vm =	73.14				
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )	1.693	g/cm <sup>3</sup>			
Densidad seca ( $\gamma_d$ )	1.415	g/cm <sup>3</sup>			
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.66	%			
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )	0.87	-			
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )	46.66	%			
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )	59.83	%			
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )	38.17	%			



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 68:** Pozo C6 San Juan de Pastocalle.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO			
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS <b>Proyecto:</b> DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	C6	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	760774.89 9922740.52
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>			
Peso de la masa del suelo + recipiente	1692		g
Peso de recipiente (funda plastica)	2.5		g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1689.5		g
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>			
Peso inicial frasco + cono + arena	6771		g
Peso final frasco + cono + arena	3609		g
Peso de la arena en el cono	1629		g
Peso de la arena en el hueco	1533		g
Calibración de la arena de Ottawa ysand	1.582		g/cm <sup>3</sup>
Volumen del hueco de la masa Vm	969.03		cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Recipiente Número	4B	13	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	142.83	141.95	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	127.85	127.15	g
Peso del agua (Ww)	14.98	14.80	g
Peso del recipiente (Wr)	31.90	30.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	95.95	96.35	g
Contenido de humedad (ω)	15.61	15.36	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.49		%
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>			
$V_m \left  \begin{array}{l} \text{cm}^3 \\ V_v \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} g \\ W_m \end{array} \right $		<b>Volúmenes</b>	<b>Masas</b>
		Vv =	27.39
		Va =	12.59
		Vw =	14.80
		Vs =	36.36
		Vm =	63.75
		Wa =	0.00
		Ww =	14.80
		Ws =	96.35
		Wm =	111.15
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.744		g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca (γd)	1.510		g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad (ω)	15.49		%
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )	0.75		-
Porosidad ( n = Vv/Vm )	42.97		%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )	54.03		%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )	45.97		%

**Autor:** Alvaro David Estrella López



**Tabla 69:** Pozo C7 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>																											
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																										
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																								
<b>ID Muestra:</b>	C7	<b>Profundidad:</b>	80 cm																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	764682.80 9911058.48																								
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>																											
Peso de la masa del suelo + recipiente		1668	g																								
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g																								
Peso de la masa del suelo (Wm)		1665.5	g																								
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>																											
Peso inicial frasco + cono + arena		6771	g																								
Peso final frasco + cono + arena		3641	g																								
Peso de la arena en el cono		1629	g																								
Peso de la arena en el hueco		1501	g																								
Calibración de la arena de Ottawa γsand		1.582	g/cm <sup>3</sup>																								
Volumen del hueco de la masa Vm		948.80	cm <sup>3</sup>																								
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																											
Recipiente Número		46	41																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		168.44	164.26																								
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		140.39	136.82																								
Peso del agua (Ww)		28.05	27.44																								
Peso del recipiente (Wr)		30.40	30.80																								
Peso de la muestra seca (Ws)		109.99	106.02																								
Contenido de humedad (ω)		25.50	25.88																								
Promedio contenido de humedad (ω)		25.69	%																								
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>																											
$V_m$   $V_v$   $V_a$   $V_w$   $V_s$		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Volúmenes</th> <th colspan="2">Masas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>V_v =</math></td> <td>36.02</td> <td><math>W_a =</math></td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td><math>V_a =</math></td> <td>8.58</td> <td><math>W_w =</math></td> <td>27.44</td> </tr> <tr> <td><math>V_w =</math></td> <td>27.44</td> <td><math>W_s =</math></td> <td>106.02</td> </tr> <tr> <td><math>V_s =</math></td> <td>40.01</td> <td><math>W_m =</math></td> <td>133.46</td> </tr> <tr> <td><math>V_m =</math></td> <td>76.03</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Volúmenes		Masas		$V_v =$	36.02	$W_a =$	0.00	$V_a =$	8.58	$W_w =$	27.44	$V_w =$	27.44	$W_s =$	106.02	$V_s =$	40.01	$W_m =$	133.46	$V_m =$	76.03		
Volúmenes		Masas																									
$V_v =$	36.02	$W_a =$	0.00																								
$V_a =$	8.58	$W_w =$	27.44																								
$V_w =$	27.44	$W_s =$	106.02																								
$V_s =$	40.01	$W_m =$	133.46																								
$V_m =$	76.03																										
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>																											
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1.755	g/cm <sup>3</sup>																								
Densidad seca (γd)		1.347	g/cm <sup>3</sup>																								
Contenido de humedad (ω)		25.88	%																								
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )		0.90	-																								
Porosidad ( n = Vv/Vm )		47.38	%																								
Grado de saturación de agua ( Gw = Ww/Vv )		76.18	%																								
Grado de saturación de aire ( Ga = Va/Vv )		19.82	%																								

**Autor:** Alvaro David Estrella López



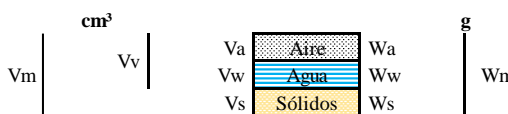


**Tabla 70:** Pozo C8 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b> 																									
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																								
<b>Vía:</b>	Tanicuchi																								
<b>ID Muestra:</b>	C8																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014																								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																								
<b>Profundidad:</b>	80 cm																								
<b>Coordenadas:</b>	762929.70 9914158.41																								
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO																									
Peso de la masa del suelo + recipiente	1747 g																								
Peso de recipiente (funda plastica)	2.5 g																								
Peso de la masa del suelo (Wm)	1744.5 g																								
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO																									
Peso inicial frasco + cono + arena	6771 g																								
Peso final frasco + cono + arena	3571 g																								
Peso de la arena en el cono	1625 g																								
Peso de la arena en el hueco	1575 g																								
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma$ sand	1.582 g/cm <sup>3</sup>																								
Volumen del hueco de la masa Vm	995.58 cm <sup>3</sup>																								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD																									
Recipiente Número	52 44 -																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	164.27 169.34 g																								
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	135.10 138.85 g																								
Peso del agua (Ww)	29.17 30.49 g																								
Peso del recipiente (Wr)	32.50 31.20 g																								
Peso de la muestra seca (Ws)	102.60 107.65 g																								
Contenido de humedad ( $\omega$ )	28.43 28.32 %																								
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	27.00 %																								
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO																									
$V_m$   $V_v$   $V_a$   $V_w$   $V_s$   $W_a$   $W_w$   $W_s$   $W_m$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Volúmenes</th> <th colspan="2">Masas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>V_v =</math></td> <td>38.21</td> <td><math>W_a =</math></td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td><math>V_a =</math></td> <td>7.72</td> <td><math>W_w =</math></td> <td>30.49</td> </tr> <tr> <td><math>V_w =</math></td> <td>30.49</td> <td><math>W_s =</math></td> <td>107.65</td> </tr> <tr> <td><math>V_s =</math></td> <td>40.62</td> <td><math>W_m =</math></td> <td>138.14</td> </tr> <tr> <td><math>V_m =</math></td> <td>78.84</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Volúmenes		Masas		$V_v =$	38.21	$W_a =$	0.00	$V_a =$	7.72	$W_w =$	30.49	$V_w =$	30.49	$W_s =$	107.65	$V_s =$	40.62	$W_m =$	138.14	$V_m =$	78.84		
Volúmenes		Masas																							
$V_v =$	38.21	$W_a =$	0.00																						
$V_a =$	7.72	$W_w =$	30.49																						
$V_w =$	30.49	$W_s =$	107.65																						
$V_s =$	40.62	$W_m =$	138.14																						
$V_m =$	78.84																								
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO																									
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )	1.752 g/cm <sup>3</sup>																								
Densidad seca ( $\gamma_d$ )	1.380 g/cm <sup>3</sup>																								
Contenido de humedad ( $\omega$ )	28.32 %																								
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )	0.94 -																								
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )	48.47 %																								
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )	79.79 %																								
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )	28.21 %																								



**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 71:** Pozo C9 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm	
<b>ID Muestra:</b>	C9	<b>Profundidad:</b>	80 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	762121.90 9912683.38	
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>				
Peso de la masa del suelo + recipiente	1579		g	
Peso de recipiente (funda plastica)	2.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)	1576.5		g	
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>				
Peso inicial frasco + cono + arena	6771		g	
Peso final frasco + cono + arena	3722		g	
Peso de la arena en el cono	1629		g	
Peso de la arena en el hueco	1420		g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$	1.582		g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm	897.60		cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente Número	81	12A	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	153.22	156.70	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	130.54	132.86	g	
Peso del agua (Ww)	22.68	23.84	g	
Peso del recipiente (Wr)	31.40	30.20	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	99.14	102.66	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.88	23.22	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	23.05		%	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>				
	<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
	Vv =	31.95	Wa =	0.00
	Va =	9.27	Ww =	22.68
	Vw =	22.68	Ws =	99.14
	Vs =	37.41	Wm =	121.82
Vm =	69.36			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )	1.756		g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )	1.427		g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.88		%	
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )	0.85		-	
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )	46.06		%	
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )	70.99		%	
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )	29.01		%	



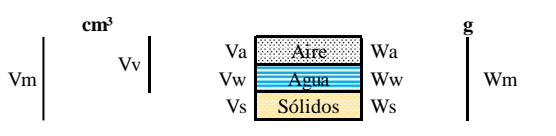
**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 72:** Pozo C10 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b> 			
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"		
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	C10	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	765276.38 9917109.80
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		1932	g
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)		1929.5	g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO			
Peso inicial frasco + cono + arena		6771	g
Peso final frasco + cono + arena		3219	g
Peso de la arena en el cono		1629	g
Peso de la arena en el hueco		1923	g
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$		1.582	g/cm <sup>3</sup>
Volumen del hueco de la masa Vm		1215.55	cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número		99	25A -
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		184.79	175.50 g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		149.62	142.60 g
Peso del agua (Ww)		35.17	32.90 g
Peso del recipiente (Wr)		30.30	31.00 g
Peso de la muestra seca (Ws)		119.32	111.60 g
Contenido de humedad ( $\omega$ )		29.48	29.48 %
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		29.48	%
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO			
$\text{cm}^3$ 		<b>Volúmenes</b> Vv = 51.08 Va = 15.91 Vw = 35.17 Vs = 46.25 Vm = 97.33	<b>Masas</b> Wa = 0.00 Ww = 35.17 Ws = 119.32 Wm = 154.49
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1.587	g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1.246	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad ( $\omega$ )		29.48	%
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )		1.10	-
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )		52.48	%
Grado de saturación de agua ( $G_w = Ww/Vw$ )		68.86	%
Grado de saturación de aire ( $G_a = Va/Vv$ )		31.14	%




**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 73:** Pozo C11 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b> 																											
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																										
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																								
<b>ID Muestra:</b>	C11	<b>Profundidad:</b>	80 cm																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	760714.66 9912701.32																								
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO																											
Peso de la masa del suelo + recipiente		1554	g																								
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g																								
Peso de la masa del suelo (Wm)		1551.5	g																								
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO																											
Peso inicial frasco + cono + arena		6771	g																								
Peso final frasco + cono + arena		3667	g																								
Peso de la arena en el cono		1629	g																								
Peso de la arena en el hueco		1475	g																								
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$		1.582	g/cm <sup>3</sup>																								
Volumen del hueco de la masa Vm		932.36	cm <sup>3</sup>																								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD																											
Recipiente Número		97	44A -																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		240.13	216.11 g																								
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		195.88	175.90 g																								
Peso del agua (Ww)		44.25	40.21 g																								
Peso del recipiente (Wr)		33.30	32.20 g																								
Peso de la muestra seca (Ws)		162.58	143.70 g																								
Contenido de humedad ( $\omega$ )		27.22	27.98 %																								
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		27.60	%																								
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO																											
$V_m$   $cm^3$   $V_v$   $V_a$   $V_w$   $V_s$   $g$   $W_m$		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Volúmenes</th> <th colspan="2">Masas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vv =</td> <td>56.29</td> <td>Wa =</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Va =</td> <td>16.08</td> <td>Ww =</td> <td>40.21</td> </tr> <tr> <td>Vw =</td> <td>40.21</td> <td>Ws =</td> <td>143.70</td> </tr> <tr> <td>Vs =</td> <td>54.23</td> <td>Wm =</td> <td>183.91</td> </tr> <tr> <td>Vm =</td> <td>110.52</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Volúmenes		Masas		Vv =	56.29	Wa =	0.00	Va =	16.08	Ww =	40.21	Vw =	40.21	Ws =	143.70	Vs =	54.23	Wm =	183.91	Vm =	110.52		
Volúmenes		Masas																									
Vv =	56.29	Wa =	0.00																								
Va =	16.08	Ww =	40.21																								
Vw =	40.21	Ws =	143.70																								
Vs =	54.23	Wm =	183.91																								
Vm =	110.52																										
																											
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO																											
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1.664	g/cm <sup>3</sup>																								
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1.304	g/cm <sup>3</sup>																								
Contenido de humedad ( $\omega$ )		27.98	%																								
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )		1.04	-																								
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )		50.94	%																								
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )		71.43	%																								
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )		28.57	%																								

**Autor:** Alvaro David Estrella López



**Tabla 74:** Pozo C12 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>																											
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANIUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																										
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																								
<b>ID Muestra:</b>	C12	<b>Profundidad:</b>	80 cm																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	761311.87 9917345.14																								
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>																											
Peso de la masa del suelo + recipiente		2019	g																								
Peso de recipiente (funda plastica)		2.5	g																								
Peso de la masa del suelo (Wm)		2016.5	g																								
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>																											
Peso inicial frasco + cono + arena		6771	g																								
Peso final frasco + cono + arena		3169	g																								
Peso de la arena en el cono		1633	g																								
Peso de la arena en el hueco		1969	g																								
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$		1.582	g/cm <sup>3</sup>																								
Volumen del hueco de la masa Vm		1244.63	cm <sup>3</sup>																								
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																											
Recipiente Número		3C	100																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		138.37	142.21																								
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		118.26	122.23																								
Peso del agua (Ww)		20.11	19.98																								
Peso del recipiente (Wr)		30.50	33.30																								
Peso de la muestra seca (Ws)		87.76	88.93																								
Contenido de humedad ( $\omega$ )		22.91	22.47																								
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		22.69	%																								
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>																											
$V_m$   $V_v$   $V_a$   $V_w$   $V_s$		$W_a$   $W_w$   $W_s$   $W_m$																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Volúmenes</th> <th colspan="2">Masas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vv =</td> <td>33.74</td> <td>Wa =</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Va =</td> <td>13.63</td> <td>Ww =</td> <td>20.11</td> </tr> <tr> <td>Vw =</td> <td>20.11</td> <td>Ws =</td> <td>88.93</td> </tr> <tr> <td>Vs =</td> <td>33.56</td> <td>Wm =</td> <td>109.04</td> </tr> <tr> <td>Vm =</td> <td>67.30</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Volúmenes		Masas		Vv =	33.74	Wa =	0.00	Va =	13.63	Ww =	20.11	Vw =	20.11	Ws =	88.93	Vs =	33.56	Wm =	109.04	Vm =	67.30		
Volúmenes		Masas																									
Vv =	33.74	Wa =	0.00																								
Va =	13.63	Ww =	20.11																								
Vw =	20.11	Ws =	88.93																								
Vs =	33.56	Wm =	109.04																								
Vm =	67.30																										
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>																											
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1.620	g/cm <sup>3</sup>																								
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1.321	g/cm <sup>3</sup>																								
Contenido de humedad ( $\omega$ )		22.61	%																								
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )		1.01	-																								
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )		50.14	%																								
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )		64.60	%																								
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )		30.40	%																								

**Autor:** Alvaro David Estrella López


## Contenido de humedad natural

**Tabla 75:** Pozo C1 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 																																												
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																												
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm																																								
<b>ID Muestra:</b>	C1	<b>Profundidad:</b>	80	cm																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015	<b>Coordenadas:</b>	766917.13	9921839.75																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 15%;">1</th> <th style="width: 15%;">3</th> <th style="width: 15%;">4</th> <th style="width: 15%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>120.23</td> <td>121.97</td> <td>119.11</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>108.02</td> <td>109.38</td> <td>107.22</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>12.21</td> <td>12.59</td> <td>11.89</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.23</td> <td>33.45</td> <td>33.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>75.79</td> <td>75.93</td> <td>74.02</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>16.11</td> <td>16.58</td> <td>16.06</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>16.25</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>					Recipiente Número	1	3	4		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	120.23	121.97	119.11	gr	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	108.02	109.38	107.22	gr	Peso del agua (Ww)	12.21	12.59	11.89	gr	Peso del recipiente (Wr)	32.23	33.45	33.20	g	Peso de la muestra seca (Ws)	75.79	75.93	74.02	gr	Contenido de humedad ( $\omega$ )	16.11	16.58	16.06	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>16.25</b>			%
Recipiente Número	1	3	4																																									
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	120.23	121.97	119.11	gr																																								
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	108.02	109.38	107.22	gr																																								
Peso del agua (Ww)	12.21	12.59	11.89	gr																																								
Peso del recipiente (Wr)	32.23	33.45	33.20	g																																								
Peso de la muestra seca (Ws)	75.79	75.93	74.02	gr																																								
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16.11	16.58	16.06	%																																								
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>16.25</b>			%																																								



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 76:** Pozo C2 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 																																												
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																												
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm																																								
<b>ID Muestra:</b>	C2	<b>Profundidad:</b>	85	cm																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015	<b>Coordenadas:</b>	764124.16	9920275.43																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 15%;">8</th> <th style="width: 15%;">9A</th> <th style="width: 15%;">30.69</th> <th style="width: 15%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>118.41</td> <td>122.42</td> <td>128.10</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>103.68</td> <td>107.01</td> <td>111.95</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>14.73</td> <td>15.41</td> <td>16.15</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.20</td> <td>32.20</td> <td>33.40</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>72.48</td> <td>74.81</td> <td>78.55</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>20.32</td> <td>20.60</td> <td>20.56</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>20.49</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>					Recipiente Número	8	9A	30.69		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	118.41	122.42	128.10	gr	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	103.68	107.01	111.95	gr	Peso del agua (Ww)	14.73	15.41	16.15	gr	Peso del recipiente (Wr)	31.20	32.20	33.40	gr	Peso de la muestra seca (Ws)	72.48	74.81	78.55	gr	Contenido de humedad ( $\omega$ )	20.32	20.60	20.56	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>20.49</b>			%
Recipiente Número	8	9A	30.69																																									
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	118.41	122.42	128.10	gr																																								
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	103.68	107.01	111.95	gr																																								
Peso del agua (Ww)	14.73	15.41	16.15	gr																																								
Peso del recipiente (Wr)	31.20	32.20	33.40	gr																																								
Peso de la muestra seca (Ws)	72.48	74.81	78.55	gr																																								
Contenido de humedad ( $\omega$ )	20.32	20.60	20.56	%																																								
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>20.49</b>			%																																								



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 77:** Pozo C3 San Juan de Pastocalle.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																										
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																								
<b>ID Muestra:</b>	C3	<b>Profundidad:</b>	75 cm																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015	<b>Coordenadas:</b>	762324.42 9920366.34																																								
<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>193.13</td> <td>196.18</td> <td>189.02</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>167.95</td> <td>170.25</td> <td>163.97</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>25.18</td> <td>25.93</td> <td>25.05</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.50</td> <td>32.50</td> <td>32.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>135.45</td> <td>137.75</td> <td>131.77</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>18.59</td> <td>18.82</td> <td>19.01</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="background-color: yellow;"><b>18.81</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	5	7	6A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	193.13	196.18	189.02	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	167.95	170.25	163.97	g	Peso del agua (Ww)	25.18	25.93	25.05	g	Peso del recipiente (Wr)	32.50	32.50	32.20	g	Peso de la muestra seca (Ws)	135.45	137.75	131.77	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.59	18.82	19.01	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>18.81</b>			%
Recipiente Número	5	7	6A																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	193.13	196.18	189.02	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	167.95	170.25	163.97	g																																							
Peso del agua (Ww)	25.18	25.93	25.05	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	32.50	32.50	32.20	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	135.45	137.75	131.77	g																																							
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.59	18.82	19.01	%																																							
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>18.81</b>			%																																							



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 78:** Pozo C4 San Juan de Pastocalle.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL																																											
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																										
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																								
<b>ID Muestra:</b>	C4	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015	<b>Coordenadas:</b>	763242.01 9919464.68																																								
<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>175.70</td> <td>172.12</td> <td>176.84</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>150.23</td> <td>147.14</td> <td>151.71</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>25.47</td> <td>24.98</td> <td>25.13</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.50</td> <td>32.50</td> <td>31.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>118.73</td> <td>114.64</td> <td>120.21</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>21.45</td> <td>21.79</td> <td>20.91</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="background-color: yellow;"><b>21.38</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	12	11	1A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	175.70	172.12	176.84	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	150.23	147.14	151.71	g	Peso del agua (Ww)	25.47	24.98	25.13	g	Peso del recipiente (Wr)	31.50	32.50	31.50	g	Peso de la muestra seca (Ws)	118.73	114.64	120.21	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.45	21.79	20.91	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>21.38</b>			%
Recipiente Número	12	11	1A																																								
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	175.70	172.12	176.84	g																																							
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	150.23	147.14	151.71	g																																							
Peso del agua (Ww)	25.47	24.98	25.13	g																																							
Peso del recipiente (Wr)	31.50	32.50	31.50	g																																							
Peso de la muestra seca (Ws)	118.73	114.64	120.21	g																																							
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.45	21.79	20.91	%																																							
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>21.38</b>			%																																							

**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 79:** Pozo C5 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 																																									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANIUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																									
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle																																								
<b>ID Muestra:</b>	C5																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015																																								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																								
<b>Profundidad:</b>	70 cm																																								
<b>Coordenadas:</b>	761857.32 9920874.96																																								
<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>156.90</td> <td>157.29</td> <td>160.14</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>136.50</td> <td>136.87</td> <td>138.99</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>20.40</td> <td>20.42</td> <td>21.15</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.20</td> <td>33.50</td> <td>32.25</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>104.30</td> <td>103.37</td> <td>106.74</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>19.56</td> <td>19.75</td> <td>19.81</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="background-color: yellow;"><b>19.71</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	4	30	5B		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.90	157.29	160.14	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	136.50	136.87	138.99	g	Peso del agua (Ww)	20.40	20.42	21.15	g	Peso del recipiente (Wr)	32.20	33.50	32.25	g	Peso de la muestra seca (Ws)	104.30	103.37	106.74	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.56	19.75	19.81	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>19.71</b>			%
Recipiente Número	4	30	5B																																						
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.90	157.29	160.14	g																																					
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	136.50	136.87	138.99	g																																					
Peso del agua (Ww)	20.40	20.42	21.15	g																																					
Peso del recipiente (Wr)	32.20	33.50	32.25	g																																					
Peso de la muestra seca (Ws)	104.30	103.37	106.74	g																																					
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.56	19.75	19.81	%																																					
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>19.71</b>			%																																					

**Autor:** Alvaro David Estrella López



**Tabla 80:** Pozo C6 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 																																									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANIUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																									
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle																																								
<b>ID Muestra:</b>	C6																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015																																								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																								
<b>Profundidad:</b>	85 cm																																								
<b>Coordenadas:</b>	760774.89 9922740.52																																								
<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>142.83</td> <td>141.95</td> <td>149.19</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>127.85</td> <td>127.15</td> <td>133.82</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>14.98</td> <td>14.80</td> <td>15.37</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.90</td> <td>30.80</td> <td>31.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>95.95</td> <td>96.35</td> <td>101.92</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>15.61</td> <td>15.36</td> <td>15.08</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="background-color: yellow;"><b>15.35</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	4B	2B	13		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	142.83	141.95	149.19	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	127.85	127.15	133.82	g	Peso del agua (Ww)	14.98	14.80	15.37	g	Peso del recipiente (Wr)	31.90	30.80	31.90	g	Peso de la muestra seca (Ws)	95.95	96.35	101.92	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	15.61	15.36	15.08	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>15.35</b>			%
Recipiente Número	4B	2B	13																																						
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	142.83	141.95	149.19	g																																					
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	127.85	127.15	133.82	g																																					
Peso del agua (Ww)	14.98	14.80	15.37	g																																					
Peso del recipiente (Wr)	31.90	30.80	31.90	g																																					
Peso de la muestra seca (Ws)	95.95	96.35	101.92	g																																					
Contenido de humedad ( $\omega$ )	15.61	15.36	15.08	%																																					
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>15.35</b>			%																																					

