



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

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

**TEMA:**

---

**“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

---

**Autora:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

**Tutor:** Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, Ph.D.

**AMBATO – ECUADOR**

**Agosto - 2023**

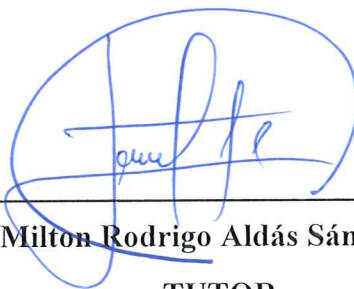
## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: “**CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI**”, elaborado por la Srta. Karina Lizbeth Amán Chicaiza, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805255732, 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, agosto 2023



---

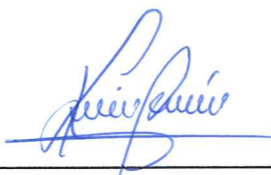
Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Ph.D.

**TUTOR**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Karina Lizbeth Amán Chicaiza**, con C.I. 1805255732 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los gráficos, ideas, análisis, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2023



---

**Karina Lizbeth Amán Chicaiza**

**C.I. 1805255732**

**AUTORA**

## 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 proceso de investigación, según las normas de la Institución.

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

Ambato, agosto 2023



---

**Karina Lizbeth Amán Chicaiza**

**C.I. 1805255732**

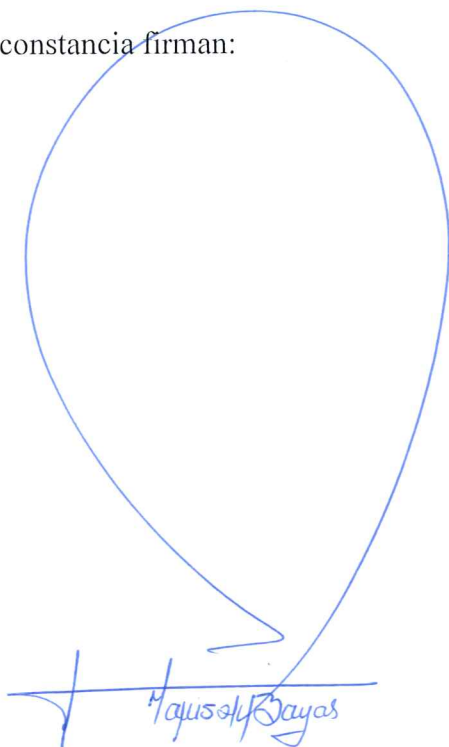
**AUTORA**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Karina Lizbeth Amán Chicaiza de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”.

Ambato, agosto 2023

Para constancia firman:



Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado en primer lugar a Dios por ser el pilar fundamental durante todos mis años de estudio y brindarme la sabiduría y fortaleza necesaria para no rendirme ante las dificultades que se me han presentado.

Con mucho cariño y esfuerzo a mis padres Carlos Amán y Ana Chicaiza quienes me han brindado todo su amor y confianza, además de su apoyo incondicional en cada una de las decisiones que he tomado a lo largo de mi carrera y así poder cumplir con todos los logros que me he propuesto.

A mi hija Emily Sofia por su amor incondicional, quien con su dulce sonrisa a sabido alegrar mis días, siendo uno de los motivos más, para superar cada dificultad que se me ha presentado en el camino y me ha acompañado durante las largas noches de estudio, desveladas y más.

A mi abuelito que siempre lo llevare en mi corazón y aunque no pude despedirme de él, siempre le estaré agradecida por todo.

**Karina Lizbeth Amán**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por acompañarme en mi diario vivir y llenarme de sabiduría durante todas las decisiones que he tomado a largo de mi carrera, por darme la dicha que haber conocido a personas increíbles durante esta etapa de mi vida, pero por sobre todo por darme la fuerza necesaria para nunca rendirme para siempre ponerme de pie y continuar.

A mi familia, por ser uno de los principales pilares que tengo en mi vida para poder cumplir con todas mis metas, por brindarme todo su apoyo a lo largo de carrera, por confiar en mí y en mis conocimientos y por todas sus muestras de cariño hacia mi persona.

A mis amigos Romel, Carla y Vanessa por todo el cariño que me han brindado y siempre alentarme en los momentos de frustración, este logro no sería posible sin ustedes a mi lado, gracias de todo corazón por todas las experiencias vividas y todo su cariño, su amistad es un tesoro que lo atesoraré por siempre.

A mis amigos y demás compañeros, por haber hecho más llevadera esta etapa universitaria llenándola de risas y buenos momentos, de todo corazón gracias.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas de tan prestigiosa institución y permitirme adquirir los conocimientos impartidos por cada uno de los docentes durante mis años de estudio.

**Karina Lizbeth Amán**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 Antecedentes Investigativos .....	1
1.2 Fundamentación teórica. ....	4
1.2.1 El suelo.....	4
1.2.1.1 Tipos de suelo.....	4
1.2.1.1.1 Tamaño de partículas de suelos .....	4
1.2.1.2 Clasificación de los suelos .....	5
1.2.1.2.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).....	6
1.2.1.2.2 Sistema de Clasificación de suelos AASHTO.....	9
1.2.2 Propiedades Índice .....	10
1.2.2.1 Contenido de Humedad .....	10
1.2.2.2 Peso específico .....	11
1.2.2.3 Relación de vacíos.....	11
1.2.2.4 Porosidad (n%) .....	11
1.2.2.5 Grado de Saturación del Agua ( $G \omega\%$ ).....	12
1.2.2.6 Grado de Saturación del Aire ( $G \alpha\%$ ).....	12
1.2.2.7 Gravedad Específica ( $G_s$ ).....	12
1.2.2.8 Granulometría.....	13
1.2.3 Propiedades Mecánicas .....	15



1.2.3.1	Compactación de Suelos .....	15
1.2.3.2	Proctor Modificado Tipo B (AASHTO T-180).....	16
1.2.3.3	California Bearing Ratio (CBR).....	17
1.2.3.4	Cono Dinámico de Penetración (DCP) .....	19
1.2.4	Correlación y Regresión.....	20
1.2.5	Pavimentos .....	22
1.3	Objetivos .....	25
1.3.1	Objetivo General .....	25
1.3.2	Objetivos Específicos.....	25
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA .....		26
2.1	Materiales y Equipos.....	26
2.2	Métodos.....	29
2.2.1	Tipos de investigación.....	29
2.2.2	Fases de investigación.....	30
2.2.2	Estudios preliminares .....	30
2.2.3	Fase 1: Ensayos de campo y laboratorio .....	33
2.2.4	Fase 2: Estudio y análisis correlacional .....	41
2.2.5	Fase 3: Diseño de pavimento flexible .....	44
2.2.6	Fase 4: Clasificación y zonificación de los suelos .....	57
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		58
3.1.	FASE 1 .....	58
3.1.1.	Resultados de los ensayos de campo.....	59
3.1.2.	Resultados de los ensayos de laboratorio.....	60
3.2.	FASE 2 .....	67
3.2.1.	Correlaciones Analizadas.....	68
	Correlación #1: Limite Líquido vs Limite Plástico .....	68
	Correlación #2: Contenido de humedad natural vs Grado de saturación del agua..	69
	Correlación #3: Límite plástico vs Contenido de Humedad Natural .....	70
	Correlación #4: Grado de saturación del aire vs Humedad natural del suelo ..	71
	Correlación #5: Límite Plástico vs Gravedad Específica.....	72
	Correlación #6: Contenido de Humedad Natural vs Límite Líquido.....	73
	Correlación #7: Porcentaje de finos vs Grado de Saturación del agua .....	74
	Correlación #8: Densidad Seca in-situ vs Porosidad .....	75

Correlación #9: Densidad Seca in situ vs Límite Líquido .....	76
Correlación #10: Porosidad vs Densidad seca in situ .....	77
Correlación #11: Densidad Húmeda in situ vs Densidad Seca Máxima.....	78
Correlación #12: Humedad óptima vs Densidad Seca in situ .....	79
Correlación #13: Densidad Seca in situ vs Relación de vacíos .....	80
Correlación #14: Densidad Seca in situ vs Contenido de Humedad Natural.....	81
Correlación #15: Índice de penetración vs Límite Plástico .....	82
Correlación #16: Índice de penetración vs Grado de Compactación.....	83
Correlación #17: Índice de penetración vs Contenido de humedad natural.....	84
Correlación #18: CBR mayor vs Índice de penetración.....	85
Correlación #19: CBR mayor vs Densidad Seca máxima .....	86
Correlación #20: CBR mayor vs Índice de penetración.....	87
Correlación #21: CBR mayor vs Finos .....	88
Correlación #22: CBR mayor vs Arena .....	89
3.3. FASE 3 .....	90
3.3.1. Diseño de Pavimento Flexible (Cálculo TPDA).....	90
3.3.2. Diseño del pavimento Método AASHTO 93 .....	98
3.4. FASE 4 .....	114
3.4.1. Clasificación de los suelos .....	114
3.4.2. Carta de plasticidad SUCS y AASHTO.....	115
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	117
BIBLIOGRAFÍA .....	119
ANEXOS .....	124
ANEXO A.- ESTUDIO DE SUELO .....	124
ANEXO B.- CONTEO TRÁFICO VEHICULAR .....	221
ANEXO C.-FOTOGRAFÍAS .....	229

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Límites de separación de tamaño de suelo.....	6
Tabla 2: Sistema de Clasificación SUCS.....	8
Tabla 3: Sistema de Clasificación de Suelos -AASHTO.....	9
Tabla 4: Clasificación en base a la gravedad específica .....	12
Tabla 5: Aberturas estandarizadas para tamices .....	13
Tabla 6: Especificaciones Proctor modificado- Norma ASTM1577 .....	16
Tabla 7: Ecuaciones Matemáticas.....	20
Tabla 8: Recomendaciones para uso del material de la capa base.....	24
Tabla 9: Ensayo, equipos y materiales.....	26
Tabla 10: Especificaciones de equipos para ensayos in situ y laboratorio .....	27
Tabla 11: Equipo y software utilizados en la zonificación y tabulación de datos .....	28
Tabla 12: Zonificación del área de estudio .....	31
Tabla 13: Localización de los puntos de muestreo. ....	32
Tabla 14: Formato correlación lineal múltiple.....	42
Tabla 15: Formato correlación logarítmica múltiple .....	43
Tabla 16: Formato correlación exponencial múltiple .....	43
Tabla 17: Formato correlación potencial múltiple.....	44
Tabla 18: Valores de k para TPDA.....	45
Tabla 19: Tasa de crecimiento anual vehicular (%).....	47
Tabla 20: Tipo de carretera en base al TPDA.....	47
Tabla 21: Periodo de diseño en base al tipo de carretera.....	48
Tabla 22: Factor de distribución por carril.....	49
Tabla 23: Nivel de confiabilidad.....	50
Tabla 24: Desviación Estándar normal .....	50
Tabla 25: Desviación Estándar global .....	51
Tabla 26: Calidad de drenaje .....	54
Tabla 27: Coeficientes de drenaje.....	55
Tabla 28: Tabla de espesores mínimos AASHTO 93 .....	55
Tabla 29: Nomenclatura de las variables .....	58
Tabla 30: Densidad de campo - Resultados .....	59
Tabla 31: Penetrómetro Dinámico de cono.....	60
Tabla 32: Granulometría de los suelos.....	61
Tabla 33: Límites de Atterberg .....	62

Tabla 34: Gravedad Específica .....	62
Tabla 35: Proctor Modificado tipo “B” .....	63
Tabla 36: California Bearing Ratio (CBR) .....	64
Tabla 37: Propiedades Índice del suelo.....	65
Tabla 38: Propiedades Mecánicas del suelo. ....	66
Tabla 39: Resumen de correlaciones entre propiedades índice y mecánicas del suelo, CBR y DCP.....	67
Tabla 40: Conteo Vehicular .....	90
Tabla 41: Hora pico.....	92
Tabla 42: Valor K .....	93
Tabla 43: Resultados TPDA actual calculado.....	94
Tabla 44: Tráfico actual calculado .....	96
Tabla 45: Tasa de crecimiento anual MTOP .....	96
Tabla 46: Tránsito proyectado para el periodo de diseño .....	98
Tabla 47: Distribución Máxima de carga por eje.....	99
Tabla 48: Factor de daño de acuerdo con el tipo de vehículo.....	100
Tabla 49: Factor de distribución por carril.....	100
Tabla 50: Tabla resumen de ejes equivalentes.....	101
Tabla 51: Tabla resumen de ejes equivalentes.....	101
Tabla 52: Calidad de drenaje .....	106
Tabla 53: Coeficiente de drenaje .....	106
Tabla 54: Espesores mínimos según número de ejes equivalentes.....	107
Tabla 55: Datos para determinar el valor de SN.....	107
Tabla 56: Clasificación de los suelos (SUCS- AASHTO).....	114
Tabla 57: Ensayo DCP muestra #1 .....	125
Tabla 58: Ensayo DCP muestra #2 .....	126
Tabla 59: Ensayo DCP muestra #3 .....	127
Tabla 60: Ensayo DCP muestra #4 .....	128
Tabla 61: Ensayo DCP muestra #5 .....	129
Tabla 62: Ensayo DCP muestra #6 .....	130
Tabla 63: Ensayo DCP muestra #7 .....	131
Tabla 64: Ensayo DCP muestra #8 .....	132
Tabla 65: Ensayo DCP muestra #9 .....	133
Tabla 66: Ensayo DCP muestra #10 .....	134
Tabla 67: Ensayo DCP muestra #11 .....	135

Tabla 68: Ensayo DCP muestra #12 .....	136
Tabla 69: Densidad de Campo muestra #1 .....	137
Tabla 70: Densidad de Campo muestra #2 .....	138
Tabla 71: Densidad de Campo muestra #3 .....	139
Tabla 72: Densidad de Campo muestra #4 .....	140
Tabla 73: Densidad de Campo muestra #5 .....	141
Tabla 74: Densidad de Campo muestra #6 .....	142
Tabla 75: Densidad de Campo muestra #7 .....	143
Tabla 76: Densidad de Campo muestra #8 .....	144
Tabla 77: Densidad de Campo muestra #9 .....	145
Tabla 78: Densidad de Campo muestra #10 .....	146
Tabla 79: Densidad de Campo muestra #11 .....	147
Tabla 80: Densidad de Campo muestra #12 .....	148
Tabla 81: Gravedad Específica muestra #1.....	149
Tabla 82: Gravedad Específica muestra #2.....	149
Tabla 83: Gravedad Específica muestra #3.....	150
Tabla 84: Gravedad Específica muestra #4.....	150
Tabla 85: Gravedad Específica muestra #5.....	151
Tabla 86: Gravedad Específica muestra #6.....	151
Tabla 87: Gravedad Específica muestra #7.....	152
Tabla 88: Gravedad Específica muestra #8 .....	152
Tabla 89: Gravedad Específica muestra #9.....	153
Tabla 90: Gravedad Específica muestra #10.....	153
Tabla 91: Gravedad Específica muestra #11.....	154
Tabla 92: Gravedad Específica muestra #12.....	154
Tabla 93: Contenido de Humedad natural muestra #1 .....	155
Tabla 94: Contenido de Humedad natural muestra #2.....	155
Tabla 95: Contenido de Humedad natural muestra #3.....	156
Tabla 96: Contenido de Humedad natural muestra #4.....	156
Tabla 97: Contenido de Humedad natural muestra #5.....	157
Tabla 98: Contenido de Humedad natural muestra #6.....	157
Tabla 99: Contenido de Humedad natural muestra #7.....	158
Tabla 100: Contenido de Humedad natural muestra #8.....	158
Tabla 101: Contenido Humedad natural muestra #9 .....	159

Tabla 102: Contenido Humedad natural muestra #10 .....	159
Tabla 103: Contenido Humedad natural muestra #11 .....	160
Tabla 104: Contenido Humedad natural muestra #12 .....	160
Tabla 105: Análisis Granulométrico muestra #1 .....	161
Tabla 106: Análisis Granulométrico muestra #2 .....	162
Tabla 107: Análisis Granulométrico muestra #3 .....	163
Tabla 108: Análisis granulométrico muestra #4 .....	164
Tabla 109: Análisis Granulométrico muestra #5 .....	165
Tabla 110: Análisis Granulométrico muestra #6 .....	166
Tabla 111: Análisis Granulométrico muestra #7 .....	167
Tabla 112: Análisis Granulométrico muestra #8 .....	168
Tabla 113: Análisis Granulométrico muestra #9 .....	169
Tabla 114: Análisis Granulométrico muestra #10 .....	170
Tabla 115: Análisis Granulométrico muestra #11 .....	171
Tabla 116: Análisis Granulométrico muestra #12 .....	172
Tabla 117: Límites de Atterberg muestra #1 .....	173
Tabla 118: Límites de Atterberg muestra #2 .....	174
Tabla 119: Límites de Atterberg muestra #3 .....	175
Tabla 120: Límites de Atterberg muestra #4 .....	176
Tabla 121: Límites de Atterberg muestra #5 .....	177
Tabla 122: Límites de Atterberg muestra #6 .....	178
Tabla 123: Límites de Atterberg muestra #7 .....	179
Tabla 124: Límites de Atterberg muestra #8 .....	180
Tabla 125: Límites de Atterberg muestra #9 .....	181
Tabla 126: Límites de Atterberg muestra #10 .....	182
Tabla 127: Límites de Atterberg muestra #11 .....	183
Tabla 128: Límites de Atterberg muestra #12 .....	184
Tabla 129: Proctor Modificado tipo B muestra #1 .....	185
Tabla 130: Proctor Modificado tipo B muestra #2 .....	186
Tabla 131: Proctor Modificado tipo B muestra #3 .....	187
Tabla 132: Proctor Modificado tipo B muestra #4 .....	188
Tabla 133: Proctor Modificado tipo B muestra #5 .....	189
Tabla 134: Proctor Modificado tipo B muestra #6 .....	190
Tabla 135: Proctor Modificado tipo B muestra #7 .....	191

Tabla 136: Proctor Modificado tipo B muestra #8 .....	192
Tabla 137: Proctor Modificado tipo B muestra #9 .....	193
Tabla 138: Proctor Modificado tipo B muestra #10 .....	194
Tabla 139: Proctor Modificado tipo B muestra #11 .....	195
Tabla 140: Proctor Modificado tipo B muestra #12 .....	196
Tabla 141: Ensayo de CBR muestra #1 .....	197
Tabla 142: Ensayo de CBR muestra #2 .....	199
Tabla 143: Ensayo de CBR muestra #3 .....	201
Tabla 144: Ensayo de CBR muestra #4 .....	203
Tabla 145: Ensayo de CBR muestra #5 .....	205
Tabla 146: Ensayo de CBR muestra #6 .....	207
Tabla 147: Ensayo de CBR muestra #7 .....	209
Tabla 148: Ensayo de CBR muestra #8 .....	211
Tabla 149: Ensayo de CBR muestra #9 .....	213
Tabla 150: Ensayo de CBR muestra #10 .....	215
Tabla 151: Ensayo de CBR muestra #11 .....	217
Tabla 152: Ensayo de CBR muestra #12 .....	219
Tabla 153: Conteo tráfico vehicular – Día 1 .....	222
Tabla 154: Conteo tráfico vehicular – Día 2 .....	223
Tabla 155: Conteo tráfico vehicular – Día 3 .....	224
Tabla 156: Conteo tráfico vehicular – Día 4 .....	225
Tabla 157: Conteo tráfico vehicular – Día 5 .....	226
Tabla 158: Conteo tráfico vehicular – Día 6 .....	227
Tabla 159: Conteo tráfico vehicular – Día 7 .....	228

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1:Carta de Plasticidad SUCS .....	7
Fig 2:Rango del índice de plasticidad y límite líquido de los suelos correspondientes a los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7 .....	10
Fig 3: Clasificación en base a los parámetros Cc y Cu .....	14
Fig 4: Curva Granulométrica .....	15
Fig 5: Principios de compactación .....	15
Fig 6: Equipos para ensayo CBR .....	18
Fig 7: Equipo DCP .....	20
Fig 8: Correlación Lineal Positiva y negativa.....	21
Fig 9: Capas que conforman el pavimento flexible .....	22
Fig 10:Composición Pavimento Rígido .....	22
Fig 11.Repartición de Cargas .....	23
Fig 12: Pozo a cielo abierto (PCA) .....	32
Fig 13: Colocación de muestras en el horno .....	33
Fig 14: Ensayo de Densidad de campo .....	34
Fig 15: Ensayo de Densidad de campo .....	34
Fig 16: Ensayo de contenido de humedad .....	35
Fig 17: Ensayo de granulometría .....	36
Fig 18: Realización del ensayo de Gravedad Específica .....	37
Fig 19: Ensayo de límite líquido (Copa de Casagrande) .....	38
Fig 20: Realización de rollitos para determinación de límite plástico.....	39
Fig 21: Ensayo de Proctor modificado “B” .....	40
Fig 22: Ensayo de CBR.....	41
Fig 23: Formato hoja de campo para conteo vehicular .....	44
Fig 24:Distribución de las capas en base al SN .....	52
Fig 25: Nomograma para determinar el coeficiente estructural a1 .....	53
Fig 26: Nomograma para determinar el coeficiente estructural a2 .....	53
Fig 27: Nomograma para determinar el coeficiente estructural a3 .....	54
Fig 28: Correlación logarítmica LL vs LP .....	68
Fig 29: Correlación logarítmica Wnat vs Gw .....	69
Fig 30: Correlación polinómica LP vs Wnat .....	70
Fig 31: Correlación logarítmica Ga vs Wnat .....	71
Fig 32: Correlación polinómica LP vs Ga .....	72



Fig 33: Correlación polinómica $W_{nat}$ vs LL .....	73
Fig 34: Correlación polinómica %Finos vs $G_w$ .....	74
Fig 35: Correlación Lineal $\gamma_d$ in-situ vs $n$ .....	75
Fig 36: Correlación polinómica $\gamma_d$ in-situ vs LL .....	76
Fig 37: Correlación lineal $n$ vs $\gamma_d$ in situ .....	77
Fig 38: Correlación polinómica $\gamma_m$ in situ vs $\gamma_d$ in situ .....	78
Fig 39: Correlación potencial $W_{opt}$ vs $\gamma_d$ in situ.....	79
Fig 40: Correlación potencial $\gamma_d$ in situ vs $e$ .....	80
Fig 41: Correlación polinómica $\gamma_d$ in situ vs $W_{nat}$ .....	81
Fig 42: Correlación polinómica DN vs LP .....	82
Fig 43: Correlación exponencial DN vs $G_c$ .....	83
Fig 44: Correlación polinómica DN vs $W_{nat}$ .....	84
Fig 45: Correlación polinómica CBR vs DN .....	85
Fig 46: Correlación polinómica CBR vs $\gamma_d$ máx.....	86
Fig 47: Correlación polinómica CBR vs $W_{opt}$ .....	87
Fig 48: Correlación polinómica CBR vs %Finos.....	88
Fig 49: Correlación polinómica CBR vs Arena .....	89
Fig 50: Comportamiento Diario del tránsito .....	91
Fig 51: Comportamiento del tránsito domingo .....	91
Fig 52: Distribución de tráfico por tipo .....	92
Fig 53: Nomograma para determinar el coeficiente estructural $a_1$ .....	103
Fig 54: Nomograma para determinar el coeficiente estructural $a_2$ .....	104
Fig 55: Nomograma para determinar el coeficiente estructural $a_3$ .....	105
Fig 56: Distribución temporal de precipitación 2013 .....	106
Fig 57: Carta de plasticidad- SUCS .....	115
Fig 58: Carta de plasticidad - AASHTO .....	116

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación pertenece a un macro proyecto que se está llevando a cabo en la provincia de Cotopaxi, el cual busca determinar ecuaciones empíricas mediante correlaciones entre CBR, DCP y propiedades índice y mecánicas de muestras de suelos representativas de diferentes parroquias pertenecientes a cada uno de los cantones que conforman la provincia de Cotopaxi, esto se realiza con el fin de que estas ecuaciones permitan obtener un valor aproximado de las propiedades del suelo, lo que significaría un ahorro de tiempo y dinero en la realización de ensayos.

Este trabajo experimental se desarrolló mediante fases, partiendo de un estudio preliminar, donde se identificó el área de estudio y los puntos de los cuales se extrajeron las muestras de suelo representativas de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo, partiendo de esa información se llevó a cabo la primera fase que comprende la ejecución de ensayos de campo y laboratorio de las 12 muestras de suelo extraídas, seguido por la segunda fase en la cual se determinaron diferentes correlaciones entre las propiedades del suelo encontradas obteniendo valores de coeficientes de determinación comprendidos entre el 50 y el 100 por ciento. Posteriormente se realizó un diseño de pavimento flexible para una vía rural con el CBR obtenido mediante las correlaciones y el obtenido en laboratorio.

Finalmente se zonificó las muestras estudiadas clasificándolas con base a los resultados obtenidos mediante los ensayos de granulometría, límites de Atterberg y a las normas SUCS y AASHTO.

**Palabras claves:** Propiedades índice, Correlación, Pavimento, CBR, DCP

## **ABSTRACT**

The present research work belongs to a macro project that is being carried out in the province of Cotopaxi, which seeks to determine empirical equations through correlations between CBR, DCP and index and mechanical properties of representative soil samples from different parishes belonging to each of the cantons that make up the province of Cotopaxi. This is done so that these equations allow to obtain an approximate value of the properties of the soil, which would mean a saving of time and money in the realization of tests.