**Autor:** Alvaro David Estrella López





**Tabla 81: Pozo C7 Tanicuchi**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 																																									
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																								
<b>Vía:</b>	Tanicuchi																																								
<b>ID Muestra:</b>	C7																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015																																								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																								
<b>Profundidad:</b>	80 cm																																								
<b>Coordenadas:</b>	764682.80 9911058.48																																								
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>43</td> <td>46</td> <td>41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>168.44</td> <td>164.26</td> <td>176.14</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>140.39</td> <td>136.82</td> <td>147.11</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>28.05</td> <td>27.44</td> <td>29.03</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>30.40</td> <td>30.80</td> <td>32.40</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>109.99</td> <td>106.02</td> <td>114.71</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>25.50</td> <td>25.88</td> <td>25.31</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="background-color: yellow;"><b>25.56</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	43	46	41		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	168.44	164.26	176.14	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	140.39	136.82	147.11	g	Peso del agua (Ww)	28.05	27.44	29.03	g	Peso del recipiente (Wr)	30.40	30.80	32.40	g	Peso de la muestra seca (Ws)	109.99	106.02	114.71	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	25.50	25.88	25.31	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>25.56</b>			%
Recipiente Número	43	46	41																																						
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	168.44	164.26	176.14	g																																					
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	140.39	136.82	147.11	g																																					
Peso del agua (Ww)	28.05	27.44	29.03	g																																					
Peso del recipiente (Wr)	30.40	30.80	32.40	g																																					
Peso de la muestra seca (Ws)	109.99	106.02	114.71	g																																					
Contenido de humedad ( $\omega$ )	25.50	25.88	25.31	%																																					
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>25.56</b>			%																																					



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 82: Pozo C8 Tanicuchi**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 																																									
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																								
<b>Vía:</b>	Tanicuchi																																								
<b>ID Muestra:</b>	C8																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015																																								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																								
<b>Profundidad:</b>	85 cm																																								
<b>Coordenadas:</b>	762929.70 9914158.41																																								
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>5B-1</td> <td>52</td> <td>44</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)</td> <td>164.27</td> <td>169.34</td> <td>170.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>135.10</td> <td>138.85</td> <td>139.75</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>29.17</td> <td>30.49</td> <td>31.05</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>32.50</td> <td>31.20</td> <td>31.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>102.60</td> <td>107.65</td> <td>108.55</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>28.43</td> <td>28.32</td> <td>28.60</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="background-color: yellow;"><b>28.45</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	5B-1	52	44		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	164.27	169.34	170.80	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	135.10	138.85	139.75	g	Peso del agua (Ww)	29.17	30.49	31.05	g	Peso del recipiente (Wr)	32.50	31.20	31.20	g	Peso de la muestra seca (Ws)	102.60	107.65	108.55	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	28.43	28.32	28.60	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>28.45</b>			%
Recipiente Número	5B-1	52	44																																						
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	164.27	169.34	170.80	g																																					
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	135.10	138.85	139.75	g																																					
Peso del agua (Ww)	29.17	30.49	31.05	g																																					
Peso del recipiente (Wr)	32.50	31.20	31.20	g																																					
Peso de la muestra seca (Ws)	102.60	107.65	108.55	g																																					
Contenido de humedad ( $\omega$ )	28.43	28.32	28.60	%																																					
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>28.45</b>			%																																					



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 83:** Pozo C9 Tanicuchi

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 																																									
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																								
<b>Vía:</b>	Tanicuchi																																								
<b>ID Muestra:</b>	C9																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015																																								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																								
<b>Profundidad:</b>	75 cm																																								
<b>Coordenadas:</b>	762121.90 9912683.38																																								
<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>153.22</td> <td>156.70</td> <td>152.67</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>130.54</td> <td>132.86</td> <td>129.88</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>22.68</td> <td>23.84</td> <td>22.79</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>31.40</td> <td>30.20</td> <td>31.60</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>99.14</td> <td>102.66</td> <td>98.28</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>22.88</td> <td>23.22</td> <td>23.19</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="background-color: yellow;"><b>23.10</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	42	81	12A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	153.22	156.70	152.67	gr	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	130.54	132.86	129.88	gr	Peso del agua (Ww)	22.68	23.84	22.79	gr	Peso del recipiente (Wr)	31.40	30.20	31.60	gr	Peso de la muestra seca (Ws)	99.14	102.66	98.28	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.88	23.22	23.19	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>23.10</b>			%
Recipiente Número	42	81	12A																																						
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	153.22	156.70	152.67	gr																																					
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	130.54	132.86	129.88	gr																																					
Peso del agua (Ww)	22.68	23.84	22.79	gr																																					
Peso del recipiente (Wr)	31.40	30.20	31.60	gr																																					
Peso de la muestra seca (Ws)	99.14	102.66	98.28	g																																					
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.88	23.22	23.19	%																																					
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>23.10</b>			%																																					



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 84:** Pozo C10 Tanicuchi

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 																																									
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																								
<b>Vía:</b>	Tanicuchi																																								
<b>ID Muestra:</b>	C10																																								
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015																																								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																								
<b>Profundidad:</b>	80 cm																																								
<b>Coordenadas:</b>	765276.38 9917109.80																																								
<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>184.79</td> <td>175.50</td> <td>158.84</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)</td> <td>149.62</td> <td>142.60</td> <td>130.29</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (Ww)</td> <td>35.17</td> <td>32.90</td> <td>28.55</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr)</td> <td>30.30</td> <td>31.00</td> <td>32.25</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (Ws)</td> <td>119.32</td> <td>111.60</td> <td>98.04</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>29.48</td> <td>29.48</td> <td>29.12</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="3" style="background-color: yellow;"><b>29.36</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	87	99	25A		Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	184.79	175.50	158.84	g	Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	149.62	142.60	130.29	g	Peso del agua (Ww)	35.17	32.90	28.55	g	Peso del recipiente (Wr)	30.30	31.00	32.25	g	Peso de la muestra seca (Ws)	119.32	111.60	98.04	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	29.48	29.48	29.12	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>29.36</b>			%
Recipiente Número	87	99	25A																																						
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	184.79	175.50	158.84	g																																					
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	149.62	142.60	130.29	g																																					
Peso del agua (Ww)	35.17	32.90	28.55	g																																					
Peso del recipiente (Wr)	30.30	31.00	32.25	g																																					
Peso de la muestra seca (Ws)	119.32	111.60	98.04	g																																					
Contenido de humedad ( $\omega$ )	29.48	29.48	29.12	%																																					
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>29.36</b>			%																																					



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 85:** Pozo C11 Tanicuchi

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”			
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm
<b>ID Muestra:</b>	C11	<b>Profundidad:</b>	80	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015	<b>Coordenadas:</b>	760714.66	9912701.32
Recipiente Número	97	102	44A	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	240.13	216.11	246.12	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	195.88	175.90	199.61	g
Peso del agua (Ww)	44.25	40.21	46.51	g
Peso del recipiente (Wr)	33.30	32.20	33.30	g
Peso de la muestra seca (Ws)	162.58	143.70	166.31	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	27.22	27.98	27.97	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>27.72</b>			%

**Autor:** Alvaro David Estrella López



**Tabla 86:** Pozo C12 Tanicuchi

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”			
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm
<b>ID Muestra:</b>	C12	<b>Profundidad:</b>	80	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T265 2015	<b>Coordenadas:</b>	761311.87	9917345.14
Recipiente Número	3C	100	54B	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	138.37	142.21	140.75	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	118.26	122.23	121.19	g
Peso del agua (Ww)	20.11	19.98	19.56	g
Peso del recipiente (Wr)	30.50	33.30	33.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	87.76	88.93	87.49	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.91	22.47	22.36	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	<b>22.58</b>			%

**Autor:** Alvaro David Estrella López



## Gravedad específica

**Tabla 87:** Pozo C1 San Juan de Pastocalle

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA 																																		
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																		
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle																																	
<b>ID Muestra:</b>	C1																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015																																	
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Coordenadas:</b>	766917.13 9921839.75																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <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;">21.15</td> <td style="text-align: center;">°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td style="text-align: center;">301.70</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td style="text-align: center;">253.15</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td style="text-align: center;">48.55</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td style="text-align: center;">649.87</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td style="text-align: center;">698.42</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td style="text-align: center;">680.10</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td style="text-align: center;">18.32</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td style="text-align: center;">0.99979</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">2.650</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	72		Temperatura del agua + suelo	21.15	°C	Peso del recipiente + suelo seco	301.70	g	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	253.15	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	48.55	g	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	649.87	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	698.42	g	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	680.10	g	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	18.32	g	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.650	
Recipiente Número	72																																	
Temperatura del agua + suelo	21.15	°C																																
Peso del recipiente + suelo seco	301.70	g																																
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	253.15	g																																
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	48.55	g																																
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	649.87	g																																
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	698.42	g																																
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	680.10	g																																
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	18.32	g																																
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979																																	
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.650																																	



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 88:** Pozo C2 San Juan de Pastocalle

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA 																																		
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																		
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle																																	
<b>ID Muestra:</b>	C2																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015																																	
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Coordenadas:</b>	764124.16 9920275.43																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <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;">22.30</td> <td style="text-align: center;">°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td style="text-align: center;">308.29</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td style="text-align: center;">245.05</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td style="text-align: center;">63.24</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td style="text-align: center;">647.58</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td style="text-align: center;">710.82</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td style="text-align: center;">686.78</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td style="text-align: center;">24.04</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td style="text-align: center;">0.99957</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">2.629</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	75		Temperatura del agua + suelo	22.30	°C	Peso del recipiente + suelo seco	308.29	g	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	245.05	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	63.24	g	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	647.58	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	710.82	g	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	686.78	g	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	24.04	g	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99957		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.629	
Recipiente Número	75																																	
Temperatura del agua + suelo	22.30	°C																																
Peso del recipiente + suelo seco	308.29	g																																
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	245.05	g																																
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	63.24	g																																
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	647.58	g																																
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	710.82	g																																
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	686.78	g																																
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	24.04	g																																
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99957																																	
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.629																																	



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 89:** Pozo C3 San Juan de Pastocalle

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 																																															
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																														
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																												
<b>ID Muestra:</b>	C3	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																												
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	762324.42 9920366.34																																												
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>69</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>21.00</td> <td>°C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>308.84</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>255.30</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>53.54</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>645.30</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>698.84</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>678.42</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>20.42</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99979</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.621</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	69			Temperatura del agua + suelo	21.00	°C		Peso del recipiente + suelo seco	308.84	g		Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	255.30	g		Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	53.54	g		Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	645.30	g		Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	698.84	g		Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	678.42	g		Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	20.42	g		Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979			Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.621		
Recipiente Número	69																																														
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																													
Peso del recipiente + suelo seco	308.84	g																																													
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	255.30	g																																													
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	53.54	g																																													
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	645.30	g																																													
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	698.84	g																																													
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	678.42	g																																													
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	20.42	g																																													
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979																																														
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.621																																														



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 90:** Pozo C4 San Juan de Pastocalle

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 																																															
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																														
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																												
<b>ID Muestra:</b>	C4	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																												
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	762324.01 9919464.68																																												
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>76D</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>21.00</td> <td>°C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>333.41</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>295.84</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>37.57</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>653.57</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>691.14</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>676.88</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>14.26</td> <td>g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99979</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.634</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	76D			Temperatura del agua + suelo	21.00	°C		Peso del recipiente + suelo seco	333.41	g		Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	295.84	g		Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	37.57	g		Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	653.57	g		Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	691.14	g		Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	676.88	g		Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	14.26	g		Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979			Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.634		
Recipiente Número	76D																																														
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																													
Peso del recipiente + suelo seco	333.41	g																																													
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	295.84	g																																													
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	37.57	g																																													
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	653.57	g																																													
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	691.14	g																																													
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	676.88	g																																													
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	14.26	g																																													
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979																																														
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.634																																														



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 91:** Pozo C5 San Juan de Pastocalle.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																				
<b>Proyecto:</b>	LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI																																			
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	C1	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	761857.32 9920874.96																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>73</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>24.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>303.97</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>253.12</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>50.85</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>677.33</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>728.18</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>709.10</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>19.08</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99909</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.663</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	73		Temperatura del agua + suelo	24.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	303.97	gr	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	253.12	gr	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	50.85	gr	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	677.33	gr	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	728.18	gr	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	709.10	gr	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	19.08	gr	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99909		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.663	
Recipiente Número	73																																			
Temperatura del agua + suelo	24.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	303.97	gr																																		
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	253.12	gr																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	50.85	gr																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	677.33	gr																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	728.18	gr																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	709.10	gr																																		
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	19.08	gr																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99909																																			
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.663																																			



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 92:** Pozo C6 San Juan de Pastocalle

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																				
<b>Proyecto:</b>	DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI																																			
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	C6	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	760774.89 9922740.52																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>77</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>298.98</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>232.02</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>66.96</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>650.82</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>717.78</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>692.45</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>25.33</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99979</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.643</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	77		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	298.98	gr	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	232.02	gr	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	66.96	gr	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	650.82	gr	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	717.78	gr	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	692.45	gr	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	25.33	gr	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.643	
Recipiente Número	77																																			
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	298.98	gr																																		
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	232.02	gr																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	66.96	gr																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	650.82	gr																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	717.78	gr																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	692.45	gr																																		
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	25.33	gr																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979																																			
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.643																																			



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 93:** Pozo C7 Tanicuhí

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																			
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	C7	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	764682.80 9911058.48																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>67</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>298.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>254.11</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>43.89</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>633.58</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>W</b>)</td> <td>677.47</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>661.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>16.27</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>1.00020</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.698</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	67		Temperatura del agua + suelo	19.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	298.00	g	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	254.11	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	43.89	g	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	633.58	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	677.47	g	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	661.20	g	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	16.27	g	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	1.00020		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.698	
Recipiente Número	67																																			
Temperatura del agua + suelo	19.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	298.00	g																																		
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	254.11	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	43.89	g																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	633.58	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	677.47	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	661.20	g																																		
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	16.27	g																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	1.00020																																			
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.698																																			



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 94:** Pozo C8 Tanicuchi

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																			
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	C8	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	762929.70 9914158.41																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>71A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>21.50</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>303.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>252.15</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>51.55</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>640.82</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>W</b>)</td> <td>692.37</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>673.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>19.17</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99979</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.689</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	71A		Temperatura del agua + suelo	21.50	°C	Peso del recipiente + suelo seco	303.70	g	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	252.15	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	51.55	g	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	640.82	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	692.37	g	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	673.20	g	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	19.17	g	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.689	
Recipiente Número	71A																																			
Temperatura del agua + suelo	21.50	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	303.70	g																																		
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	252.15	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	51.55	g																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	640.82	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	692.37	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	673.20	g																																		
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	19.17	g																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979																																			
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.689																																			



**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 95:** Pozo C9 Tanicuhí

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																				
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	C9	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	762121.90 9912683.38																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>64</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>267.64</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>214.49</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>53.15</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>676.15</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>W</b>)</td> <td>729.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>709.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>20.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99957</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.630</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	64		Temperatura del agua + suelo	22.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	267.64	g	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	214.49	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	53.15	g	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	676.15	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	729.30	g	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	709.10	g	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	20.20	g	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99957		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.630	
Recipiente Número	64																																			
Temperatura del agua + suelo	22.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	267.64	g																																		
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	214.49	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	53.15	g																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	676.15	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	729.30	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	709.10	g																																		
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	20.20	g																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99957																																			
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.630																																			

**Autor:** Alvaro David Estrella López



**Tabla 96:** Pozo C10 Tanicuhí

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																				
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	C10	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	765276.38 9917109.80																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>91P</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>160.66</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>113.96</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>46.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>644.35</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>W</b>)</td> <td>691.05</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>673.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>17.35</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>1.00000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.692</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	91P		Temperatura del agua + suelo	20.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	160.66	g	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	113.96	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	46.70	g	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	644.35	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	691.05	g	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	673.70	g	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	17.35	g	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	1.00000		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.692	
Recipiente Número	91P																																			
Temperatura del agua + suelo	20.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	160.66	g																																		
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	113.96	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	46.70	g																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	644.35	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	691.05	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	673.70	g																																		
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	17.35	g																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	1.00000																																			
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.692																																			

**Autor:** Alvaro David Estrella López





**Tabla 97:** Pozo C11 Tanicuhí

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																			
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	C11	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	760714.66 9912701.32																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>80</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>170.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>135.55</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>35.15</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>670.44</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>W</b>)</td> <td>705.59</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>692.35</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>13.24</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99957</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.654</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	80		Temperatura del agua + suelo	22.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	170.70	g	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	135.55	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	35.15	g	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	670.44	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	705.59	g	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	692.35	g	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	13.24	g	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99957		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.654	
Recipiente Número	80																																			
Temperatura del agua + suelo	22.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	170.70	g																																		
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	135.55	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	35.15	g																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	670.44	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	705.59	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	692.35	g																																		
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	13.24	g																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99957																																			
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.654																																			

**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 98:** Pozo C12 Tanicuhí

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																				
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”																																			
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	C12	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	761311.87 9917345.14																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>79A</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>218.89</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>Wr</b>)</td> <td>132.41</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>)</td> <td>86.48</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>Wbw</b>)</td> <td>648.93</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>Ws</b>) + picnómetro + agua (<b>W</b>)</td> <td>735.41</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>Wbws</b>)</td> <td>703.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>Dw</b>)</td> <td>32.31</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99979</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>Gs</b>)</td> <td>2.676</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	79A		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	218.89	g	Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	132.41	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	86.48	g	Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	648.93	g	Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	735.41	g	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	703.10	g	Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	32.31	g	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979		Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.676	
Recipiente Número	79A																																			
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	218.89	g																																		
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	132.41	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	86.48	g																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	648.93	g																																		
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>W</b> )	735.41	g																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	703.10	g																																		
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	32.31	g																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979																																			
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2.676																																			

**Autor:** Alvaro David Estrella López

## Granulometría

**Tabla 99:** Pozo C1 San Juan de Pastocalle.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA	FICM
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"	
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b>	C1	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b> 766917.13 9921839.75
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000 g	

# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENID O (g)	PESO RETENIDO ACUMULAD O (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.75	0.00	0.00	0.00%	100.00%
8	2.36	46.31	46.31	4.63%	95.37%
10	2	18.36	64.67	6.47%	93.53%
16	1.18	105.68	170.35	17.04%	82.96%
30	0.6	149.36	319.71	31.99%	68.01%
40	0.425	103.41	423.12	42.33%	57.67%
50	0.3	106.15	529.27	52.95%	47.05%
60	0.25	97.80	627.07	62.74%	37.26%
100	0.15	136.81	763.88	76.42%	23.58%
200	0.075	115.87	879.75	88.02%	11.98%
<b>BANDEJA</b>		119.77	999.52	100.00%	

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

D 60
  D 30
  D 10

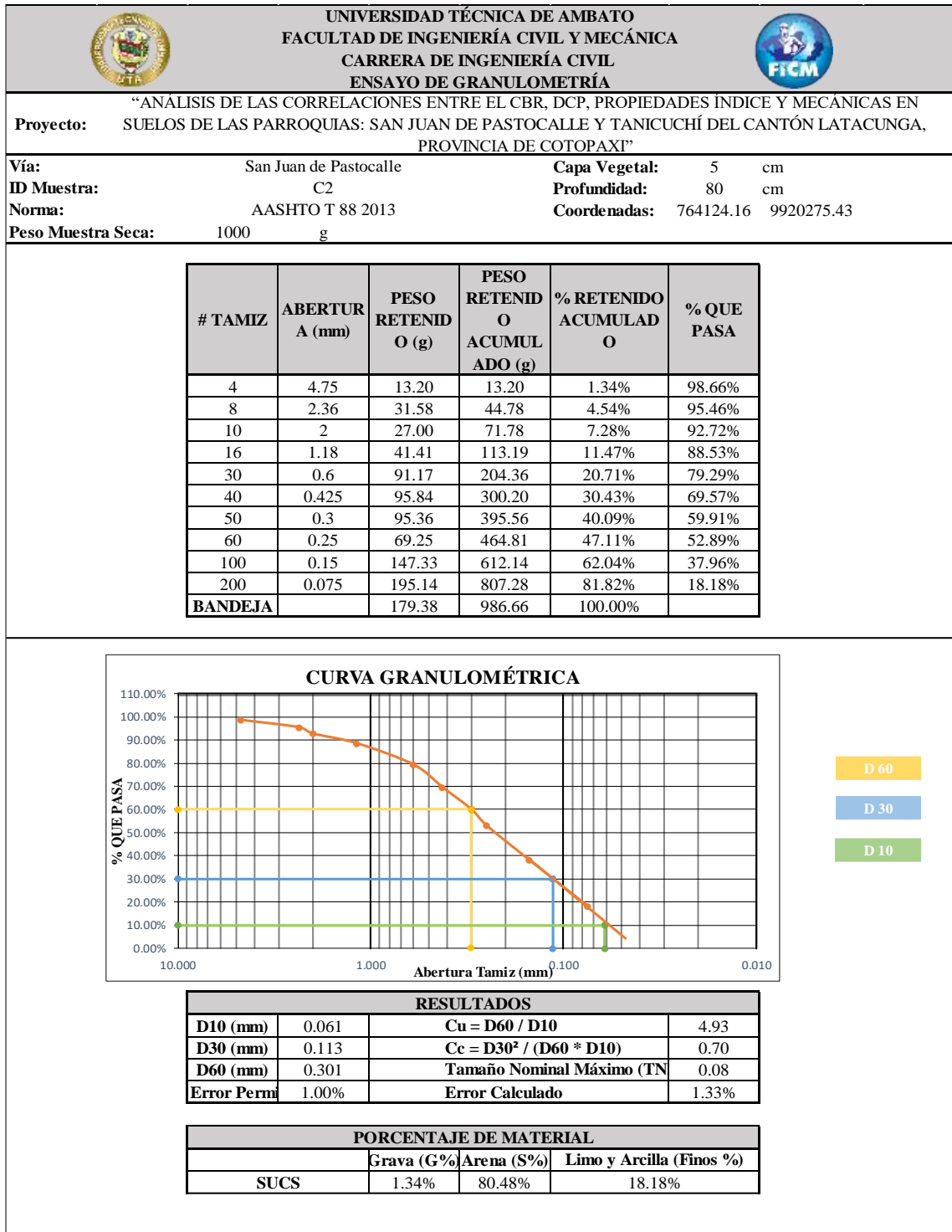
RESULTADOS			
<b>D10 (mm)</b>	0.08	<b>Cu = D60 / D10</b>	6.12
<b>D30 (mm)</b>	0.19	<b>Cc = D30<sup>2</sup> / (D60 * D10)</b>	1.05
<b>D60 (mm)</b>	0.46	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	0.60
<b>Error Permi</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.05%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
<b>SUCS</b>	0.00%	88.02%	11.98%

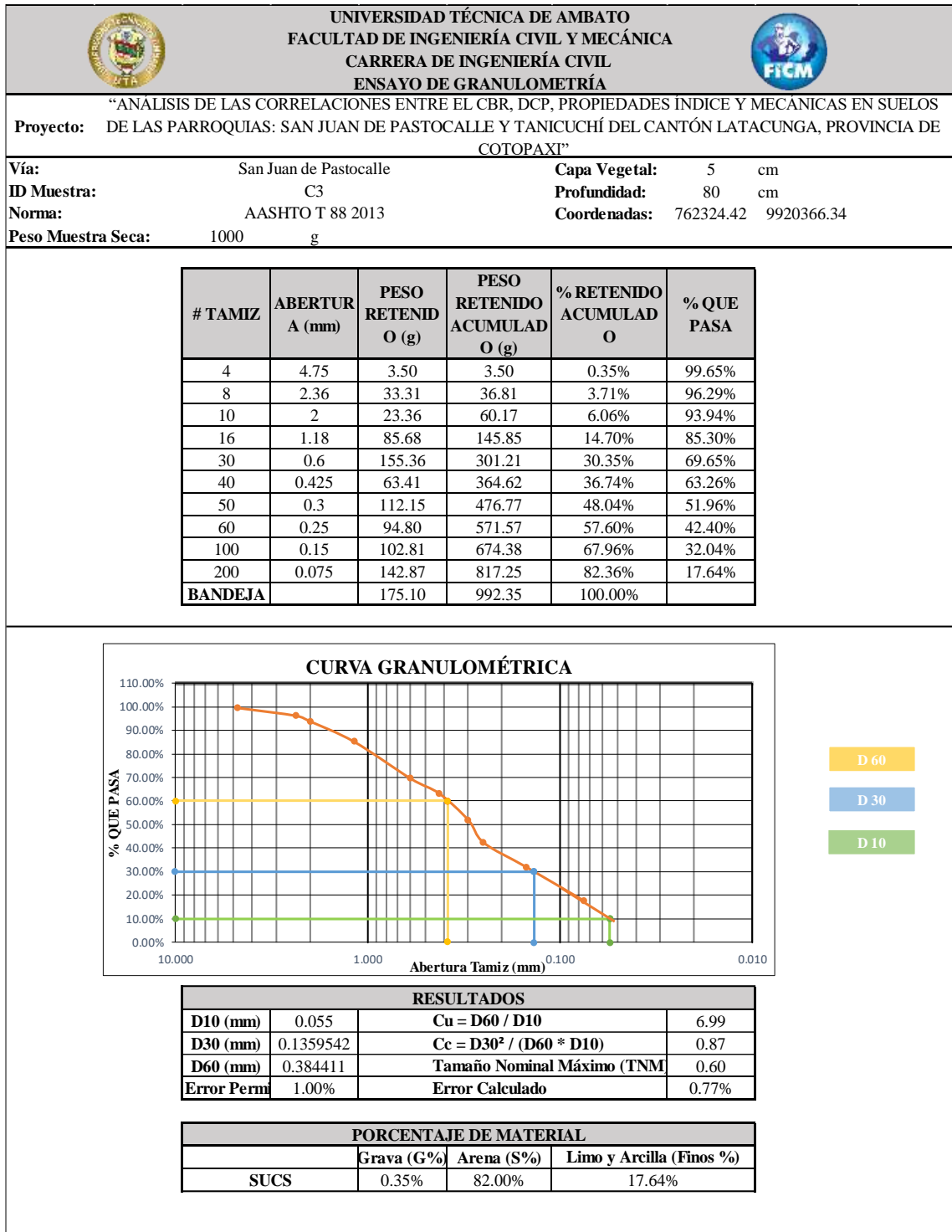
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 100:** Pozo C2 San Juan de Pastocalle.