This experimental work was developed through phases, starting from a preliminary study, where the study area was identified and the points from which the representative soil samples of the Alaquez and Joséguango Bajo parishes were extracted, based on that information the first phase was carried out that includes the execution of field and laboratory tests of the 12 soil samples extracted, followed by the second phase in which different correlations were determined between the soil properties found obtaining values of determination coefficients between 50 and 100 percent. Subsequently, a flexible pavement design was made for a rural road with the CBR obtained through the correlations and the one obtained in the laboratory.

Finally, the studied samples were zoned and classified based on the results obtained through granulometry tests, Atterberg limits and SUCS and AASHTO standards.

**Keywords:** Properties index, Correlation, Pavement, CBR, DCP

## **CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes Investigativos**

La ingeniería civil abarca todo lo relacionado con la construcción, ya sea de carreteras, puentes, edificios u otras estructuras que están relacionadas estrechamente con el suelo. Por tal motivo, es necesario que durante su proceso constructivo se realice varios estudios del suelo a fin de garantizar una capa fuerte y estable, capaz de resistir las distintas cargas a las que el suelo está expuesto.[1]

Estudios alrededor de todo el mundo han demostrado que en los últimos años la cantidad de accidentes debido a fallas en edificaciones y construcciones viales, especialmente en los países menos desarrollados se atribuye en gran parte a la falta de investigación de las propiedades de la ingeniería del suelo. El estudio previo de las propiedades del suelo juega un papel importante en el diseño de pavimentos flexibles, de ahí la necesidad de someterlo a ensayos de campo y laboratorio para determinar su idoneidad geotécnica como material de construcción. [2]-[3]

El valor CBR se utiliza indirectamente para determinar el espesor de los materiales de la subrasante, utilizados en la construcción de pavimentos de vías férreas, carreteras y aeropuertos. Por lo tanto, es un tema clave para muchas construcciones de infraestructura evaluar las condiciones geológicas y los peligros de ingeniería, a fin de mitigar el posible hundimiento del subsuelo y ofrecer un diseño de pavimento opcional para vías férreas, carreteras y vías aéreas. [4]

Por consiguiente, la determinación de CBR es a menudo una parte fundamental de muchos proyectos de ingeniería civil y la determinación rápida de CBR es muy importante para reducir el tiempo de construcción. [5]

El ensayo de relación de soporte de California (CBR) es considerado un parámetro importante en el diseño de pavimentos puesto que permite determinar y evaluar la capacidad de resistencia del suelo, así como la calidad de las capas subrasante, subbase y base de los pavimentos, este ensayo se lo puede realizar tanto en campo o como en laboratorio, sin embargo, los ensayos realizados en campo representan un alto costo y mayor tiempo, no obstante existe un método simplificado que permite obtener el valor de CBR basado en ensayos de laboratorio simples y de menor costo. [6]

El factor económico juega un papel importante dentro de todo proyecto, y el diseño de pavimentos no es la excepción ya que requiere estudios específicos en los cuales se vea reflejado las características presentes en el suelo, por lo tanto, se busca dar soluciones prácticas y a menor costo.

El DCP (Cono Dinámico de Penetración) es un estudio simple que se realiza in situ para evaluar la resistencia del suelo y se lo utiliza para estimar el valor de CBR, al ser un ensayo realizado en campo da como resultado un CBR de campo y se aplica al diseño de pavimentos.[7]

Por otra parte, el número DCP hace referencia a la penetración obtenida por golpe y se expresa en unidades de mm sobre golpe, teniendo como valor de la pendiente de la curva DCP, es decir entre más vertical sea el valor de la gradiente la resistencia del suelo será menor.[8]

Un gran ejemplo de la aplicación del ensayo DCP se dio en una universidad de Teherán capital de Irán, en donde se buscaba describir la capacidad que tiene el ensayo DCP para determinar las propiedades in situ de los suelos arenosos, durante el estudio se realizó un muestreo de acuerdo a métodos estándar logrando identificar la presencia de Traquita (roca volcánica)[9], sin embargo para el ensayo DCP es recomendable evitar los suelos que contengan en su mayoría presencia de rocas, por ende, el estudio lo desarrollaron en sectores donde se tenía la presencia de depósitos de terrazas jóvenes, obteniendo resultados de correlaciones entre el DPI superiores a 0.90 y además se comprobó la capacidad que tiene el ensayo DCP para identificar la variabilidad de las condiciones del suelo debido a que es un dispositivo liviano y permite investigar el suelo hasta una profundidad de 2m.[10]

Por otro lado, en la ciudad de Chetumal- México, se realizó un estudio geotécnico de algunas carreteras de la ciudad empleando el DCP, concluyendo que el ensayo DCP posee limitaciones a suelos de tipo limos, arcillas y arenas, y puede ser necesario repetir el ensayo cuando se encuentra la presencia de fragmentos de roca o de altos contenidos de grava puesto que impiden la penetración del DCP.[11]

La norma ASTM D6159[7] en uno de sus ítems señala que el ensayo DCP al ser realizado in situ, se lo correlacionará con el CBR in situ mas no con el CBR de laboratorio.[7]

En ... [12] menciona que desde la llegada del DCP en el año de 1982, se han llevado a cabo distintas correlaciones entre el valor de DCP y valores de CBR, módulo resiliente, grado de saturación y la compresión simple no confinada, siendo la relación con mayor relevancia la del CBR, debido a que permite obtener resultados rápidos mediante la comparación del CBR de campo y laboratorio.[12]

En el Ecuador ya se han venido realizando estudios para obtener el CBR in situ mediante la aplicación de una fórmula empírica definida por la norma [7], la cual correlaciona el CBR de laboratorio con el de DCP de campo, uno de los estudios se llevó a cabo en Manabí, Portoviejo, donde a través de la aplicación de correlaciones se comprobó la aplicabilidad que tiene el ensayo DCP para obtener el CBR de campo en suelos limo-arcillosos, además proporciona mejor interpretación en las curvas de suelo generadas en base a la medición de los estratos del suelo.[13]

Es importante recalcar el alcance que tiene el ensayo DCP dentro del diseño de pavimentos, debido a la gran acogida que posee al momento de evaluar suelos para subrasante, así mismo aplicando métodos correlacionales, permite la caracterización de la capa subrasante.[14]

En base a los antecedentes mencionados, el presente trabajo experimental tiene como finalidad aportar a la investigación macro de las propiedades índice y mecánicas de los suelos representativos de la provincia de Cotopaxi para la creación de una base de datos de los suelos presentes en la provincia, realizando en ensayos de campo y laboratorio a partir de un muestreo representativo de los suelos en su estado natural.

Además de determinar correlaciones experimentales mediante los ensayos de densidad de campo, granulometría, límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR de laboratorio de los suelos representativos de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo que servirán de referencia para el diseño preliminar de un pavimento flexible.

## **1.2 Fundamentación teórica.**

### **1.2.1 El suelo**

El suelo se define como el conjunto de partículas provenientes de la descomposición y desintegración mecánica de rocas en partículas más pequeñas, mediante procesos físicos y químicos que conllevan a la formación de una capa delgada de la corteza terrestre. [15] La desintegración mecánica se refiere a la intemperización de las rocas por medio de agentes físicos como son las variaciones en la temperatura, mientras que la descomposición química hace referencia a la modificación de la mineralogía debido a la acción de agentes que atacan a las rocas. [16]

El suelo dependiendo de la rama en cual se lo está estudiando se puede definir de diferentes maneras, en ingeniería civil se define la palabra suelo como el agregado no consolidado de granos minerales y partículas sólidas, además se lo utiliza como material de construcción por lo tanto es necesario estudiar propiedades como son su capacidad de carga y tamaño de partículas. [17]

#### **1.2.1.1 Tipos de suelo**

En base al origen de sus elementos los suelos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Suelos inorgánicos que se define como aquellos originados a causa de la descomposición física y química de las rocas. [15]
- Suelos orgánicos que a diferencia de los inorgánicos estos se forman in situ, en el caso de las zonas pantanosas la mayoría de las veces la cantidad de materia orgánica es decir humus o materia descompuesta, es demasiado alta en comparación a cantidad de suelo inorgánico provocando que se eliminen algunas propiedades derivadas del mismo, además de dar lugar a la formación de depósitos de gran espesor conocidos como turbas. [15]

##### **1.2.1.1.1 Tamaño de partículas de suelos**

Indistintamente al origen del suelo, el tamaño de las partículas puede variar en un amplio intervalo, dependiendo del tamaño de partículas se denominan a los suelos como: grava, arena, limo o arcilla. [17]

## **Gravas**

Las gravas son fragmentos de rocas mayores a dos milímetros de diámetro, poseen partículas de cuarzo u otros materiales, ocupan grandes extensiones y se las puede encontrar como material suelto en lechos de ríos, depresiones de terrenos y en los conos de deyección de los ríos. [15]

## **Arenas**

Las arenas son consideradas granos finos que se originan por la denudación de las rocas o bien por trituración artificial, el tamaño las partículas varía en un intervalo de dos milímetros a 0.05 mm de diámetro.[15]

La arena procedente de ríos suele contener grandes cantidades de grava y arcilla, así mismo las arenas limpias no presentan contracción y son menos comprensibles que la arcilla. [15]

## **Limos**

Se denomina limos a los suelos de granos finos de poca o ninguna plasticidad teniendo de esta forma, limos inorgánicos (se originan en canteras) y orgánicos (presente en los ríos). El tamaño de las partículas para limos se encuentra en un rango de 0.05mm a 0.005mm de diámetro. [15]

## **Arcillas**

Son partículas sólidas que al mezclarse con agua originan una masa plástica que se contrae al secarse, se comprime lentamente al ser sometidas a una carga en su superficie, generalmente su estructura es cristalina y su diámetro es menor a 0.005mm. Además visto como material de construcción tiene la capacidad de recuperar con el tiempo la resistencia perdida producto del remoldeo [15]

### **1.2.1.2 Clasificación de los suelos**

Para definir el tipo de suelo al que pertenecen en base al tamaño de las partículas se debe tomar en cuenta los límites de separación de tamaño de suelo desarrollados por diferentes organizaciones, entre las más utilizadas están el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte (AASHTO). [17]



**Tabla 1:** Límites de separación de tamaño de suelo

Nombre de la organización	Tamaño de grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de E.U. (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	<0.002
Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.U., Oficina de Reclamación de E.U., Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (p.ej., limos y arcillas) <0.075	

**Fuente:** *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das [17]*

#### 1.2.1.2.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Este sistema en principio fue propuesto por A. Casagrande en el año de 1942 y adoptado posteriormente por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.U, y el Bureau of Reclamation de Estados Unidos. [18]. Los suelos se dividen en 2 grupos gruesos y finos. La fracción gruesa son aquellas partículas retenidas en el tamiz #200 (0.074mm), estas a su vez subdivide en gravas y arenas, obteniendo: si más del 50% es retenido por el tamiz #200 se considera suelo de grano grueso y si más del 50% pasa el tamiz #200 se considera arena o suelo de grano fino. [16]

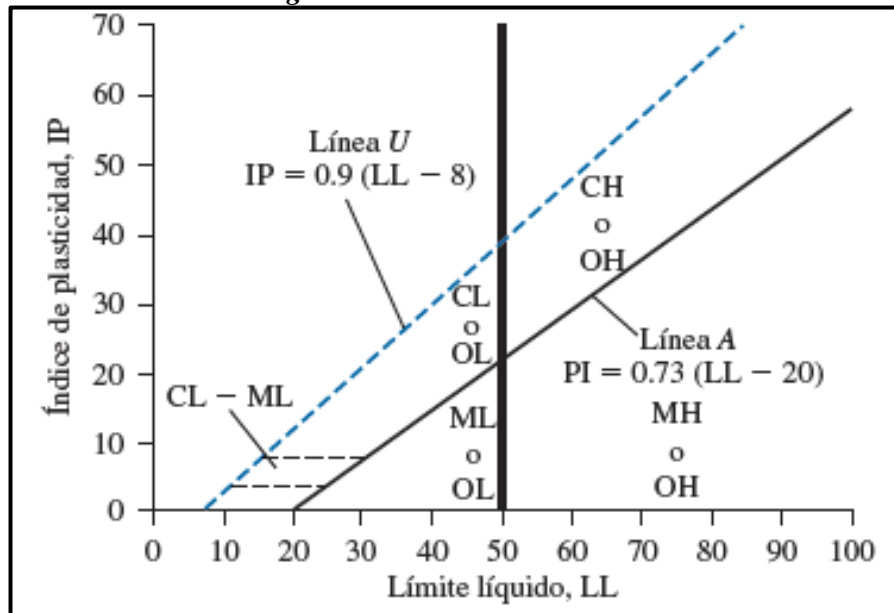
El Sistema Unificado señala los siguientes símbolos para la identificación de los suelos:

- **G:** Grava
- **S:** Arena
- **M:** Limo
- **C:** Arcilla
- **O:** Limos orgánicos y arcilla
- **Pt:** Turba y suelos altamente orgánicos
- **H:** Alta plasticidad (LL < 50)
- **L:** Baja plasticidad (LL > 50)
- **W:** Bien graduados
- **P:** Mal graduados. [18]

Adicionalmente se tiene la carta de plasticidad, la cual nos permite determinar el tipo de suelo mediante la relación entre el límite líquido y el índice de plasticidad, para lo cual es necesario considerar los siguientes aspectos:

- El límite líquido y límite plástico se obtiene a partir de una muestra de suelo que pasa el tamiz #40.
- Los porcentajes de limo y arcilla se considera a la fracción más fina que pasa el tamiz #200.
- El porcentaje de arena se considera a la fracción más fina que pasa el tamiz #4 y es retenido por el tamiz #200.

*Fig 1: Carta de Plasticidad SUCS*



**Fuente:** *Fundamentos de la Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das [18]*

**Tabla 2: Sistema de Clasificación SUCS**

Divisiones Mayores		Simbolo de grupo	Nombres Típicos	Criterios de clasificación para Suelos granulares		
Suelos de grano grueso (más del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 200)	Gravas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	Gravas Limpias (Pocos o ningún fino)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas gravosas, pocos o ningún fino.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = 1 < D_{30}^2/D_{10} * D_{60} < 3$	
		Gravas pobremente graduadas, mezclas grava-arena, pocos o ningún fino.	GP			No cumplir todo los requisitos de gradación para GW
		Gravas con finos (Cantidad apreciable de finos)	GM	Gravas limosas, mezcla grava arena-limo.	Límite de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo.
			GC	Grava arcillosas, mezcla grava-arena-arcillosa.	Límite de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$	
	Arenas (más de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz N°4)	Arenas Limpias (Poco o ningún fino)	SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = 1 < D_{30}^2/D_{10} * D_{60} < 3$	
		Arenas pobremente graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	SP			No cumplir todos los requisitos de gradación para SW
		Arenas con finos (Cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas arena – limo.	Límite de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	Si el material esta con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena -arcilla.	Límite de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$	
	Suelos de grano fino (más del 50 % del material pasa el tamiz N° 200)	Limos y arcillas (límite líquido WL < 50)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con poca plasticidad.	1. Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva de granulometría. 2. Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que el tamiz N° 200) los suelos gruesos se clasifican como sigue: Menos del 5% - GW, GP, SW, SP Más del 12% - GM, GC, SM, SC De 5 a 12% - Casos de frontera que requieren doble símbolo.	
			CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a mediana, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
OL			Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad			
Limos y arcillas (límite líquido WL > 50)		MH	Limos inorgánicos, suelos limosos arenosos finos, suelos elásticos.			
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.			
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.			
Suelos altamente orgánicos		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.			

**Fuente:** Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles [19]

### 1.2.1.2.2 Sistema de Clasificación de suelos AASHTO

En 1929 se desarrolla el Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras, sin embargo, no es hasta el año de 1945 que el Comité para la Clasificación de Materiales para Subrasante y Caminos Tipo Granulares del Consejo de Investigaciones propone una versión sólida del sistema de clasificación desarrollando el método AASHTO M145 y la prueba D3282 de la norma ASTM. [17]-[18]

El sistema de clasificación AASHTO se divide en siete grupos comenzando por A-1 hasta A-7, los mismos que se distribuyen de la siguiente manera:

- Se clasifican como suelos granulares o material de grano grueso dentro de los grupos A-1, A-2 y A-3, aquellos cuyas partículas pasan el tamiz #200 en un 35% o menos del total del suelo. [18]
- Los grupos restantes A-4, A-5, A-6 y A-7, se clasifican como suelos limo-arcillosos o materiales de grano fino, si más del 35% de las partículas pasan el tamiz #200. [18]

**Tabla 3: Sistema de Clasificación de Suelos -AASHTO**

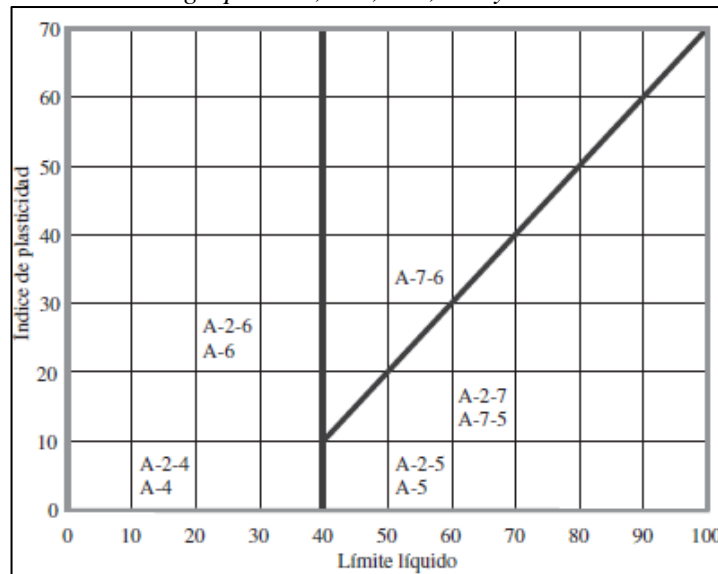
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-1			A-2			
	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10	50 máx						
Malla núm. 40	30 máx	50 máx	51 mín				
Malla núm. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx
Para la fracción que pasa Malla núm. 40							
Límite líquido (LL)				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (IP)	6 máx		No plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificación de la capa	Excelente a buena						
Clasificación general	Materiales de limo y arcilla (más de 35% de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-4	A-5	A-6	A-7			
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10							
Malla núm. 40							
Malla núm. 200	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín			
Para la fracción que pasa Malla núm. 40							
Límite líquido (LL)	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín			
Índice de plasticidad (IP)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín			
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos				
Clasificación subrasante	Regular a malo						
<sup>a</sup> Si $IP \leq LL - 30$ , la clasificación es A-7-5. <sup>b</sup> Si $IP > LL - 30$ , la clasificación es A-7-6.							

**Fuente:** Fundamentos de la Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das [18]

Además, los suelos de tipo limo-arcillosos se clasifican en un subgrupo, esto se lo realiza mediante la carta de plasticidad del sistema AAASHTO.

La carta de plasticidad presentado por el sistema permite obtener la clasificación de un suelo a partir de la relación entre los valores de índice de plasticidad (IP) y límite líquido (LL). Los grupos que están dentro de la carta de plasticidad son: A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7.

*Fig 2:Rango del índice de plasticidad y límite líquido de los suelos correspondientes a los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7*



*Fuente: Fundamentos de la Ingeniería de Geotécnica. Braja M. Das [17]*

## 1.2.2 Propiedades Índice

Las propiedades índices son aquellas que permiten identificar la naturaleza y el estado del suelo de forma rápida y práctica, a fin de conocer el comportamiento de este. [20]

### 1.2.2.1 Contenido de Humedad

Se define como contenido de humedad a la relación que existe entre el agua que se encuentra contenida en el suelo y el peso de los sólidos presentes, es decir que representa la cantidad de agua existente en el suelo. [20]

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

**Ec: 1-1**

### 1.2.2.2 Peso específico

Los pesos específicos de suelo son pesos de masa de suelo por unidad de volumen. Dicho valor se lo puede hallar mediante ensayos de densidad de campo (método de cono y arena), de los cuales mediante las siguientes ecuaciones se obtendrá el valor de densidad secas y densidad húmeda. [17]-[21]

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

Ec: 1-2

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

Ec: 1-3

### 1.2.2.3 Relación de vacíos

Es la relación entre el volumen de vacíos existente en un suelo con respecto al volumen de sólidos presente en el mismo, además están relacionados directamente con la porosidad. [16] Si el suelo se encuentra bien compactado, el valor de relación de vacíos sería bajo, por contrario si se encontrara material o suelo suelto, los valores de relación de vacíos serían altos, generalmente la relación de vacíos se encuentra en un rango de 0 a 15. [12]

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Ec: 1-4

### 1.2.2.4 Porosidad (n%)

Es la relación que existe entre el volumen de vacíos en un suelo y el volumen total de la muestra. [16]. La porosidad de un suelo puede encontrarse expresados en valores de porcentaje en el rango de 0 – 100%, considerándose como sólido perfecto a aquel que presente un valor de porosidad igual a cero, mientras que si el porcentaje de porosidad es alto indica que el suelo presenta espacios vacíos por ende es más blando. [22]-[23]

$$n = \frac{V_v}{V_m} * 100\%$$

Ec: 1-5

### 1.2.2.5 Grado de Saturación del Agua ( $G_w$ %)

Se expresa como la relación entre el volumen de agua que existe en un suelo y el volumen de vacíos presente en el mismo, dicho valor se expresa en porcentaje en el cual el 0% hace referencia a un suelo seco y conforme aumenta el valor hasta llegar a 100% hace referencia a un suelo con alta presencia de agua es decir saturado. [16]

$$G_w = \frac{V_w}{V_v} * 100\%$$

Ec: 1-6

### 1.2.2.6 Grado de Saturación del Aire ( $G_a$ %)

Mediante el grado de saturación del aire se puede determinar la presencia de aire que existe en los poros del suelo. La expresión para determinar el grado de saturación del aire relaciona el volumen del aire entre el volumen de vacíos presente en el suelo, los valores pueden ir de 0% hasta el 100%, donde los suelos que estén cerca del 0% corresponden a suelos sin presencia de aire es decir están bien compactados.

$$G_a = \frac{V_a}{V_v} * 100\%$$

Ec: 1-7

### 1.2.2.7 Gravedad Específica ( $G_s$ )

Se define como la relación que existe entre el peso específico de los sólidos del suelo y el peso específico del agua a determinada temperatura. En el caso de suelos friccionantes la gravedad específica puede variar en valores de 2.65, mientras que en suelos cohesivos puede ir de un rango de 2.60 a 2.90. [16]

*Tabla 4: Clasificación en base a la gravedad específica*

TIPO DE SUELO	$G_s$
arena	2.65-2.67
arena limosa	2.67-2.70
arena inorgánica	2.70-2.75
suelos con micas o hierros	2.75-3.0
suelos orgánicos	Variable, puede ser inferior a 2.00

**Fuente:** Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles. [19]

### 1.2.2.8 Granulometría

La granulometría determina en tamaño de los granos o partículas existentes en una muestra representativa de suelo. Al no ser posible determinar con exactitud el tamaño real de cada partícula, se realiza un procedimiento denominado tamizado mediante el cual se distribuyen las partículas en base a las diferentes aberturas de los tamices.

El procedimiento para obtener el tamaño de partículas es mediante tamizado, para suelos de tipo gravas y arenas es recomendable realizar el tamizado vía seca, mientras que para suelos finos al no poder disgregar los grumos de las partículas en su totalidad es recomendable realizar el tamizado mediante muestra lavada. [16].

**Tabla 5:** Aberturas estandarizadas para tamices

# 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 la Ingeniería Geotécnica, Braja M Das. [17]

Con base a los pesos retenidos en cada tamiz se obtiene la curva de distribución granulométrica, de la cual se puede obtener los siguientes parámetros:

- **Coefficiente de Uniformidad (Cu)**

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

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

**Ec: 1-8**

El Cu determina la variación del tamaño de las partículas o granos que existen en una muestra de suelo, si  $Cu > 3$ , se clasifican como suelos uniformes, si  $Cu < 4$  pertenecen a gravas bien graduadas y en caso de que  $Cu < 6$  se clasificara como arenas bien graduadas. [19]



- **Coefficiente de Curvatura (Cc)**

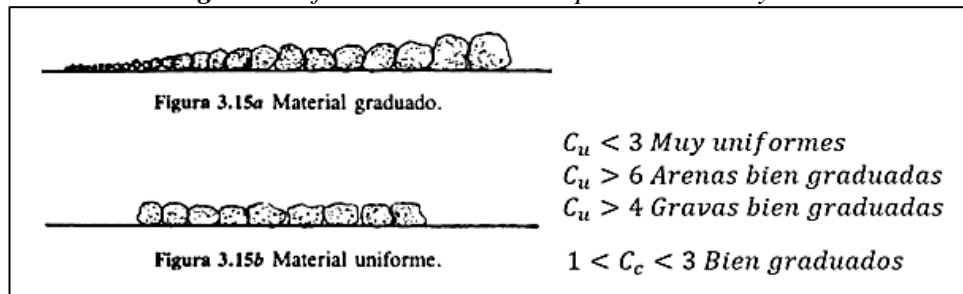
Se lo expresa mediante la siguiente ecuación:

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

**Ec:** 1-9

El coeficiente de curvatura permite determinar si el suelo estudiado es bien graduado o mal graduado, este valor se encuentra en un rango de 1 a 3, es decir si Cc es mayor a 1 y menor a 3 el suelo es bien graduado, mientras que si los valores se encuentran fuera del rango establecido estos se clasifican como suelos mal graduados.

**Fig 3:** Clasificación en base a los parámetros Cc y Cu



**Fuente:** Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos, Juárez Badillo, Rico Rodríguez. [16]

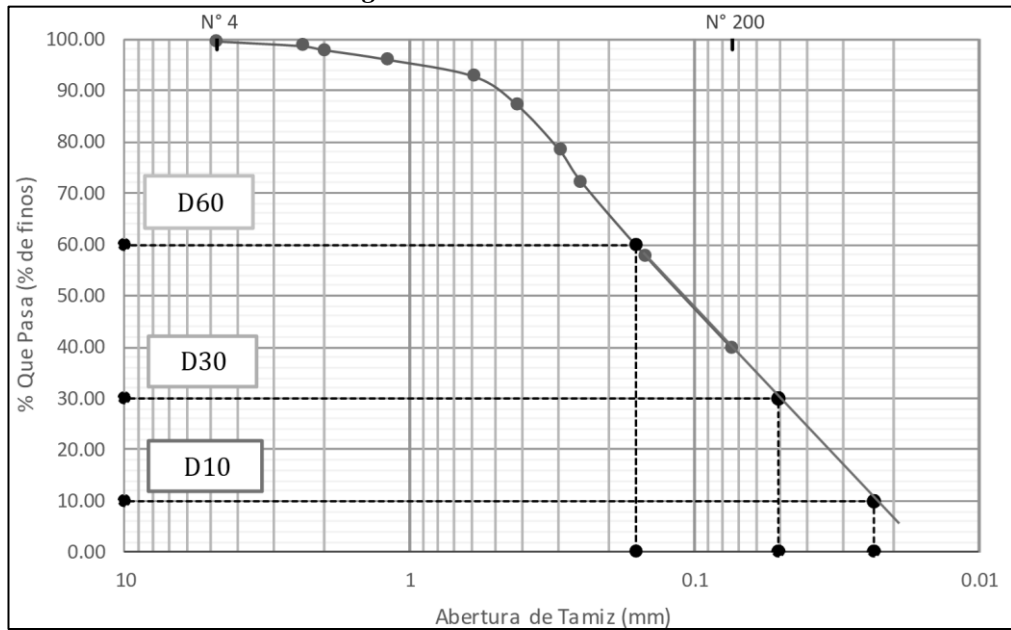
- **Diámetros característicos**

El **D** hace referencia al diámetro aparente o tamaño de grano de las partículas de suelo, mientras que el subíndice 10, 60, 30 señala el porcentaje de material mas fino. [19]

- D10: Diámetro o tamaño efectivo de un suelo que corresponde al 10% de la muestra de suelo que pasa el tamiz #10.
- D30: Diámetro equiparable correspondiente al tamaño de partículas de suelo que pasa el tamiz #30.
- D60: Diámetro dimensional y corresponde al tamaño de partículas de suelo que pasa el tamiz #60.

Con los valores en cada diámetro se pueden obtener los valores de los coeficientes de uniformidad y de curvatura.

**Fig 4: Curva Granulométrica**



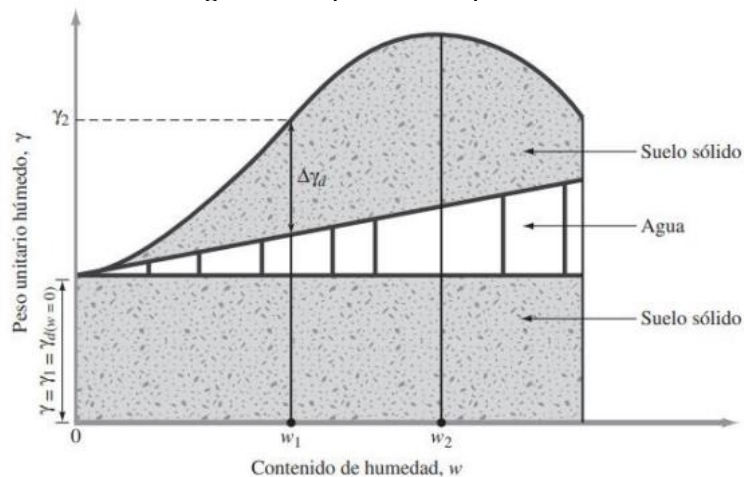
**Fuente:** *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica, Braja M Das.* [18]

### 1.2.3 Propiedades Mecánicas

#### 1.2.3.1 Compactación de Suelos

La compactación no es más que el mejoramiento de las propiedades del suelo por medios artificiales aplicando energía mecánica, mediante el cual se busca reducir los vacíos existentes en el suelo y de esta manera aumentar su densidad seca. [16]

**Fig 5: Principios de compactación**



**Fuente:** *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica, Braja M Das.* [18]

El principal objetivo de la compactación es reducir la capacidad absorbente del suelo y su compresibilidad, es decir mejorar sus propiedades mecánicas, además se debe

tener en cuenta que el proceso de compactación se realiza de manera controlada en laboratorio en condiciones secas, por ende, a medida que se aumenta el contenido de humedad, el peso unitario de los sólidos aumentará y el peso unitario seco disminuirá.[20]- [24]

### 1.2.3.2 Proctor Modificado Tipo B (AASHTO T-180)

El ensayo de Proctor modificado permite establecer el peso del suelo compactado por unidad de volumen, es decir, el valor máximo de la densidad seca que puede alcanzar el suelo y el contenido de humedad óptimo en el cual se logrará alcanzar dicha densidad. [5]

**Tabla 6:** Especificaciones Proctor modificado- Norma ASTM1577

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:** Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica, Braja M Das. [18]

El procedimiento para la realización del ensayo consiste en compactar el suelo, colocándolo en un molde que cumpla con las especificaciones de la norma utilizada, esto se realiza con cinco capas diferentes, mediante repeticiones de 56 golpes por cada

capa con ayuda de un pistón que cumpla de igual manera con las especificaciones establecidas en la norma. [25]

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

La compactación no es más que el mejoramiento de las propiedades del suelo por medios artificiales aplicando energía mecánica, mediante el cual se busca reducir los vacíos existentes en el suelo y de esta manera aumentar su densidad seca. [16]

El valor CBR se utiliza indirectamente para determinar el espesor de los materiales de la subrasante, utilizados en la construcción de pavimentos de vías férreas, carreteras y aeropuertos. Por lo tanto, es un tema clave para muchas construcciones de infraestructura evaluar las condiciones geológicas y los peligros de ingeniería, a fin de mitigar el posible hundimiento del subsuelo y ofrecer un diseño de pavimento opcional para vías férreas, carreteras y vías aéreas. [4]

Por consiguiente, la determinación de CBR es a menudo una parte fundamental de muchos proyectos de ingeniería civil y la determinación rápida de CBR es muy importante para reducir el tiempo de construcción. [26]

En los laboratorios de ingeniería el CBR se determina insertando un émbolo de diámetro estándar a una velocidad de 1,27 mm/min en una muestra de suelo compactada preparada con un contenido de humedad óptimo. El valor CBR de cualquier muestra de suelo se puede estimar tanto en condiciones húmedas como secas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el CBR estimado para muestras de suelo húmedos siempre es menor que el valor obtenido para muestras secas. Además, las muestras de suelo preparadas en laboratorio deben mantenerse sumergidas durante 4 días; y todo el ejercicio de determinación del suelo CBR es un proceso que requiere mucho tiempo y, por lo tanto, el tiempo de construcción se ve seriamente afectado por este proceso. Por otro lado, si se tiene que determinar el CBR para muchas muestras, se convierte en un asunto costoso en términos de tiempo, costo, disponibilidad del equipo necesario y mano de obra. Así, desarrollar modelos predictivos puede ser una alternativa barata y rápida. [27]

La prueba de relación de carga de California se puede realizar tanto en el laboratorio como en el campo. Las pruebas de CBR de laboratorio se describen en ASTM D 1883-99 y las pruebas de CBR de campo se describen en ASTM D 4429-93. En el

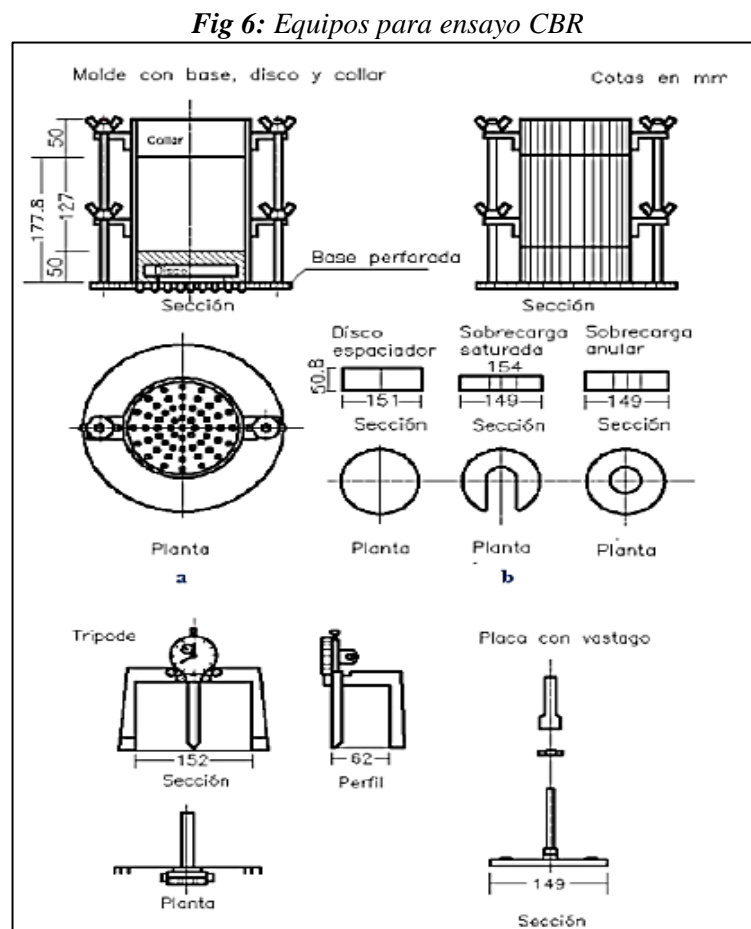
laboratorio, las pruebas de CBR generalmente se realizan en muestras de suelo compactado, mientras que, en el campo, las pruebas de CBR se realizan en la superficie del suelo o en una superficie plana excavada en un pozo de prueba. [4]

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

Ec: 1-10

El ensayo de CBR de laboratorio se realiza bajo condiciones controladas tanto de humedad como de densidad, las cuales se obtienen mediante el ensayo de Proctor, esto con el fin de determinar la resistencia al corte del suelo.

Los equipos que se utilizan para llevar a cabo el ensayo de CBR se muestran en la figura 6.



Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos de Joseph Bowles [20]

Cada ensayo de CBR se realiza en base a un contenido de humedad y una compactación relativa determinada, estas condiciones deben ser establecidas por un profesional competente.

Además, otro valor que se puede obtener del ensayo CBR es el esponjamiento, el cual se obtiene cuando la muestra se encuentra sumergida en el agua, dicho valor se obtiene mediante la ecuación 11 y el resultado debe estar por debajo del 2%. [19]

$$E\% = ((L_f - L_i)\sqrt{H_i}) \times 100$$

**Ec: 1-11**

Donde:

E (%): expansión %

L<sub>f</sub>: Lectura final

L<sub>i</sub>: lectura inicial

H<sub>i</sub>: Altura inicial de la muestra

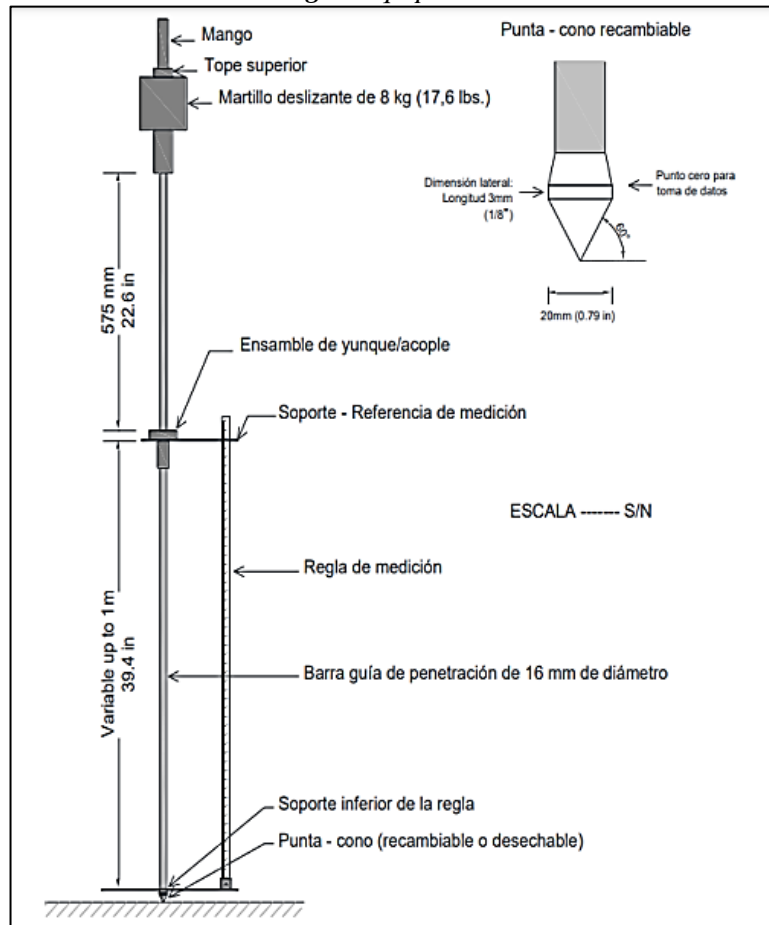
#### **1.2.3.4 Cono Dinámico de Penetración (DCP)**

El Penetrómetro de Cono Dinámico (DCP) es un penetrómetro dinámico liviano que es una herramienta considerablemente más rápida y económica que la perforación, particularmente cuando la profundidad de exploración es poco profunda y los suelos a investigar no son gravas gruesas. [28] Este ensayo se desarrolló en Australia en el año de 1956 originalmente por Scala, a partir de ahí se lo ha seguido implementando para el reconocimiento del suelo en los cuales se implementarán las capas de pavimento y subrasantes. [29]

#### **Especificaciones del ensayo**

El ensayo DCP se ejecuta con base a la norma ASTM D-6951-03 en la cual se especifica tanto el procedimiento como los implementos a utilizarse durante el ensayo en pavimentos,

**Fig 7: Equipo DCP**



**Fuente:** El cono dinámico de penetración - especificaciones

### 1.2.4 Correlación y Regresión

El análisis correlacional permite determinar si una o más variables se relacionan entre sí, mientras que la regresión permite conocer cual método funcional es mejor. [29]

Con el análisis de regresión se puede encontrar el método de relación en función de dos o más variables y expresarlas mediante unas ecuaciones matemáticas, generando una línea tendencia ya sea lineal, exponencial, polinómica o logarítmica. [30]

**Tabla 7: Ecuaciones Matemáticas**

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

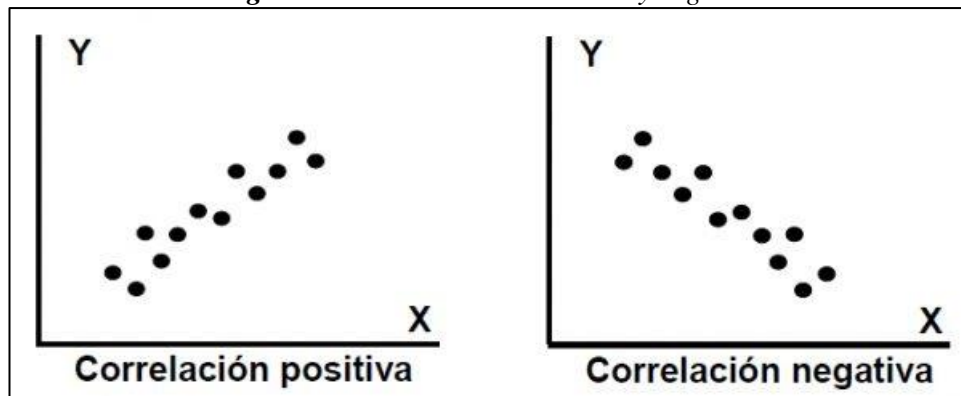
**Fuente:** Correlación entre el CBR y el ensayo DCP, Diego Salazar. [12]

Las correlaciones pueden ser entre dos o más variables, entre dos variables se conocen como lineales y más de dos variables como múltiples

### Correlación Lineal

Permite relacionar dos variables X y Y, mediante un diagrama de dispersión, en el cual se localizarán los diferentes puntos donde coinciden las variables, si los puntos se encuentran cerca formando una línea de tendencia recta esta se denominará correlación lineal. Si cuando X aumenta, Y tiende a aumentar se tendrá una correlación positiva, por lo contrario, si cuando X aumenta y Y disminuye la correlación será negativa. [31]

*Fig 8: Correlación Lineal Positiva y negativa*



*Fuente: Estadística, Murray R. Spiegel, Larry J. Stephens. [31]*

### Correlación Múltiple

Las correlaciones múltiples se realizan en función de tres variables, dichas correlaciones pueden ser lineales, logarítmicas, exponenciales o potenciales según sea el caso, por ende, se presenta a continuación el formato para obtener las diferentes correlaciones múltiples.

$$\begin{aligned} \sum Z &= a_0N + a_1 \sum X + a_2 \sum Y \\ \sum XZ &= a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum XY \\ \sum YZ &= a_0 \sum Y + a_1 \sum XY + a_2 \sum Y^2 \end{aligned}$$

**Ecuación:**  $Z = a_0 + a_1X + a_2Y$

**Ec:** 1-12



### 1.2.5 Pavimentos

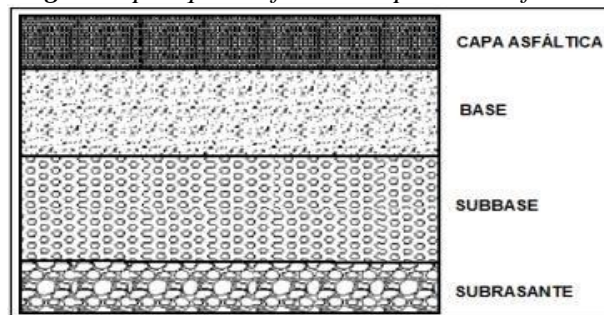
Se define como pavimento al conjunto de capas compuestas de diferentes materiales, cuya función es absorber la carga de tránsito y transmitirla a las diferentes capas. Las capas que conforman el pavimento poseen materiales de excelente calidad además tienen la capacidad de resistir las cargas a las cuales está expuesto. [28]

#### 1.2.5.1 Tipos de Pavimentos

- **Pavimentos Flexibles**

La estructura de los pavimentos flexibles está conformada por una carpeta asfáltica que sirve como superficie de rodamiento, la cual se encarga de distribuir la carga de tránsito a las capas inferiores de base, subbase y subrasante.[17]

*Fig 9: Capas que conforman el pavimento flexible*

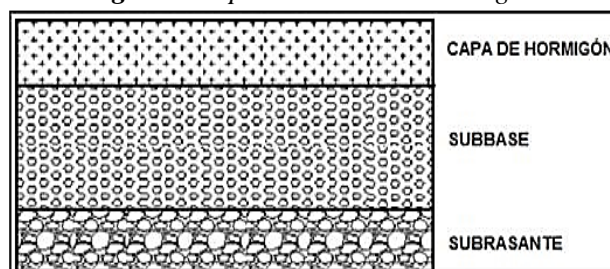


*Fuente: Estructuras de vías terrestres, Fernando Olivera. [32]*

- **Pavimentos Rígidos**

A diferencia del Pavimento flexible, este se compone principalmente de una losa de concreto hidráulico, seguido de una capa subbase y finalmente por la capa subrasante, su comportamiento es similar al pavimento flexible, la primera capa se encarga en absorber la carga de tránsito y distribuirla al resto de capas.[32]

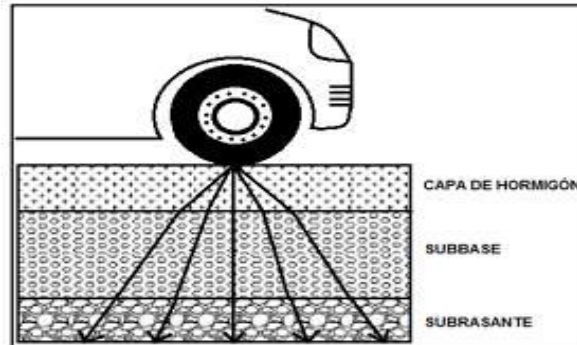
*Fig 10: Composición Pavimento Rígido*



*Fuente: Estructuras de vías terrestres, Fernando Olivera. [32]*

La losa de concreto al ser un material rígido posee una resistencia alta a la flexión lo cual disminuye la carga en las capas inferiores. [32]

*Fig 11. Repartición de Cargas*



*Fuente: Estructuras de vías terrestres, Fernando Olivera. [32]*

### 1.2.5.2 Estructura del Pavimento

- **Capa de Rodadura**

Es la capa principal de toda la estructura del pavimento, se encarga de proteger a las demás capas de cualquier tipo de deformación o cambio en su estructura inicial y del desgaste que pudiese presentar debido al tránsito vehicular.

- **Capa Base**

Se entiende por base a la capa que se encuentra seguida de la carpeta asfáltica, la cual se encarga de absorber la mayor parte de los esfuerzos verticales producidos por las diferentes cargas de tránsito. Las bases suelen estar compuestas por materiales granulares si se tiene un tránsito medio, sin embargo, cuando se presenta un tránsito pesado es recomendable mejorar la base con ayuda de materiales cementantes.

Los materiales granulares que conforman la base deben de cumplir con algunos parámetros tales como: índice de plasticidad menor a 6, límite líquido menor a 25%, granulometría (partículas menores al 40%) y finalmente un porcentaje de CBR mayor o igual al 80%. [17]-[33]

Base clase 1: Son aquellos agregados de partículas gruesas y finas, que presentan una distribución granulométrica uniforme. [33]

Base clase 2 y 3: Dentro de esta base se encuentran los fragmentos de grava y roca triturada al 50% para la base de case 2 y un 25% para la clase 3. [33]

**Tabla 8: Recomendaciones para uso del material de la capa base**

Material Especificado	Tipo de Carretera	No. Carriles	TPDA
Base Clase 1	Para usos principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico	8 a 12	>50.000
Base Clase 2	Carretas de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65 m. Se incluye franja central desde 2 a 4 m.	2 a 6	8.000 - 50.000
Base Clase 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico.	2 a 4	1.000 - 8.000
Base Clase 4	Caminos Vecinales	2	< 1.000

*Fuente: MTOP -003-2013*

La base clase 2 y 3 están formadas por fragmentos de roca o grava triturada, en la base clase 2 el agregado grueso deberá estar triturado por lo menos 50% en peso, mientras en la base clase 3 al menos el 25%. [34]

Base clase 4: Se utiliza principalmente en caminos vecinales al tener una baja carga de tránsito los materiales de los cuales se compone este material es principalmente de cribados de piedras agrietadas naturalmente. [29]

- **Capa Sub-Base**

Es la capa intermedia de la estructura del pavimento que tiene como objetivo evitar los cambios bruscos en la elasticidad o plasticidad que pudiese presentar el suelo y está compuesta de agrado fino y grueso (triturado).

- **Capa Subrasante**

Es la capa que sirve como base de toda la estructura del pavimento, se encarga de brindar soporte a toda la estructura del pavimento, está compuesta en ciertos casos por el mismo suelo natural si este cumple con las diferentes especificaciones, por lo contrario, se requiere de una mejora de este.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo del cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo del cantón Latacunga., por medio del análisis de campo y laboratorio
- Aportar a 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 la provincia de Cotopaxi.
- Aplicar los resultados de la investigación en el diseño de pavimentos para vías rurales, de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo del cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.
- Realizar la zonificación de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo, de acuerdo con la clasificación de suelos SUCS y AASHTO y las propiedades físicas y mecánicas obtenidas.

## CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

### 2.1 Materiales y Equipos

Para el presente trabajo experimental se utilizaron los siguientes equipos y materiales a fin de cumplir con los objetivos previstos.

*Tabla 9: Ensayo, equipos y materiales*

ENSAYOS	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
<b>ENSAYOS DE CAMPO</b>			
Pozo a cielo abierto	Muestra in situ	Pala, pico, barra, flexómetro.	AASHTO T 87-70
Densidad de campo (Cono y Arena)	Muestra in situ	Cono, placa metálica, cuchara, clavos, martillo, cincel, balanza.	AASHTO T 191 2014
Cono Dinámico de Penetración (DCP)	Muestra in situ	Equipo DCP, libreta para toma de datos	ASTM D6951-03
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>			
Gravedad Específica	50 gr de muestra que pasa el tamiz #40	Picnómetro, pipeta, termómetro, embudo, recipiente, tamiz #40, horno.	AASHTO T 100 2015
Contenido de Humedad	Muestra in situ	Horno, recipientes.	AASHTO T 265 2015
Granulometría	Muestra cuarteada	Tamizadora, juego de tamices, brocha, recipientes.	AASHTO T88 2013
Límite Líquido	150 g de muestra de suelo que pasa el tamiz #40	Copa de Casagrande, espátula, enrazador, mortero de porcelana, acanalador, horno, recipientes	AASHTO T 89 2013
Límite Plástico	150 g de muestra de suelo que pasa el tamiz #40	Placa de vidrio, mortero de porcelana, espátula, horno, recipientes	AASHTO T 90 2016
Proctor Modificado Tipo B	18 kg de muestra de suelo que pasa el tamiz #4	Molde de 6" de diámetro, base, collarín, probeta graduada, martillo compactador, bandeja, palustre, balanza, martillo de goma, recipientes	AASHTO T 180 2018
CBR	18 kg de muestra que pasa el tamiz #4	Multispeed 34-V1172	AASHTO T 193 2013

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

A continuación se presentan las especificaciones de los equipos utilizados para los ensayos de campo y laboratorio, cabe mencionar que la marca y modelo de los equipos utilizados en presente trabajo experimental son los que se encuentran a disposición en los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, por ende se pueden utilizar equipos de otras marcas o modelos, la siguiente tabla es una referencia de las especificaciones de los equipos que se emplean para los ensayos mencionados anteriormente.