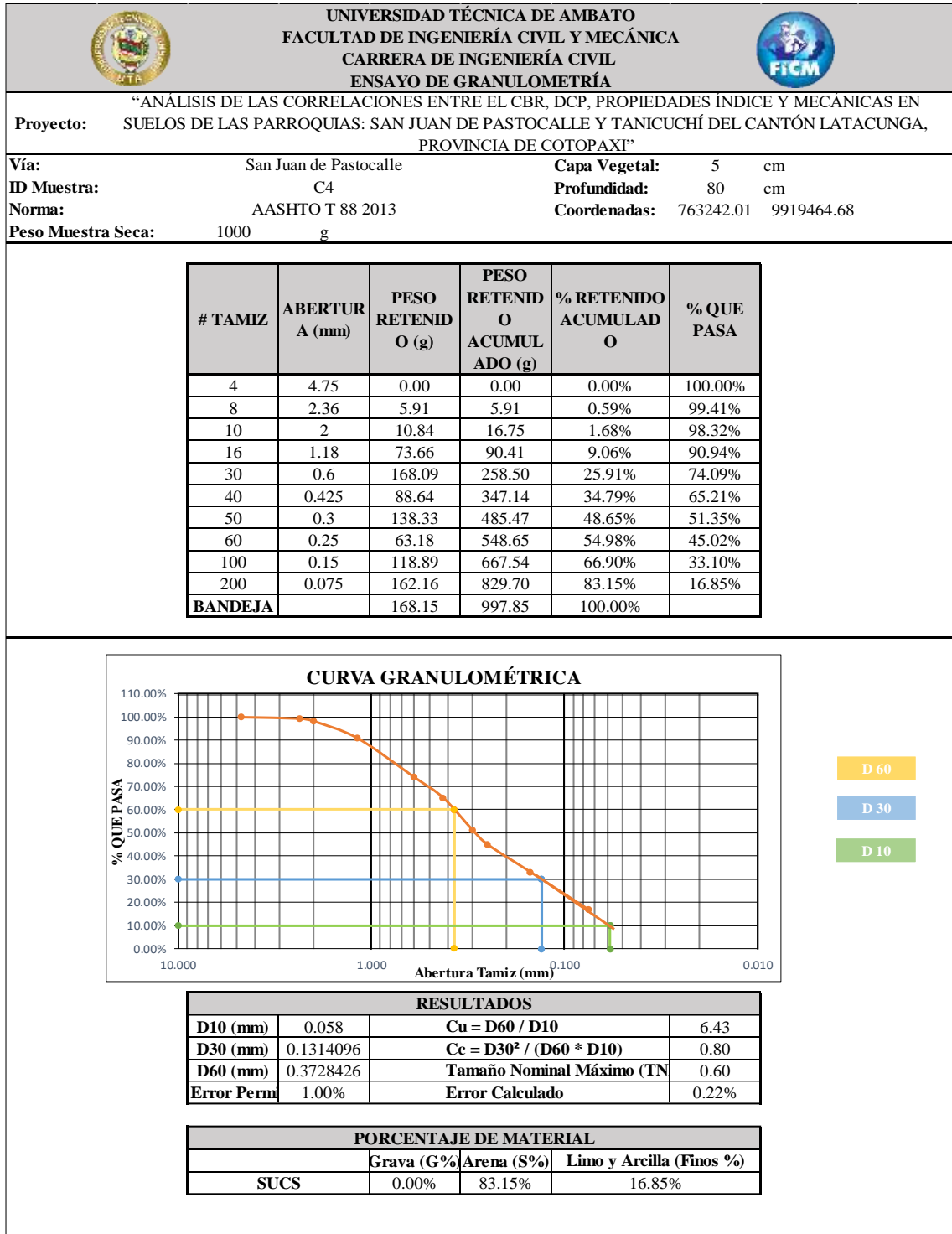
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 101:** Pozo C3 San Juan de Pastocalle.



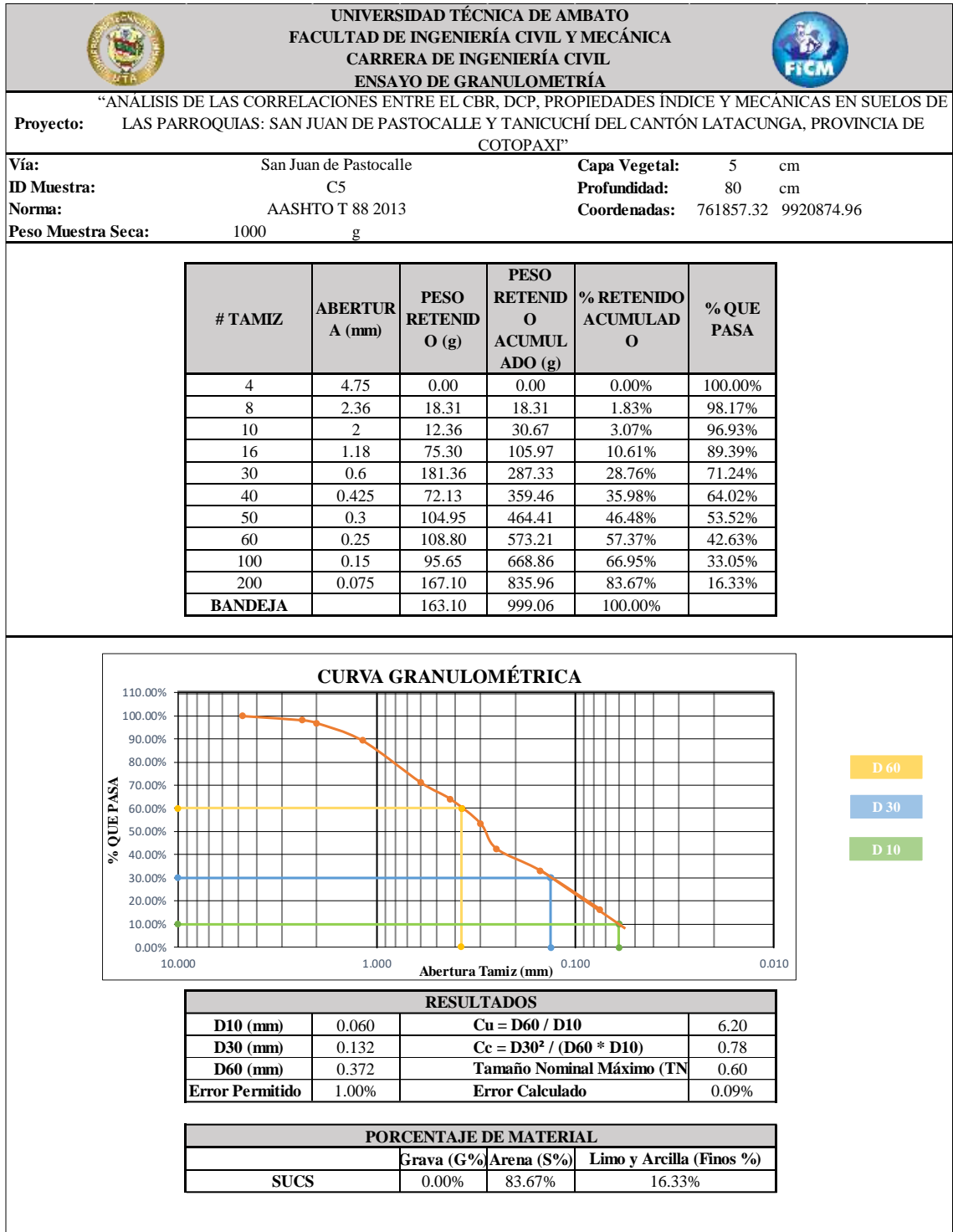
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 102:** Pozo C4 San Juan de Pastocalle.





**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 103:** Pozo C5 San Juan de Pastocalle.



**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 104:** Pozo C6 San Juan de Pastocalle.

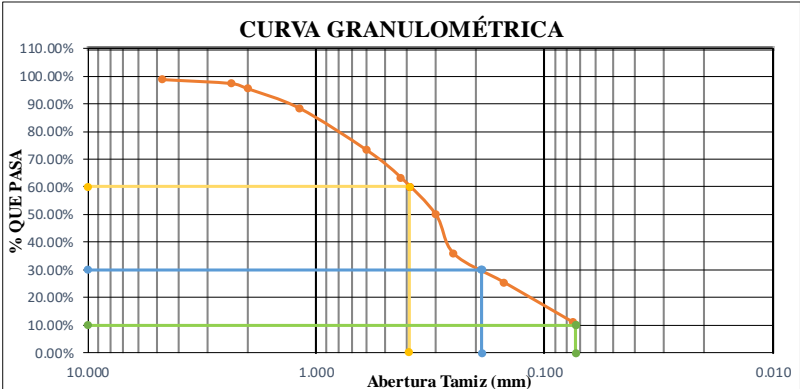
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b>			
“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS <b>Proyecto:</b> DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”			
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	C6	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	760774.89 9922740.52
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000 g		

# TAMIZ	ABERTURA A (mm)	PESO RETENIDO O (g)	PESO RETENIDO O ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.75	11.11	11.11	1.11%	98.89%
8	2.36	14.21	25.32	2.54%	97.46%
10	2	18.54	43.86	4.40%	95.60%
16	1.18	71.45	115.31	11.56%	88.44%
30	0.6	151.15	266.46	26.72%	73.28%
40	0.425	99.08	365.54	36.66%	63.34%
50	0.3	132.35	497.89	49.93%	50.07%
60	0.25	141.80	639.69	64.15%	35.85%
100	0.15	104.35	744.04	74.62%	25.38%
200	0.075	143.68	887.72	89.02%	10.98%
<b>BANDEJA</b>		109.45	997.17	100.00%	

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



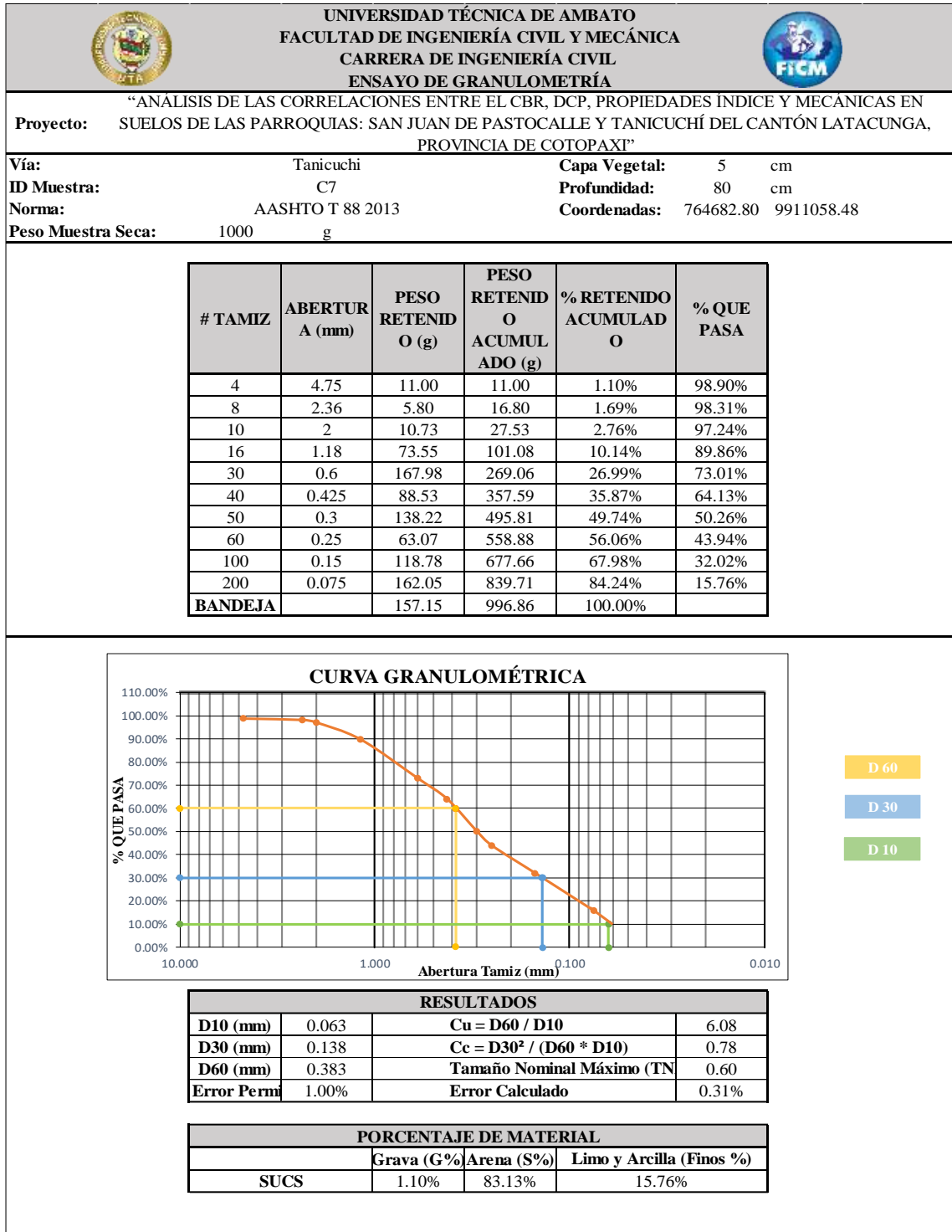
<b>RESULTADOS</b>			
<b>D10 (mm)</b>	0.073	<b>Cu = D60 / D10</b>	5.33
<b>D30 (mm)</b>	0.188	<b>Cc = D30<sup>2</sup> / (D60 * D10)</b>	1.24
<b>D60 (mm)</b>	0.389	<b>Tamaño Nominal Máximo (TN)</b>	0.60
<b>Error Perm</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.28%

<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
<b>SUCS</b>	1.11%	87.91%	10.98%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

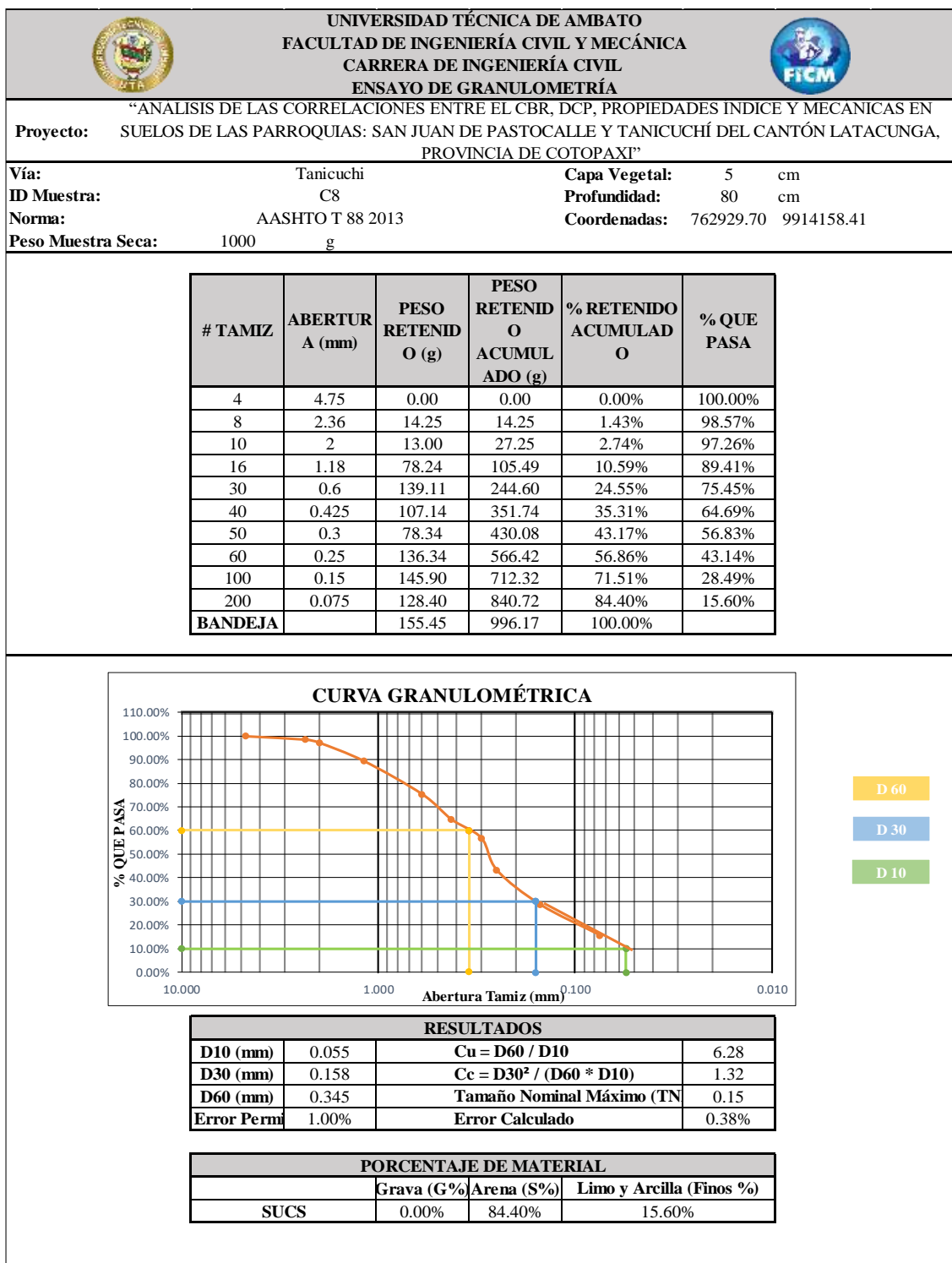
**Tabla 105:** Pozo C7 Tanicuchi.



**Autor:** Alvaro David Estrella López.

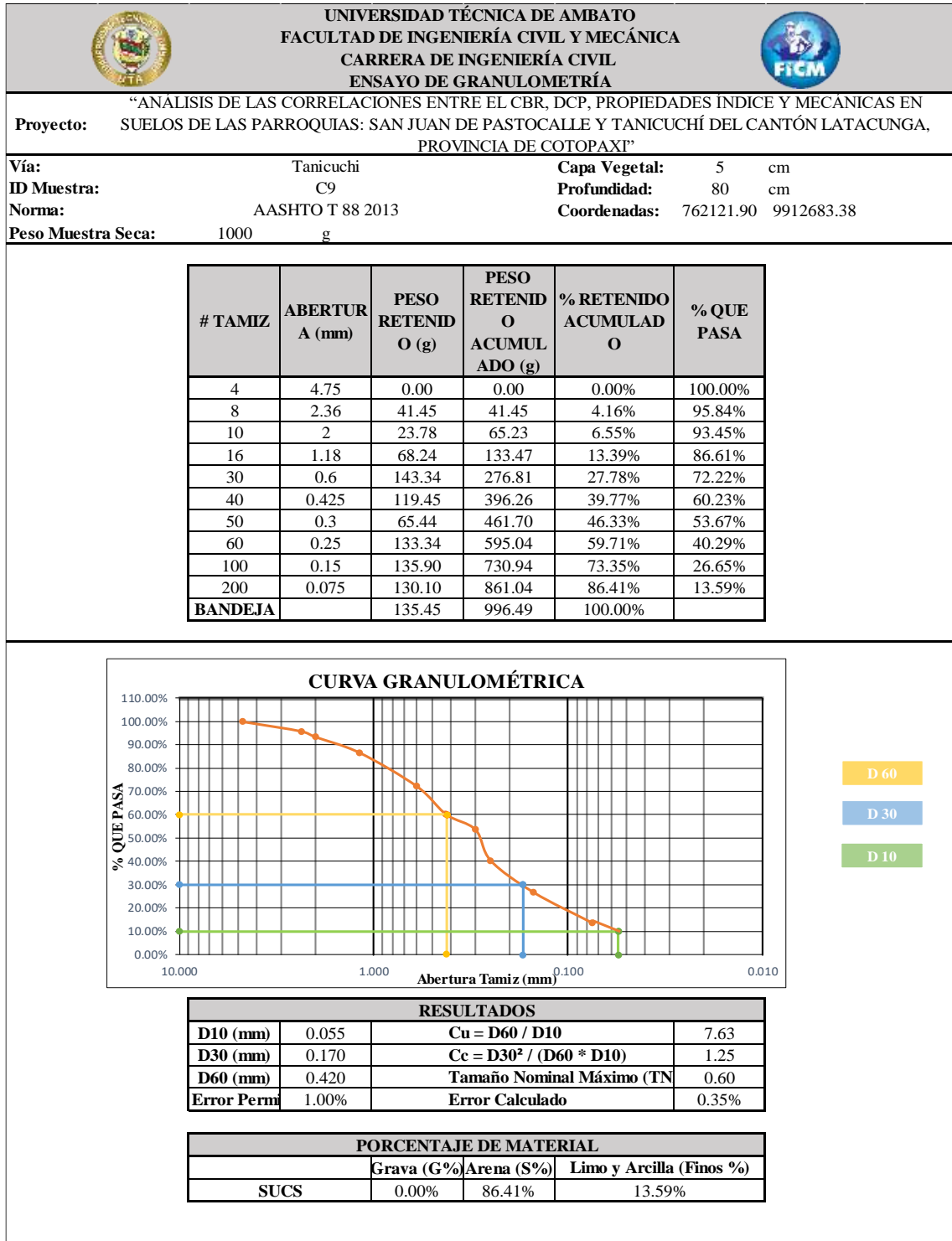


Tabla 106: Pozo C8 Tanicuchi.