*Tabla 10: Especificaciones de equipos para ensayos in situ y laboratorio*

<p><b>Equipo:</b> Horno  <b>Marca:</b> Humbolt  <b>Modelo:</b> 300 °F - 149 °C</p> 	<p><b>Equipo:</b> Balanza Digital  <b>Marca:</b> Radwag  <b>Modelo:</b> PS 6100 RIM</p> 	<p><b>Equipo:</b> Método cono y arena de Ottawa  <b>Marca:</b> sin marca</p> 
<p><b>Equipo:</b> DCP  <b>Marca:</b> Belltronic</p> 	<p><b>Equipo:</b> Picnómetro  <b>Marca:</b> .....</p> 	<p><b>Equipo:</b> Pipeta  <b>Marca:</b> ...</p> 
<p><b>Equipo:</b> Termómetro  <b>Marca:</b> sin marca</p> 	<p><b>Equipo:</b> Juego de tamices  <b>Marca:</b> Fisher  <b>Modelo:</b> estándar</p> 	<p><b>Equipo:</b> Tamizadora  <b>Marca:</b> Retsch  <b>Modelo:</b> AS 200 control</p> 
<p><b>Equipo:</b> Molde cilíndrico  <b>Marca:</b> DPX  <b>Modelo:</b> ASTM D1557</p> 	<p><b>Equipo:</b> Martillo compactador  <b>Marca:</b> DPX  <b>Modelo:</b> ASTM D1557</p> 	<p><b>Equipo:</b> Multispeed 34-V1172  <b>Marca:</b> Controls  <b>Modelo:</b> 34V1174</p> 

		
<b>Equipo:</b> Recipientes <b>Marca:</b> .... <b>Modelo:</b> ...	<b>Equipo:</b> Mortero de porcelana <b>Marca:</b> .....	<b>Equipo:</b> Pistilo de porcelana/caucho <b>Marca:</b> .....
		

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

Con los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio, se obtiene las diferentes correlaciones, además, se realiza el diseño de pavimento flexible y la zonificación del área de estudio, considerando la tipología del suelo encontrado durante la investigación, para llevar a cabo lo mencionado se necesitó de los siguientes equipos y software.

- **Zonificación del área de estudio**

*Tabla 11: Equipo y software utilizados en la zonificación y tabulación de datos*

Equipo: <b>GPS</b> Marca: Garmin Modelo: etrex10	Desarrollador: <b>Microsoft Excel</b>
	

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Tipos de investigación**

#### **2.2.1.1 Investigación Exploratoria**

La investigación exploratoria se aplicó en el reconocimiento de las vías rurales de las parroquias Joséguango Bajo y Alaquez, de las cuales se seleccionaron doce puntos a un costado de las vías para la extracción de muestras que se utilizarán para los ensayos de campo y laboratorio.

#### **2.2.1.2 Investigación de Campo**

La investigación en campo permite reconocer el lugar en el cual se realizará cualquier tipo de investigación, esto con el fin de identificar las características presentes en el lugar de estudio. Se aplica este tipo de investigación debido a que se extraen las muestras de suelo representativas de las parroquias Joséguango Bajo y Alaquez para ser ensayadas en laboratorio y de este modo conocer sus propiedades índice y mecánicas, además se aplica en la recopilación de datos in situ mediante los ensayos DCP y densidad de campo (Método de cono y arena de Ottawa), que juntamente con las propiedades índice y mecánicas encontradas permita establecer diferentes correlaciones.

#### **2.2.1.3 Investigación de Laboratorio**

De las muestras de suelo extraídas en cada uno de los puntos seleccionados dentro de cada parroquia, se realizan ensayos de laboratorio como son: granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, Proctor modificado “B” y CBR, para conocer sus propiedades. De esta forma se logra establecer correlaciones experimentales entre las propiedades índice y mecánicas, y el valor de CBR, que se aplican en el diseño preliminar de un pavimento flexible dentro de la parroquia Alaquez.

#### **2.2.1.4 Investigación Analítica**

Con los datos obtenidos en campo y laboratorio se analizan e interpretan los resultados con los cuales se realizan las diferentes correlaciones y también la zonificación de los tipos de suelo encontrados en las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo.



## **2.2.2 Fases de investigación**

### **2.2.2 Estudios preliminares**

Dentro de los estudios preliminares se realizó una inspección in situ para determinar la ubicación del proyecto, de esta forma el presente trabajo experimental tiene lugar en las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo así mismo mediante una investigación bibliográfica se obtiene los datos poblacionales de cada parroquia descritos a continuación:

#### **2.2.2.1.1 Población y muestra**

- **Población**

##### ***Joséguango Bajo***

La parroquia Joséguango Bajo cuenta con una extensión de 18.427 km<sup>2</sup> y está limitado por las parroquias Mulaló (Norte), Alaquez (Sur), Parroquia Guaytacama (Oeste), su población según datos del INEC es de 2869 habitantes, el clima presente en la zona es Ecuatorial mesotérmico semi húmedo, además los suelos presentes en la zona son suelos mineralizados y suelos jóvenes con presencia de fragmentos rocosos. [35]-[36]

Dentro de la parroquia Joséguango Bajo se ha considerado 2 vías que unen los siguientes poblados:

- Vía 1: Ruta a Mulaló, desde el barrio San Francisco, pasando por el barrio Colaya Jurídico, por la cabecera parroquial hasta el barrio Quisinché.
- Vía 2: Ingreso a Joséguango Bajo, desde el barrio Agua Clara Cutuchi pasando por la cabecera parroquial, por el barrio La Libertad hasta el barrio la Concepción.

##### ***Alaquez***

Alaquez se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga, está limitado al norte por la parroquia Joséguango Bajo y al sur por la ciudad de Latacunga, posee una altitud de 2700m a 3500 msnm. Esta parroquia posee una población de 5.481 habitantes y se la considera como una zona de producción agrícola y pecuaria

excelente en especial en las zonas más altas, además el suelo predominante en la parroquia en base a la clasificación taxonómica de los suelos es de tipo Inceptisol.

Dentro de la parroquia Alaquez se ha considerado para el estudio 3 vías que unen los siguientes poblados:

- Vía 1: Desde el sur de Alaquez, barrio Crusillí cerca de la hostería Pumagua, pasando por la parte céntrica de la parroquia y los barrios: Vargas Suarez, Achupallas, Colayapamba; hasta el barrio San Antonio.
- Vía 2: Barrio Pilatan ubicado a unos kilómetros de la zona central de la parroquia, hasta el barrio San Isidro.
- Vía 3: Desde el sur de Alaquez barrio Chitan pasando por los barrios Tejar y Verde Cocha; hasta el barrio Santa Elena.

• **Muestra**

El estudio tiene lugar dentro de la provincia Cotopaxi en las parroquias Joséguango Bajo y Alaquez pertenecientes al cantón Latacunga, como se muestra en la siguiente tabla de zonificación del área a estudiar.

*Tabla 12: Zonificación del área de estudio*

Zona	Cantón	Parroquias	Muestras
X3	Latacunga	Alaquez	12
		Joséguango Bajo	

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

El método aplicado para la extracción de muestras es el método de muestreo simple aleatorio el cual nos permite obtener muestras representativas del suelo. Aplicando el método mencionado se extrajo 12 muestras representativas de los suelos de cada parroquia, el muestreo se lo realizó a los costados de las vías mediante el método de pozos a cielo abierto (PCA) excavando calicatas de 1.5m x 1.5m x 1m y extrayendo un aproximado de 50 kg de muestra de suelo representativo de cada parroquia.

**Fig 12: Pozo a cielo abierto (PCA)**



**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

A continuación, se presenta en la tabla 5 las coordenadas de las vías seleccionadas para la toma de muestras de suelo representativo de cada parroquia.

**Tabla 13: Localización de los puntos de muestreo.**

N° Muestra	Parroquia	Pozo	Barrio / Sector	Coordenadas	
				Este	Norte
1	Alaquez	P01	Crusillí	766582.39	9903096.27
2		Pm1	Colayapamba	769346.85	9905099.02
3		Pf1	San Antonio	771295.11	9906638.58
4		Po2	Pilatan	770223.26	9904610.51
5		Pf2	San Isidro	774235.32	9906979.47
6		Po3	Chitan	770322.7	9902927.37
7		Pm3	Verde Cocha	773588.58	9903911.44
8		Pf3	Santa Elena	775366.11	9905587.27
9	Joséguango Bajo	Po4	San Francisco	767290.46	9907200.1
10		Pf4	Quisinché	768680.56	9911693.42
11		Po5	Agua Clara Cutuchi	764549.94	9909794.07
12		Pf5	La Libertad	768288	9908921.93

**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Una vez excavados los pozos se realizó la extracción de las muestras, mismas que fueron colocadas en sacos para posteriormente ser secadas. El secado de las muestras se lo puede realizar ya sea en horno o al aire libre. Es así, que una vez secas las muestras se puede continuar con la fase 1 de ensayos de laboratorio.

*Fig 13: Colocación de muestras en el horno*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

### **2.2.3 Fase 1: Ensayos de campo y laboratorio**

Para la fase 1 en cumplimiento con el primer objetivo específico, se procede a determinar las propiedades índice y mecánicas de los suelos representativos extraídos de la zona de estudio, mediante un análisis de campo y laboratorio.

De esta manera se describe los ensayos que se realizaron tanto en campo como en laboratorio:

#### **2.2.3.1.1 Ensayos de campo**

- *Densidad de campo (Método cono y arena de Ottawa)*

Para la realización de este ensayo se utilizó la norma AASHTO 191 2014, el ensayo consiste en que, una vez retirada la capa vegetal del punto seleccionado, se coloca la placa metálica y con ayuda de los materiales indicados en la tabla 1, se procede a excavar el suelo hasta una profundidad aproximada de 15 cm, realizado lo anterior, se coloca el cono y arena sobre la placa base, una vez fijado el cono se libera la arena con ayuda de la válvula hasta que el hoyo excavado se llene, cuando el hoyo este lleno se cierra y retira el cono, los pesos requeridos para este ensayo son: la arena con cual se llenó el hoyo y la arena restante en el cono, además se debe tener en cuenta el peso inicial del cono y arena previo a la realización del ensayo.

**Fig 14: Ensayo de Densidad de campo**



**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

- **Ensayo DCP (Cono Dinámico de Penetración)**

El ensayo DCP se lo realizó bajo la norma ASTM D6951, dicho ensayo consiste en dejar caer una masa sobre el suelo he ir anotando la cantidad de golpes generados hasta lograr una penetración del suelo de casi 100 cm. El uso del equipo DCP es sumamente sencillo ya que se coloca el equipo DCP de manera vertical sobre la superficie del suelo, libre de la capa vegetal, se levanta la pesa lentamente hasta la manija y se la deja caer, este proceso se repite hasta lograr la penetración indicada anteriormente. El ensayo se lo realizó por 3 ocasiones a fin de obtener un promedio del índice DCP, además, se debe poner a consideración que en el caso de que el equipo DCP no logre una penetración de más de 2mm después de 5 golpes se deberá escoger otro punto para la realización de este como indica la normativa.

**Fig 15: Ensayo de Densidad de campo**



**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

### **2.2.3.1.2 Ensayos de Laboratorio**

Los ensayos de laboratorio se realizaron en las instalaciones de la Universidad Técnica de Ambato, en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

- ***Contenido de humedad***

Para determinar el contenido de humedad natural del suelo, se colocó aproximadamente 50 gramos de suelo en dos recipientes metálicos previamente pesados, estos recipientes con la muestra ya colocada se los pesó y anotó el valor, luego se colocaron en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110 °C, una vez transcurridas las 24 horas se retiró los recipientes del horno y se los pesó nuevamente. Este ensayo se realizó bajo la norma AASHTO T 265 2015.

***Fig 16: Ensayo de contenido de humedad***



***Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza***

- ***Granulometría***

La granulometría de un suelo se determina mediante la norma AASHTO T 88 2013, este ensayo consiste en colocar 1000 gramos de muestra completamente seca (secado en horno) dentro de un juego de tamices, los tamices dependiendo del tipo de suelo se colocan desde el tamiz N°4 seguido de los tamices, 8, 10,16,30,40,50,60,100 hasta el tamiz N°200 más la fuente, en el caso de que se tenga un suelo granular o con alta presencia de rocas la muestra se la pasara primero por los tamices  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{8}$ .

Considerando lo mencionado anteriormente, se procede a colocar el juego de tamices ya con la muestra, en la maquina tamizadora durante 15 a 20 minutos, esto permite que las partículas de suelo se dividan correctamente según el tamaño del grano,

transcurrido el tiempo, se apaga el equipo y se retiran los tamices, a continuación, se pesa el material retenido en cada tamiz y la fuente.

**Fig 17: Ensayo de granulometría**



**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

- **Gravedad Específica**

El ensayo de gravedad específica se realizó siguiendo la norma AASHTO T 100-2015, cabe recalcar que existen dos métodos para determinar la gravedad específica de los sólidos el método A (para muestras húmedas) y el método B (para muestras secas). En este caso se procede a la realización del ensayo aplicando el método B, ejecutándose de la siguiente manera, se utiliza una muestra de suelo en estado natural de aproximadamente 200 gramos la cual deberá ser secada al horno para posteriormente pasarla por el tamiz N°40, de la muestra que haya pasado el tamiz N°40 se toma 50 gramos y se coloca en el picnómetro, una vez colocada la muestra, con ayuda de un embudo se llena el picnómetro hasta la marca de aforo con agua destilada, a continuación se lo lleva a baño maría por 5 minutos para expulsar el aire contenido en la muestra, una vez retirado el picnómetro del baño maría mediante movimientos giratorios se ayuda a liberar el aire restante de la muestra, si se ha logrado expulsar el aire es decir la muestra está libre de vacíos, el agua del picnómetro quedará por debajo de la marca de aforo, por lo tanto con ayuda de una pipeta se procede a llenar de agua hasta que coincida con la marca de aforo.

Realizado lo anterior, se pesa el picnómetro más el agua más el suelo y se anota el valor, y se toma la temperatura introduciendo un termómetro hasta el centro del

picnómetro, para este paso se considera que los límites de la temperatura serán de mínimo la temperatura normal del agua y máximo de 25°C siendo 20° C la temperatura óptima para este ensayo. Posteriormente se debe verter todo el contenido del picnómetro en un recipiente o cápsula de cerámica y se lo lleva al horno, transcurridas 24 horas se retira el recipiente, se pesa el recipiente más el suelo seco y el recipiente solo y se anota el peso respectivo.

**Fig 18: Realización del ensayo de Gravedad Específica**



**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

- **Límite Líquido**

El ensayo de límite líquido se trabajó bajo la norma AASHTO T 89 y se utilizó los materiales mencionados en la tabla 1, el procedimiento para la realización de este ensayo se describe de la siguiente manera: se coloca aproximadamente 100 gramos de muestra de suelo representativo del área de estudio y se seca en el horno, cuando la muestra se encuentre totalmente seca se la pasa por el tamiz N°40, una vez tamizado el material, en una cápsula de porcelana se coloca un poco de esa muestra tamizada y un poco de agua, con el pistilo de caucho se mezcla hasta formar una pasta homogénea, seguido con ayuda de una espátula plana se coloca esta pasta en la cuchara de la copa de Casagrande teniendo como máximo un espesor de 1cm, a continuación con el acanalador plano o curvo (dependiendo del tipo de suelo), se procede a dividir la muestra deslizándolo por la mitad de la cuchara, este movimiento debe ser constante y el acanalador no se lo pasara por más de 6 ocasiones como indica la normativa, luego de dividir la muestra se enciende el equipo de Casagrande y se cuenta los golpes



generados hasta que la muestra se una en la parte inferior de donde se realizó la división, esta acción se repite 2 veces más, si el número de golpes es el mismo se procede a anotar ese valor, además se debe considerar que los golpes no deben diferir de más de 1 golpe entre las 2 repeticiones y los intervalos en los cuales se determina el límite líquido son de 0 a 15, 15 a 25, 25 a 35 y de 35 a 45 golpes, una vez que se haya realizado el ensayo y el número de golpes coincida en las 3 ocasiones en 1 de los rangos se toma una muestra representativa del suelo en la parte que se unió, para esto se divide la muestra en 4 partes y se toma las muestras de las 2 partes que se unieron, estas se pesan y se las lleva al horno por 24 horas con el fin de determinar su contenido de humedad.

*Fig 19: Ensayo de límite líquido (Copa de Casagrande)*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

- **Límite Plástico**

Para el ensayo de límite plástico se utilizó la norma AASHTO T 90 2016, el ensayo consiste en realizar rollitos de aproximadamente 3 milímetros de diámetro y 5 centímetros de longitud, para esto se utiliza una muestra representativa de aproximadamente 100 gramos y que haya pasado el tamiz N°40, o a su vez se puede utilizar la muestra restante del ensayo de límite líquido, esta muestra se coloca en una cápsula de porcelana y se agrega agua hasta lograr una masa consistente y moldeable, esta masa no se debe quedar adherida a la palma de la mano, teniendo la consistencia deseable se procede a tomar una pequeña parte y se procede a amasar la muestra sobre una placa de vidrio realizando movimientos giratorios, estos movimientos serán de 80 a 90 recorridos por minuto hasta lograr las dimensiones indicadas, este procedimiento

se lo repite por 5 ocasiones con el fin de obtener un promedio entre el contenido de humedad de cada rollito y así determinar el límite plástico.

**Fig 20: Realización de rollitos para determinación de límite plástico**



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

- **Proctor modificado**

El ensayo de Proctor modificado tipo “B” se trabajó en base a la norma AASHTO T 180 2018, para el ensayo se utilizaron 6000 gramos de suelo representativo que haya pasado por el tamiz N°4, este suelo se coloca en una bandeja y se agrega un porcentaje de agua, cabe recalcar que la muestra de suelo debe estar completamente seca, de esta manera se puede tener un control de la humedad adicionada, además el porcentaje de agua debe variar de 3 a 4% como se indica en la normativa, es así que una vez agregada el agua con ayuda del palustre se procede a mezclar, una vez mezclado el suelo y el agua, se divide en 5 partes iguales cada parte corresponde a 1 capa de suelo. La primera parte de la muestra se coloca en el molde (este debe estar sobre una base firme junto con la retorta y el collarín), y mediante golpes con ayuda del martillo se procede a compactar el suelo, el número de golpes por cada capa es de 56 que se distribuyen por toda la superficie del suelo en forma de espiral, y así sucesivamente hasta completar las 5 capas de suelo, en la última capa se retira el collarín y con ayuda del enrazador se retira el material sobrante en el borde del molde. A continuación, se pesa únicamente el molde con la retorta y finalmente se toman dos muestras para determinar el contenido de humedad, las muestras se las toma 1 de la parte de arriba del molde y la otra de la parte de abajo, se colocan en el horno, y se repite el mismo procedimiento

aumentando el porcentaje de humedad en cada punto, esto con la finalidad de obtener una curva de compactación bien definida.

***Fig 21: Ensayo de Proctor modificado “B”***



***Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza***

- ***California Bearing Ratio (CBR)***

El ensayo de CBR, se realizó en base a la norma AASHTO T 193 2013, para este ensayo se utilizaron 18000 gramos de suelo representativo, previamente secado y que haya pasado el tamiz #4, además de los datos obtenidos en el ensayo de Proctor modificado, tomando en cuenta lo mencionado, el ensayo se desarrolla de la siguiente manera. Se colocan 6000 gramos de muestra sobre una bandeja y se agrega agua (la cantidad de agua agregada será equivalente a la humedad óptima que se obtuvo en el ensayo de Proctor modificado), con el palustre se mezcla el suelo con el agua hasta conseguir una mezcla uniforme, esta mezcla se coloca en el molde y se procede a compactar, el procedimiento es similar al del Proctor modificado, se colocan 5 capas y se procede a compactar con ayuda del martillo, la diferencia del ensayo de CBR radica en el número de golpes, en el caso del Proctor se realizan 56 golpes por capa y se repite el ensayo 5 veces con diferentes porcentajes de humedad, mientras que para el ensayo de CBR se utiliza la humedad óptima y 3 moldes, en cada molde se coloca 5 capas de muestra y el número de golpes varía, el primer molde se realiza con 11 golpes, el segundo con 27 golpes y finalmente el tercero con 56 golpes, cada molde con 5 capas de suelo y 6000 gramos de muestra, finalizado la compactación en cada molde, se extrae dos muestras para determinar el contenido de humedad, en este caso

las muestras se extraen 1 de la bandeja y otra del suelo compactado restante que haya quedado en el collarín, las muestras se llevan al horno por 24 horas y transcurrido el tiempo se retira del horno y se pesan.

Continuando con los moldes, se retira la retorta en cada uno y se gira el molde, en el espacio que queda se colocan las pesas (las pesas deben cumplir con la normativa debido a que estas, se encargan de disimular las cargas de tráfico a las que se somete el suelo), posteriormente se sumergen los moldes durante 72 horas, transcurrido las 72 horas se retiran los moldes saturados con cuidado y se deja secar durante 40 minutos, una vez secos se procede a ensayar en el equipo CBR (Multispeed). Los datos que brinda el aparato Multispeed es una gráfica de esfuerzo vs deformación, finalmente concluido el ensayo se extraen dos muestras 1 de la parte de arriba del molde y 1 de la parte de abajo con el fin de determinar el contenido de humedad después de saturar la muestra.

**Fig 22: Ensayo de CBR**



**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

#### **2.2.4 Fase 2: Estudio y análisis correlacional**

Para la fase 2 en cumplimiento con el segundo objetivo específico, se realizó el análisis de los datos obtenidos en campo y laboratorio mediante correlaciones simples y múltiples, de las cuales se obtiene el valor de CBR que permitirá el diseño del pavimento flexible en una de las vías estudiadas.

Las correlaciones múltiples se realizan en función de tres variables, dichas correlaciones pueden ser lineales, logarítmicas, exponenciales o potenciales según sea el caso, por ende, se presenta a continuación el formato para obtener las diferentes correlaciones múltiples.

- **Correlación lineal**

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

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

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

**Ecuación:**  $Z = a_0 + a_1X + a_2Y$

Ec: 2-13

**Tabla 14:** Formato correlación lineal múltiple

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CORRELACIONES</b>							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI									
<b>Tutor:</b>		Ing. Milton Aldas Ph.D.		<b>Realizado por:</b>		Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>CORRELACIÓN MÚLTIPLE LINEAL</b>									
N°	Variable								
<b>Muestra</b>	x	y	z	xz	yz	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	z <sup>2</sup>


*Fuente:* Karina Lizbeth Amán Chicaiza

- **Correlación logarítmica**

**Ecuación:**  $Z = a_0 + a_1 \log X' + a_2 Y$

Ec: 2-14

Tabla 15: Formato correlación logarítmica múltiple

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CORRELACIONES</b>								
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI										
<b>Tutor:</b>		Ing. Milton Aldas Ph.D.			<b>Realizado por:</b>		rina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>CORRELACIÓN MÚLTIPLE LOGRÍTMICA</b>										
<b>N° Muestra</b>	<b>Variable</b>									
	x	y	z	x'=Log (x)	x'z	yz	x'y	x <sup>-2</sup>	y <sup>2</sup>	z <sup>2</sup>


Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

- **Correlación Exponencial**

$$\text{Ecuación: } \ln(Z) = \ln(a_0) + a_1X + a_2Y$$

Ec: 2-15

Tabla 16: Formato correlación exponencial múltiple


		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CORRELACIONES</b>								
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI										
<b>Tutor:</b>		Ing. Milton Aldas Ph.D.			<b>Realizado por:</b>		rina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>CORRELACIÓN MÚLTIPLE EXPONENCIAL</b>										
<b>N° Muestra</b>	<b>Variable</b>									
	x	y	z	z'=Log (z)	xz'	yz'	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	z <sup>2</sup>

Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

- **Correlación Potencial**

$$\text{Ecuación: } \log(Z) = \log(a_0) + a_1\log(X) + a_2\log(Y) \quad \text{Ec: 2-16}$$

**Tabla 17: Formato correlación potencial múltiple**



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CORRELACIONES</b>												
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI												
<b>Tutor:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	<b>Realizado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza									
CORRELACIÓN MÚLTIPLE POTENCIAL												
N° Muestra	Variable			x'=Log (x)	y'=Log (y)	z'=Log (z)	xz	yz	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	z <sup>2</sup>
	x	y	z									

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

### 2.2.5 Fase 3: Diseño de pavimento flexible

Para la fase 3 en cumplimiento con el tercer objetivo específico, se realizó el conteo vehicular durante doce horas consecutivas (6:00 am – 18:00 pm), en un periodo de siete días. La vía fue seleccionada en base al flujo vehicular observado en las diferentes vías estudiadas, escogiendo de esta manera la de mayor flujo vehicular, una vez seleccionada la vía, se procede con el conteo vehicular siguiendo el formato que se muestra a continuación:

**Fig 23: Formato hoja de campo para conteo vehicular**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b>								
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI								
<b>Cantón:</b>		<b>Vía:</b>		<b>Estación N°:</b>				
<b>Parroquia:</b>		<b>Fecha:</b>		<b>Sentido:</b>				
<b>Sector:</b>		<b>Día:</b>		<b>Ensayado por:</b>				
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes			
6:00	6:15							
6:15	6:30							
6:30	6:45							
6:45	7:00							

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

De los resultados que se obtiene del conteo vehicular, juntamente con los resultados obtenidos en la fase 2, se realiza el diseño de un pavimento flexible siguiendo los parámetros de diseño estipulados en la norma AASHTO 93, de esta forma se tiene el

diseño del pavimento flexible para el valor de CBR en laboratorio y el CBR que se obtiene mediante las correlaciones entre las propiedades índice y mecánicas, DCP y CBR.