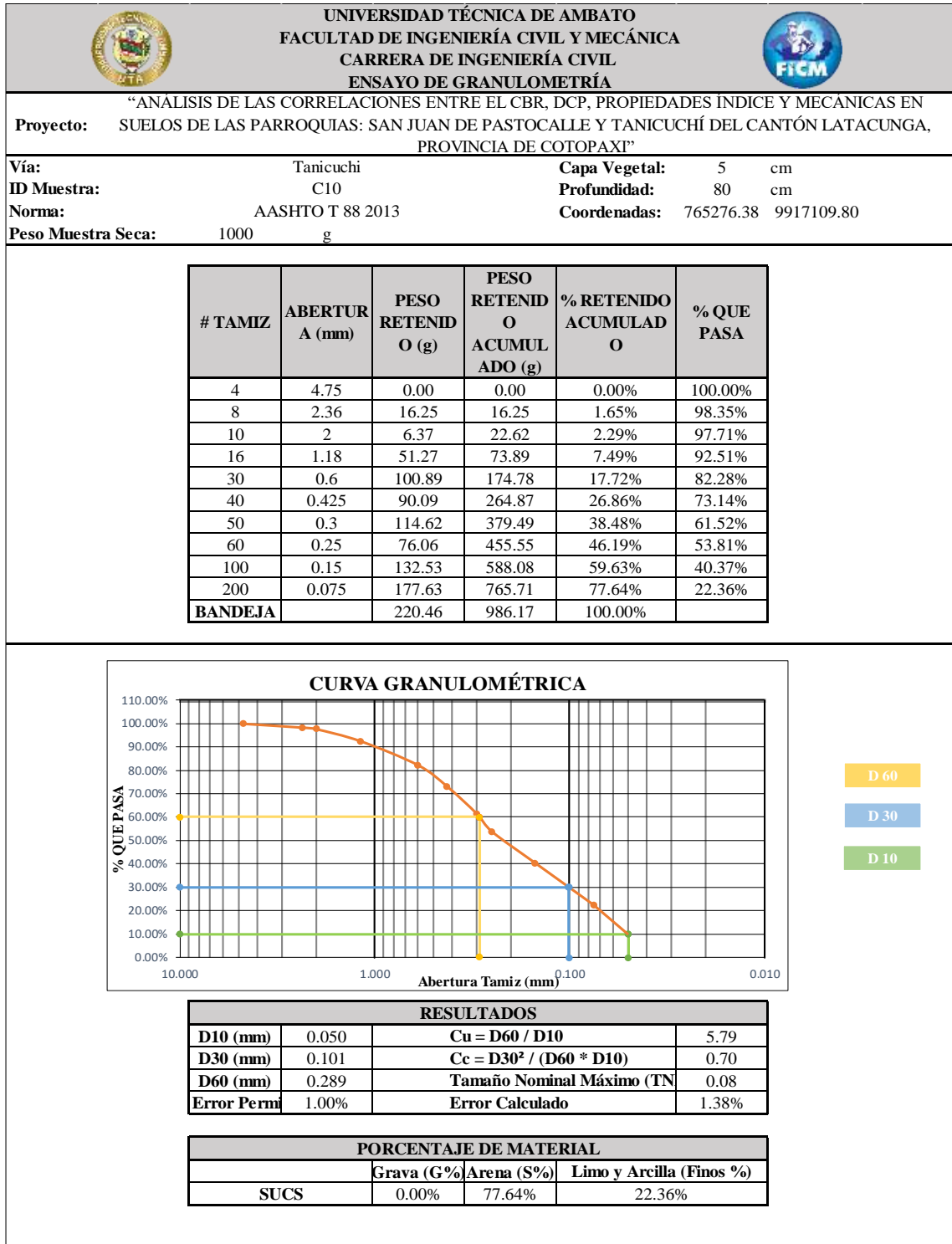
Autor: Alvaro David Estrella López.

**Tabla 107: Pozo C9 Tanicuchi.**



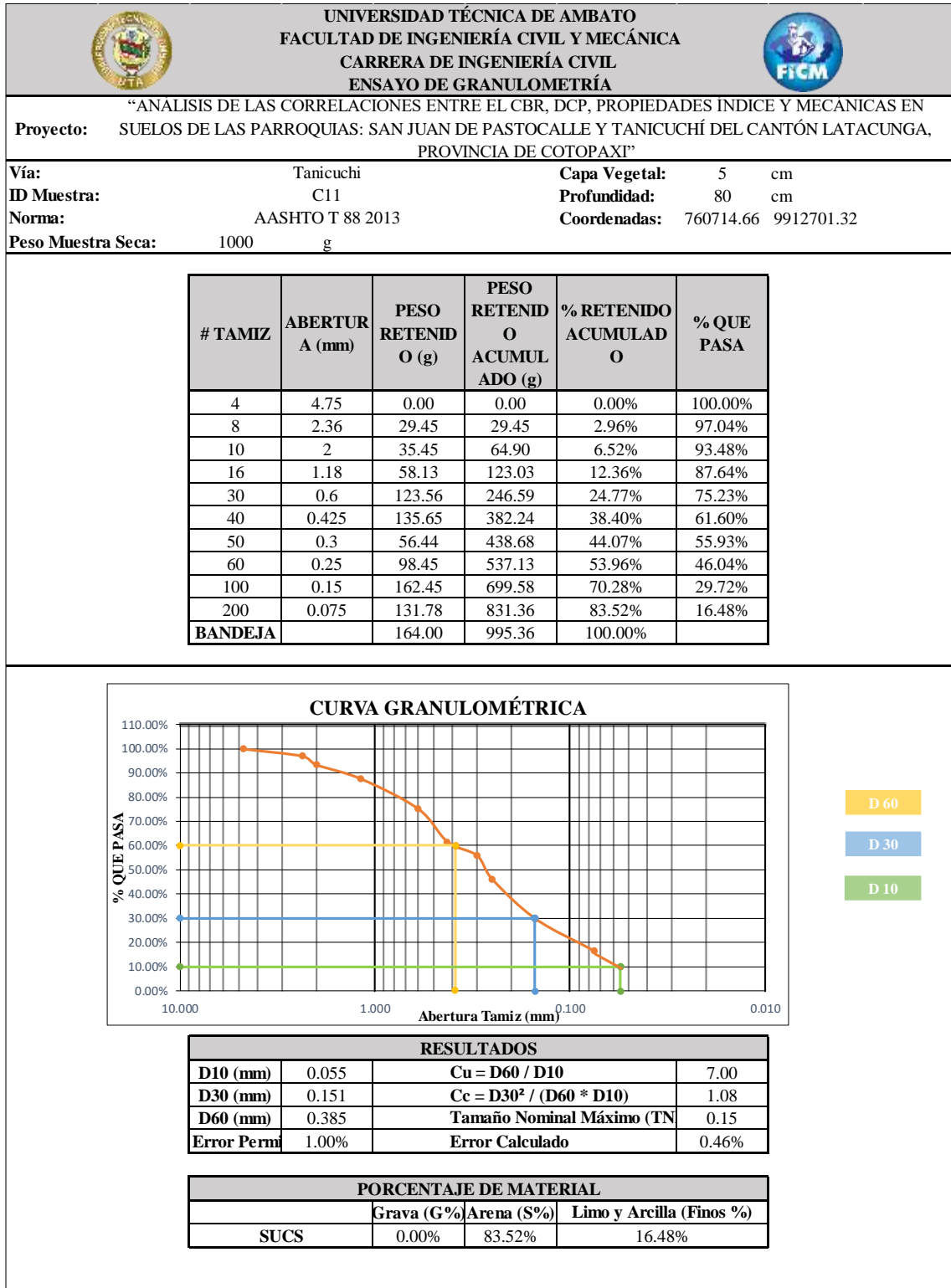
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 108:** Pozo C10 Tanicuchi.





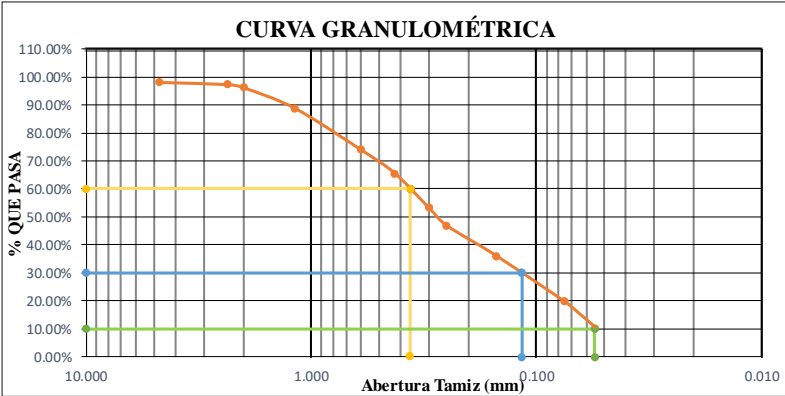
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 109:** Pozo C11 Tanicuchi.



**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 110:** Pozo C12 Tanicuchi.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE GRANULOMETRÍA																																																																									
																																																																															
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																																																															
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm																																																																									
<b>ID Muestra:</b>	C12			<b>Profundidad:</b>	80	cm																																																																									
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013			<b>Coordenadas:</b>	761311.87	9917345.14																																																																									
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000	g																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th># TAMIZ</th> <th>ABERTURA A (mm)</th> <th>PESO RETENIDO O (g)</th> <th>PESO RETENIDO O ACUMULADO (g)</th> <th>% RETENIDO O ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4.75</td><td>18.20</td><td>18.20</td><td>1.82%</td><td>98.18%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.36</td><td>7.81</td><td>26.01</td><td>2.61%</td><td>97.39%</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>11.04</td><td>37.05</td><td>3.71%</td><td>96.29%</td></tr> <tr><td>16</td><td>1.18</td><td>73.86</td><td>110.91</td><td>11.12%</td><td>88.88%</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.6</td><td>148.29</td><td>259.20</td><td>25.98%</td><td>74.02%</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>83.84</td><td>343.04</td><td>34.38%</td><td>65.62%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.3</td><td>123.13</td><td>466.17</td><td>46.72%</td><td>53.28%</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>62.98</td><td>529.15</td><td>53.03%</td><td>46.97%</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>108.69</td><td>637.84</td><td>63.93%</td><td>36.07%</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>161.96</td><td>799.80</td><td>80.16%</td><td>19.84%</td></tr> <tr><td><b>BADEJA</b></td><td></td><td>197.95</td><td>997.75</td><td>100.00%</td><td></td></tr> </tbody> </table>								# TAMIZ	ABERTURA A (mm)	PESO RETENIDO O (g)	PESO RETENIDO O ACUMULADO (g)	% RETENIDO O ACUMULADO	% QUE PASA	4	4.75	18.20	18.20	1.82%	98.18%	8	2.36	7.81	26.01	2.61%	97.39%	10	2	11.04	37.05	3.71%	96.29%	16	1.18	73.86	110.91	11.12%	88.88%	30	0.6	148.29	259.20	25.98%	74.02%	40	0.425	83.84	343.04	34.38%	65.62%	50	0.3	123.13	466.17	46.72%	53.28%	60	0.25	62.98	529.15	53.03%	46.97%	100	0.15	108.69	637.84	63.93%	36.07%	200	0.075	161.96	799.80	80.16%	19.84%	<b>BADEJA</b>		197.95	997.75	100.00%	
# TAMIZ	ABERTURA A (mm)	PESO RETENIDO O (g)	PESO RETENIDO O ACUMULADO (g)	% RETENIDO O ACUMULADO	% QUE PASA																																																																										
4	4.75	18.20	18.20	1.82%	98.18%																																																																										
8	2.36	7.81	26.01	2.61%	97.39%																																																																										
10	2	11.04	37.05	3.71%	96.29%																																																																										
16	1.18	73.86	110.91	11.12%	88.88%																																																																										
30	0.6	148.29	259.20	25.98%	74.02%																																																																										
40	0.425	83.84	343.04	34.38%	65.62%																																																																										
50	0.3	123.13	466.17	46.72%	53.28%																																																																										
60	0.25	62.98	529.15	53.03%	46.97%																																																																										
100	0.15	108.69	637.84	63.93%	36.07%																																																																										
200	0.075	161.96	799.80	80.16%	19.84%																																																																										
<b>BADEJA</b>		197.95	997.75	100.00%																																																																											
<p style="text-align: center;"><b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b></p>  <p style="text-align: right;"> <span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">D 60</span>  <span style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; padding: 2px;">D 30</span>  <span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; padding: 2px;">D 10</span> </p>																																																																															
<b>RESULTADOS</b>																																																																															
<b>D10 (mm)</b>	0.055	<b>Cu = D60 / D10</b>		6.59																																																																											
<b>D30 (mm)</b>	0.116	<b>Cc = D30<sup>2</sup> / (D60 * D10)</b>		0.67																																																																											
<b>D60 (mm)</b>	0.363	<b>Tamaño Nominal Máximo (TN)</b>		0.08																																																																											
<b>Error Perm</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>		0.23%																																																																											
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>																																																																															
	<b>Grava (G%)</b>	<b>Arena (S%)</b>	<b>Limo y Arcilla (Finos %)</b>																																																																												
<b>SUCS</b>	1.82%	78.34%	19.84%																																																																												

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

## Límite líquido y Limite Plástico

Tabla 111: Pozo C1 San Juan de Pastocalle.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm			
<b>ID Muestra:</b>	C1			<b>Profundidad:</b>	80 cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013			<b>Coordenadas:</b>	766917.13 9921839.75			
Número de Golpes	12		23		34		39	
Identificación de Cápsula	28	31	15	42	03A	1	41	63
Peso de Cápsula	10.00	12.70	11.60	11.80	11.50	11.30	11.00	11.00
Peso de muestra húmeda + cápsula	22.81	23.27	22.10	20.20	20.20	21.57	17.80	18.00
Peso de muestra seca + cápsula	19.83	20.82	19.86	18.32	18.41	19.55	16.44	16.61
Peso del agua	2.98	2.45	2.24	1.88	1.79	2.02	1.36	1.39
Peso de la muestra seca	9.83	8.12	8.26	6.52	6.91	8.25	5.44	5.61
Contenido de humedad ( $\omega$ )	30.32	30.17	27.12	28.83	25.90	24.48	25.00	24.78
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	30.24		27.98		25.19		24.89	
Límite Líquido (LL)	27.00							%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

CONTENIDO DE HUMEDAD W%

NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE

$y = -4.722\ln(x) + 42.197$   
 $R^2 = 0.9732$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO	
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"							
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm		
<b>ID Muestra:</b>	C1			<b>Profundidad:</b>	80 cm		
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	766917.13 9921839.75		
Recipiente Número	2B	3B	3E	5C	104		
Peso muestra húmeda + recipiente	13.00	13.55	13.94	12.67	15.10		g
Peso muestra seca + recipiente	12.50	12.95	13.28	12.28	14.17		g
Peso del agua	0.50	0.60	0.66	0.39	0.93		g
Peso del recipiente	10.60	10.70	10.70	10.60	10.70		g
Peso de la muestra seca	1.90	2.25	2.58	1.68	3.47		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	26.32	26.67	25.58	23.21	26.80		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	25.72						%
Límite Plástico (Lp)	25.72						%
Límite Líquido (LL)	27.00						%
Índice Plástico (IP)	1.28						%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 112: Pozo C2 San Juan de Pastocalle.**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)					
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”				
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle				
<b>ID Muestra:</b>	C2				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013				
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm				
<b>Profundidad:</b>	85 cm				
<b>Coordenadas:</b>	764124.16 9920275.43				
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 11.20	11.30 11.20	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	22.10 22.50	23.10 22.18	21.80 23.62	21.37 21.30	g
Peso de muestra seca + cápsula	19.77 20.20	20.81 19.98	19.80 21.20	19.42 19.34	g
Peso del agua	2.33 2.30	2.29 2.20	2.00 2.42	1.95 1.96	g
Peso de la muestra seca	8.37 8.40	9.11 8.48	8.20 10.00	8.12 8.14	g
Contenido de humedad (ω)	27.84 27.38	25.14 25.94	24.39 24.20	24.01 24.08	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	27.61	25.54	24.30	24.05	%
Límite Líquido (LL)	25.32				%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

CONTENIDO DE HUMEDAD W%

NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE

$y = -2.747\ln(x) + 34.166$   
 $R^2 = 0.9774$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle						
<b>ID Muestra:</b>	C2						
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016						
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm						
<b>Profundidad:</b>	80 cm						
<b>Coordenadas:</b>	764124.16 9920275.43						
Recipiente Número	106	1A	2B	7C	109		
Peso muestra húmeda + recipiente	12.64	13.39	13.45	12.70	13.48	g	
Peso muestra seca + recipiente	12.27	12.86	12.90	12.31	12.97	g	
Peso del agua	0.37	0.53	0.55	0.39	0.51	g	
Peso del recipiente	10.70	10.60	10.60	10.60	10.70	g	
Peso de la muestra seca	1.57	2.26	2.30	1.71	2.27	g	
Contenido de humedad (ω)	23.57	23.45	23.91	22.81	22.47	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	23.24					%	
Límite Plástico (Lp)						23.24	%
Límite Líquido (LL)						25.32	%
Índice Plástico (IP)						2.08	%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 113:** Pozo C3 San Juan de Pastocalle.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)			
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	0	cm					
<b>ID Muestra:</b>	C3	<b>Profundidad:</b>	0	cm					
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013	<b>Coordenadas:</b>	762324.42	9920366.34					
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	30.22	28.6	28.3	26.40	25.60	24.70	26.39	g
Peso de muestra seca + cápsula	26.10	25.96	24.80	24.90	23.60	23.00	22.23	23.93	g
Peso del agua	4.40	4.26	3.80	3.40	2.80	2.60	2.47	2.46	g
Peso de la muestra seca	14.90	14.26	13.70	13.00	12.40	11.30	11.73	11.63	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	29.53	29.87	27.74	26.15	22.58	23.01	21.06	21.15	%
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	29.70		26.95		22.79		21.10		%
Límite Líquido (LL)	25.10								%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

$y = -7.053\ln(x) + 47.8$   
 $R^2 = 0.8312$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO	
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm			
<b>ID Muestra:</b>	C3	<b>Profundidad:</b>	80	cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016	<b>Coordenadas:</b>	762324.42	9920366.34			
Recipiente Número	27	6A	76D	56C	P2		
Peso muestra húmeda + recipiente	12.81	12.83	13.10	13.96	12.85		g
Peso muestra seca + recipiente	12.31	12.35	12.63	13.33	12.40		g
Peso del agua	0.50	0.48	0.47	0.63	0.45		g
Peso del recipiente	10.10	10.40	10.90	10.60	10.50		g
Peso de la muestra seca	2.21	1.95	1.73	2.73	1.90		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.62	24.62	27.17	23.08	23.68		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	24.23						%
Límite Plástico (Lp)	24.23						%
Límite Líquido (LL)	25.10						%
Índice Plástico (IP)	0.86						%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



**Tabla 114:** Pozo C4 San Juan de Pastocalle.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Vía:</b>	0	<b>Capa Vegetal:</b>	0	cm				
<b>ID Muestra:</b>	C4	<b>Profundidad:</b>	0	cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013	<b>Coordenadas:</b>	763242.01	9919464.68				
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
Peso de muestra húmeda + cápsula	30.80	29.20	21.3	23	26.40	24.30	23.90	25.10
Peso de muestra seca + cápsula	26.30	25.20	19.10	20.90	23.40	21.60	21.32	22.41
Peso del agua	4.50	4.00	2.20	2.10	3.00	2.70	2.58	2.69
Peso de la muestra seca	15.20	13.40	8.20	8.10	11.90	10.20	10.52	11.11
Contenido de humedad ( $\omega$ )	29.61	29.85	26.83	25.93	25.21	26.47	24.52	24.21
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	29.73		26.38		25.84		24.37	
Límite Líquido (LL)	26.23							%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

$LL\% = 809\ln(x) + 38.495$   
 $R^2 = 0.9696$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO	
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"							
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	C4			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	763242.01	9919464.68	
Recipiente Número	23-26	65	5A-3E	74-4D	P6-5C		
Peso muestra húmeda + recipiente	15.54	15.77	14.41	13.23	13.72	g	
Peso muestra seca + recipiente	14.44	14.70	13.66	12.71	13.10	g	
Peso del agua	1.10	1.07	0.75	0.52	0.62	g	
Peso del recipiente	10.00	10.50	10.70	10.70	10.50	g	
Peso de la muestra seca	4.44	4.20	2.96	2.01	2.60	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	24.77	25.48	25.34	25.87	23.85	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	25.06					%	
Límite Plástico (Lp)	25.06					%	
Límite Líquido (LL)	26.23					%	
Índice Plástico (IP)	1.17					%	

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 115:** Pozo C5 San Juan de Pastocalle.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm			
<b>ID Muestra:</b>	C5			<b>Profundidad:</b>	70 cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013			<b>Coordenadas:</b>	761857.32 9920874.96			
Número de Golpes	11		20		32		36	
Identificación de Cápsula	60	34	11	05A	60	34	11	05A
Peso de Cápsula	10.51	11.04	10.48	10.55	10.51	11.04	10.48	10.55
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.78	22.67	22.12	22.02	21.17	21.86	21.98	22.02
Peso de muestra seca + cápsula	19.08	19.88	19.55	19.50	19.00	19.66	19.84	19.88
Peso del agua	2.70	2.79	2.57	2.52	2.17	2.20	2.14	2.14
Peso de la muestra seca	8.57	8.84	9.07	8.95	8.49	8.62	9.36	9.33
Contenido de humedad ( $\omega$ )	31.51	31.56	28.34	28.16	25.56	25.52	22.86	22.94
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	31.53		28.25		25.54		22.90	
Límite Líquido (LL)	26.11							%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

$y = -6.695\ln(x) + 47.882$   
 $R^2 = 0.9516$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO	
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"							
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm		
<b>ID Muestra:</b>	C5			<b>Profundidad:</b>	80 cm		
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	761857.32 9920874.96		
Recipiente Número	P2 - 2B	3B	104 - 4E	80 - 3D	2E		
Peso muestra húmeda + recipiente	14.35	13.00	12.11	13.18	12.20		g
Peso muestra seca + recipiente	13.58	12.52	11.85	12.71	11.87		g
Peso del agua	0.77	0.48	0.26	0.47	0.33		g
Peso del recipiente	10.60	10.70	10.70	10.80	10.60		g
Peso de la muestra seca	2.98	1.82	1.15	1.91	1.27		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	25.84	26.37	22.61	24.61	25.98		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	25.08						%
Límite Plástico (Lp)						25.08	%
Límite Líquido (LL)						26.11	%
Índice Plástico (IP)						1.03	%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 116:** Pozo C6 San Juan de Pastocalle.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)									
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”								
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle								
<b>ID Muestra:</b>	C6								
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm								
<b>Profundidad:</b>	85 cm								
<b>Coordenadas:</b>	760774.89 9922740.52								
Número de Golpes	15	22	31	38					
Identificación de Cápsula	75	7D	45	67	78	25	45D	6A	
Peso de Cápsula	11.40	10.80	10.98	10.80	11.00	12.10	11.00	12.10	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	20.80	21.27	20.68	21.08	20.52	23.19	20.61	22.58	g
Peso de muestra seca + cápsula	18.72	18.97	18.72	19.01	18.74	21.10	18.93	20.74	g
Peso del agua	2.08	2.30	1.96	2.07	1.78	2.09	1.68	1.84	g
Peso de la muestra seca	7.32	8.17	7.74	8.21	7.74	9.00	7.93	8.64	g
Contenido de humedad (ω)	28.42	28.15	25.32	25.21	23.00	23.22	21.19	21.30	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	28.28		25.27		23.11		21.24		%
Límite Líquido (LL)	24.22								%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO						
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”					
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle					
<b>ID Muestra:</b>	C6					
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016					
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm					
<b>Profundidad:</b>	80 cm					
<b>Coordenadas:</b>	760774.89 9922740.52					
Recipiente Número	2A	P3B	P6A	P1	45C	
Peso muestra húmeda + recipiente	12.54	12.05	13.11	12.66	12.76	g
Peso muestra seca + recipiente	12.17	11.81	12.61	12.32	12.38	g
Peso del agua	0.37	0.24	0.50	0.34	0.38	g
Peso del recipiente	10.60	10.80	10.60	10.70	10.70	g
Peso de la muestra seca	1.57	1.01	2.01	1.62	1.68	g
Contenido de humedad (ω)	23.57	23.76	24.88	20.99	22.62	%
Promedio contenido de humedad (ω)	23.16					%
Límite Plástico (Lp)	23.16					%
Límite Líquido (LL)	24.22					%
Índice Plástico (IP)	1.06					%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 117: Pozo C7 Tanicuchi.**