### 2.2.5.1 Parámetros para el diseño Estructural de Pavimentos Flexibles

#### 2.2.5.1.1 Factor hora pico (FHP)

El factor de hora pico se calcula con base al análisis vehicular, en el cual se establece el horario en donde existe mayor flujo vehicular. [37]

$$FHP = \frac{VHMD}{N * Q_{15m\acute{a}x}}$$

Ec: 2-17

Donde:

**VHMD:** Volumen horario de máxima demanda.

**Q<sub>15 máx.</sub>:** Flujo máximo durante 15 minutos.

**N:** Número de periodos durante la hora máxima de demanda.

#### 2.2.5.2 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{VHP * FHP}{k}$$

Ec: 2-18

Donde:

**VHP:** Volumen de vehículos en la hora pico.

**FHP:** Factor de hora pico.

**k:** Porcentaje de la 30va hora de diseño, dependiendo de la zona.

**Tabla 18:** Valores de k para TPDA

Tipo de función	k
Para carreteras suburbanas	0.08
Para carreteras rurales secundarias	0.12
Para carreteras rurales principales	0.16

**Fuente:** Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones, Cal y Mayor [37]



El TPDA se calculó mediante el tipo de vehículos que se encontraron en la zona, es así como el TPDA se calculó para el tránsito de vehículos livianos, camiones y buses, por ende, se aplica la siguiente fórmula.

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

**Ec: 2-19**

### **2.2.5.3 Tráfico atraído (Ta)**

Hace referencia al tránsito nuevo que atrae por la generación de la nueva carretera.[37]

$$Ta = 10\%TPDA$$

**Ec: 2-20**

### **2.2.5.4 Tráfico generado (Tg)**

Hace referencia a los viajes realizados con anterioridad. [37]

$$Tg = 20\%TPDA$$

**Ec: 2-21**

### **2.2.5.5 Tráfico desarrollado (Td)**

Se considera el 5% del TPDA actual.[37]

$$Td = 5\%TPDA$$

**Ec: 2-22**

### **2.2.5.6 TPDA total**

$$TPDA_{Total} = TPDA_{actual} + Ta + Tg + Td$$

**Ec: 2-23**

### 2.2.5.7 Tráfico futuro (Tf)

Para la vía se considerará un periodo de diseño de 20 años, iniciando en el 2023 hasta el 2043.

$$Tf = TPDA_{Total} * (1 + i)^n$$

Ec: 2-24

Donde:

**i:** Tasa de crecimiento del tránsito (tabla 19)

*Tabla 19: Tasa de crecimiento anual vehicular (%)*

<b>Tasa de crecimiento anual del tráfico (%)</b>			
<b>Periodo</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones</b>
<b>2015 - 2020</b>	3.97	1.97	1.94
<b>2020 - 2025</b>	3.57	1.78	1.74
<b>2025 - 2030</b>	3.25	1.62	1.58
<b>2030 - 2035</b>	3.25	1.62	1.58
<b>2035 - 2040</b>	3.25	1.62	1.58
<b>2040 - 2045</b>	3.25	1.62	1.58

*Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MTOP-2003. [38]*

### 2.2.5.8 Tipo de vía en función del tráfico futuro

El tipo de vía según la MTOP se puede deducir mediante el tráfico futuro calculado, como se indica en la tabla 20 obtenida del MTOP.

*Tabla 20: Tipo de carretera en base al TPDA*

<b>Función</b>	<b>Clase de carretera</b>	<b>TPDA</b>
<b>Corredor arterial</b>	RI ó RII	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
<b>Colectora</b>	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
<b>Vecinal</b>	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

*Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MTOP-2003. [38]*

### 2.2.5.9 Diseño de pavimento flexible Método AASHTO 93

Con los resultados anteriores se procede a realizar el diseño del pavimento bajo el método AASHTO 93, para lo cual se determinará el número estructural (SN) mediante la siguiente fórmula.[39]

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

Ec: 2-25

Donde:

**W<sub>18</sub>** : Ejes equivalentes

**Z<sub>r</sub>**: Desviación estándar normal.

**S<sub>o</sub>**: Desviación estándar global.

**SN**: Número estructural.

**ΔPSI**: Pérdida de serviciabilidad.

**Mr**: Módulo de resiliencia

### 2.2.5.10 Periodo de diseño

Se determina en base a la tabla proporcionada por la norma AASHTO-93, el periodo de diseño señala el tiempo que va a durar la estructura inicial, desde la apertura de la vía hasta llegar a su serviciabilidad final. [39]

*Tabla 21: Periodo de diseño en base al tipo de carretera*

Tipo de carretera	Periodo de Diseño
Urbana - alto volumen de tránsito	30 - 50
Rural - alto volumen de tránsito	20 - 50
Pavimentada - bajo volumen de tránsito	15 - 25
Revestida - bajo volumen de tránsito	10 - 20

*Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.*[39]

### 2.2.5.11 Número de ejes equivalentes

El número de ejes equivalentes se obtiene en base al factor de daño que estos producen a la circulación por la vía.

### 2.2.5.12 Factor de daño (FD)

El factor de daño se calcula con las siguientes ecuaciones obtenidas de la norma AASHTO 93, donde **P** es la carga por eje expresado en toneladas.

$$FD_{eje\ simple} = \left(\frac{P}{6.6}\right)^4$$

Ec: 2-26

$$FD_{eje\ simple} = \left(\frac{P}{8.2}\right)^4$$

Ec: 2-27

$$FD_{eje\ simple} = \left(\frac{P}{15}\right)^4$$

Ec: 2-28

### 2.2.5.13 Factor de distribución por carril

Con base a la norma AASHTO 93, se utiliza la siguiente tabla para obtener el factor de distribución por carril.

*Tabla 22: Factor de distribución por carril*

Nº de carriles por sentido	% W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

*Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]*

### 2.2.5.14 Número de ejes equivalentes acumulados W18

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

Ec: 2-29

$$W_{18}Total = W_{18}Acumulado * 0.5$$

Ec: 2-30

### 2.2.5.15 Confiabilidad (R)

El valor de confiabilidad se obtiene la tabla 23, sacada de la norma AASHTO 93.

*Tabla 23: Nivel de confiabilidad*

Clasificación	Nivel de confianza Recomendado	
	Urbano	Rural
<b>Interestatal y Autopista</b>	85 - 99.9	80 - 99.9
<b>Arterias principales</b>	80 - 99	75 - 95
<b>Calles colectoras</b>	80 - 95	75 - 95
<b>Calles locales</b>	50 - 80	50 - 80

*Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]*

### 2.2.5.16 Desviación estándar normal (Zr)

La desviación estándar normal está relacionada con base a la confiabilidad R.

*Tabla 24: Desviación Estándar normal*

Confiabilidad (R)	Desviación Estandar (Zr)
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: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]*

### 2.2.5.17 Desviación estándar global (So)

A continuación, se indican los valores de So para pavimentos rígidos y flexibles. La desviación estándar indica las variaciones que pueden presentarse en el comportamiento del pavimento.

*Tabla 25: Desviación Estándar global*

Desviación Estándar Normal (So)	
Pavimentos rígidos	0.30 - 0.40
Pavimentos flexibles	0.40 - 0.50

*Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]*

#### 2.2.5.18 Índice de Serviciabilidad

$$\Delta PSI = PSI_{Inicial} - PSI_{Final}$$

Ec: 2-31

**Donde:**

**$\Delta PSI$** = Pérdida de serviciabilidad

**PSI inicial**= Serviciabilidad inicial

**PSI final**= Serviciabilidad Final

#### 2.2.5.19 Módulo de resiliencia (Mr)

Para el diseño de pavimentos flexibles mediante el método AASHTO 93, se requiere el módulo de resiliencia, para lo cual la norma posee fórmulas ya establecidas que permiten obtener este valor en función del CBR.

$$Mr(PSI) = 3000 CBR (CBR > 10\%)$$

Ec: 2-32

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

Ec: 2-33

$$Mr(PSI) = 4326 \ln(CBR) + 241 (CBR > 20\%) \text{ Para suelos granulares}$$

Ec: 2-34

### 2.2.5.20 Coeficientes estructurales de las capas del paquete estructural

Los espesores de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento se obtienen determinando el valor de SN.

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

Ec: 2-35

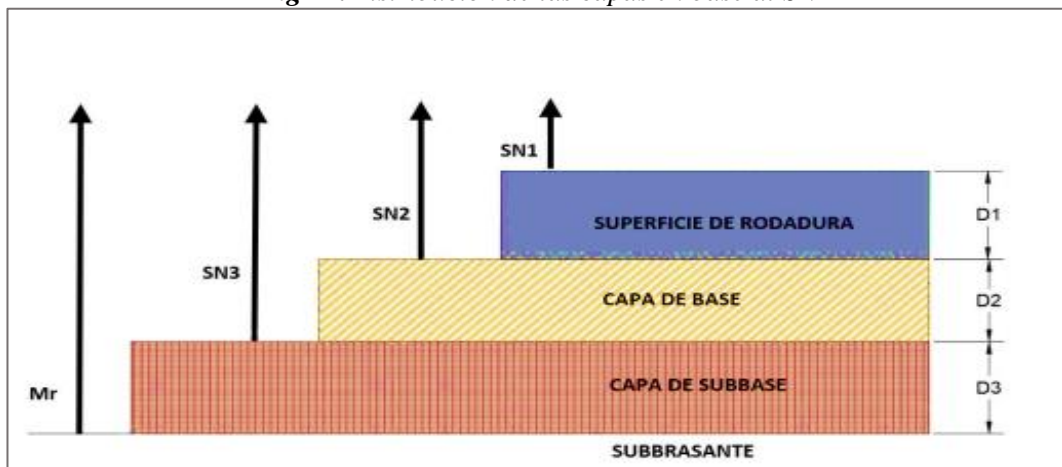
Donde:

**a1, a2, a3:** coeficientes estructurales que componen la estructura del pavimento.

**D1, D2, D3:** espesores de la capa subbase, base y carpeta asfáltica.

**m2, m3:** Coeficiente de drenaje.

*Fig 24: Distribución de las capas en base al SN*

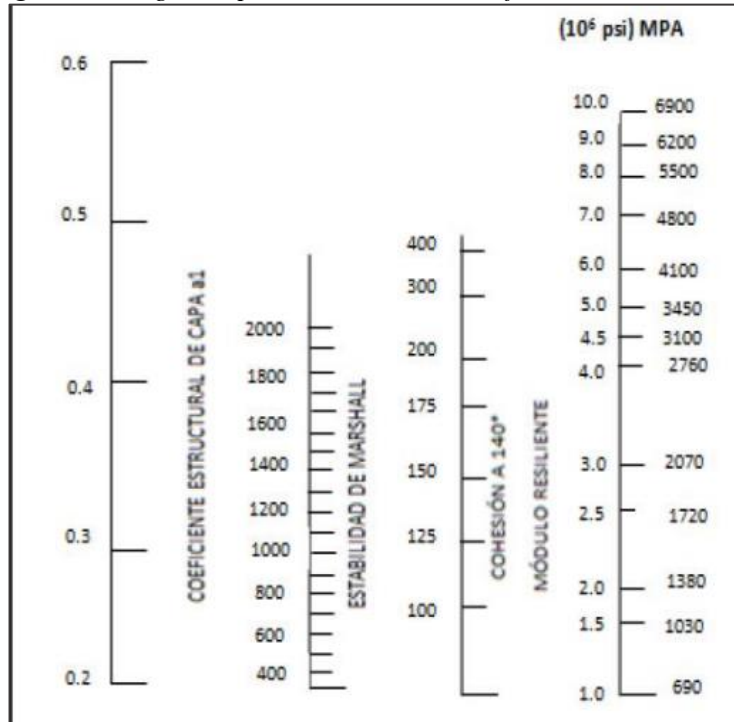


*Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]*

### 2.2.5.21 Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)

Para el diseño de pavimento, la norma AASHTO 93 recomienda 1800lb como valor mínimo de la estabilidad de Marshall para vehículos pesados.

Fig 25: Nomograma para determinar el coeficiente estructural a1

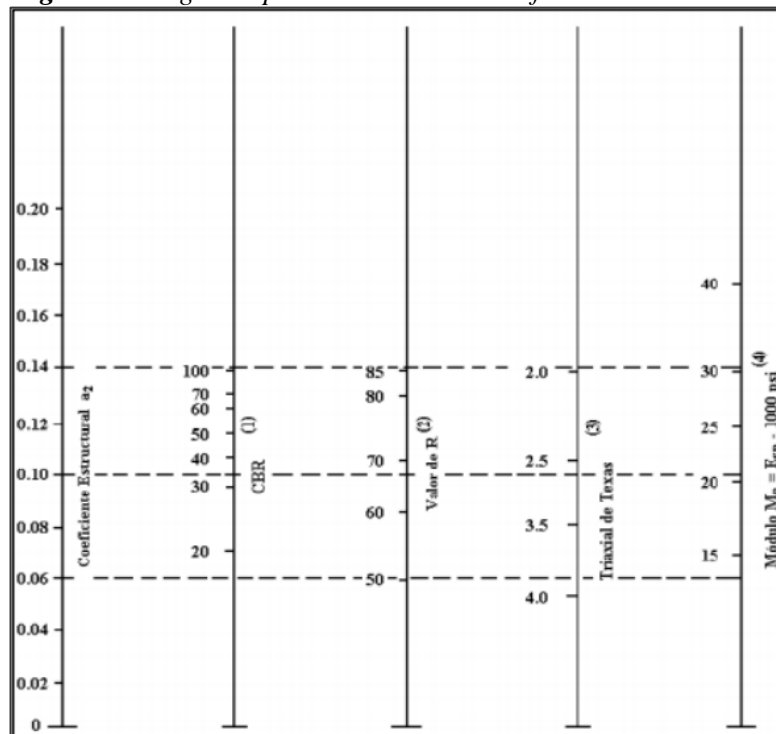


Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]

### 2.2.5.22 Coeficiente estructural de la base (a2)

El porcentaje mínimo de CBR para bases según establece la norma MTOP es del 80%.

Fig 26: Nomograma para determinar el coeficiente estructural a2



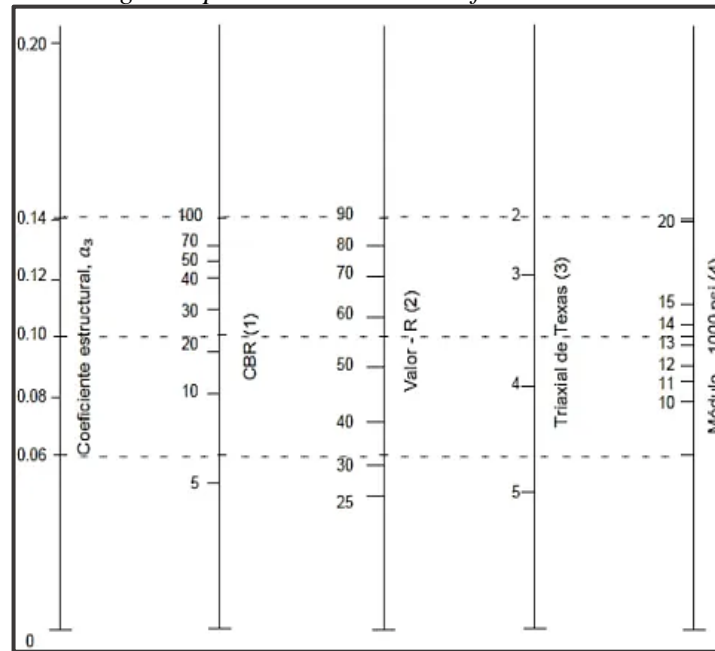
Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]



### 2.2.5.23 Coeficiente estructural de la subbase ( $a_3$ )

El porcentaje mínimo de CBR para subbases según establece la norma MTOP es del 30%.

**Fig 27:** Nomograma para determinar el coeficiente estructural  $a_3$



*Fuente:* AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]

### 2.2.5.24 Coeficiente de drenaje ( $m_2$ , $m_3$ )

El coeficiente de drenaje se obtiene de acuerdo con los anuarios meteorológicos proporcionados por el INAMHI, de esta manera se tiene la estación meteorológica más cercana la de Rumipamba – Salcedo.

Con base a los datos que se obtienen del INAMHI, se puede deducir la calidad de drenaje y de esta manera conocer la cantidad de agua eliminada, mediante la siguiente tabla.

**Tabla 26:** Calidad de drenaje

Calidad del drenaje	Agua eliminada en:
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drenada

*Fuente:* AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]

Con la calidad de drenaje estimada en la tabla 26, se determina el coeficiente de drenaje, para lo cual se utiliza la siguiente tabla proporcionada por la norma AASHTO.

**Tabla 27: Coeficientes de drenaje**

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1,2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0,8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0,6
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0,4

*Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]*

### 2.2.5.25 Espesores mínimos

De acuerdo con el número de ejes equivalentes acumulados, se obtienen los espesores mínimos para el diseño de pavimentos flexibles, según lo establece la norma AASHTO 93, para lo cual se tiene la siguiente tabla de espesores.

**Tabla 28: Tabla de espesores mínimos AASHTO 93**

Eje W 8.2 Ton	Carpeta asfáltica D1 (cm)	Capa base D2 (cm)
Menos de 50 000	3,0	10,0
50 001 a 150 000	5,0	10,0
150 001 a 500 000	6,5	10,0
500 001 a 200 0000	7,5	15,0
2 000 001 a 7 000 000	9,0	15,0
>7 000 000	10,0	15,0

*Fuente: AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del pavimento.[39]*

### 2.2.5.26 Espesores del paquete estructural

#### 2.2.5.26.1 Carpeta asfáltica – SN1

El número estructural para la carpeta asfáltica se calcula mediante la ecuación (Ec:2-36) proporcionada por la norma AASHTO 93.

$$SN_1 = a_1 * D_1$$

**Ec: 2-36**

Donde:

D1= Espesor mínimo de la carpeta asfáltica

a1= Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

#### 2.2.5.26.2 Base – SN2

El número estructural de la base se calcula mediante la ecuación (Ec:2-36) proporcionada por la norma AASHTO 93.

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2$$

Ec: 2-37

Donde:

**D2**= Espesor mínimo de la carpeta asfáltica

**a2**= Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

**m2**= Coeficiente de drenaje

#### 2.2.5.26.3 Subbase – SN3

El número estructural de la subbase se calcula mediante la ecuación (Ec:2-36) proporcionada por la norma AASHTO 93.

$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3$$

Ec: 2-38

Donde:

**D3**= Espesor mínimo de la carpeta asfáltica

**a3**= Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

**m3**= Coeficiente de drenaje

Con los datos obtenidos finalmente se comprueba el diseño utilizando la siguiente fórmula.

$$\sum SN(\text{calculado}) \geq SN \text{ Programa}$$

Ec: 2-39

#### **2.2.6 Fase 4: Clasificación y zonificación de los suelos**

Para la fase 4 en cumplimiento con el cuarto objetivo específico, se procede a realizar la clasificación de los suelos extraídos en los diferentes puntos de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo, siguiendo los parámetros estipulados en las normas SUCS y AASHTO, y con los datos de granulometría, límites de atterberg y gravedad específica que se obtuvo en la fase 1, además se realizó el mapeo respectivo de los suelos encontrados en las diferentes parroquias estudiadas.

### CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a la descripción de los ensayos realizados se indica la nomenclatura y unidades empleadas en el presente trabajo experimental.

*Tabla 29: Nomenclatura de las variables*

N°	Nomenclatura	Descripción	Unidad
1	Wnat	Contenido de humedad natural	%
2	LL	Límite líquido	%
3	LP	Límite plástico	%
4	IP	Índice de plasticidad	%
5	e	Relación de vacíos	-
6	n	Porosidad	%
7	Gw	Grado de saturación del agua	%
8	Ga	Grado de saturación del aire	%
9	Gs	Gravedad específica	-
10	G	Porcentaje de grava	%
11	A	Porcentaje de arena	%
12	F	Porcentaje de fino	%
13	$\gamma_m$ in situ	Densidad húmeda in situ	gr/cm <sup>3</sup>
14	$\gamma_d$ in situ	Densidad seca in situ	gr/cm <sup>4</sup>
15	Gc	Grado de compactación	%
16	W óptimo	Contenido de humedad óptimo	%
17	CBR	CBR	%
18	DN	Índice de penetración	%
19	Pasa 200	Suelo que pasa el tamiz 200	mm/golpe
20	Cu	Coefficiente de uniformidad	-
21	Cc	Coefficiente de curvatura	-
22	SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	
23	AASHTO	Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte Oficial	

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

#### 3.1. FASE 1

A continuación, se exponen los resultados para las propiedades índice y mecánicas, obtenidas mediante los ensayos realizados en campo y laboratorio de las 12 muestras de suelo representativos de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo.

### 3.1.1. Resultados de los ensayos de campo

- *Densidad de Campo (Método Cono y Arena de Ottawa)*

*Tabla 30: Densidad de campo - Resultados*

Parroquia	Pozo	Ubicación	Densidad de Campo					
			Densidad húmeda in situ $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca in situ $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Relación de vacíos e	Porosidad n%	Grado de saturación del agua Gw%	Grado de saturación del aire Ga%
Alaquez	Po1	Crusillí	1.642	1.450	0.79	44.20	36.904	63.096
	Pm1	Colayapamba	1.720	1.489	0.79	44.11	50.619	49.381
	Pf1	San Antonio	1.911	1.660	0.54	34.96	53.474	46.526
	Po2	Pilatan	1.825	1.630	0.68	40.55	60.998	39.002
	Pf2	San Isidro	1.851	1.587	0.70	41.12	67.515	32.485
	Po3	Chitan	1.932	1.766	0.48	32.36	40.608	59.392
	Pm3	Verde Cocha	1.853	1.600	0.64	38.96	56.223	43.777
	Pf3	Santa Elena	1.739	1.560	0.71	41.38	44.120	55.880
Joseguango Bajo	Po4	San Francisco	1.677	1.461	0.83	45.27	47.718	52.282
	Pf4	Quisinché	1.982	1.776	0.50	33.15	61.995	38.005
	Po5	Agua Clara Cutuchi	1.827	1.618	0.63	38.54	51.167	48.833
	Pf5	La Libertad	1.727	1.548	0.69	40.69	33.089	66.911

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

De los resultados obtenidos de la densidad de campo mediante el método de cono y arena de Ottawa, se observa que los valores de densidad húmeda se encuentran en un rango de 1,642 a 1,982 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que los valores de la densidad seca in situ van de 1,450 a 1,776 gr/cm<sup>3</sup>, lo cual nos indica que las muestras estudiadas pertenecen a suelos friccionantes en algunos casos y en otros a suelos granulares según la clasificación de suelos presentada por Lambe en su libro de mecánica de suelos.

De igual manera, se obtuvo los resultados de la relación de vacíos en un rango de 0,48 a 0,83 correspondiente a suelos granulares y friccionantes, el grado de saturación del agua está entre los valores de 33,089 y 67,515%, mientras que el grado de saturación del aire va del 32,485 a 66,911%, esto nos indica que existe un porcentaje de saturación considerable tanto de agua y aire, esto se debe mayormente a las condiciones en las cuales se extrajeron las muestras y a la diferencia de distancias que se encuentran entre ellas.

- **Dynamic Cone Penetrometer (DCP)**

Los resultados obtenidos con el ensayo DCP muestra valores que van de 10,94 a 44,78 mm/golpe, dentro de los mismos se puede apreciar que existen algunos valores similares puesto que los suelos ensayados pertenecen a un mismo tramo de vía o a su vez porque dichos suelos presentan características similares.

**Tabla 31: Penetrómetro Dinámico de cono**

N° Muestra	Pozo	Ubicación	DCP
			DN mm/golpe
1	Po1	Crusillí	19.60
2	Pm1	Colayapamba	32.50
3	Pf1	San Antonio	10.94
4	Po2	Pilatan	16.52
5	Pf2	San Isidro	18.59
6	Po3	Chitan	32.26
7	Pm3	Verde Cocha	11.01
8	Pf3	Santa Elena	12.40
9	Po4	San Francisco	29.15
10	Pf4	Quisinché	12.65
11	Po5	Agua Clara Cutuchi	20.02
12	Pf5	La Libertad	44.78

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

### 3.1.2. Resultados de los ensayos de laboratorio

- **Granulometría**

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos durante la realización del ensayo de granulometría de las doce muestras representativas de los suelos estudiados, cabe recalcar que mediante el ensayo granulométrico se busca distribuir las partículas del suelo de acuerdo con su tamaño mediante el paso por tamices normalizados.

De acuerdo con lo anterior, dentro de las vías estudiadas en 11 de los doce puntos, se encontró un alto porcentaje de arenas (S%) siendo la muestra cuatro ubicada en la parroquia Alaquez la que presenta un menor porcentaje de arena del 59.92%, en comparación con la muestra ocho de la misma parroquia la cual tiene el mayor porcentaje de arena siendo este del 85.30%, mientras que la muestra 12 de la parroquia

Joséguango Bajo tiene un porcentaje alto de limo(M%) en comparación con al resto de muestras siendo este del 68.92%.