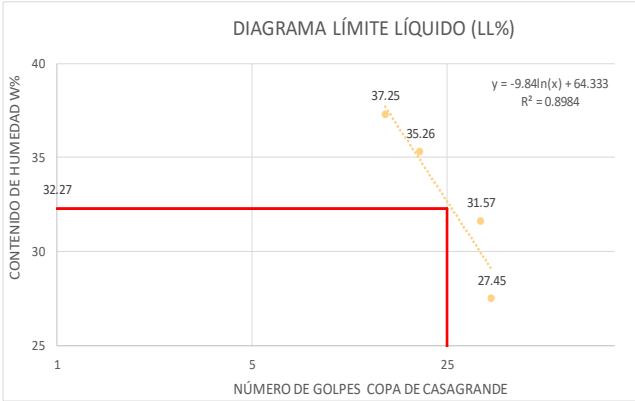


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE) 									
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”								
<b>Vía:</b>	Tanicuchi								
<b>ID Muestra:</b>	C7								
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm								
<b>Profundidad:</b>	80 cm								
<b>Coordenadas:</b>	764682.80 9911058.48								
Número de Golpes	15	20	33	36					
Identificación de Cápsula	8	03A	72	18	39	62	26A	38	
Peso de Cápsula	12.20	11.50	11.57	11.00	11.01	11.58	10.09	10.18	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	24.69	23.44	21.84	23.44	24.71	25.26	24.51	25.24	g
Peso de muestra seca + cápsula	21.30	20.20	19.16	20.20	21.40	22.00	21.40	22.00	g
Peso del agua	3.39	3.24	2.68	3.24	3.31	3.26	3.11	3.24	g
Peso de la muestra seca	9.10	8.70	7.59	9.20	10.39	10.42	11.31	11.82	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	37.25	37.24	35.31	35.22	31.86	31.29	27.50	27.41	%
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	37.25		35.26		31.57		27.45		%
Límite Líquido (LL)	32.27								%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 						
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”					
<b>Vía:</b>	Tanicuchi					
<b>ID Muestra:</b>	C7					
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016					
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm					
<b>Profundidad:</b>	80 cm					
<b>Coordenadas:</b>	764682.80 9911058.48					
Recipiente Número	54	10	5F	71	56	
Peso muestra húmeda + recipiente	7.80	7.25	8.10	9.10	8.50	g
Peso muestra seca + recipiente	7.40	7.00	7.60	8.40	7.98	g
Peso del agua	0.40	0.25	0.50	0.70	0.52	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	1.78	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	28.57	27.78	33.33	31.82	29.21	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	30.14					%
Límite Plástico (Lp)	30.14					%
Límite Líquido (LL)	32.27					%
Índice Plástico (IP)	2.13					%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 118:** Pozo C8 Tanicuchi.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"							
<b>Vía:</b>	Tanicuchi		<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm			
<b>ID Muestra:</b>	C8		<b>Profundidad:</b>	85	cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013		<b>Coordenadas:</b>	762929.70	9914158.41			
Número de Golpes	16		28		33		38	
Identificación de Cápsula	10A	5A	76	98	32A	54A	65D	4DA
Peso de Cápsula	11.18	11.10	11.14	11.57	10.14	11.10	11.02	10.61
Peso de muestra húmeda + cápsula	22.35	21.58	24.71	25.46	22.25	21.18	24.24	23.84
Peso de muestra seca + cápsula	19.50	18.90	21.40	22.00	19.50	18.90	21.40	21.00
Peso del agua	2.85	2.68	3.31	3.46	2.75	2.28	2.84	2.84
Peso de la muestra seca	8.32	7.80	10.26	10.43	9.36	7.80	10.38	10.39
Contenido de humedad ( $\omega$ )	34.25	34.36	32.26	33.17	29.38	29.23	27.36	27.33
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	34.31		32.72		29.31		27.35	
Límite Líquido (LL)	31.33							%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

CONTENIDO DE HUMEDAD W%

NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE

$y = -7.538\ln(x) + 55.867$   
 $R^2 = 0.815$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO	
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Vía:</b>	Tanicuchi		<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm		
<b>ID Muestra:</b>	C8		<b>Profundidad:</b>	80	cm		
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016		<b>Coordenadas:</b>	762929.70	9914158.41		
Recipiente Número	53	42	41D	24	2C		
Peso muestra húmeda + recipiente	7.90	8.80	7.44	8.11	8.33	g	
Peso muestra seca + recipiente	7.50	8.41	7.20	7.63	7.85	g	
Peso del agua	0.40	0.39	0.24	0.48	0.48	g	
Peso del recipiente	6.20	7.10	6.30	6.00	6.20	g	
Peso de la muestra seca	1.30	1.31	0.90	1.63	1.65	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	30.77	29.77	26.67	29.45	29.09	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	28.15					%	
Límite Plástico (Lp)	28.15					%	
Límite Líquido (LL)	31.33					%	
Índice Plástico (IP)	3.18					%	

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 119: Pozo C9 Tanicuchi.**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"							
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm				
<b>ID Muestra:</b>	C9	<b>Profundidad:</b>	75	cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013	<b>Coordenadas:</b>	762121.90	9912683.38				
Número de Golpes	8		20		28		38	
Identificación de Cápsula	75	2	25	62	16	39	19	78
Peso de Cápsula	10.90	10.92	10.94	11.00	11.16	11.70	11.47	11.64
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.17	23.34	21.98	21.44	26.35	31.40	23.41	25.53
Peso de muestra seca + cápsula	18.70	20.40	19.60	19.10	23.30	27.40	21.11	22.93
Peso del agua	2.47	2.94	2.38	2.34	3.05	4.00	2.30	2.60
Peso de la muestra seca	7.80	9.48	8.66	8.10	12.14	15.70	9.64	11.29
Contenido de humedad ( $\omega$ )	31.67	31.01	27.48	28.89	25.12	25.48	23.86	23.03
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	31.34		28.19		25.30		23.44	
Límite Líquido (LL)	26.04							%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

Y-axis: CONTENIDO DE HUMEDAD W% (20 to 35)

X-axis: NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE (1 to 25)

Equation:  $y = -5.011\ln(x) + 42.158$

$R^2 = 0.958$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO	
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Vía:</b>	Tanicuchi	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm			
<b>ID Muestra:</b>	C9	<b>Profundidad:</b>	80	cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016	<b>Coordenadas:</b>	762121.90	9912683.38			
Recipiente Número	23	54	74	80	2E		
Peso muestra húmeda + recipiente	8.79	7.51	12.55	12.95	12.25		g
Peso muestra seca + recipiente	8.52	7.22	12.21	12.55	11.93		g
Peso del agua	0.27	0.29	0.34	0.40	0.32		g
Peso del recipiente	7.40	6.00	10.70	10.80	10.60		g
Peso de la muestra seca	1.12	1.22	1.51	1.75	1.33		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	24.11	23.77	22.52	22.86	24.06		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	23.46						%
Límite Plástico (Lp)	23.46						%
Límite Líquido (LL)	26.04						%
Índice Plástico (IP)	2.58						%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 120:** Pozo C10 Tanicuchi.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"							
<b>Vía:</b>	Tanicuchi		<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm				
<b>ID Muestra:</b>	C10		<b>Profundidad:</b>	80 cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013		<b>Coordenadas:</b>	765276.38 9917109.80				
Número de Golpes	12		17		28		37	
Identificación de Cápsula	19	63	74	10	73	33A	37	20
Peso de Cápsula	11.31	11.10	11.50	10.90	11.20	11.10	11.30	11.30
Peso de muestra húmeda + cápsula	25.30	22.60	24.80	22.60	24.80	24.89	22.80	22.78
Peso de muestra seca + cápsula	21.10	18.90	21.18	18.90	21.18	21.12	19.90	19.95
Peso del agua	4.20	3.70	3.62	3.70	3.62	3.77	2.90	2.83
Peso de la muestra seca	9.79	7.80	9.68	8.00	9.98	10.02	8.60	8.65
Contenido de humedad ( $\omega$ )	42.90	47.44	37.40	46.25	36.27	37.62	33.72	32.72
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	45.17		41.82		36.95		33.22	
Límite Líquido (LL)	37.68							%

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)

$y = -10.45\ln(x) + 71.317$   
 $R^2 = 0.9954$

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO	
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Vía:</b>	Tanicuchi		<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm			
<b>ID Muestra:</b>	C10		<b>Profundidad:</b>	80 cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016		<b>Coordenadas:</b>	765276.38 9917109.80			
Recipiente Número	1E - 10	6E - 5B	P4 - 4C	3B1 - 1A	3A1 - 3E		
Peso muestra húmeda + recipiente	12.98	13.67	12.17	12.42	12.61	g	
Peso muestra seca + recipiente	12.41	12.92	11.80	11.95	12.12	g	
Peso del agua	0.57	0.75	0.37	0.47	0.49	g	
Peso del recipiente	10.70	10.70	10.70	10.50	10.60	g	
Peso de la muestra seca	1.71	2.22	1.10	1.45	1.52	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	33.33	33.78	33.64	32.41	32.24	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	33.08					%	
Límite Plástico (Lp)	33.08					%	
Límite Líquido (LL)	37.68					%	
Índice Plástico (IP)	4.60					%	

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 121:** Pozo C11 Tanicuchi.





 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b> 									
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”								
<b>Vía:</b>	Tanicuchi								
<b>ID Muestra:</b>	C11								
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm								
<b>Profundidad:</b>	80 cm								
<b>Coordenadas:</b>	760714.66 9912701.32								
Número de Golpes	8	18	30	38					
Identificación de Cápsula	11	31	38	72	8	18	26	5	
Peso de Cápsula	12.13	12.42	12.37	11.97	11.46	11.50	11.24	10.75	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	20.37	24.58	24.35	20.29	22.10	22.34	21.91	22.34	g
Peso de muestra seca + cápsula	18.14	21.30	21.30	18.14	19.70	19.90	19.70	19.90	g
Peso del agua	2.23	3.28	3.05	2.15	2.40	2.44	2.21	2.44	g
Peso de la muestra seca	6.01	8.88	8.93	6.17	8.24	8.40	8.46	9.15	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	37.10	36.94	34.15	34.85	29.13	29.05	26.12	26.67	%
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	37.02		34.50		29.09		26.39		%
Límite Líquido (LL)	30.44								



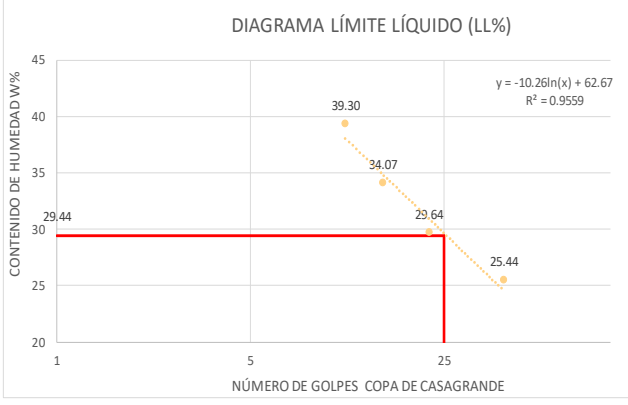
DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b> 						
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”					
<b>Vía:</b>	Tanicuchi					
<b>ID Muestra:</b>	C11					
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016					
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm					
<b>Profundidad:</b>	80 cm					
<b>Coordenadas:</b>	760714.66 9912701.32					
Recipiente Número	65	56	5F	10	71	
Peso muestra húmeda + recipiente	7.41	8.10	8.68	8.79	8.07	g
Peso muestra seca + recipiente	7.12	7.70	8.11	8.18	7.64	g
Peso del agua	0.29	0.40	0.57	0.61	0.43	g
Peso del recipiente	6.10	6.20	6.10	6.00	6.10	g
Peso de la muestra seca	1.02	1.50	2.01	2.18	1.54	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	28.43	26.67	28.36	27.98	27.92	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	27.87					%
Límite Plástico (Lp)	27.87					%
Límite Líquido (LL)	30.44					%
Índice Plástico (IP)	2.57					%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



**Tabla 122:** Pozo C12 Tanicuchi.



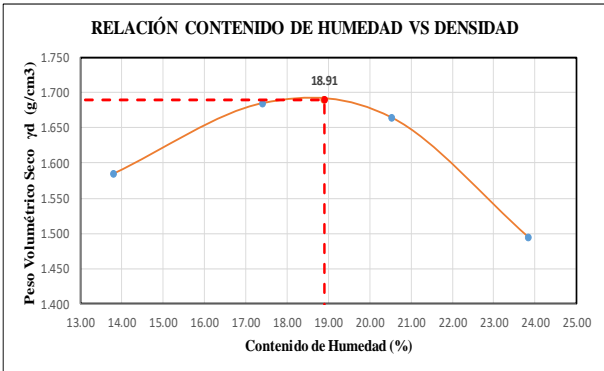
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b> 									
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”									
<b>Vía:</b>	Tanicuchi								
<b>ID Muestra:</b>	C12								
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm								
<b>Profundidad:</b>	80 cm								
<b>Coordenadas:</b>	761311.87 9917345.14								
<b>Número de Golpes</b>	11	15	22	41					
<b>Identificación de Cápsula</b>	13	18A	76	87	8C	34C	41D	9A	
<b>Peso de Cápsula</b>	11.20	11.00	11.75	11.59	12.20	11.70	11.80	10.91	g
<b>Peso de muestra húmeda + cápsula</b>	22.90	21.17	20.64	23.48	21.80	23.10	22.10	19.04	g
<b>Peso de muestra seca + cápsula</b>	19.60	18.30	18.38	20.46	19.60	20.50	20.00	17.40	g
<b>Peso del agua</b>	3.30	2.87	2.26	3.02	2.20	2.60	2.10	1.64	g
<b>Peso de la muestra seca</b>	8.40	7.30	6.63	8.87	7.40	8.80	8.20	6.49	g
<b>Contenido de humedad (ω)</b>	39.29	39.32	34.09	34.05	29.73	29.55	25.61	25.27	%
<b>Promedio de contenido de humedad (ω)</b>	39.30		34.07		29.64		25.44		%
<b>Límite Líquido (LL)</b>	29.44								%
									

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”							
<b>Vía:</b>	Tanicuchi						
<b>ID Muestra:</b>	C12						
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016						
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm						
<b>Profundidad:</b>	80 cm						
<b>Coordenadas:</b>	761311.87 9917345.14						
<b>Recipiente Número</b>	70	41	68	69	21	21	
<b>Peso muestra húmeda + recipiente</b>	7.70	7.20	8.10	8.38	7.77	7.77	g
<b>Peso muestra seca + recipiente</b>	7.41	6.97	7.68	7.90	7.39	7.39	g
<b>Peso del agua</b>	0.29	0.23	0.42	0.48	0.38	0.38	g
<b>Peso del recipiente</b>	6.30	6.10	6.00	6.20	6.00	6.00	g
<b>Peso de la muestra seca</b>	1.11	0.87	1.68	1.70	1.39	1.39	g
<b>Contenido de humedad (ω)</b>	26.13	26.44	25.00	28.24	27.34	27.34	%
<b>Promedio contenido de humedad (ω)</b>	26.63						%
<b>Límite Plástico (Lp)</b>	26.63						%
<b>Límite Líquido (LL)</b>	29.44						%
<b>Índice Plástico (IP)</b>	2.81						%

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



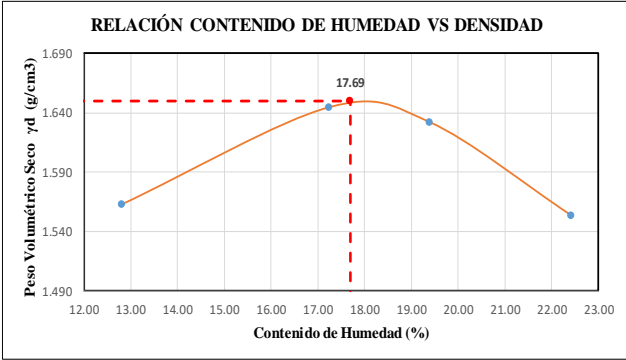
## Proctor Modificado

**Tabla 123:** Pozo C1 San Juan de Pastocalle

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")										
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"										
<b>Vía:</b>		San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>		5 cm			
<b>ID Muestra:</b>		C1			<b>Profundidad:</b>		80 cm			
<b>Norma:</b>		AASHTO T 180 2018			<b>Coordenadas:</b>		766917.13 9921839.75			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12885	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2360.65	cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.13	h	13.13	cm		
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	7000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					%	
P. molde+Suelo húmedo	17143	17555	17621	17255					ng	
Peso suelo húmedo Wm	4258	4670	4736	4370					ng	
Peso unitario húmedo γm	1.804	1.978	2.006	1.851					g/cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	32	98	2B	52	24	34	91	84		
Peso del recipiente Wr	26.70	32.60	24.10	31.00	26.80	26.10	32.40	30.90	ng	
Peso muestra húmeda + recipiente	148.91	190.24	159.50	149.90	165.30	187.30	236.60	167.20	ng	
Peso muestra seca + recipiente (Ws +)	134.40	170.70	139.60	132.10	141.30	160.30	197.80	140.60	ng	
Peso de la muestra seca (Ws)	107.70	138.10	115.50	101.10	114.50	134.20	165.40	109.70	ng	
Peso del agua (Ww)	14.51	19.54	19.90	17.80	24.00	27.00	38.80	26.60	ng	
Contenido de humedad (ω)	13.47	14.15	17.23	17.61	20.96	20.12	23.46	24.25	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	13.81		17.42		20.54		23.85		%	
Peso Volumétrico Seco γd	1.585		1.685		1.664		1.495		g/cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad optimo ω%					18.91					%
Densidad maxima γmax					1.690					g/cm <sup>3</sup>
<div style="text-align: center;"> <b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b> </div> 										



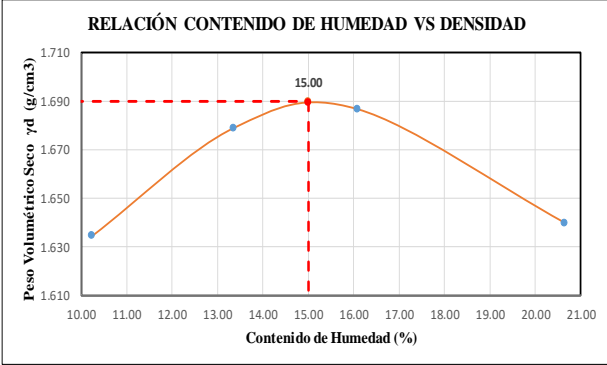
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 124:** Pozo C2 San Juan de Pastocalle

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> 									
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm				
<b>ID Muestra:</b>	C2			<b>Profundidad:</b>	80 cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180 2018			<b>Coordenadas:</b>	764124.16 9920275.43				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		12755	g	
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2360.65	cm³	
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15.13	h	13.13	cm
Peso Inicial Deseado	7000		7000		7000		7000		g
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1		2		3		4		
Humedad inicial añadida	9%		12%		15%		18%		%
P. molde+Suelo húmedo	16917		17307		17355		17245		g
Peso suelo húmedo Wm	4162		4552		4600		4490		g
Peso unitario húmedo γm	1.763		1.928		1.949		1.902		g/cm³
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	156.70	135.80	198.70	167.50	136.24	199.67	168.70	168.70	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	142.50	123.70	173.20	148.10	119.10	172.21	143.50	143.50	g
Peso de la muestra seca (Ws)	111.80	93.60	142.10	117.20	88.80	140.81	111.80	113.00	g
Peso del agua (Ww)	14.20	12.10	25.50	19.40	17.14	27.46	25.20	25.20	g
Contenido de humedad (ω)	12.70	12.93	17.95	16.55	19.30	19.50	22.54	22.30	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12.81		17.25		19.40		22.42		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.563		1.645		1.632		1.554		g/cm³
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω%				17.69				%	
Densidad máxima γmax				1.650				g/cm³	
									



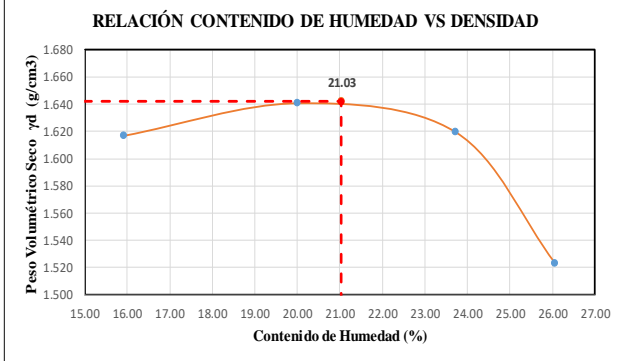
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 125: Pozo C3 San Juan de Pastocalle**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"									
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle				<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm			
<b>ID Muestra:</b>	C3				<b>Profundidad:</b>	80 cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180 2018				<b>Coordenadas:</b>	762324.42 9920366.34			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"		Peso del Molde	13212	g		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb		Volumen del Molde	2272.19	cm <sup>3</sup>		
Energía de Compactación	55986		lb pie <sup>3</sup>	Øint	14.81	h	13.19	cm	
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000		7000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					
P. molde+Suelo húmedo	17307	17537	17661	17708					
Peso suelo húmedo Wm	4095	4325	4449	4496					
Peso unitario húmedo γm	1.802	1.903	1.958	1.979					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	6	37	46	15	45	66	102	2	
Peso del recipiente W <sub>r</sub>	34.50	26.10	24.90	25.60	30.10	30.60	31.10	30.80	g
Peso muestra húmeda + recipiente	235.80	187.20	202.40	168.84	179.70	187.60	199.90	264.90	g
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> +	217.00	172.30	180.90	152.42	159.40	165.40	170.80	225.10	g
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	182.50	146.20	156.00	126.82	129.30	134.80	139.70	194.30	g
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	18.80	14.90	21.50	16.42	20.30	22.20	29.10	39.80	g
Contenido de humedad (ω)	10.30	10.19	13.78	12.95	15.70	16.47	20.83	20.48	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10.25		13.36		16.08		20.66		
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>	1.635		1.679		1.687		1.640		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω%					15.00				%
Densidad maxima γ <sub>dmax</sub>					1.690				g/cm <sup>3</sup>
 <p><b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p>									



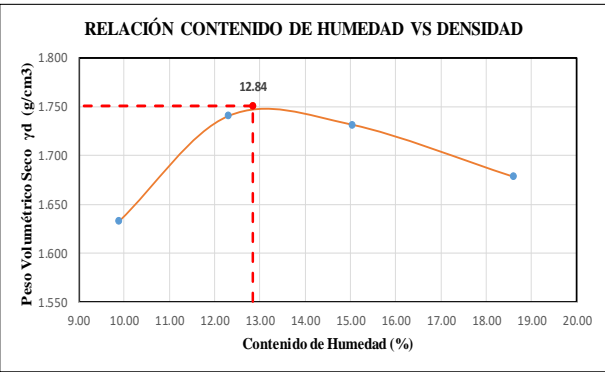
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 126:** Pozo C4 San Juan de Pastocalle

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”									
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle									
<b>ID Muestra:</b>	C4									
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180 2018									
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm									
<b>Profundidad:</b>	80 cm									
<b>Coordenadas:</b>	763242.01 9919464.68									
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13392	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286.94	cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.13	h				
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000		g				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%		%				
P. molde+Suelo húmedo	17678	17894	17974	17783		g				
Peso suelo húmedo Wm	4286	4502	4582	4391		g				
Peso unitario húmedo γm	1.874	1.969	2.004	1.920		g/cm <sup>3</sup>				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>										
Recipiente número	5	3	78	96	25	35	37	40		
Peso del recipiente Wr	30.80	31.10	30.70	30.70	31.30	31.50	30.60	30.70	g	
Peso muestra húmeda + recipiente	186.60	167.90	169.32	198.19	136.45	154.57	164.78	186.97	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	165.90	148.50	145.80	170.80	116.70	130.50	136.87	154.87	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	135.10	117.40	115.10	140.10	85.40	99.00	106.27	124.17	g	
Peso del agua (Ww)	20.70	19.40	23.52	27.39	19.75	24.07	27.91	32.10	g	
Contenido de humedad (ω)	15.32	16.52	20.43	19.55	23.13	24.31	26.26	25.85	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	15.92		19.99		23.72		26.06		%	
Peso Volumétrico Seco γd	1.617	1.641	1.619	1.523					g/cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>										
Cont. Humedad optimo ω%					21.03					%
Densidad maxima γmax					1.642					g/cm <sup>3</sup>
 <p><b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p>										



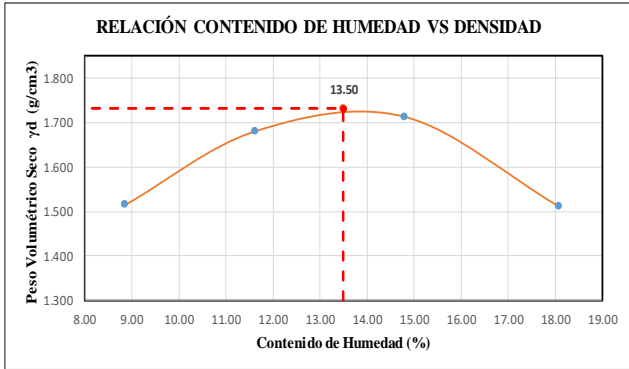
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 127: Pozo C5 San Juan de Pastocalle**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"										
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle				<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm				
<b>ID Muestra:</b>	C5				<b>Profundidad:</b>	80 cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180 2018				<b>Coordenadas:</b>	761857.32 9920874.96				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		12889	g		
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2215.81	cm <sup>3</sup>		
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie <sup>2</sup>	Øint	14.78	h	12.915	cm	
Peso Inicial Deseado	7000		7000		7000		7000			
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1		2		3		4			
Humedad inicial añadida	9%		12%		15%		18%			
P. molde+Suelo húmedo	16865		17221		17303		17300			
Peso suelo húmedo Wm	3976		4332		4414		4411			
Peso unitario húmedo γm	1.794		1.955		1.992		1.991			
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	24.10	25.50	26.80	27.10	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +	149.11	130.81	127.52	121.29	130.70	123.00	143.60	148.80	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	138.20	121.30	116.40	110.60	116.40	110.60	125.10	129.90	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	110.60	96.10	92.30	85.10	92.30	85.10	98.30	102.80	g	
Peso del agua (Ww)	10.91	9.51	11.12	10.69	14.30	12.40	18.50	18.90	g	
Contenido de humedad (ω)	9.86	9.90	12.05	12.56	15.49	14.57	18.82	18.39	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	9.88		12.30		15.03		18.60			
Peso Volumétrico Seco γd	1.633		1.741		1.732		1.678			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad optimo ω%					12.84					%
Densidad maxima γmax					1.751					g/cm <sup>3</sup>
 <p><b>RELACION CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p>										



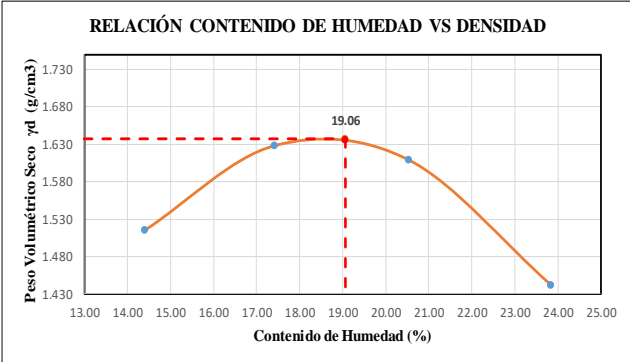
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 128:** Pozo C6 San Juan de Pastocalle

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"									
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle								
<b>ID Muestra:</b>	C6								
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180 2018								
<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm								
<b>Profundidad:</b>	80 cm								
<b>Coordenadas:</b>	760774.89 9922740.52								
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12832	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2215.81	cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	14.78	h			
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	7000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%		%			
P. molde+Suelo húmedo	16488	16988	17188	16788		g			
Peso suelo húmedo Wm	3656	4156	4356	3956		g			
Peso unitario húmedo γm	1.650	1.876	1.966	1.785		g/cm <sup>3</sup>			
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	31.10	31.10	31.50	30.40	g
Peso muestra húmeda + recipiente	161.24	150.41	130.77	151.14	133.70	154.40	189.70	199.50	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws +)	150.47	140.54	120.50	138.50	120.50	138.50	165.57	173.50	g
Peso de la muestra seca (Ws)	122.67	110.44	89.40	107.40	89.40	107.40	134.07	143.10	g
Peso del agua (Ww)	10.77	9.87	10.27	12.64	13.20	15.90	24.13	26.00	g
Contenido de humedad (ω)	8.78	8.94	11.49	11.77	14.77	14.80	18.00	18.17	%
Promedio contenido de humedad (ω)	8.86		11.63		14.78		18.08		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.516		1.680		1.713		1.512		g/cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω%	13.50						%		
Densidad máxima γmax	1.732						g/cm <sup>3</sup>		
									

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



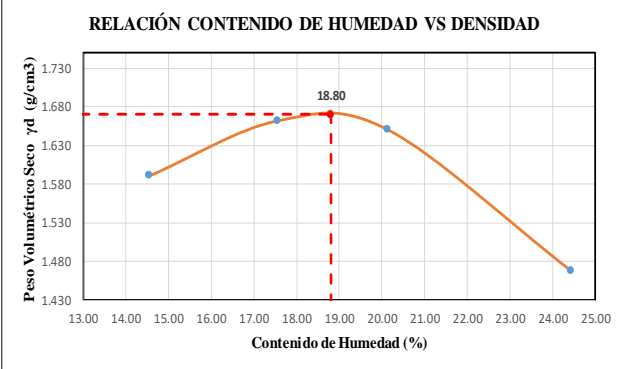
**Tabla 129: Pozo C7 Tanicuchi**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> 										
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"										
<b>Vía:</b> Tanicuchi		<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm		<b>Profundidad:</b> 80 cm						
<b>ID Muestra:</b> C7		<b>Norma:</b> AASHTO T 180 2018		<b>Coordenadas:</b> 764682.80 9911058.48						
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13041	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2360.65	cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.13	h	13.13	cm		
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	7000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%						
P. molde+Suelo húmedo	17133	17555	17621	17255						
Peso suelo húmedo Wm	4092	4514.00	4580.00	4214.00						
Peso unitario húmedo γm	1.733	1.912	1.940	1.785						
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	32	98	2B	52	24	34	91	84		
Peso del recipiente Wr	26.70	32.60	24.10	31.00	26.80	26.10	32.40	30.90	g	
Peso muestra húmeda + recipiente	150.00	190.50	159.50	149.90	165.30	187.30	236.60	167.20	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	134.40	170.70	139.60	132.10	141.30	160.30	197.80	140.60	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	107.70	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)	14.48	14.34	17.23	17.61	20.96	20.12	23.46	24.25	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	14.41		17.42		20.54		23.85			
Peso Volumétrico Seco γd	1.515		1.629		1.610		1.441			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad optimo ω%				19.06						%
Densidad maxima γmax				1.637						g/cm <sup>3</sup>
<div style="text-align: center;">  <p><b>RELACION CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p> </div>										

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



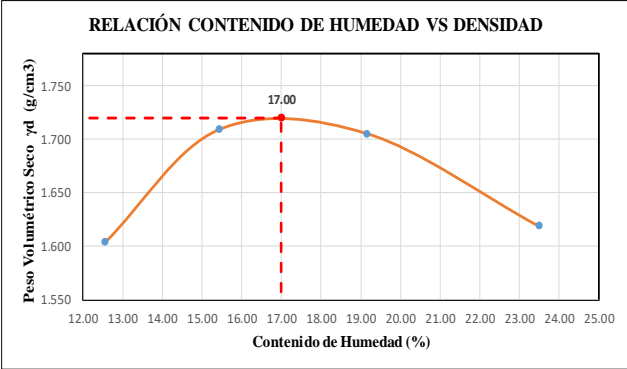


**Tabla 130: Pozo C8 Tanicuchi**

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> </div>  </div>									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"									
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm			
<b>ID Muestra:</b>	C8			<b>Profundidad:</b>	80	cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180 2018			<b>Coordenadas:</b>	762929.70	9914158.41			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12941	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2360.65	cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.13	h	13.13	cm	
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	7000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%	%				
P. molde+Suelo húmedo	17243	17554	17623	17254	g				
Peso suelo húmedo Wm	4302	4613.00	4682.00	4313.00	g				
Peso unitario húmedo γm	1.822	1.954	1.983	1.827	g/cm <sup>3</sup>				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	32	98	2B	52	24	34	91	84	
Peso del recipiente Wr	26.72	32.64	28.09	31.04	26.82	26.14	32.44	31.19	g
Peso muestra húmeda + recipiente	150.20	190.50	159.50	149.90	165.44	187.37	236.84	167.28	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws +)	134.37	170.65	139.80	132.22	142.30	160.24	196.76	140.51	g
Peso de la muestra seca (Ws)	107.65	138.01	111.71	101.18	115.48	134.10	164.32	109.32	g
Peso del agua (Ww)	15.83	19.85	19.70	17.68	23.14	27.13	40.08	26.77	g
Contenido de humedad (ω)	14.71	14.38	17.63	17.47	20.04	20.23	24.39	24.49	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14.54		17.55		20.13		24.44		
Peso Volumétrico Seco γd	1.591		1.662		1.651		1.468		
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
Cont. Humedad óptimo ω%					18.80			%	
Densidad maxima γmax					1.670			g/cm <sup>3</sup>	
									



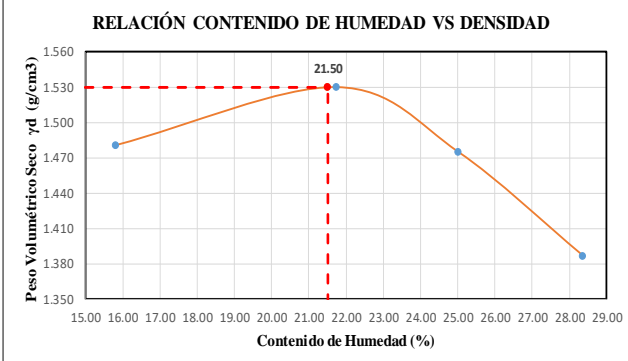
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 131: Pozo C9 Tanicuchi**

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> </div>  </div>									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"									
<b>Vía:</b> San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm						
<b>ID Muestra:</b> C9			<b>Profundidad:</b> 80 cm						
<b>Norma:</b> AASHTO T 180 2018			<b>Coordenadas:</b> 762121.90 9912683.38						
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12711	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2345.16	cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.22	h	12.89	cm	
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	7000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					
P. molde+Suelo húmedo	16946	17338	17476	17399					
Peso suelo húmedo Wm	4235	4627	4765	4688					
Peso unitario húmedo γm	1.806	1.973	2.032	1.999	g/cm <sup>3</sup>				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	95	96	103	83	2	5A	43	1	
Peso del recipiente Wr	31.22	30.40	20.10	32.30	30.10	32.30	32.30	31.50	g
Peso muestra húmeda + recipiente	181.39	187.74	199.11	189.34	203.11	188.34	191.10	190.60	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	164.68	170.10	175.57	167.97	175.57	162.97	160.90	160.30	g
Peso de la muestra seca (Ws)	133.46	139.70	155.47	135.67	145.47	130.67	128.60	128.80	g
Peso del agua (Ww)	16.71	17.64	23.54	21.37	27.54	25.37	30.20	30.30	g
Contenido de humedad (ω)	12.52	12.63	15.14	15.75	18.93	19.42	23.48	23.52	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12.57		15.45		19.17		23.50		
Peso Volumétrico Seco γd	1.604		1.709		1.705		1.619		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad optimo ω%					17.00				%
Densidad maxima γmax					1.720				g/cm <sup>3</sup>
									



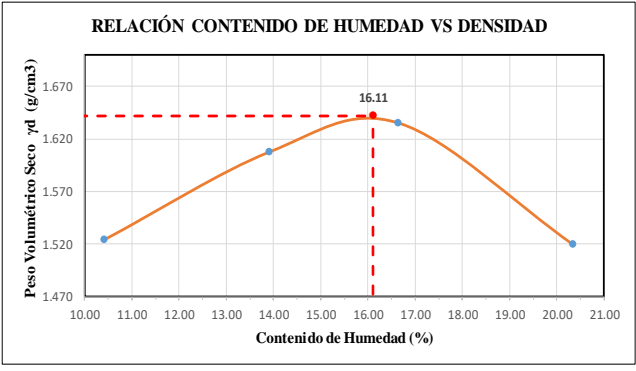
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 132: Pozo C10 Tanicuchi**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")									
<b>Proyecto:</b>		"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"							
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm				
<b>ID Muestra:</b>	C10			<b>Profundidad:</b>	80 cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180 2018			<b>Coordenadas:</b>	765276.38 9917109.80				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13660	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286.94	cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.13	h	12.72	cm	
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	7000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					
P. molde+Suelo húmedo	17582	17919	17876	17730					
Peso suelo húmedo Wm	3922	4259	4216	4070					
Peso unitario húmedo γm	1.715	1.862	1.844	1.780					
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	148.11	154.50	160.00	201.20	142.50	136.70	239.00	258.10	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	131.97	138.10	137.30	170.70	120.60	114.90	193.40	208.60	g
Peso de la muestra seca (Ws)	100.07	105.60	104.50	140.10	90.50	84.40	159.00	176.40	g
Peso del agua (Ww)	16.14	16.40	22.70	30.50	21.90	21.80	45.60	49.50	g
Contenido de humedad (ω)	16.13	15.53	21.72	21.77	24.20	25.83	28.68	28.06	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.83		21.75		25.01		28.37		
Peso Volumétrico Seco γd	1.481		1.530		1.475		1.386		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad optimo ω%				21.50				%	
Densidad maxima γmax				1.530				g/cm <sup>3</sup>	
<div style="text-align: center;"> <b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b> </div> 									



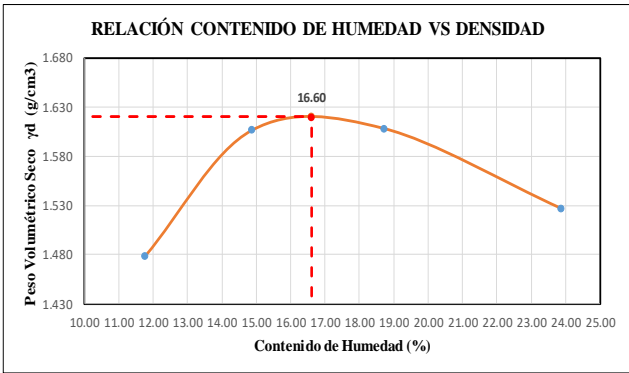
**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 133: Pozo C11 Tanicuchi**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")										
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"									
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm					
<b>ID Muestra:</b>	C11			<b>Profundidad:</b>	80 cm					
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180 2018			<b>Coordenadas:</b>	760714.66 9912701.32					
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13404	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2254.00	cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.11	h	12.57	cm		
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	g					
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%	%					
P. molde+Suelo húmedo	17197	17531	17702	17525	g					
Peso suelo húmedo Wm	3793	4127	4298	4121	g					
Peso unitario húmedo γm	1.683	1.831	1.907	1.828	g/cm <sup>3</sup>					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	14	45	69	18	101	57	67	46		
Peso del recipiente Wr	26.80	23.50	30.60	25.80	31.30	31.10	31.80	30.50	g	
Peso muestra húmeda + recipiente	131.15	158.90	161.20	166.40	139.00	157.90	178.70	185.81	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	121.10	146.40	145.00	149.50	123.30	140.20	154.20	159.20	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	94.30	122.90	114.40	123.70	92.00	109.10	122.40	128.70	g	
Peso del agua (Ww)	10.05	12.50	16.20	16.90	15.70	17.70	24.50	26.61	g	
Contenido de humedad (ω)	10.66	10.17	14.16	13.66	17.07	16.22	20.02	20.68	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	10.41		13.91		16.64		20.35			
Peso Volumétrico Seco γd	1.524		1.607		1.635		1.519			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad optimo ω%				16.11						%
Densidad maxima γmax				1.642						g/cm <sup>3</sup>
<div style="text-align: center;">  <p><b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p> </div>										

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



**Tabla 134:** Pozo C12 Tanicuchi

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> </div>  </div>									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"									
<b>Vía:</b> Tanicuchi		<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm							
<b>ID Muestra:</b> C12		<b>Profundidad:</b> 80 cm							
<b>Norma:</b> AASHTO T 180 2018		<b>Coordenadas:</b> 761311.87   9917345.14							
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13571	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2289.86	cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.11	h	12.77	cm	
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	7000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					
P. molde+Suelo húmedo	17356	17797	17943	17903					
Peso suelo húmedo Wm	3785	4226	4372	4332					
Peso unitario húmedo γm	1.653	1.846	1.909	1.892					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	25	36	78	19	34	25	65	28	
Peso del recipiente Wr	21.30	25.78	31.10	30.90	30.70	31.60	31.10	30.50	g
Peso muestra húmeda + recipiente	152.20	170.66	133.71	191.25	183.40	161.21	144.20	183.10	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws +)	138.40	155.40	120.40	170.50	160.50	139.80	121.80	154.50	g
Peso de la muestra seca (Ws)	117.10	129.62	89.30	139.60	129.80	108.20	90.70	124.00	g
Peso del agua (Ww)	13.80	15.26	13.31	20.75	22.90	21.41	22.40	28.60	g
Contenido de humedad (ω)	11.78	11.77	14.90	14.86	17.64	19.79	24.70	23.06	%
Promedio contenido de humedad (ω)	11.78		14.88		18.71		23.88		
Peso Volumétrico Seco γd	1.479		1.606		1.608		1.527		
									g/cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω%				16.60				%	
Densidad máxima γmax				1.620				g/cm <sup>3</sup>	
									

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

# CBR

**Tabla 135:** Pozo C1 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm		
<b>ID Muestra:</b>	C1			<b>Profundidad:</b>	80 cm		
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	766917.13 9921839.75		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.690	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	18.91	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	12		11		9		
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	cm
	Altura	11.4	Altura	11.35	Altura	11.35	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13288		12593		11825		g
Peso Molde	9217		8731		8242		g
Peso de Muestra Húmeda	4071		3862		3583		g
Volumen Muestra	2041.49		2032.54		2032.54		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.994		1.900		1.763		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	6	2	84	77	41	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	111.25	151.81	134.10	98.45	106.80	92.40	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99.40	133.70	117.62	87.60	94.58	82.75	g
Peso del agua (Ww)	11.85	18.11	16.48	10.85	12.22	9.65	g
Peso del recipiente (Wr)	36.45	34.58	30.71	30.45	30.58	31.30	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62.95	99.12	86.91	57.15	64.00	51.45	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.82	18.27	18.96	18.99	19.09	18.76	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	18.55		18.97		18.92		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.682		1.597		1.482		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13362		12775		11945		g
Peso Molde	9217		8731		8242		g
Peso de Muestra Húmeda	4145		4044		3703		g
Volumen Muestra	2041.49		2032.54		2032.54		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.030		1.990		1.822		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	20	17	85	1	89	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	116.20	141.71	117.28	148.24	185.57	175.88	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	100.57	121.31	100.19	122.98	152.98	146.88	g
Peso del agua (Ww)	15.63	20.40	17.09	25.26	32.59	29.00	g
Peso del recipiente (Wr)	26.50	24.70	26.50	24.70	32.20	31.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	74.07	96.61	73.69	98.28	120.78	115.08	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.10	21.12	23.19	25.70	26.98	25.20	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21.11		24.45		26.09		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.677		1.599		1.445		g/cm <sup>3</sup>



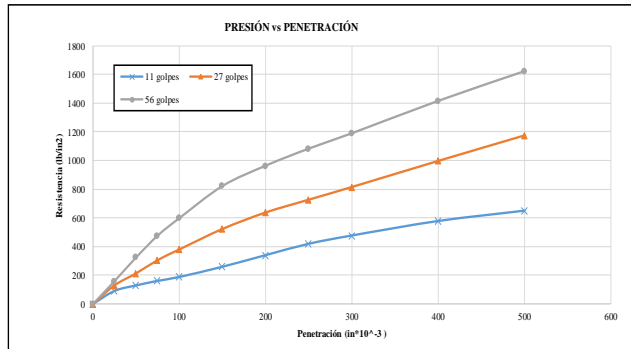
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** San Juan de Pastocalle  
**ID Muestra:** CI  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 766917.13 9921839.75

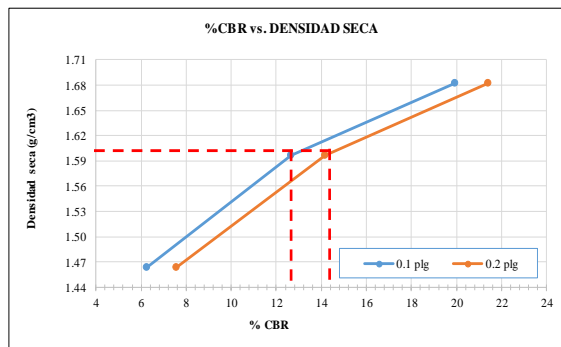
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1.270	mm/min
				0.05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %
0	0		0	0			0	0			0	0		
0.64	25		159.5	53.2			130.0	43.3			91.0	30.3		
1.27	50		324.6	108.2			213.6	71.2			129.0	43.0		
1.91	75		476.8	158.9			306.0	102.0			160.8	53.6		
2.54	100	1000	598.0	199.3	199.33	19.93	380.0	126.7	126.67	12.67	188.0	62.7	62.67	
3.81	150		822.3	274.1			523.2	174.4			259.2	86.4		
5.08	200	1500	963.8	321.3	321.27	21.42	638.0	212.7	212.67	14.18	340.0	113.3	113.33	
6.35	250		1083.3	361.1			727.4	242.5			419.2	139.7		
7.62	300		1190.2	396.7			816.0	272.0			477.0	159.0		
10.16	400		1416.0	472.0			998.0	332.7			578.0	192.7		
12.7	500		1623.3	541.1			1176.0	392.0			650.0	216.7		





MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	19.93	12.67	6.27
	0.2"	21.42	14.18	7.56
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.682	1.597	1.464



Densidad seca máx:	1.690	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1.606	12.6	14.1	14.1

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



**Tabla 136:** Pozo C2 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle		<b>Capa Vegetal:</b>	5		cm	
<b>ID Muestra:</b>	C2		<b>Profundidad:</b>	85		cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013		<b>Coordenadas:</b>	764124.16		9920275	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca		1.650	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo		17.69	%	
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	12.52	Altura	12.52	Altura	12.52	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13142		12817		12602		g
Peso Molde	8748		8725		8989		g
Peso de Muestra Húmeda	4394		4092		3613		g
Volumen Muestra	2242.06		2242.06		2271.86		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.960		1.825		1.590		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	6	2	84	77	41	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	117.20	125.89	123.21	118.11	119.09	123.00	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	105.24	112.17	109.65	105.13	105.65	109.50	g
Peso del agua (Ww)	11.96	13.72	13.56	12.98	13.44	13.50	g
Peso del recipiente (Wr)	36.40	34.40	30.75	30.90	30.90	31.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	68.84	77.77	78.90	74.23	74.75	78.40	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	17.37	17.64	17.19	17.49	17.98	17.22	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	17.51		17.34		17.60		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.668		1.555		1.352		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13378		13555		13799		g
Peso Molde	8748		8725		8989		g
Peso de Muestra Húmeda	4630		4830		4810		g
Volumen Muestra	2242.06		2242.06		2271.86		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.065		2.154		2.117		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	35	98	19	25	10	16	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	121.30	155.80	169.75	145.60	135.20	135.60	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	107.30	135.80	148.50	126.50	115.50	116.10	g
Peso del agua (Ww)	14.00	20.00	21.25	19.10	19.70	19.50	g
Peso del recipiente (Wr)	32.20	31.80	31.10	33.20	26.50	24.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	75.10	104.00	117.40	93.30	89.00	91.40	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.64	19.23	18.10	20.47	22.13	21.33	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	18.94		19.29		21.73		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.736		1.806		1.739		g/cm <sup>3</sup>

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



**Tabla 137:** Pozo C3 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	C3			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	762324.42	9920366	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.690		g/cm <sup>3</sup>
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	15.00		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		4		1		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15.1	Diámetro	15.2	cm
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12449		12396		11772		g
Peso Molde	8511		8910		8510		g
Peso de Muestra Húmeda	3938		3486		3262		g
Volumen Muestra	2032.22		2059.40		2086.77		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.938		1.693		1.563		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	56	81	45	42	89	69	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	145.10	129.30	109.10	147.00	142.16	106.56	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	130.70	116.90	98.50	132.30	128.30	97.10	g
Peso del agua (Ww)	14.40	12.40	10.60	14.70	13.86	9.46	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	75.10	100.60	96.50	66.50	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	14.37	14.39	14.11	14.61	14.36	14.23	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	14.38		14.36		14.29		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.694		1.480		1.368		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12734		12564		12130		g
Peso Molde	8511		8910		8510		g
Peso de Muestra Húmeda	4223		3654		3620		g
Volumen Muestra	2032.22		2059.40		2086.77		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.078		1.774		1.735		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	52	77	22	45	41	56	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	146.71	171.10	161.77	179.12	137.40	125.40	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	131.30	152.50	141.16	156.20	118.70	108.90	g
Peso del agua (Ww)	15.41	18.60	20.61	22.92	18.70	16.50	g
Peso del recipiente (Wr)	31.00	30.90	24.00	23.50	31.10	30.50	g
Peso de la muestra seca (Ws)	100.30	121.60	117.16	132.70	87.60	78.40	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	15.36	15.30	17.59	17.27	21.35	21.05	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	15.33		17.43		21.20		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.802		1.511		1.431		g/cm <sup>3</sup>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



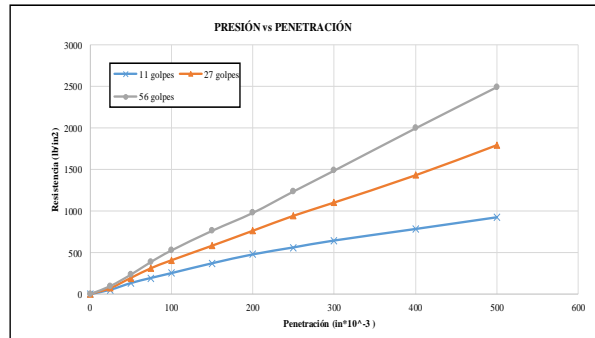
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** San Juan de Pastocalle  
**ID Muestra:** C3  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 762324.42 9920366.34