**Tabla 32: Granulometría de los suelos**

N° Muestra	Parroquia	Pozo	Ubicación	Granulometría				
				Grava G%	Arena S%	Limo M%	Cu	Cc
1	Alaquez	Po1	Crusillí	15.00	70.22	14.78	11.07	0.52
2		Pm1	Colayapamba	0.22	63.19	36.59	5.38	0.72
3		Pf1	San Antonio	1.50	84.33	14.17	4.87	1.30
4		Po2	Pilatan	0.40	59.92	39.68	6.86	0.68
5		Pf2	San Isidro	0.42	68.73	30.85	4.36	0.76
6		Po3	Chitan	0.44	63.30	36.26	8.01	0.66
7		Pm3	Verde Cocha	0.69	73.73	25.58	4.11	0.80
8		Pf3	Santa Elena	1.89	85.30	12.81	6.16	1.06
9	Joseguango Bajo	Po4	San Francisco	0.45	67.75	31.80	2.19	0.86
10		Pf4	Quisinché	0.79	82.16	17.05	5.36	0.84
11		Po5	Agua Clara Cutuchi	6.29	81.60	12.11	7.05	1.05
12		Pf5	La Libertad	0.39	30.68	68.92	4.91	0.73

**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Además, se determinó que la muestra 1 posee un porcentaje de grava de 15% siendo un valor alto en comparación a las demás muestras, esto se debe a las condiciones en cuales se encontraba el suelo y a la presencia de cascajo en esta zona.

- **Límites de Atterberg**

Dentro de los resultados obtenidos de límites de atterberg se encontraron valores para el límite líquido que oscilan entre 18.53% a 42.92%, lo cual indica que los suelos estudiados son de baja plasticidad al obtenerse valores menores al 50%.

Además, el límite plástico presenta valores de entre 16.72% a 38.26%, mientras que el índice de plasticidad se encuentra entre el 0.18% al 4.66%, es decir, y en base a la carta de plasticidad de las normas SUCS y AASHTO, los valores reflejados son menores al 50% por ende son suelos de baja plasticidad con presencia de arcilla, arenas y limos en algunos casos.

Los resultados de este ensayo se los puede observar en la siguiente tabla:



*Tabla 33: Límites de Atterberg*

N° Muestra	Pozo	LL %	LP%	IP%
1	Po1	33.72	32.14	1.59
2	Pm1	27.65	23.21	4.44
3	Pf1	18.53	16.72	1.81
4	Po2	23.76	23.34	0.42
5	Pf2	19.95	18.35	1.61
6	Po3	26.96	25.77	1.19
7	Pm3	23.89	23.76	0.14
8	Pf3	26.67	26.49	0.17
9	Po4	26.20	22.72	3.48
10	Pf4	32.87	32.69	0.18
11	Po5	30.59	27.77	2.81
12	Pf5	42.92	38.26	4.66

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

- *Gravedad Específica*

Mediante el ensayo de gravedad específica se obtuvieron valores que se encuentran en un rango de 2,650 a 2,684, lo cual indica que los suelos estudiados son de tipo arenas limosas y en algunos casos con escasa presencia de arcillas.

*Tabla 34: Gravedad Específica*

N° Muestra	Pozo	Gs
1	Po1	2.650
2	Pm1	2.678
3	Pf1	2.651
4	Po2	2.654
5	Pf2	2.671
6	Po3	2.662
7	Pm3	2.677
8	Pf3	2.656
9	Po4	2.669
10	Pf4	2.657
11	Po5	2.652
12	Pf5	2.684

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

- **Proctor modificado tipo “B”**

El ensayo de Proctor modificado permite obtener los valores para la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo de los suelos, es de esta manera que se obtuvieron los siguientes resultados incluidos el grado de compactación de las muestras estudiadas como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 35: Proctor Modificado tipo “B”**

Parroquia	Pozo	Ubicación	Compactación		
			$\omega$ % óptimo	Densidad seca máxima $\gamma_{dm\acute{a}x}(gr/cm^3)$	Grado de compactación  Gc %
Alaquez	Po1	Crusillí	16.40	1.557	93.15
	Pm1	Colayapamba	15.50	1.691	88.08
	Pf1	San Antonio	15.70	1.697	97.82
	Po2	Pilatan	13.30	1.523	107.00
	Pf2	San Isidro	14.90	1.686	94.16
	Po3	Chitan	11.50	1.751	100.87
	Pm3	Verde Cocha	19.90	1.658	96.48
	Pf3	Santa Elena	14.20	1.754	88.95
Joseguango Bajo	Po4	San Francisco	17.70	1.517	96.30
	Pf4	Quisinché	12.90	1.860	95.46
	Po5	Agua Clara Cutuchi	15.50	1.689	95.79
	Pf5	La Libertad	14.40	1.562	99.12

**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

El contenido de humedad óptimo de las muestras varía desde el 11.50% al 19.90%, obteniendo de esta manera valores de densidad seca máxima de entre 1.517 a 1.860 gr/cm<sup>3</sup> h, además los valores de grado de compactación obtenidos durante el ensayo son altos en mayor parte de las muestras.

- **CBR**

Mediante el ensayo de CBR se obtuvieron valores que oscilan entre el 11.90 % y el 26.00% que se clasifican como buenos para ser usados como capas base y subbase.

Los resultados obtenidos de este ensayo se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 36: California Bearing Ratio (CBR)**

Parroquia	Pozo	Ubicación	CBR %		
			95% $\gamma_d$ máx		
			0.1 in	0.2 in	Máximo
Alaquez	Po1	Crusillí	21.50	26.00	26.00
	Pm1	Colayapamba	9.60	11.90	11.90
	Pf1	San Antonio	13.60	14.40	14.40
	Po2	Pilatan	15.50	16.20	16.20
	Pf2	San Isidro	14.40	14.90	14.90
	Po3	Chitan	14.60	16.50	16.50
	Pm3	Verde Cocha	14.60	16.00	16.00
	Pf3	Santa Elena	11.80	12.60	12.60
Joseguango Bajo	Po4	San Francisco	13.50	15.60	15.60
	Pf4	Quisinché	21.40	23.10	23.10
	Po5	Agua Clara Cutuchi	22.20	22.60	22.60
	Pf5	La Libertad	11.50	13.20	13.20

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las propiedades índice y mecánicas obtenidas de cada uno de los ensayos mencionados anteriormente.

Tabla 37: Propiedades Índice del suelo

N° Muestra	Parroquia	Pozo	Humedad natural $\omega$ %	Granulometría					Límite Líquido LL %	Límite Plástico LP%	Índice Plástico IP%	Gravedad específica Gs	Densidad de Campo				Clasificación	
				Grava G%	Arena S%	Limo M%	Cu	Cc					Relación de vacíos e	Porosidad n%	Grado de saturación del agua Gw%	Grado de saturación del aire Ga%	SUCS	AASHTO
1	Alaquez	Po1	14.42	15.00	70.22	14.78	11.07	0.52	33.72	32.14	1.59	2.650	0.79	44.20	36.90	63.10	SM	A-1-b
2		Pm1	4.32	0.22	63.19	36.59	5.38	0.72	27.65	23.21	4.44	2.678	0.79	44.11	50.62	49.38	SM	A-4
3		Pf1	17.09	1.50	84.33	14.17	4.87	1.30	18.53	16.72	1.81	2.651	0.54	34.96	53.47	46.53	SM	A-2-4
4		Po2	5.84	0.40	59.92	39.68	6.86	0.68	23.76	23.34	0.42	2.654	0.68	40.55	61.00	39.00	SM	A-4
5		Pf2	21.82	0.42	68.73	30.85	4.36	0.76	19.95	18.35	1.61	2.671	0.70	41.12	67.51	32.49	SM	A-2-4
6		Po3	7.08	0.44	63.30	36.26	8.01	0.66	26.96	25.77	1.19	2.662	0.48	32.36	40.61	59.39	SM	A-4
7		Pm3	5.63	0.69	73.73	25.58	4.11	0.80	23.89	23.76	0.14	2.677	0.64	38.96	56.22	43.78	SM	A-2-4
8		Pf3	34.89	1.89	85.30	12.81	6.16	1.06	26.67	26.49	0.17	2.656	0.71	41.38	44.12	55.88	SM	A-1-b
9	Joseguango Bajo	Po4	32.63	0.45	67.75	31.80	2.19	0.86	26.20	22.72	3.48	2.669	0.83	45.27	47.72	52.28	SM	A-2-4
10		Pf4	16.76	0.79	82.16	17.05	5.36	0.84	32.87	32.69	0.18	2.657	0.50	33.15	61.99	38.01	SM	A-2-4
11		Po5	14.36	6.29	81.60	12.11	7.05	1.05	30.59	27.77	2.81	2.652	0.63	38.54	51.17	48.83	SM	A-1-b
12		Pf5	57.53	0.39	30.68	68.92	4.91	0.73	42.92	38.26	4.66	2.684	0.69	40.69	33.09	66.91	ML	A-5

Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Tabla 38: Propiedades Mecánicas del suelo.

N° Muestra	Parroquia	Pozo	Ubicación	Densidad de Campo		Compactación			CBR %			DCP
				Densidad húmeda in situ $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca in situ $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\omega$ % óptimo	Densidad seca máxima $\gamma_{d\text{máx}}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Grado de compactación Gc %	95% $\gamma_d$ máx			DN mm/golpe
									0.1 in	0.2 in	Máximo	
1	Alaquez	Po1	Crusillí	1.642	1.450	16.40	1.557	93.15	21.50	26.00	26.00	10.94
2		Pm1	Colayapamba	1.720	1.489	15.50	1.691	88.08	9.60	11.90	11.90	34.50
3		Pf1	San Antonio	1.911	1.660	15.70	1.697	97.82	13.60	14.40	14.40	11.01
4		Po2	Pilatan	1.825	1.630	13.30	1.523	107.00	15.50	16.20	16.20	18.59
5		Pf2	San Isidro	1.851	1.587	14.90	1.686	94.16	14.40	14.90	14.90	16.52
6		Po3	Chitan	1.932	1.766	11.50	1.751	100.87	14.60	16.50	16.50	20.02
7		Pm3	Verde Cocha	1.853	1.600	19.90	1.658	96.48	14.60	16.00	16.00	19.60
8		Pf3	Santa Elena	1.739	1.560	14.20	1.754	88.95	11.80	12.60	12.60	29.19
9	Joseguango Bajo	Po4	San Francisco	1.677	1.461	17.70	1.517	96.30	13.50	15.60	15.60	31.18
10		Pf4	Quisinché	1.982	1.776	12.90	1.860	95.46	21.40	23.10	23.10	12.40
11		Po5	Agua Clara Cutuchi	1.827	1.618	15.50	1.689	95.79	22.20	22.60	22.60	12.65
12		Pf5	La Libertad	1.727	1.548	14.40	1.562	99.12	11.50	13.20	13.20	44.78

Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

### 3.2.FASE 2

Las correlaciones se obtuvieron en base a los resultados logrados en la fase 1.

**Tabla 39:** Resumen de correlaciones entre propiedades índice y mecánicas del suelo, CBR y DCP.

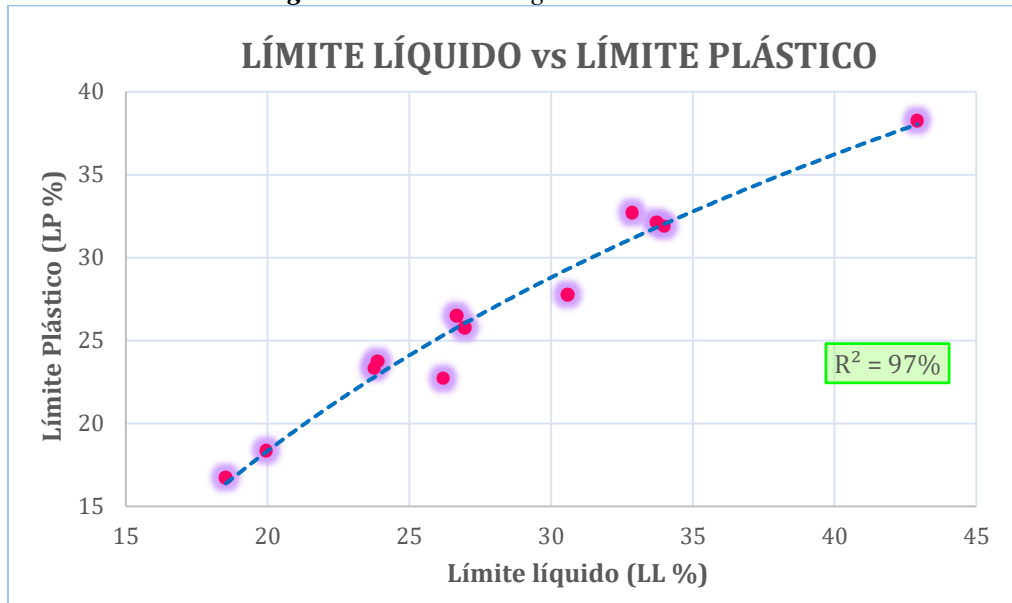
N°	Ecuación	Coefficiente de correlación (R <sup>2</sup> %)	Tipo de función	N° muestras	Fig.
<b>Correlación Propiedades Índice</b>					
1	$LP = 25.79\ln(LL) - 58.912$	97	Logarítmica	12	
2	$Gw = 9.34\ln(Wnat) + 27.60$	86	Logarítmica	10	
3	$Wnat = 0.2779(LP^2) - 13.994(LP) + 180.14$	84	Polinómica	10	
4	$Ga = -13.58\ln(Wnat) + 89.237$	82	Logarítmica	10	
5	$LP = 61144(Gs)^2 - 324878(Gs) - 431558$	88	Polinómica	10	
6	$Wnat = 0.1928(LL)^2 - 10.272(LL) + 143.73$	96	Polinómica	10	
7	$FINOS\% = 0.0873(Gw^2) - 9.8596(Gw) + 298.33$	81	Polinómica	10	
<b>Correlación Propiedades Índice y Mecánicas</b>					
8	$\gamma d \text{ in situ} = -0.0254(n) + 2.5993$	97	Lineal	10	
9	$LL = 343.15(\gamma d \text{ in situ})^2 - 1116.6(\gamma d \text{ in situ}) + 930.59$	60	Polinómica	10	
10	$n = -39.622(\gamma d \text{ in situ}) + 102.61$	96	Lineal	11	
11	$\gamma d_{m\acute{a}x} = 3.164(\gamma h \text{ in situ}) - 10.566(\gamma h \text{ in situ}) + 10.363$	84	Polinómica	10	
12	$Wopt = 29.797(\gamma d \text{ in situ})^{-1.56}$	78	Potencial	10	
13	$\gamma d \text{ in situ} = 1.3652(e)^{0.354}$	96	Potencial	11	
14	$\gamma d \text{ in situ} = 0.0001(Wnat)^2 - 0.0123(Wnat) + 1.7452$	57	Polinómica	10	
<b>Correlación entre DN y Propiedades Índice</b>					
15	$DN = 0.0897(LP)^2 - 3.8679(LP) + 62.784$	69	Polinómica	10	
16	$DN = 0.005(e)^{0.0859Gc\%}$	73	Exponencial	11	
17	$DN = 0.0121(Wnat)^2 - 0.2475(Wnat) + 20.034$	80	Polinómica	10	
<b>Correlación entre CBR y Propiedades Índice y Mecánicas</b>					
18	$CBR = 81.781DN^{-0.519}$	90	Potencial	11	
19	$CBR = 184.51(\gamma d_{m\acute{a}x})^2 - 604.33(\gamma d_{m\acute{a}x}) + 508.1$	71	Polinómica	11	
20	$CBR = 0.4923(Wopt)^2 - 16.435(Wopt) + 149.47$	75	Polinómica	10	
21	$CBR = 0.0068(Finos\%)^2 - 0.752(Finos\%) + 32.825$	82	Polinómica	10	
22	$CBR = 0.0084(ARENA\%)^2 - 0.7689(ARENA) + 29.213$	86	Polinómica	10	

**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

### 3.2.1. Correlaciones Analizadas

#### Correlación #1: Limite Líquido vs Limite Plástico

Fig 28: Correlación logarítmica LL vs LP



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Ecuación:  $LP = 25.79 \ln(LL) - 58.912$

Ec: 3-40

Coefficiente de determinación  $R^2$ : 97%

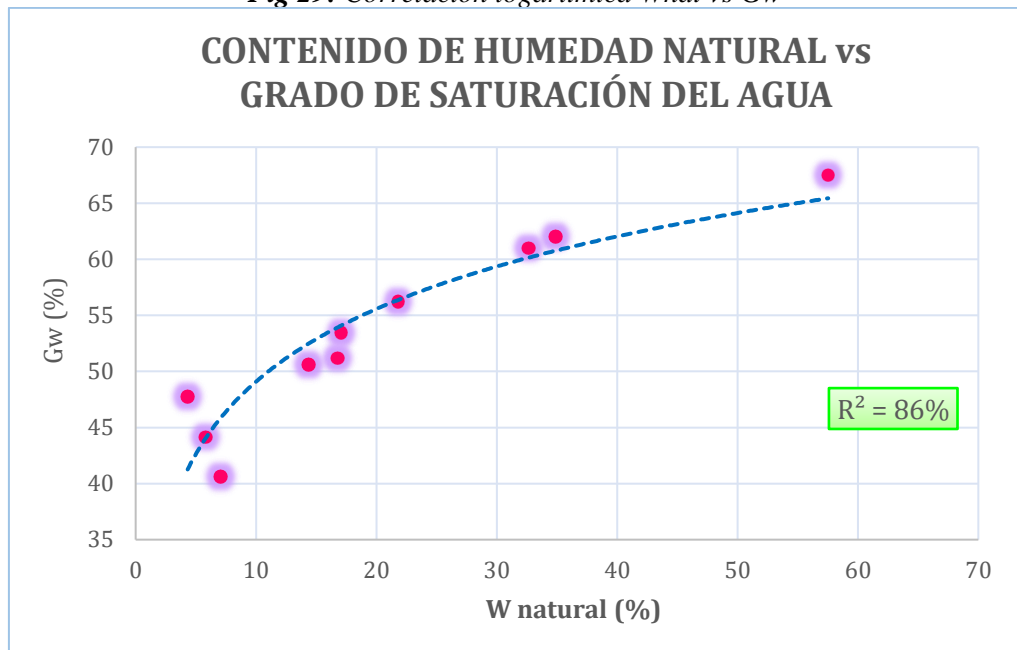
#### Análisis e Interpretación:

En la figura 28, se puede observar que mediante una correlación logarítmica del límite plástico en función del límite líquido se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 97%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje alto de confiabilidad y correlación entre ellas.

Además, en base a la gráfica obtenida resulta fácil evidenciar la relación directamente proporcional que existe entre las variables, el límite líquido se comporta de manera similar al límite plástico, es decir a medida que este aumente el otro también lo hará.

## Correlación #2: Contenido de humedad natural vs Grado de saturación del agua

*Fig 29: Correlación logarítmica  $W_{nat}$  vs  $G_w$*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**  $G_w = 9.34 \ln(W_{nat}) + 27.60$

**Ec:** 3-41

**Coefficiente de determinación  $R^2$ :** 86%

### **Análisis e Interpretación:**

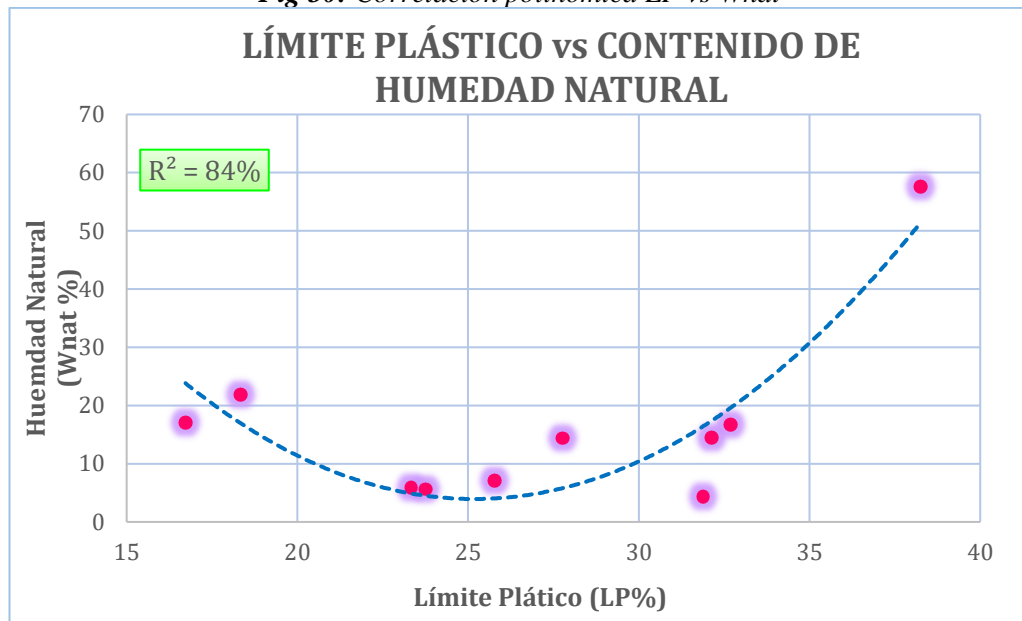
En el modelo de regresión de la figura 29, se puede observar que mediante el trazo de una línea de tendencia logarítmica entre la humedad natural y el grado de saturación del agua se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 86% clasificado como excelente, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen una buena correlación entre ellas, debido a que el  $R^2$  se encuentra en el rango de 70 a 89 %

Además, se puede apreciar que existe una relación directamente proporcional entre las variables, ya que a medida que aumenta el contenido de humedad en el suelo, el grado de saturación del agua también será mayor.



### Correlación #3: Límite plástico vs Contenido de Humedad Natural

Fig 30: Correlación polinómica LP vs Wnat



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Ecuación: 
$$Wnat = 0.2779(LP^2) - 13.994(LP) + 180.14$$

Ec: 3-42

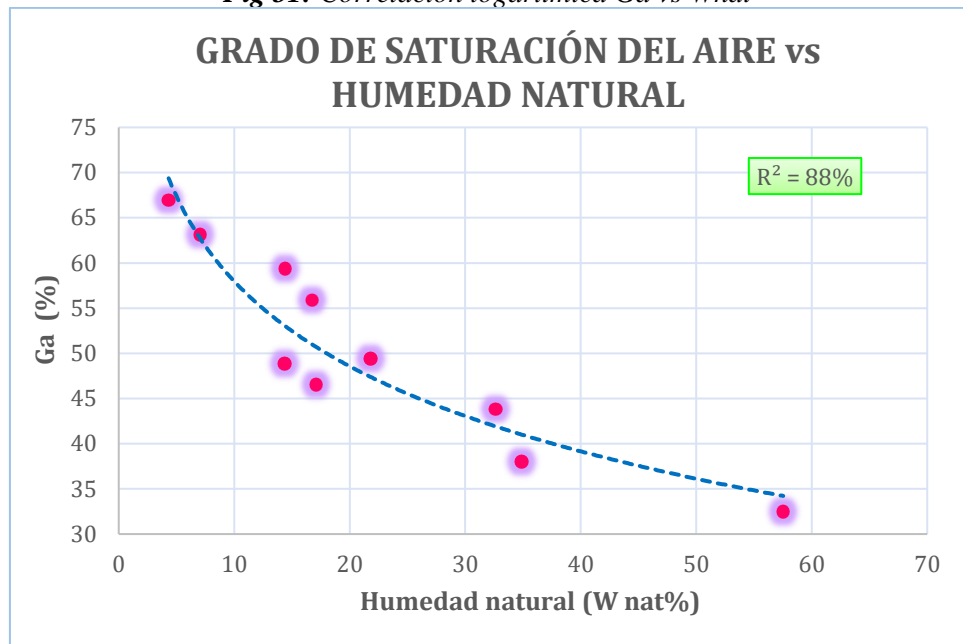
Coefficiente de determinación  $R^2$ : 84%

#### Análisis e Interpretación:

En la figura 30, se puede observar que mediante una correlación polinómica de segundo grado se logra obtener un  $R^2$  del 84%, esto nos indica que su coeficiente de correlación es considerado como bueno, además mediante el gráfico es factible determinar que entre mayor sea el porcentaje del límite plástico, mayor contenido de humedad esta presente en el suelo.