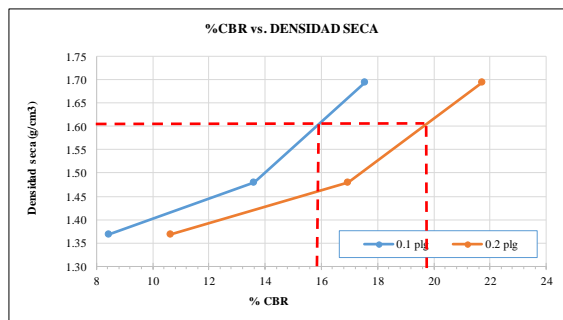
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1.270 mm/min 0.05 in/min
----------------	---	-----------------	--------------------	-----------------------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %
0	0		0			0				0				
0.64	25		98.0	32.7		74.0	24.7			53.3	17.8			
1.27	50		234.9	78.3		195.9	65.3			133.6	44.5			
1.91	75		389.5	129.8		313.3	104.4			195.6	65.2			
2.54	100	1000	526.8	175.6	175.60	408.1	136.0	136.03	13.60	253.6	84.5	84.53	8.45	
3.81	150		763.3	254.4		583.5	194.5			372.3	124.1			
5.08	200	1500	978.7	326.2	326.23	763.1	254.4	254.37	16.96	479.1	159.7	159.70	10.65	
6.35	250		1236.8	412.3		943.4	314.5			563.3	187.8			
7.62	300		1487.8	495.9		1102.8	367.6			646.3	215.4			
10.16	400		1997.1	665.7		1430.8	476.9			785.3	261.8			
12.7	500		2493.5	831.2		1793.5	597.8			926.6	308.9			





MOLDE	1	2	3
CBR %	17.56	13.60	8.45
Densida Seca	1.694	1.480	1.368



Densidad seca máx :	1.690	g/cm3	
Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR
95% DSM=	1.606	16.1	19.8

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 138:** Pozo C4 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	C4			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	763242.01	9919464.68	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.642	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	21.03	%	
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	12.5	Altura	12.54	Altura	12.5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12458		12199		11405		g
Peso Molde	7975		8045		7513		g
Peso de Muestra Húmeda	4483		4154		3892		g
Volumen Muestra	2241.45		2263.53		2259.28		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.000		1.835		1.723		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	91	6	56	86	61	53	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	236.23	249.52	140.70	146.49	151.30	152.79	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	199.90	212.10	120.89	125.85	129.80	131.51	g
Peso del agua (Ww)	36.33	37.42	19.81	20.64	21.50	21.28	g
Peso del recipiente (Wr)	32.40	34.40	30.50	31.30	30.20	30.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	167.50	177.70	90.39	94.55	99.60	100.61	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.69	21.06	21.92	21.83	21.59	21.15	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21.37		21.87		21.37		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.648		1.506		1.419		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12532		12406		11998		g
Peso Molde	7975		8045		7513		g
Peso de Muestra Húmeda	4557		4361		4485		g
Volumen Muestra	2241.45		2263.53		2259.28		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.033		1.927		1.985		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	11	49	64	28	45	55	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	190.79	146.88	135.40	145.10	138.64	148.10	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	162.72	125.92	116.50	123.70	116.14	123.33	g
Peso del agua (Ww)	28.07	20.96	18.90	21.40	22.50	24.77	g
Peso del recipiente (Wr)	30.60	30.70	30.90	31.10	30.90	31.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	132.12	95.22	85.60	92.60	85.24	92.23	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.25	22.01	22.08	23.11	26.40	26.86	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21.63		22.59		26.63		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.672		1.572		1.568		g/cm <sup>3</sup>



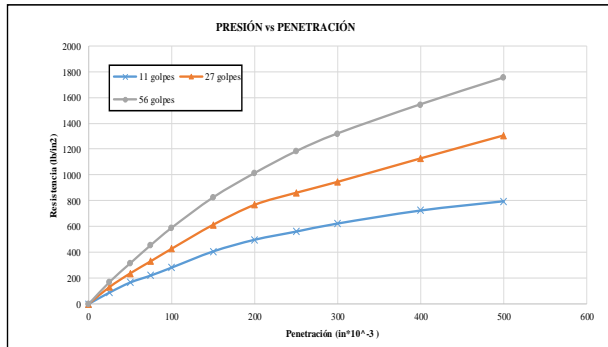
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** San Juan de Pastocalle  
**ID Muestra:** C4  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 763242.01 9919464.68

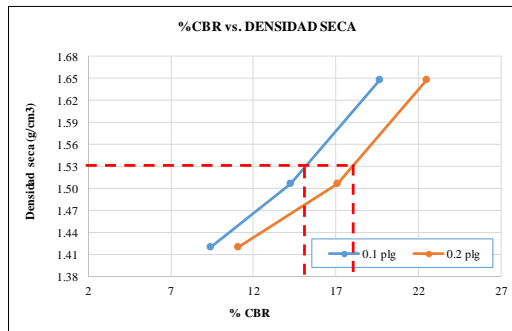
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1.270 mm/min	0.05 in/min
----------------	---	-----------------	--------------------	--------------	-------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %
0	0		0	0			0	0			0	0		
0.64	25		169.5	56.5			131.2	43.7			88.3	29.4		
1.27	50		314.6	104.9			237.2	79.1			166.3	55.4		
1.91	75		456.8	152.3			332.0	110.7			221.1	73.7		
2.54	100	1000	590.0	196.7	196.67	19.67	428.4	142.8	142.80	14.28	282.3	94.1	94.11	9.41
3.81	150		825.2	275.1			614.2	204.7			407.7	135.9		
5.08	200	1500	1013.8	337.9	337.93	22.53	768.8	256.3	256.27	17.08	498.3	166.1	166.11	11.07
6.35	250		1182.3	394.1			862.0	287.3			561.5	187.2		
7.62	300		1320.2	440.1			946.8	315.6			624.3	208.1		
10.16	400		1546.0	515.3			1128.8	376.3			725.3	241.8		
12.7	500		1753.3	584.4			1306.8	435.6			797.3	265.8		





MOLDE	1	2	3	
CBR %	0.1"	19.67	14.28	9.41
	0.2"	22.53	17.08	11.07
Densida Seca	g/cm3	1.648	1.506	1.419



Densidad seca máx:	1.642	g/cm3		
Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1.560	13.6	17.3	17.3

**Autor:** Alvaro David Estrella López

**Tabla 139:** Pozo C5 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm		
<b>ID Muestra:</b>	C5			<b>Profundidad:</b>	80 cm		
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	761857.32 9920874.96		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.751	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	12.84	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	3		2		1		
DIMENSIONES	Diámetro	11.4	Diámetro	11.35	Diámetro	11.4	cm
	Altura	12.5	Altura	12.5	Altura	12.5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	11406		11303		11133		g
Peso Molde	8891		8928		8899		g
Peso de Muestra Húmeda	2515		2375		2234		g
Volumen Muestra	1275.88		1264.71		1275.88		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.971		1.878		1.751		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	46	2B	89	16	88	1	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	163.40	135.85	155.80	151.80	165.34	157.11	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	147.60	123.40	141.70	138.10	150.47	142.90	g
Peso del agua (Ww)	15.80	12.45	14.10	13.70	14.87	14.21	g
Peso del recipiente (Wr)	24.90	24.00	31.80	30.50	32.10	32.20	g
Peso de la muestra seca (Ws)	122.70	99.40	109.90	107.60	118.37	110.70	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	12.88	12.53	12.83	12.73	12.56	12.84	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	12.70		12.78		12.70		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.749		1.665		1.554		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11574		11590		11354		g
Peso Molde	8891		8928		8899		g
Peso de Muestra Húmeda	2683		2662		2455		g
Volumen Muestra	1275.88		1264.71		1275.88		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.103		2.105		1.924		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	93	3	16	6	91	42	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	140.70	134.70	144.70	137.70	157.75	148.72	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	126.86	121.35	126.86	121.35	135.70	128.38	g
Peso del agua (Ww)	13.84	13.35	17.84	16.35	22.05	20.34	g
Peso del recipiente (Wr)	32.40	31.70	32.40	31.70	33.50	33.40	g
Peso de la muestra seca (Ws)	94.46	89.65	94.46	89.65	102.20	94.98	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	14.65	14.89	18.89	18.24	21.58	21.42	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	14.77		18.56		21.50		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.832		1.775		1.584		g/cm <sup>3</sup>



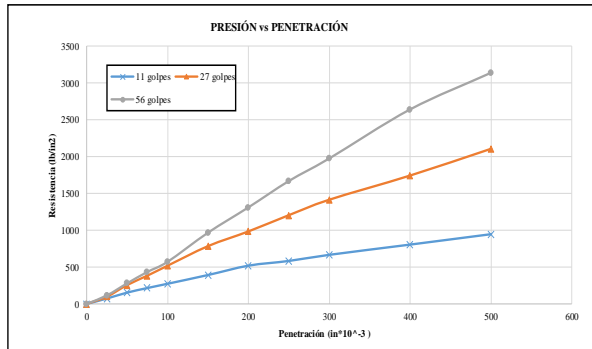
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** San Juan de Pastocalle  
**ID Muestra:** C5  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 761857.32 9920874.96

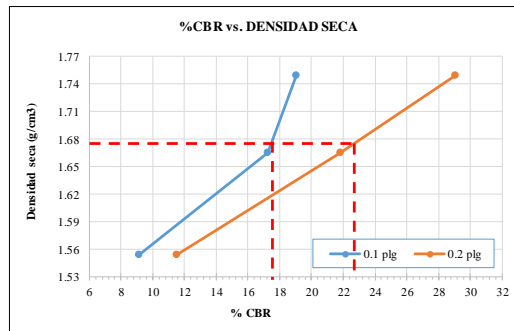
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1.270 mm/min 0.05 in/min
----------------	---	-----------------	--------------------	-----------------------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %
0	0		0	0		0	0			0	0			
0.64	25		115.3	38.4		98.3	32.8			73.3	24.4			
1.27	50		278.9	93.0		255.9	85.3			153.6	51.2			
1.91	75		433.5	144.5		383.3	127.8			215.6	71.9			
2.54	100	1000	570.8	190.3	190.27	518.1	172.7	172.70	17.27	273.6	91.2	91.20	9.12	
3.81	150		965.3	321.8		783.5	261.2			392.3	130.8			
5.08	200	1500	1308.7	436.2	436.23	983.1	327.7	327.70	21.85	519.1	173.0	173.03	11.54	
6.35	250		1665.8	555.3		1203.4	401.1			583.3	194.4			
7.62	300		1971.8	657.3		1412.8	470.9			666.3	222.1			
10.16	400		2636.1	878.7		1740.8	580.3			805.3	268.4			
12.7	500		3132.5	1044.2		2103.5	701.2			946.6	315.5			





MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	19.03	17.27	9.12
	0.2"	29.08	21.85	11.54
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.749	1.665	1.554



Densidad seca máx :	1.751	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1.663	17.6	23.3	23.3

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 140:** Pozo C6 San Juan de Pastocalle.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	San Juan de Pastocalle			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	C6			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	760774.89	9922740.52	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.732		g/cm <sup>3</sup>
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	13.50		%
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	11.5	Altura	11.5	Altura	11.45	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12872		12817		12140		g
Peso Molde	8820		8986		8380		g
Peso de Muestra Húmeda	4052		3831		3760		g
Volumen Muestra	2073.06		2075.80		2083.17		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.955		1.846		1.805		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	12	16	18	19	20	22	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	139.34	155.66	160.52	161.80	177.29	176.30	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	125.50	140.11	144.94	145.85	159.80	158.80	g
Peso del agua (Ww)	13.84	15.55	15.58	15.95	17.49	17.50	g
Peso del recipiente (Wr)	24.90	24.00	31.80	30.50	32.10	32.20	g
Peso de la muestra seca (Ws)	100.60	116.11	113.14	115.35	127.70	126.60	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	13.76	13.39	13.77	13.83	13.70	13.82	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	13.57		13.80		13.76		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.721		1.622		1.587		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13102		12923		12133		g
Peso Molde	8820		8986		8380		g
Peso de Muestra Húmeda	4282		3937		3753		g
Volumen Muestra	2073.07		2075.80		2083.17		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.066		1.897		1.802		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	5	6	78	95	65	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	169.84	165.97	146.80	120.80	157.30	146.80	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	151.24	146.85	128.20	107.70	134.70	127.40	g
Peso del agua (Ww)	18.60	19.12	18.60	13.10	22.60	19.40	g
Peso del recipiente (Wr)	32.40	31.70	30.60	34.30	33.50	33.40	g
Peso de la muestra seca (Ws)	118.84	115.15	97.60	73.40	101.20	94.00	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	15.65	16.60	19.06	17.85	22.33	20.64	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	16.13		18.45		21.49		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.779		1.601		1.483		g/cm <sup>3</sup>



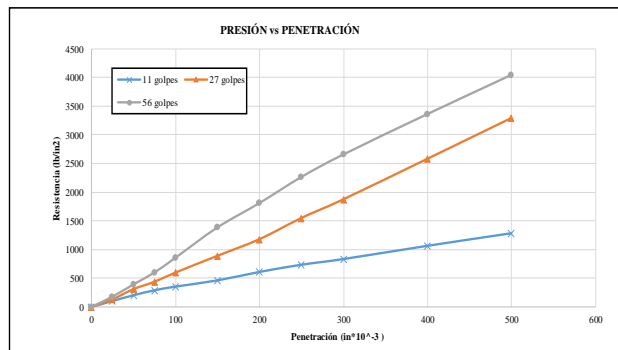
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** San Juan de Pastocalle  
**ID Muestra:** C6  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 760774.89 9922740.52

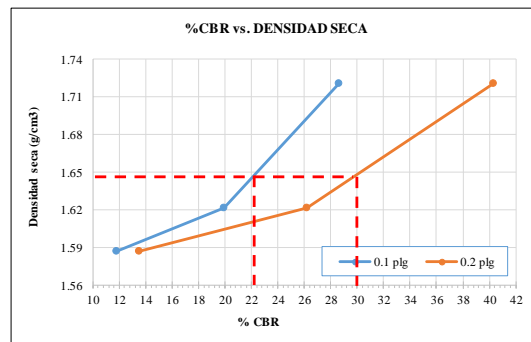
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10-3		Q Carga	Presiones Leída Correg.		CBR %	Q Carga	Presiones Leída Correg.		CBR %	Q Carga	Presiones Leída Correg.		CBR %
0	0		0	0			0	0		0	0			
0.64	25		179.8	59.9			133.8	44.6			103.1	34.4		
1.27	50		393.3	131.1			309.7	103.2			203.2	67.7		
1.91	75		601.3	200.4			438.2	146.1			288.8	96.3		
2.54	100	1000	858.9	286.3	286.30	28.63	598.2	199.4	199.40	19.94	353.5	117.8	117.83	
3.81	150		1388.5	462.8			890.0	296.7			462.2	154.1		
5.08	200	1500	1813.8	604.6	604.60	40.31	1179.2	393.1	393.07	26.20	608.9	203.0	202.97	
6.35	250		2270.1	756.7			1548.4	516.1			734.6	244.9		
7.62	300		2663.2	887.7			1873.8	624.6			833.4	277.8		
10.16	400		3368.2	1122.7			2578.9	859.6			1063.8	354.6		
12.7	500		4053.3	1351.1			3289.0	1096.3			1283.0	427.7		



MOLDE	1	2	3	
CBR %	0.1"	28.63	19.94	11.78
	0.2"	40.31	26.20	13.53
Densida Seca	g/cm3	1.721	1.622	1.587





Densidad seca máx :	1.732	g/cm3
---------------------	-------	-------

Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR
95% DSM=	1.645	22.22	31.1
		31.1	31.1

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



**Tabla 141: Pozo C7 Tanicuchi.**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	C7			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	764682.80	9911058.48	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.637		g/cm <sup>3</sup>
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	19.06		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
<b>MOLDE</b>	12		11		9		
<b>DIMENSIONES</b>	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	cm
	Altura	11.4	Altura	11.35	Altura	11.35	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13288		12629		11825		g
Peso Molde	9217		8731		8242		g
Peso de Muestra Húmeda	4071		3898		3583		g
Volumen Muestra	2041.49		2032.54		2032.54		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.994		1.918		1.763		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	6	2	84	77	41	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	134.75	98.94	111.85	152.71	106.81	92.84	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	117.62	87.60	99.40	133.70	94.58	82.75	g
Peso del agua (Ww)	17.13	11.34	12.45	19.01	12.23	10.09	g
Peso del recipiente (Wr)	30.71	30.45	36.45	34.58	30.58	31.30	g
Peso de la muestra seca (Ws)	86.91	57.15	62.95	99.12	64.00	51.45	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.71	19.84	19.78	19.18	19.11	19.61	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19.78		19.48		19.36		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.665		1.605		1.477		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13362		12775		11945		g
Peso Molde	9217		8731		8242		g
Peso de Muestra Húmeda	4145		4044		3703		g
Volumen Muestra	2041.49		2032.54		2032.54		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.030		1.990		1.822		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	20	17	85	1	89	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	116.82	141.97	117.28	148.24	185.57	175.88	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	100.57	121.31	100.19	122.98	152.98	146.88	g
Peso del agua (Ww)	16.25	20.66	17.09	25.26	32.59	29.00	g
Peso del recipiente (Wr)	26.50	24.70	26.50	24.70	32.20	31.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	74.07	96.61	73.69	98.28	120.78	115.08	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.93	21.38	23.19	25.70	26.98	25.20	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21.66		24.45		26.09		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.669		1.599		1.445		g/cm <sup>3</sup>



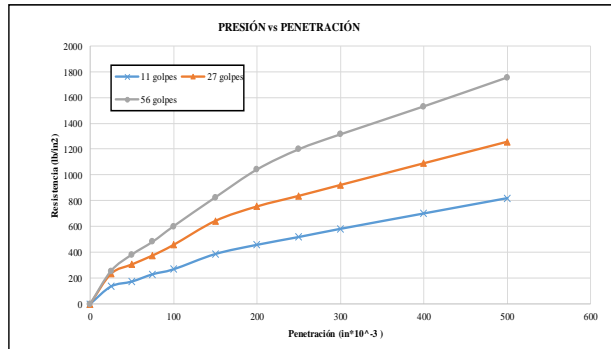
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** Tanicuchi  
**ID Muestra:** C7  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 764682.80 9911058.48

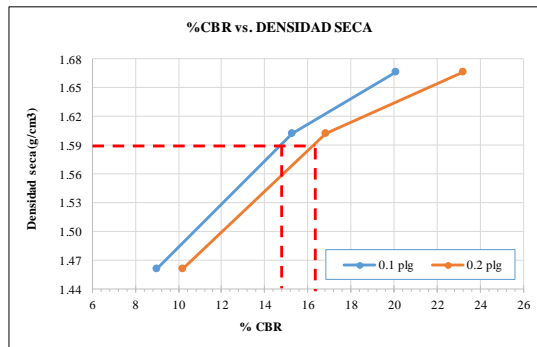
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1.270 mm/min	0.05 in/min
----------------	---	-----------------	--------------------	--------------	-------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %
0	0		0	0			0	0			0	0		
0.64	25		256.0	85.3			233.8	77.9			135.8	45.3		
1.27	50		383.2	127.7			306.6	102.2			173.8	57.9		
1.91	75		483.3	161.1			376.6	125.5			230.9	77.0		
2.54	100	1000	603.3	201.1	201.10	20.11	458.6	152.9	152.87	15.29	269.3	89.8	89.77	
3.81	150		827.3	275.8			644.6	214.9			387.7	129.2		
5.08	200	1500	1043.8	347.9	347.93	23.20	756.8	252.3	252.27	16.82	459.3	153.1	153.10	
6.35	250		1200.3	400.1			839.0	279.7			519.9	173.3		
7.62	300		1316.6	438.9			923.6	307.9			583.6	194.5		
10.16	400		1533.8	511.3			1092.2	364.1			703.3	234.4		
12.7	500		1758.4	586.1			1259.6	419.9			822.3	274.1		





MOLDE	1	2	3	
CBR %	20.11	15.29	8.98	
	23.20	16.82	10.21	
Densida Seca	g/cm3	1.667	1.602	1.461



Densidad seca máx :	1.637	g/cm3		
Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1.555	15.6	18.2	18.2

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 142: Pozo C8 Tanicuchi.**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm		
<b>ID Muestra:</b>	C8			<b>Profundidad:</b>	80 cm		
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	762929.70 9914158.41		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.670	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	18.80	%	
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	12.5	Altura	12.5	Altura	12.5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12818		12498		11967		g
Peso Molde	8545		8257		8084		g
Peso de Muestra Húmeda	4273		4241		3883		g
Volumen Muestra	2170.81		2250.36		2214.82		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.968		1.885		1.753		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	12	25	36	78	25	52	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	153.97	173.71	146.18	198.77	167.77	190.01	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	134.50	150.62	127.90	172.40	146.80	164.90	g
Peso del agua (Ww)	19.47	23.09	18.28	26.37	20.97	25.11	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	124.82	96.80	139.00	113.30	133.50	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.04	18.50	18.88	18.97	18.51	18.81	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	18.27		18.93		18.66		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.664		1.585		1.478		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12978		12988		12460		g
Peso Molde	8545		8257		8084		g
Peso de Muestra Húmeda	4433		4731		4376		g
Volumen Muestra	2170.81		2250.36		2214.83		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.042		2.102		1.976		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	15	16	28	19	67	98	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	178.70	165.80	167.40	131.19	156.80	179.89	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	151.50	140.80	139.10	110.10	127.20	145.20	g
Peso del agua (Ww)	27.20	25.00	28.30	21.09	29.60	34.69	g
Peso del recipiente (Wr)	30.80	30.70	31.20	31.30	30.40	31.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	120.70	110.10	107.90	78.80	96.80	114.20	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.54	22.71	26.23	26.76	30.58	30.38	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	22.62		26.50		30.48		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.665		1.662		1.514		g/cm <sup>3</sup>



**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

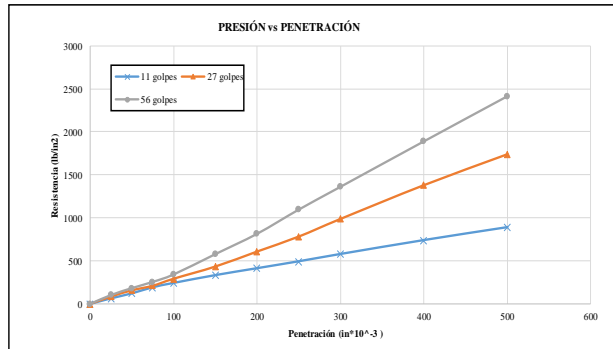
**Vía:** Tanicuchi  
**ID Muestra:** CS  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013

**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 762929.70 9914158.41

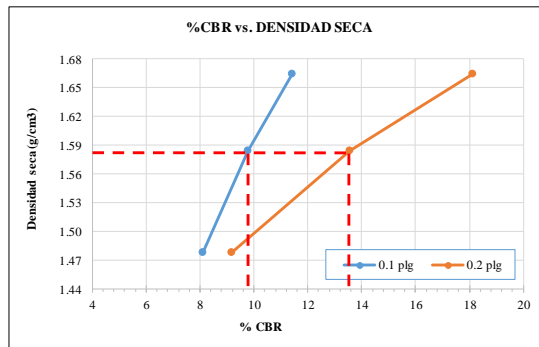
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>		Velocidad de carga	1.270	mm/min
					0.05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 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.		Leída	Correg.	
0	0		0			0			0			0		
0.64	25		103.2	34.4		85.8	28.6		64.7	21.6				
1.27	50		183.9	61.3		158.7	52.9		122.4	40.8				
1.91	75		256.3	85.4		211.6	70.5		193.0	64.3				
2.54	100	1000	343.0	114.3	114.33	293.4	97.8	97.80	243.3	81.1	81.10			
3.81	150		579.7	193.2		435.2	145.1		333.6	111.2				
5.08	200	1500	816.2	272.1	272.07	609.8	203.3	203.27	413.7	137.9	137.90	9.19		
6.35	250		1098.2	366.1		784.4	261.5		493.8	164.6				
7.62	300		1363.6	454.5		989.7	329.9		578.4	192.8				
10.16	400		1893.0	631.0		1383.0	461.0		739.5	246.5				
12.7	500		2418.0	806.0		1742.9	581.0		889.1	296.4				