**Correlación #4: Grado de saturación del aire vs Humedad natural del suelo**

*Fig 31: Correlación logarítmica Ga vs Wnat*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**  $Ga = -13.58 \ln(Wnat) + 89.237$

**Ec: 3-43**

**Coefficiente de determinación R<sup>2</sup>: 88%**

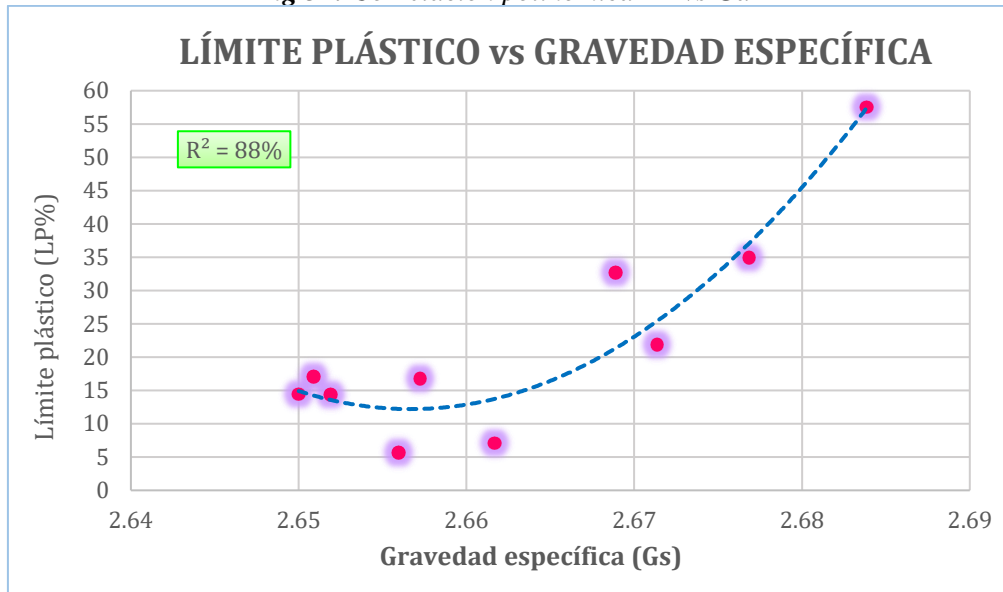
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 31, se puede observar que mediante una correlación logarítmica de la gravedad específica en función del contenido de humedad, se obtiene un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> del 88%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje bueno de correlación entre las variables.

Además, en base a la gráfica obtenida se puede deducir que entre mayor sea el porcentaje de vacíos presente en el suelos, menor será su contenido de humedad, de igual manera a medida que el contenido de humedad aumente su grado de saturación del aire disminuye.

## Correlación #5: Límite Plástico vs Gravedad Específica

Fig 32: Correlación polinómica LP vs Ga



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Ecuación:  $LP = 61144(Gs)^2 - 324878(Gs) - 431558$

Ec: 3-44

Coefficiente de determinación  $R^2$ : 88%

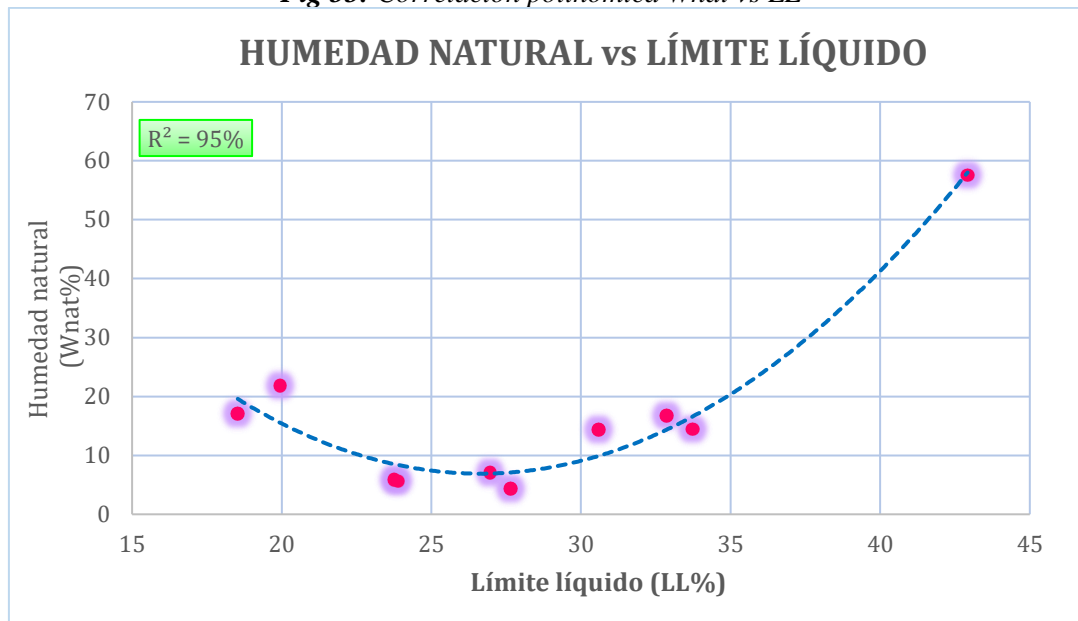
### Análisis e Interpretación:

En la figura 32, se observa una correlación entre el límite plástico y la gravedad específica con una línea de tendencia polinómica de segundo grado, obteniendo de esta forma un coeficiente de correlación del 88% entre las variables que se considera como bueno.

Además, en base a la gráfica obtenida se puede apreciar que entre mayor sea el porcentaje de límite líquido mayor será su gravedad específica debido a que esta es utilizada para calcular la densidad de los sólidos presentes en el suelo.

## Correlación #6: Contenido de Humedad Natural vs Límite Líquido

Fig 33: Correlación polinómica Wnat vs LL



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Ecuación: 
$$Wnat = 0.1928(LL)^2 - 10.272(LL) + 143.73$$

Ec: 3-45

Coefficiente de determinación  $R^2$ : 95%

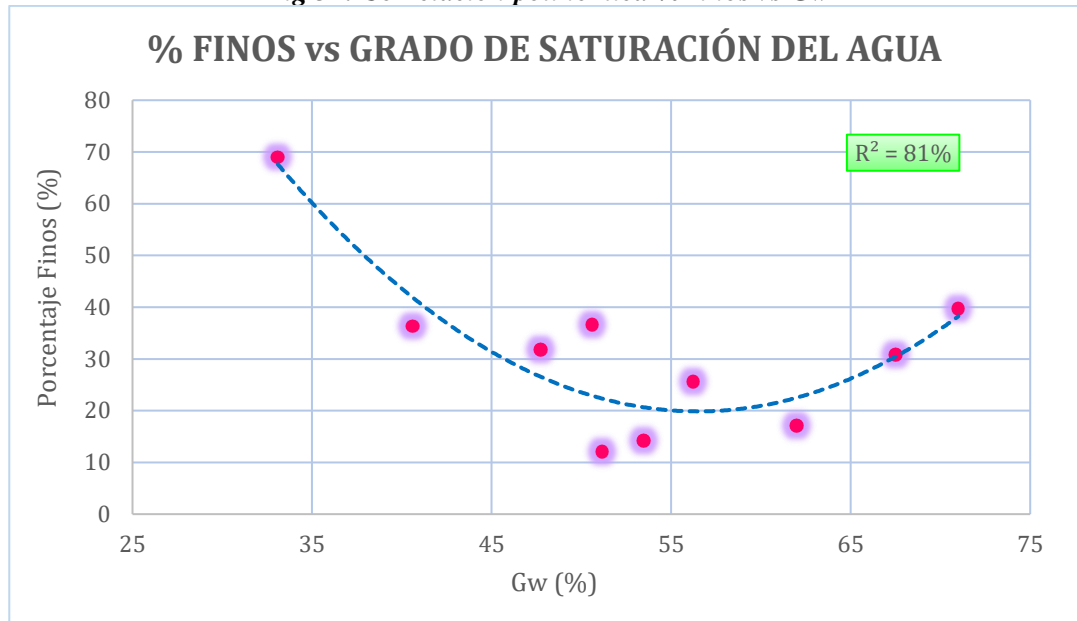
### Análisis e Interpretación:

En la figura 33, se puede observar que mediante una correlación polinómica entre la humedad natural en función del límite líquido se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 95%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje alto de confiabilidad y correlación entre ellas.

En base al gráfico se puede interpretar que entre mayor sea el límite líquido de un suelo, mayor presencia de agua existirá en el mismo.

## Correlación #7: Porcentaje de finos vs Grado de Saturación del agua

Fig 34: Correlación polinómica %Finos vs Gw



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Ecuación:  $FINOS\% = 0.0873(Gw^2) - 9.8596(Gw) + 298.33$

Ec: 3-46

Coefficiente de determinación  $R^2$ : 81%

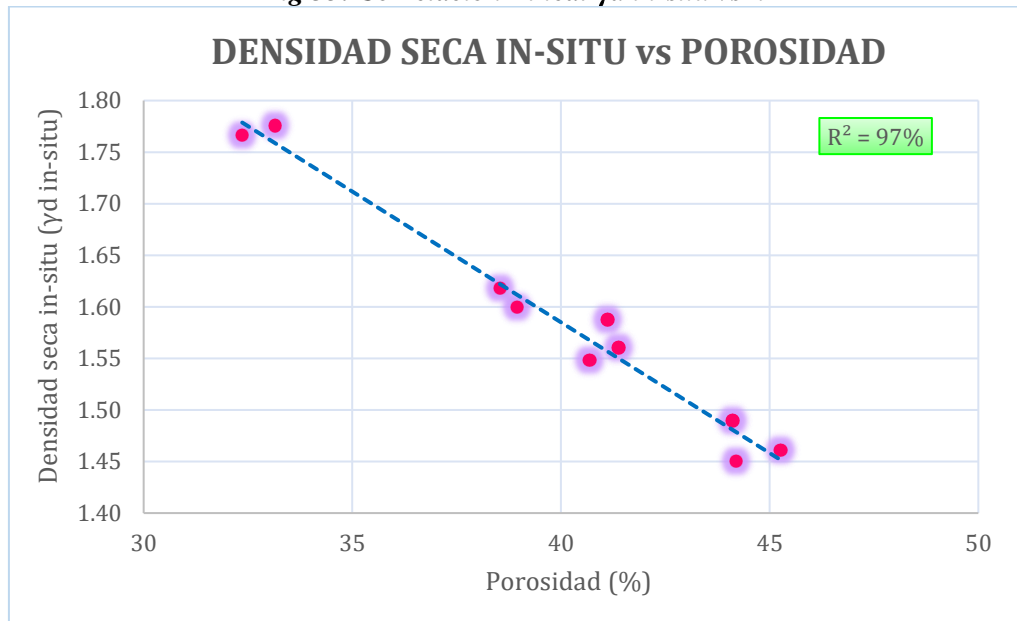
### Análisis e Interpretación:

En la figura 34, se puede observar que mediante una correlación polinómica entre el porcentaje de finos en función del grado de saturación del aire se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 81%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje bueno de correlación entre ellas.

En base a la gráfica se puede deducir que esta correlación es posible debido a que no necesariamente las dos variables están relacionadas directamente, sino que es posible que algunas variables aleatorias hayan obtenido un ajuste óptimo para concretar dicho análisis.

## Correlación #8: Densidad Seca in-situ vs Porosidad

Fig 35: Correlación Lineal  $\gamma_d$  in-situ vs  $n$



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

**Ecuación:**  $\gamma_d \text{ in situ} = -0.0254(n) + 2.5993$

Ec: 3-47

**Coefficiente de determinación  $R^2$ :** 97%

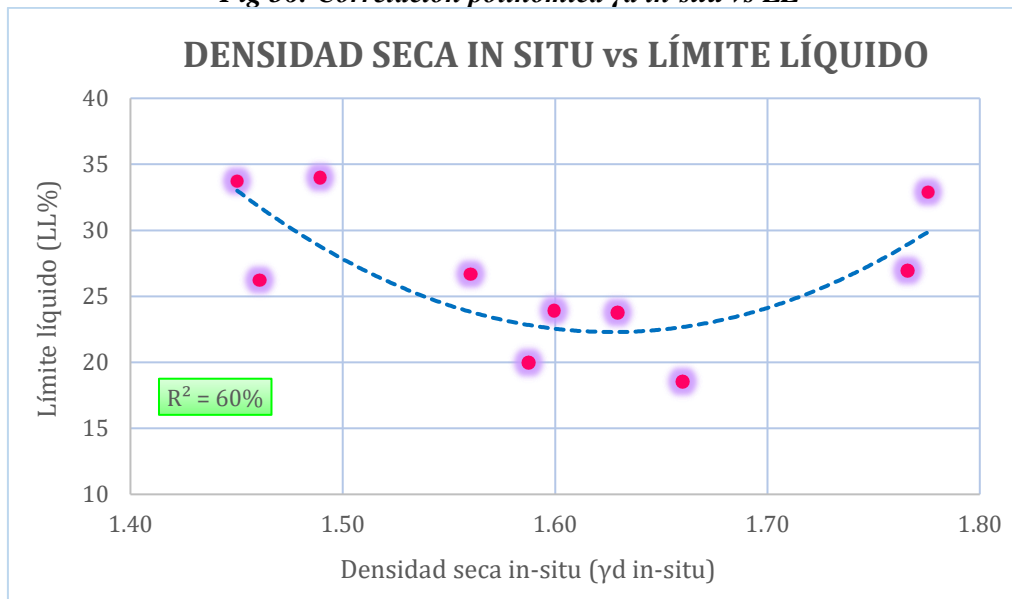
### Análisis e Interpretación:

En la figura 35, se puede observar que mediante una correlación con línea de tendencia lineal entre la densidad seca in situ y la porosidad se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 97%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje alto de confiabilidad y correlación entre ellas.

Además, en base a la gráfica obtenida se puede evidenciar que las variables presentan una relación inversamente proporcional entre ellas, lo cual nos indica que entre mayor sea la porosidad de un suelo, menor será su densidad, esto es posible debido a que la porosidad indica los espacios que existen entre las partículas, por ende si existe mayor distanciamiento entre las partículas de un suelo, menor densidad existirá al no encontrarse bien compactado.

## Correlación #9: Densidad Seca in situ vs Límite Líquido

Fig 36: Correlación polinómica  $\gamma_d$  in-situ vs LL



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Ecuación:  $LL = 343.15(\gamma_{d\text{in situ}})^2 - 1116.6(\gamma_{d\text{in situ}}) + 930.59$

Ec: 3-48

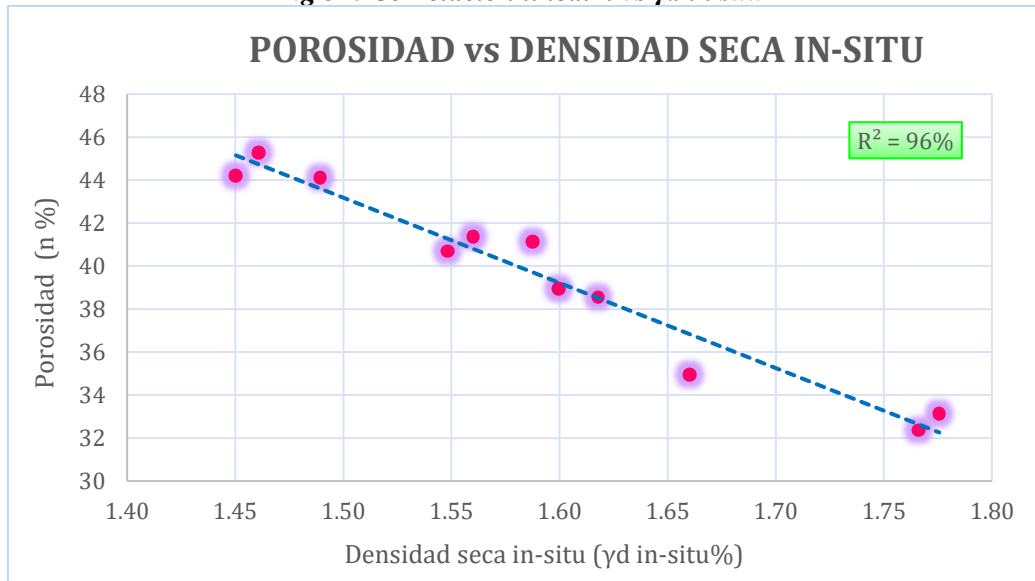
Coefficiente de determinación  $R^2$ : 60%

### Análisis e Interpretación:

En la figura 36 se observa que mediante una línea de tendencia polinómica de segundo grado se obtiene un coeficiente de correlación del 60%, entre el límite líquido y el límite plástico, puesto que estas variables indican que existe una relación aceptable entre ellas, se puede deducir que a medida que aumenta el límite líquido la densidad seca tiende a disminuir.

## Correlación #10: Porosidad vs Densidad seca in situ

Fig 37: Correlación lineal  $n$  vs  $\gamma_d$  in situ



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

Ecuación: 
$$n = -39.622(\gamma_d \text{ in situ}) + 102.61$$

Ec: 3-49

Coefficiente de determinación  $R^2$ : 96%

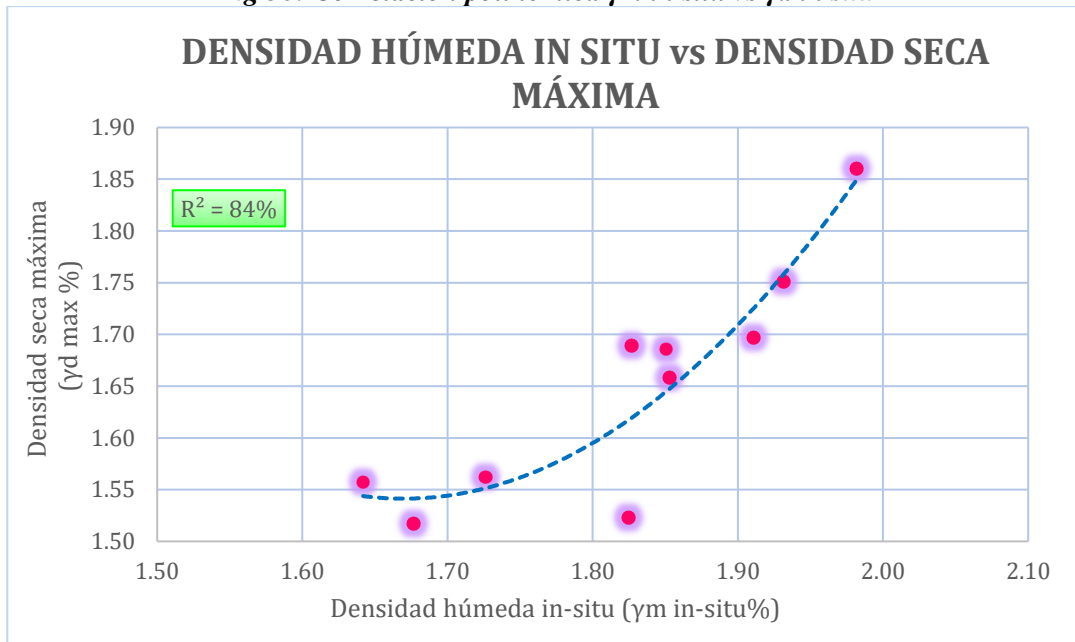
### Análisis e Interpretación:

La presente gráfica de correlación entre Porosidad y Densidad seca in situ, se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.96, calificado como excelente. 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.



- **Correlación #11: Densidad Húmeda in situ vs Densidad Seca Máxima**

*Fig 38: Correlación polinómica  $\gamma_m$  in situ vs  $\gamma_d$  in situ*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**

$$\gamma_{d_{\max}} = 3.164(\gamma_h \text{ in situ})^2 - 10.566(\gamma_h \text{ in situ}) + 10.363$$

**Ec: 3-50**

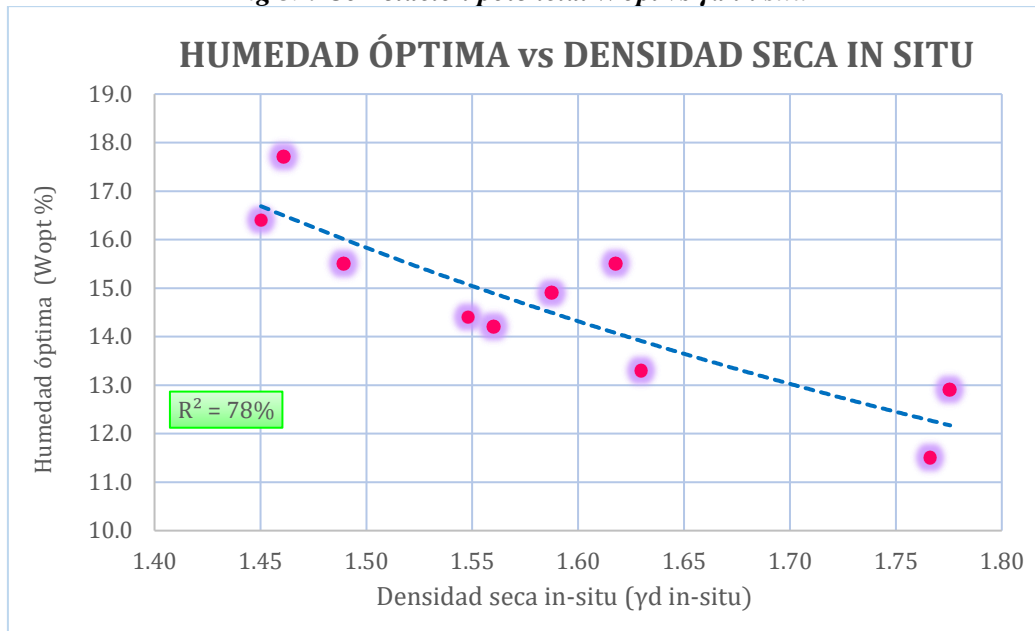
**Coefficiente de determinación  $R^2$ : 84%**

**Análisis e Interpretación:**

En la figura 38, se puede observar que existe una confiabilidad del 84% de correlación entre las variables lo que se considera como bueno, además se ajustó a una ecuación polinómica, en donde se puede llegar a deducir que entre mayor densidad húmeda, mayor será su densidad seca máxima en laboratorio, lo cual que indica que la Densidad húmeda in situ es moderadamente aceptable para calcular valores de Densidad seca máxima.

- **Correlación #12: Humedad óptima vs Densidad Seca in situ**

**Fig 39: Correlación potencial  $W_{opt}$  vs  $\gamma_d$  in situ**



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:** 
$$W_{opt} = 29.797(\gamma_d \text{ in situ})^{-1.56}$$

**Ec: 3-51**

**Coefficiente de determinación  $R^2$ : 78%**

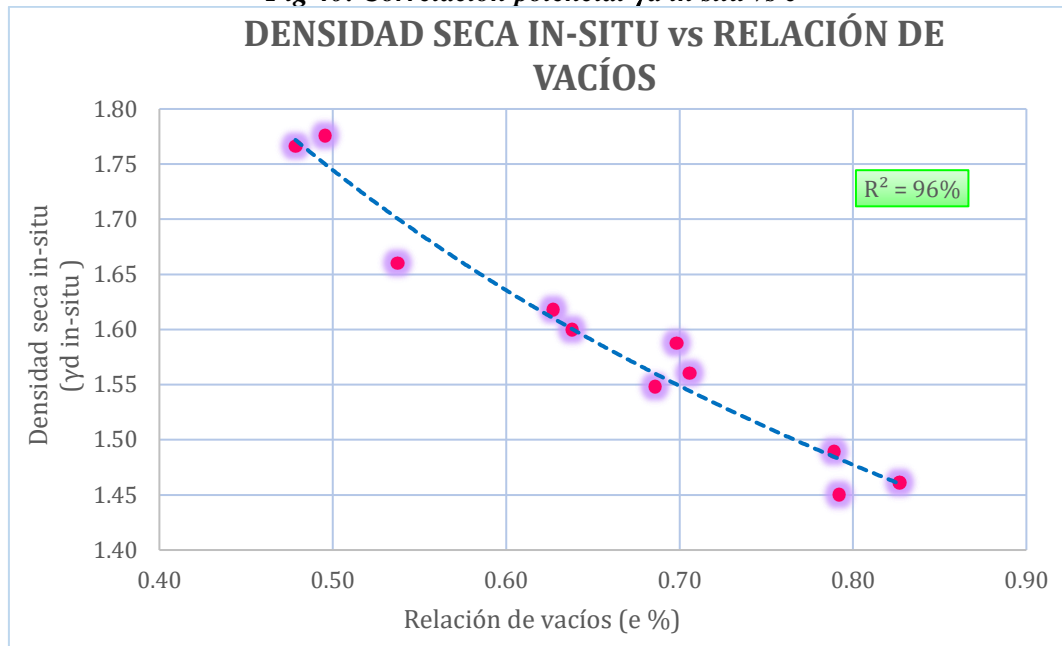
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 39, se puede observar que mediante una correlación potencial entre la densidad seca in situ y la humedad óptima se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 78%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje considerado como bueno de confiabilidad y correlación entre ellas.

Además, en base a la gráfica obtenida resulta fácil evidenciar que entre más densidad seca se tenga quiere decir que más espacios vacíos se han llenado de agua para tener una compactación apropiada.