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	11.43	9.78	8.11
	0.2"	18.14	13.55	9.19
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.664	1.585	1.478





Densidad seca máx :	1.670	g/cm <sup>3</sup>
---------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR
95% DSM=	1.587	12.6	13.9

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 143: Pozo C9 Tanicuchi.**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”							
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	C9			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	762121.90	9912683.38	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.720	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	17.00	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	12		11		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	cm
	Altura	11.4	Altura	11.35	Altura	11.35	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13334		12419		11725		g
Peso Molde	9217		8731		8242		g
Peso de Muestra Húmeda	4117		3688		3483		g
Volumen Muestra	2041.49		2032.54		2032.54		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.017		1.814		1.714		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	6	2	84	77	41	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.25	151.28	133.09	97.15	105.78	91.84	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99.40	133.70	117.62	87.16	94.58	82.75	g
Peso del agua (Ww)	10.85	17.58	15.47	9.99	11.20	9.09	g
Peso del recipiente (Wr)	36.45	34.58	30.71	30.45	30.58	31.30	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62.95	99.12	86.91	56.71	64.00	51.45	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	17.24	17.74	17.80	17.62	17.50	17.67	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	17.49		17.71		17.58		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.717		1.542		1.457		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13462		12775		11985		g
Peso Molde	9217		8731		8242		g
Peso de Muestra Húmeda	4245		4044		3743		g
Volumen Muestra	2041.49		2032.54		2032.54		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.079		1.990		1.842		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	20	17	85	1	89	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	117.22	142.71	118.48	147.24	186.57	178.38	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	100.57	121.31	100.19	122.98	152.98	146.88	g
Peso del agua (Ww)	16.65	21.40	18.29	24.26	33.59	31.50	g
Peso del recipiente (Wr)	26.50	24.70	26.50	24.70	32.20	31.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	74.07	96.61	73.69	98.28	120.78	115.08	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.47	22.15	24.82	24.68	27.81	27.37	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	22.31		24.75		27.59		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.700		1.595		1.443		g/cm <sup>3</sup>



**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

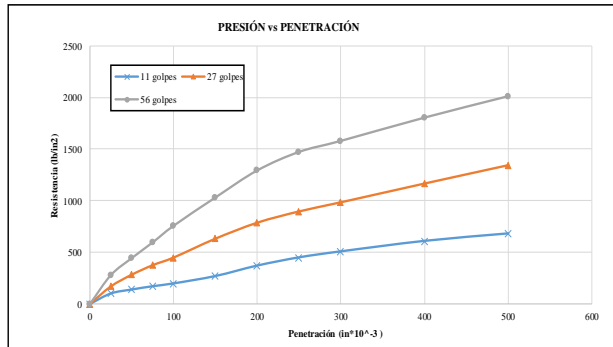
**Vía:** Tanicuchi  
**ID Muestra:** C9  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013

**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 762121.90 9912683.38

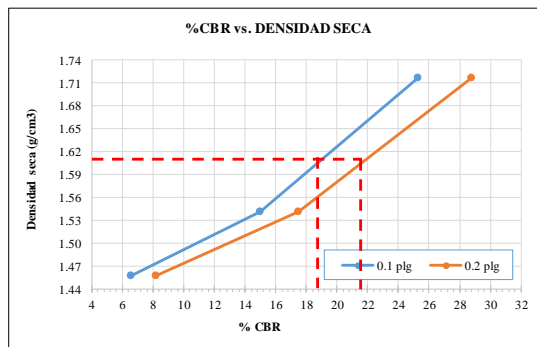
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1.270 mm/min	0.05 in/min
----------------	---	-----------------	--------------------	--------------	-------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %
0	0		0	0		0	0			0	0			
0.64	25		279.5	93.2		170.0	56.7			101.0	33.7			
1.27	50		444.6	148.2		283.6	94.5			139.0	46.3			
1.91	75		596.8	198.9		376.0	125.3			170.8	56.9			
2.54	100	1000	758.0	252.7	252.67	25.27	450.0	150.0	150.00	150.0	66.0	66.00	6.60	
3.81	150		1032.3	344.1		633.2	211.1			269.2	89.7			
5.08	200	1500	1294.8	431.6	431.60	28.77	788.0	262.7	262.67	17.51	370.0	123.3	123.33	8.22
6.35	250		1474.3	491.4		897.4	299.1			449.2	149.7			
7.62	300		1581.2	527.1		986.0	328.7			507.0	169.0			
10.16	400		1807.0	602.3		1168.0	389.3			608.0	202.7			
12.7	500		2014.3	671.4		1346.0	448.7			680.0	226.7			





MOLDE	1	2	3	
<b>CBR %</b>	0.1"	25.27	15.00	6.60
	0.2"	28.77	17.51	8.22
<b>Densidad Seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.717	1.542	1.457



<b>Densidad seca máx :</b>	1.720	g/cm <sup>3</sup>	
<b>Densidad seca máx</b>	<b>% CBR-0.1 in</b>	<b>% CBR-0.2 in</b>	<b>MAYOR % CBR</b>
95% DSM=	1.634	18.89	21.1

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 144:** Pozo C10 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	C10			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	765276.38	9917109.80	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.530	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	21.50	%	
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	11.44	Altura	11.35	Altura	11.35	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13045		12293		10851		g
Peso Molde	9218		8754		7516		g
Peso de Muestra Húmeda	3827		3539		3335		g
Volumen Muestra	2051.37		2048.73		2051.43		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.866		1.727		1.626		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	91	6	56	86	61	53	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	217.00	249.40	140.77	145.46	151.58	151.90	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	183.10	213.40	121.40	125.61	129.80	130.10	g
Peso del agua (Ww)	33.90	36.00	19.37	19.85	21.78	21.80	g
Peso del recipiente (Wr)	32.40	34.40	30.50	31.30	30.20	30.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	150.70	179.00	90.90	94.31	99.60	99.20	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.50	20.11	21.31	21.05	21.87	21.98	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21.30		21.18		21.92		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.538		1.426		1.333		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13212		12591		11094		g
Peso Molde	9218		8754		7516		g
Peso de Muestra Húmeda	3994		3837		3578		g
Volumen Muestra	2051.37		2048.73		2051.43		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.947		1.873		1.744		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	56	69	37	15	53	57	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	135.29	137.82	136.89	121.54	124.38	149.81	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	115.70	117.30	114.80	102.60	104.70	125.10	g
Peso del agua (Ww)	19.59	20.52	22.09	18.94	19.68	24.71	g
Peso del recipiente (Wr)	30.60	30.70	26.00	25.60	30.90	31.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	85.10	86.60	88.80	77.00	73.80	94.00	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	23.02	23.70	24.88	24.60	26.67	26.29	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	23.36		24.74		26.48		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.578		1.501		1.379		g/cm <sup>3</sup>



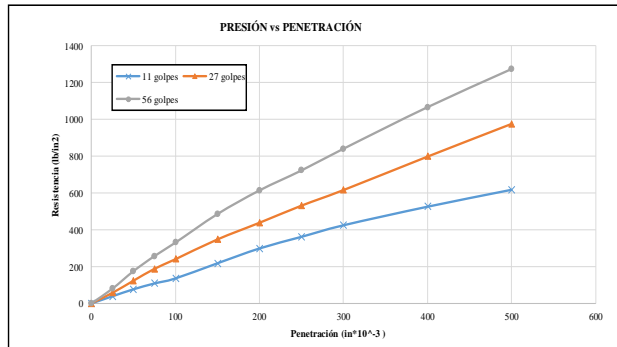
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** Tanicuchi  
**ID Muestra:** C10  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 765276.38 9917109.80

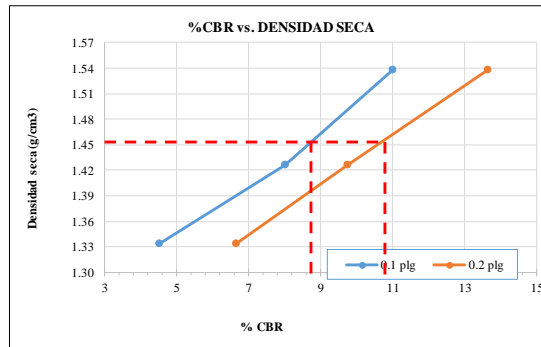
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1.270 mm/min	0.05 in/min
----------------	---	-----------------	--------------------	--------------	-------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %
0	0		0	0			0	0			0	0		
0.64	25		79.5	26.5			57.2	19.1			38.8	12.9		
1.27	50		174.6	58.2			123.2	41.1			76.8	25.6		
1.91	75		256.8	85.6			188.0	62.7			108.6	36.2		
2.54	100	1000	330.0	110.0	110.00	11.00	240.4	80.1	80.13	8.01	135.8	45.3	45.27	
3.81	150		485.2	161.7			348.2	116.1			218.2	72.7		
5.08	200	1500	613.8	204.6	204.60	13.64	438.8	146.3	146.27	9.75	298.8	99.6	99.60	
6.35	250		722.3	240.8			532.0	177.3			362.0	120.7		
7.62	300		840.2	280.1			616.8	205.6			424.8	141.6		
10.16	400		1066.0	355.3			798.8	266.3			525.8	175.3		
12.7	500		1273.3	424.4			976.8	325.6			617.8	205.9		



MOLDE	1	2	3	
CBR %	0.1"	11.00	8.01	4.53
	0.2"	13.64	9.75	6.64
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.538	1.426	1.333





Densidad seca máx :	1.530	g/cm <sup>3</sup>
---------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR
95% DSM=	1.454	8.44	10.4

**Autor:** Alvaro David Estrella López.



**Tabla 145:** Pozo C11 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	C11			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	760714.66	9912701	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.642	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	16.11	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
<b>MOLDE</b>	7*		7		5		
<b>DIMENSIONES</b>	Diámetro	15	Diámetro	15.1	Diámetro	15	cm
	Altura	11.45	Altura	11.5	Altura	11.5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12158		12094		11613		g
Peso Molde	8299		8351		8160		g
Peso de Muestra Húmeda	3859		3743		3453		g
Volumen Muestra	2023.38		2059.40		2032.22		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.907		1.818		1.699		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	174.51	152.23	165.98	161.24	97.11	112.85	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	154.30	135.10	147.14	142.99	87.50	100.99	g
Peso del agua (Ww)	20.21	17.13	18.84	18.25	9.61	11.86	g
Peso del recipiente (Wr)	31.10	31.10	32.20	33.20	30.90	31.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	123.20	104.00	114.94	109.79	56.60	69.99	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16.40	16.47	16.39	16.62	16.98	16.95	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	16.44		16.51		16.96		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.638		1.560		1.453		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12408		12373		11981		g
Peso Molde	8299		8351		8160		g
Peso de Muestra Húmeda	4109		4022		3821		g
Volumen Muestra	2023.38		2059.40		2032.22		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.031		1.953		1.880		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	42	35	69	77	81	21	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	111.21	135.14	133.40	109.73	174.90	146.42	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99.44	119.84	115.40	96.12	147.10	123.90	g
Peso del agua (Ww)	11.77	15.30	18.00	13.61	27.80	22.52	g
Peso del recipiente (Wr)	31.00	30.80	30.60	30.80	31.70	31.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	68.44	89.04	84.80	65.32	115.40	92.80	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	17.20	17.18	21.23	20.84	24.09	24.27	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	17.19		21.03		24.18		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.733		1.614		1.514		g/cm <sup>3</sup>



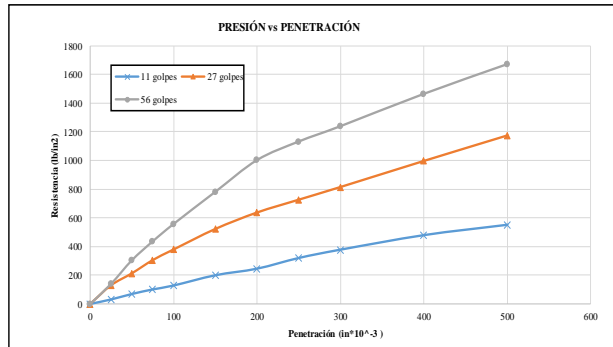
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** Tanicuchi  
**ID Muestra:** C11  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 760714.66 9912701

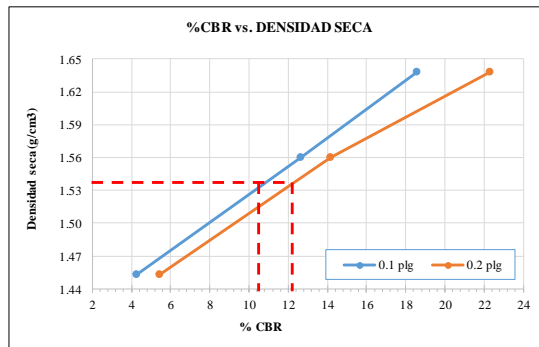
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1.270 mm/min	0.05 in/min
----------------	---	-----------------	--------------------	--------------	-------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída, Correg.)		CBR %
0	0		0	0		0	0			0	0			
0.64	25		139.5	46.5		130.0	43.3			31.0	10.3			
1.27	50		304.6	101.5		213.6	71.2			69.0	23.0			
1.91	75		436.8	145.6		306.0	102.0			100.8	33.6			
2.54	100	1000	558.0	186.0	186.00	380.0	126.7	126.67	12.67	128.0	42.7	42.67	4.27	
3.81	150		782.3	260.8		523.2	174.4			199.2	66.4			
5.08	200	1500	1003.8	334.6	334.60	638.0	212.7	212.67	14.18	245.0	81.7	81.67	5.44	
6.35	250		1133.3	377.8		727.4	242.5			319.2	106.4			
7.62	300		1240.2	413.4		816.0	272.0			377.0	125.7			
10.16	400		1466.0	488.7		998.0	332.7			478.0	159.3			
12.7	500		1673.3	557.8		1176.0	392.0			550.0	183.3			



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	18.60	12.67	4.27
	0.2"	22.31	14.18	5.44
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.638	1.560	1.453





Densidad seca máx :	1.642	g/cm <sup>3</sup>
---------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR
95% DSM=	1.560	11.2	12.1

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

**Tabla 146:** Pozo C11 Tanicuchi.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”						
<b>Vía:</b>	Tanicuchi			<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm		
<b>ID Muestra:</b>	C12			<b>Profundidad:</b>	80 cm		
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	761311.87 9917345.14		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.620	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	16.60	%	
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
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14200		14163		13756		g
Peso Molde	8175		8245		8289		g
Peso de Muestra Húmeda	6025		5918		5467		g
Volumen Muestra	3198.53		3187.60		3163.19		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.884		1.857		1.728		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	15	16	18	21	67	97	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	173.88	159.79	180.71	190.20	164.22	151.11	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	153.60	141.50	159.77	168.50	145.80	133.78	g
Peso del agua (Ww)	20.28	18.29	20.94	21.70	18.42	17.33	g
Peso del recipiente (Wr)	31.10	31.10	32.20	33.20	30.90	31.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	122.50	110.40	127.57	135.30	114.90	102.78	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16.56	16.57	16.41	16.04	16.03	16.86	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	16.56		16.23		16.45		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.616		1.597		1.484		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	14879		14657		12578		g
Peso Molde	8175		8245		8289		g
Peso de Muestra Húmeda	6704		6412		4289		g
Volumen Muestra	3198.53		3187.60		3163.19		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.096		2.012		1.356		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	18	33	27	79	25	11	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	178.40	137.60	158.87	160.70	167.70	146.80	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	155.80	120.80	137.90	138.10	142.50	125.40	g
Peso del agua (Ww)	22.60	16.80	20.97	22.60	25.20	21.40	g
Peso del recipiente (Wr)	31.00	30.80	30.60	30.80	31.70	31.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	124.80	90.00	107.30	107.30	110.80	94.30	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.11	18.67	19.54	21.06	22.74	22.69	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	18.39		20.30		22.72		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.770		1.672		1.105		g/cm <sup>3</sup>



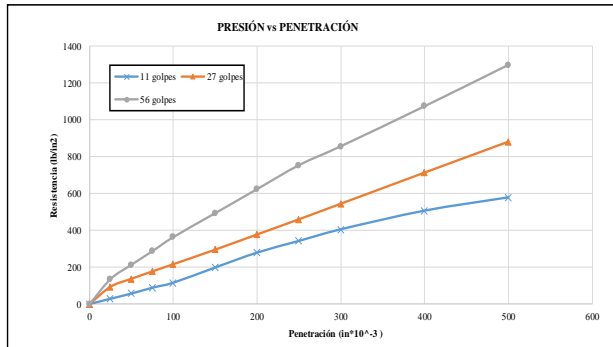
**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

**Vía:** Tanicuchi  
**ID Muestra:** C12  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013  
**Capa Vegetal:** 5 cm  
**Profundidad:** 80 cm  
**Coordenadas:** 761311.87 9917345.14

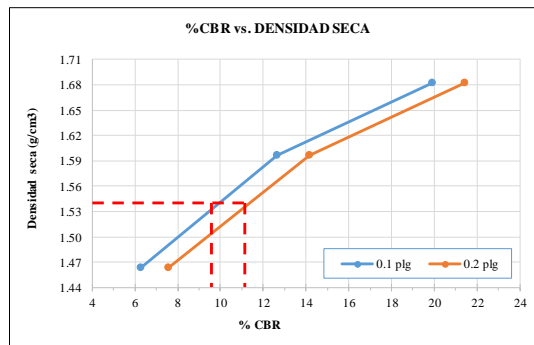
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocida de carga	1.270 mm/min	0.05 in/min
----------------	---	-----------------	-------------------	--------------	-------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %	Q Carga	Presiones (Leída / Correg.)		CBR %
0	0		0	0			0	0			0	0		
0.64	25		136.0	45.3			93.8	31.3			28.3	9.4		
1.27	50		213.2	71.1			136.6	45.5			56.3	18.8		
1.91	75		287.3	95.8			176.6	58.9			88.1	29.4		
2.54	100	1000	363.3	121.1	121.10	12.11	215.6	71.9	71.87	7.19	115.3	38.4	38.44	
3.81	150		493.3	164.4			294.6	98.2			197.7	65.9		
5.08	200	1500	623.8	207.9	207.93	13.86	376.8	125.6	125.60	8.37	278.3	92.8	92.77	
6.35	250		754.0	251.3			459.0	153.0			341.5	113.8		
7.62	300		856.6	285.5			543.6	181.2			404.3	134.8		
10.16	400		1073.8	357.9			712.2	237.4			505.3	168.4		
12.7	500		1298.4	432.8			879.6	293.2			577.3	192.4		



MOLDE	1	2	3	
CBR %	0.1"	12.11	7.19	3.84
	0.2"	13.86	8.37	6.18
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.693	1.635	1.295



Densidad seca máx :	1.620	g/cm <sup>3</sup>
---------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
95% DSM=	1.539	9	11.11

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

## B. Coeficiente de Temperatura del Agua

**Tabla 147:** Densidad del agua y coeficiente de temperatura K.



Temperature (°C)	Density (g/mL) <sup>a</sup>	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) <sup>a</sup>	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) <sup>a</sup>	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) <sup>a</sup>	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	0.99654	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

<sup>a</sup>Reference: CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide, Editor-in-Chief, 74<sup>th</sup> Edition, 1993-1994.  
<sup>b</sup>mL = cm<sup>3</sup>.

**Fuente:** ASTM D854 -14. Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.

C. Conteo Vehicular

**Tabla 148:** Vehículos en ambos sentidos de la vía San Juan de Pastocalle-Tanicuchi

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 								
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Día N° 7	
	Sábado	Enero	2023	Ambos				
Hora	Livianos		Buses	Camiones			Total Vehículos/ 15min	Total
				Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
7:00 – 7:15	16	0	2	0	0	18	54	
7:15 – 7:30	11	0	1	0	0	12		
7:30 – 7:45	12	1	1	0	0	14		
7:45 – 8:00	8	1	1	0	0	10		
8:00 – 8:15	14	0	0	0	0	14	42	
8:15 – 8:30	7	0	2	0	0	9		
8:30 – 8:45	9	1	1	0	0	11		
8:45 – 9:00	6	2	0	0	0	8		
9:00 – 9:15	10	1	0	0	0	11	35	
9:15 – 9:30	6	0	3	0	0	9		
9:30 – 9:45	6	0	1	0	0	7		
9:45 – 10:00	5	1	2	0	0	8		
10:00 – 10:15	8	0	1	0	0	9	27	
10:15 – 10:30	6	1	3	0	0	10		
10:30 – 10:45	4	1	0	0	0	5		
10:45 – 11:00	3	0	0	0	0	3		
11:00 – 11:15	1	0	1	0	0	2	35	
11:15 – 11:30	9	1	3	0	0	13		
11:30 – 11:45	11	0	0	0	0	11		
11:45 – 12:00	7	1	1	0	0	9		
12:00 – 12:15	7	1	2	0	0	10	37	
12:15 – 12:30	10	0	0	0	0	10		
12:30 – 12:45	6	0	1	0	0	7		
12:45 – 13:00	9	0	1	0	0	10		
13:00 – 13:15	11	0	1	0	0	12	50	
13:15 – 13:30	6	2	1	0	0	9		
13:30 – 13:45	13	0	0	0	0	13		
13:45 – 14:00	14	0	2	0	0	16		
14:00 – 14:15	8	1	2	0	0	11	37	
14:15 – 14:30	9	0	0	0	0	9		
14:30 – 14:45	1	0	1	0	0	2		
14:45 – 15:00	13	1	1	0	0	15		
15:00 – 15:15	11	3	0	0	0	14	49	
15:15 – 15:30	7	2	1	0	0	10		
15:30 – 15:45	13	0	0	0	0	13		
15:45 – 16:00	9	1	2	0	0	12		
16:00 – 16:15	16	0	1	0	0	17	49	
16:15 – 16:30	10	3	0	0	0	13		
16:30 – 16:45	6	0	0	0	0	6		
16:45 – 17:00	12	1	0	0	0	13		
17:00 – 17:15	8	1	1	0	0	10	48	
17:15 – 17:30	10	1	0	1	0	12		
17:30 – 17:45	16	0	2	0	0	18		
17:45 – 18:00	8	0	0	0	0	8		
18:00 – 18:15	8	1	1	0	0	10	39	
18:15 – 18:30	7	0	1	1	0	9		
18:30 – 18:45	14	1	1	0	0	16		
18:45 – 19:00	3	1	0	0	0	4		
<b>Total</b>	424	31	45	2	0	502	502	

**Autor:** Alvaro David Estrella López.

D. Pesos y dimensiones de los transportes

Tabla 149: Pesos y Dimensiones de los Tipos de vehículos del Ecuador.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (TON.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Long.	Anch.	Alto
2 D			7	6,00	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-B			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
V25			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 (ton/metricas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (en metros)			
				Largo	Ancho	Alto	
2S1			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	39	20,50	2,60	4,30
2S2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	38	20,50	2,60	4,30
2S3			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	42	20,50	2,60	4,30
3S1			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	38	20,50	2,60	4,30
3S2			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	47	20,50	2,60	4,30
3S3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30
2R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	40	20,50	2,60	4,30
2R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30
3R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	48	20,50	2,60	4,30
3R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30
2B1			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	29	20,50	2,60	4,30
2B2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	38	20,50	2,60	4,30
2B3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	42	20,50	2,60	4,30
3B1			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	38	20,50	2,60	4,30
3B2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	47	20,50	2,60	4,30
3B3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	48	>20,50	3,00	4,30





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



E. Fotografías

<b>ANEXOS FOTOGRÁFICOS</b>	
<b>RECOLECCIÓN DE MUESTRAS Y DATOS</b>	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	
Excavación a cielo abierto	TPDA
<b>ENSAYOS IN SITU</b>	
<b>Fotografía 3</b>	<b>Fotografía 4</b>
	
DCP	Densidad de Campo

**Autor:** Alvaro David Estrella López

<b>ENSAYOS DE CAMPO</b>	
<b>Fotografía 5</b>	<b>Fotografía 6</b>
	
<b>Granulometría</b>	<b>Limite Líquido</b>
<b>Fotografía 7</b>	<b>Fotografía 8</b>
	
<b>Límite Plástico</b>	<b>Proctor Modificado</b>

**Autor:** Alvaro David Estrella López

<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	
<b>Fotografía 9</b>	<b>Fotografía 10</b>
	
Ensayo CBR - Saturación de moldes	Ensayo CBR
<b>Fotografía 11</b>	<b>Fotografía 12</b>
	
Gravedad Específica	Preparación de Equipos

**Autor:** Alvaro David Estrella López