- **Correlación #13: Densidad Seca in situ vs Relación de vacíos**

*Fig 40: Correlación potencial  $\gamma_d$  in situ vs e*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**  $\gamma_d \text{ in situ} = 1.3652(e)^{0.354}$

**Ec: 3-52**

**Coefficiente de determinación  $R^2$ : 96%**

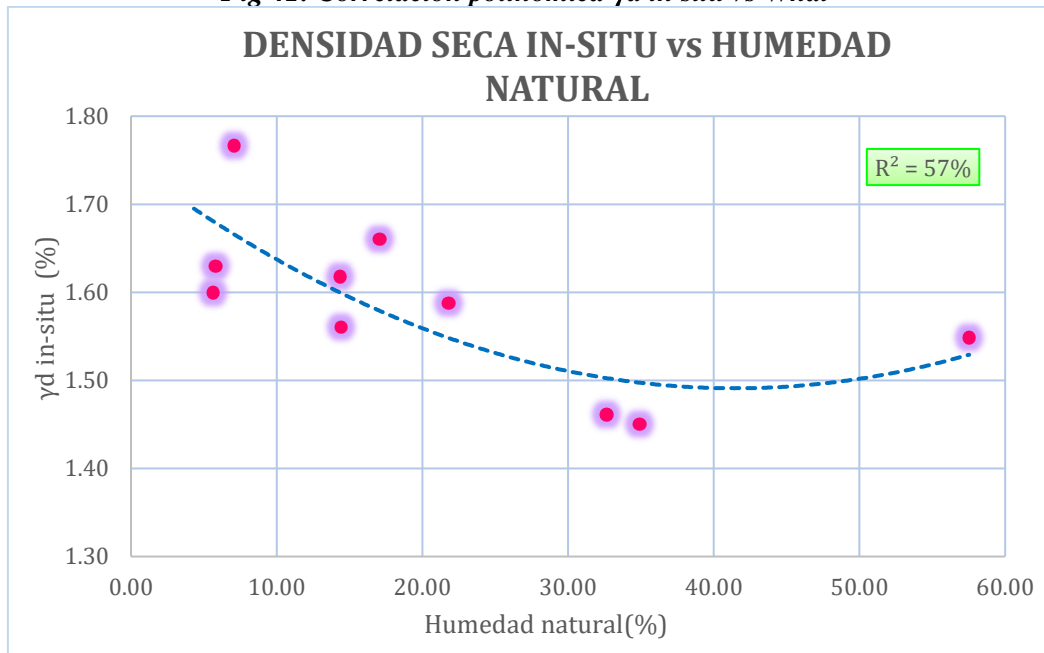
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 40, se observa la correlación entre la densidad seca in situ y la relación de vacíos, con una línea de tendencia exponencial, se obtuvo el coeficiente de determinación  $r^2$  de 96% el cual es un valor considerado como excelente para la correlación.

Con base a la gráfica se puede evidenciar, que la relación de vacíos es inversamente proporcional a la densidad seca in situ, es decir si la relación de vacíos aumenta, la densidad del suelo disminuye, ya que el suelo es más suelto y menos compacto si su volumen de vacíos es mayor.

- **Correlación #14: Densidad Seca in situ vs Contenido de Humedad Natural**

**Fig 41: Correlación polinómica  $\gamma_d$  in situ vs  $W_{nat}$**



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:** 
$$\gamma_d \text{ in situ} = 0.0001(W_{nat})^2 - 0.0123(W_{nat}) + 1.7452$$

**Ec: 3-53**

**Coefficiente de determinación  $R^2$ : 57%**

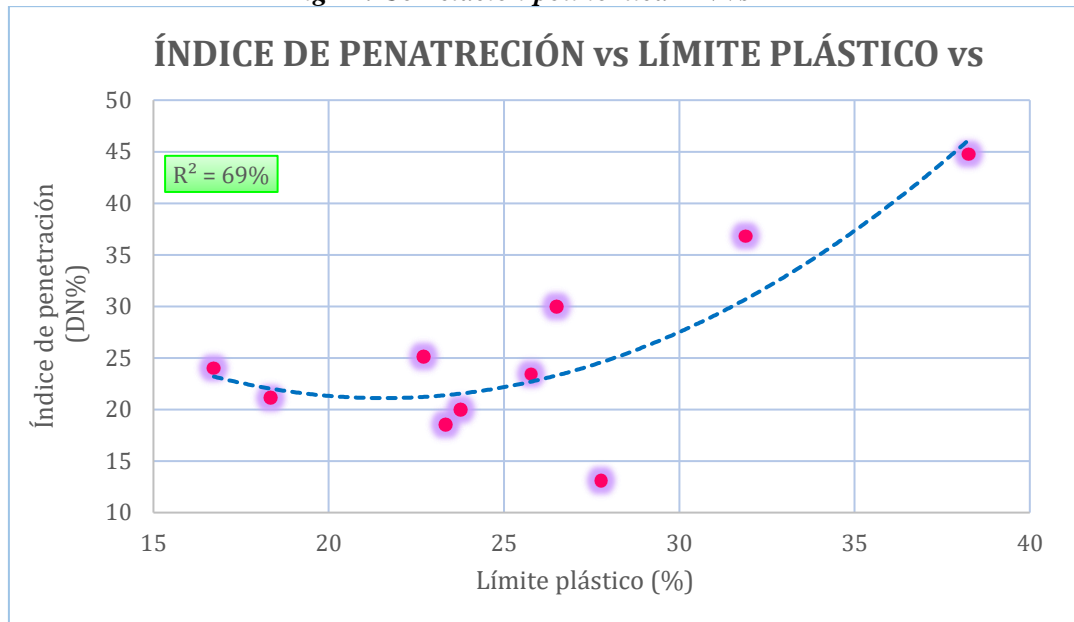
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 41, se puede observar que mediante una correlación polinómica entre la densidad seca in situ y la humedad natural, se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 57%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje aceptable de confiabilidad y correlación entre ellas.

Además, en base a la gráfica obtenida se puede apreciar que entre mayor agua sea retenida por el suelo, menor será su densidad seca, debido a que el suelo pierde su resistencia al corte y provoca que su densidad disminuya.

- **Correlación #15: Índice de penetración vs Límite Plástico**

**Fig 42: Correlación polinómica DN vs LP**



**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

**Ecuación:**  $DN = 0.0897(LP)^2 - 3.8679(LP) + 62.784$

**Ec:** 3-54

**Coefficiente de determinación R<sup>2</sup>:** 69%

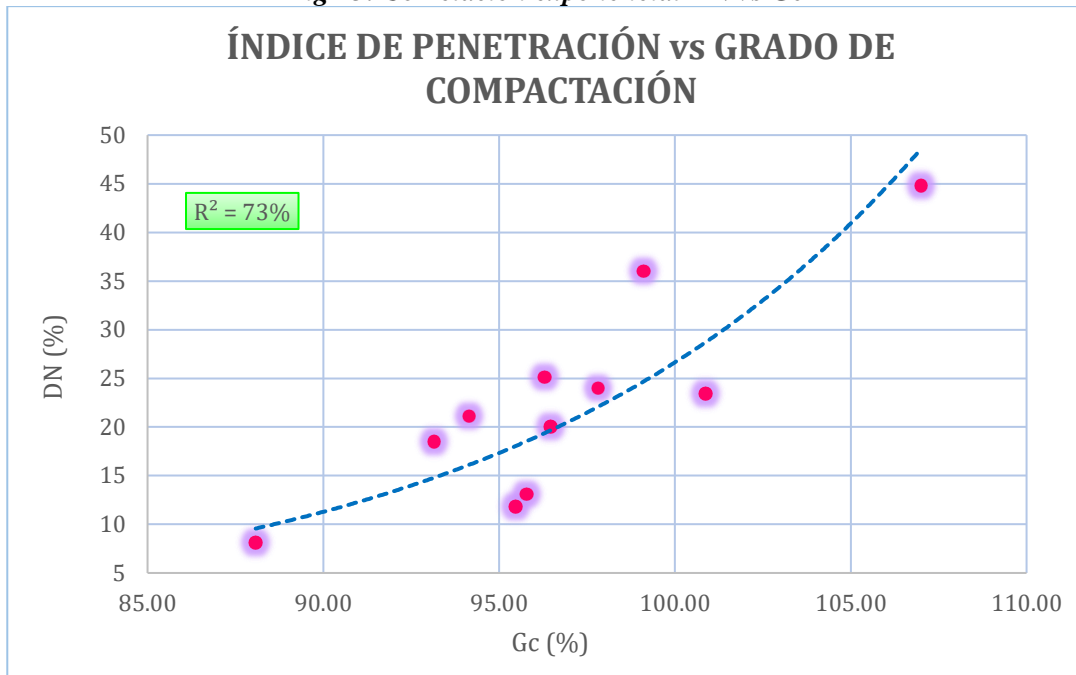
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 42, se puede observar que mediante una correlación polinómica entre el índice de penetración y el límite plástico se obtiene un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> del 69%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje aceptable de confiabilidad y correlación entre ellas.

La relación entre el límite plástico y el índice de penetración es directamente proporcional debido a que conforme el límite plástico aumenta el índice de penetración también lo hará, puesto que la resistencia al corte disminuye por ende el suelo se encuentra más suelto y tendrá mayor mm de penetración.

- **Correlación #16: Índice de penetración vs Grado de Compactación**

*Fig 43: Correlación exponencial DN vs Gc*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**  $DN = 0.005(e)^{0.0859Gc\%}$

**Ec: 3-55**

**Coefficiente de determinación R<sup>2</sup>: 73%**

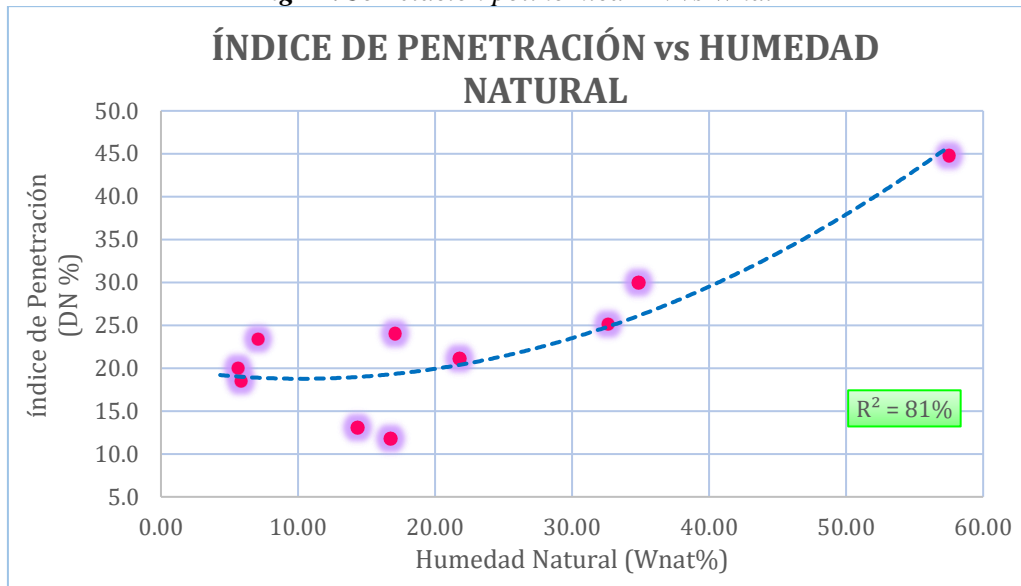
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 43, se puede observar que mediante una correlación exponencial entre el índice de penetración y el grado de compactación se obtiene un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> del 73%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje bueno de confiabilidad y correlación entre ellas.

En base a la grafica se puede deducir que a medida que el grado de compactación de un suelo aumenta, su índice de penetración también aumenta, por lo tanto su relación es directamente proporcional.

- **Correlación #17: Índice de penetración vs Contenido de humedad natural**

**Fig 44: Correlación polinómica DN vs Wnat**



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**  $DN = 0.0121(Wnat)^2 - 0.2475(Wnat) + 20.034$

**Ec: 3-56**

**Coefficiente de determinación  $R^2$ : 81%**

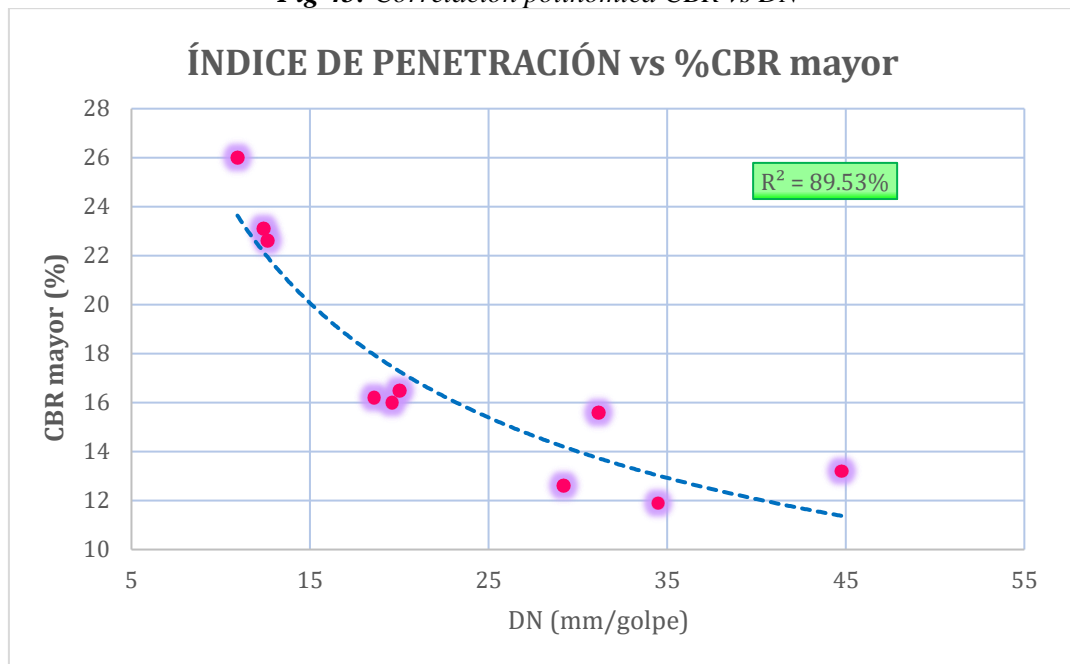
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 44, se puede observar que mediante una correlación polinómica entre la humedad natural y el índice de penetración se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 81%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje bueno de confiabilidad y correlación entre ellas.

Además, en base a la gráfica obtenida resulta fácil evidenciar la relación directamente proporcional que existe entre las variables, debido a que mientras la humedad natural aumenta el índice de penetración también lo hará, es decir que mientras mas humedad tenga un suelo su resistencia a la penetración disminuye por ende sus valores de índice de penetración son mayores.

- **Correlación #18: CBR mayor vs Índice de penetración**

*Fig 45: Correlación polinómica CBR vs DN*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**

$$CBR = 81.781DN^{-0.519}$$

**Ec: 3-57**

**Coefficiente de determinación R<sup>2</sup>: 90%**

**Análisis e Interpretación:**

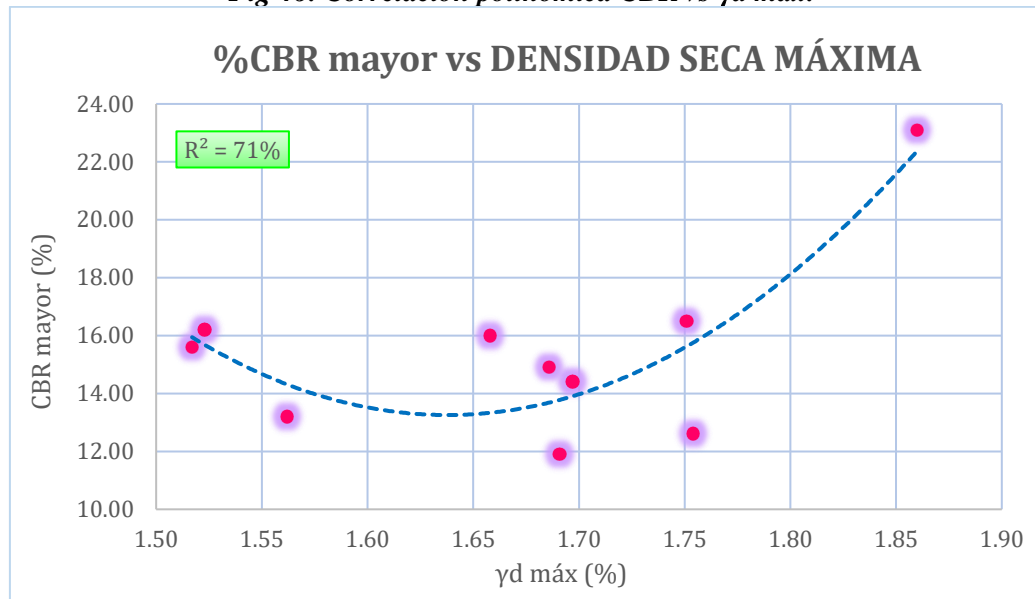
En la figura 45, se puede observar que mediante una correlación potencial entre el CBR y el índice de penetración se obtiene un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> del 89.53%, que redondeando sería 90% lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje alto de confiabilidad y correlación entre ellas.

Mediante la ecuación se puede obtener valores de CBR aproximados conociendo únicamente el valor de índice de penetración, las variables son inversamente proporcionales puesto que a mayor penetración menor será su porcentaje de CBR y de igual manera a menor penetración, se obtendrá un incremento en su CBR.



- **Correlación #19: CBR mayor vs Densidad Seca máxima**

**Fig 46: Correlación polinómica CBR vs  $\gamma d$  máx.**



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**

$$CBR = 184.51(\gamma d_{m\acute{a}x})^2 - 604.33(\gamma d_{m\acute{a}x}) + 508.1$$

**Ec: 3-58**

**Coefficiente de determinación  $R^2$ : 71%**

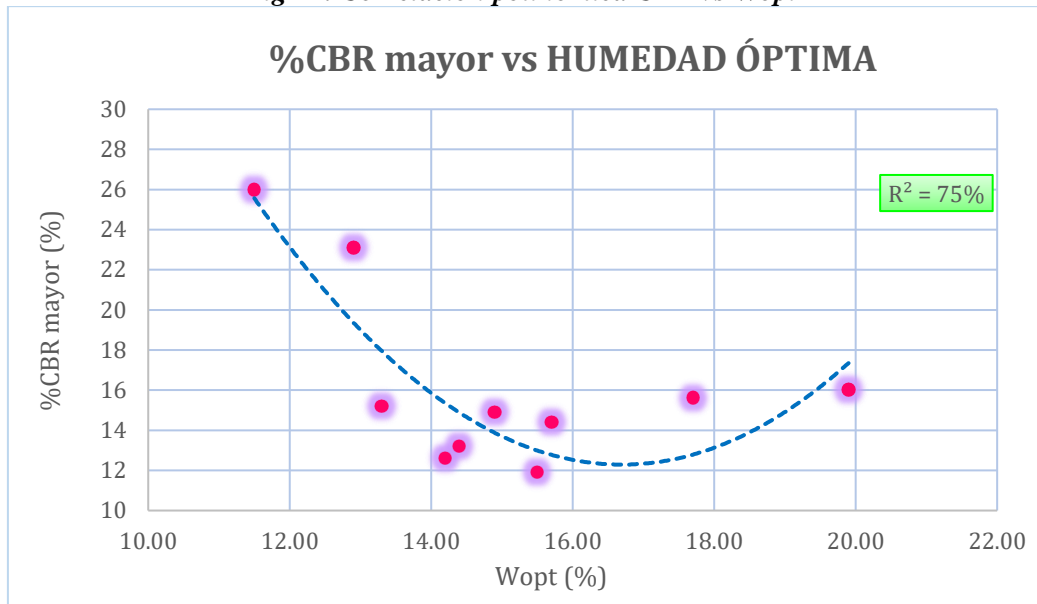
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 46, se puede observar que mediante una correlación polinómica entre el porcentaje de CBR y la densidad seca máxima se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 71%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje bueno de confiabilidad y correlación entre ellas.

En base a la grafica se puede deducir que la relación entre el CBR y la densidad seca máxima es directamente proporcional puesto que el CBR alcanza una resistencia máxima conforme a la densidad seca máxima que alcance el suelo.

- **Correlación #20: CBR mayor vs Índice de penetración**

**Fig 47: Correlación polinómica CBR vs Wopt**



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**

$$CBR = 0.4923(W_{opt})^2 - 16.435(W_{opt}) + 149.47$$

**Ec: 3-59**

**Coefficiente de determinación R<sup>2</sup>: 75%**

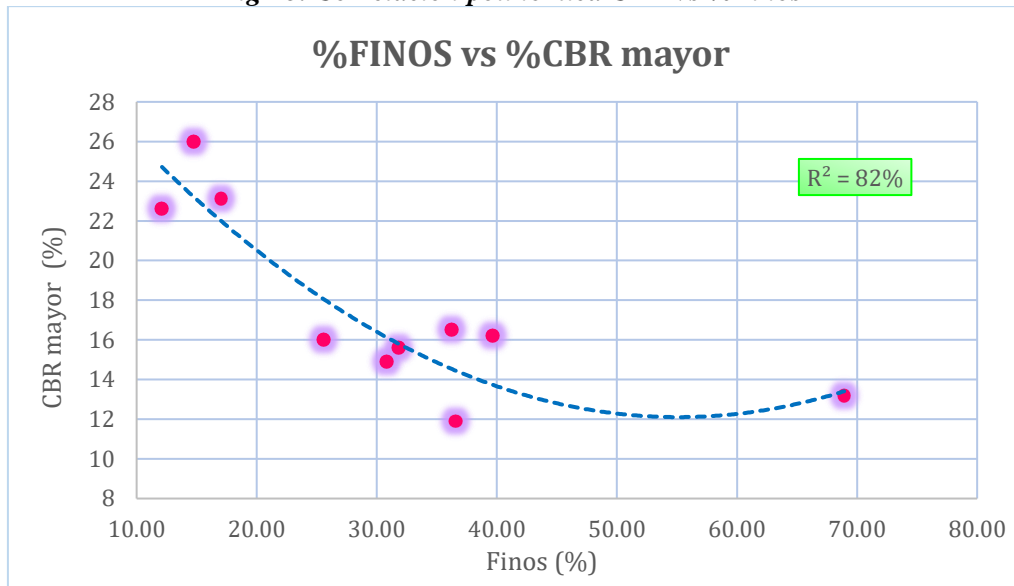
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 47, se puede observar que mediante una correlación polinómica entre el CBR y la humedad óptima se obtiene un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> del 75%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje bueno de confiabilidad y correlación entre ellas.

Además, en base a la gráfica obtenida resulta fácil evidenciar la relación inversamente proporcional que existe entre las variables, debido a que mientras menor sea la humedad óptima en un suelo, este presentara una relación de vacíos baja lo que desencadena que el suelo presente una cohesión baja, de esta forma el CBR alcanza una resistencia máxima.

- **Correlación #21: CBR mayor vs Finos**

**Fig 48: Correlación polinómica CBR vs %Finos**



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**

$$CBR = 0.0068(Finos\%)^2 - 0.752(Finos\%) + 32.825$$

**Ec: 3-60**

**Coefficiente de determinación R<sup>2</sup>: 82%**

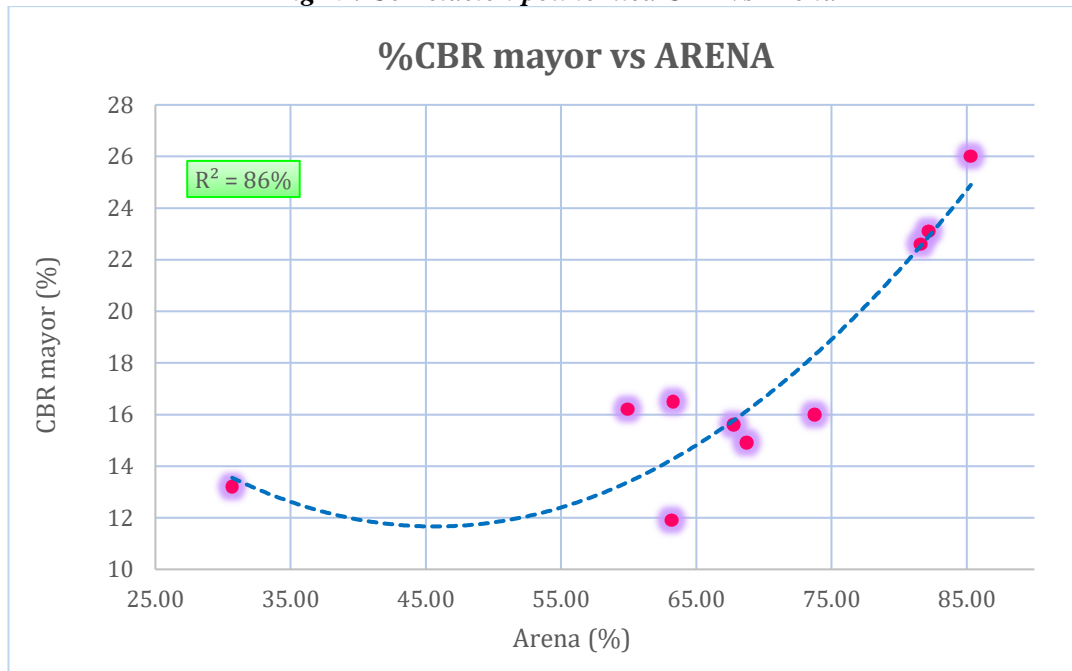
**Análisis e Interpretación:**

En la figura 48, se puede observar que mediante una correlación polinómica del límite plástico en función del límite líquido se obtiene un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> del 82%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje buena de confiabilidad y correlación entre ellas.

Además, en base a la gráfica obtenida resulta fácil evidenciar la relación inversamente proporcional que existe entre las variables, si el suelo tiene más porcentaje de finos el suelo tiende a ser plástico por tanto tiene menos resistencia al corte y es por eso por lo que el valor del CBR disminuye, es decir, el CBR disminuye conforme la cantidad de finos aumenta, esto puede ser debido a varios factores entre ellos la granulometría que presenta el suelo.

- **Correlación #22: CBR mayor vs Arena**

*Fig 49: Correlación polinómica CBR vs Arena*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**Ecuación:**

$$CBR = 0.0084(ARENA\%)^2 - 0.7689(ARENA) + 29.213$$

**Ec: 3-61**

**Coefficiente de determinación  $R^2$ : 86%**

**Análisis e Interpretación:**

En la figura 49, se puede observar que mediante una correlación polinómica de segundo grado entre el CBR y el porcentaje de arena se obtiene un coeficiente de determinación  $R^2$  del 86%, lo cual demuestra que las variables analizadas tienen un porcentaje bueno de confiabilidad y correlación entre ellas.

Del gráfico se puede deducir que conforme mayor cantidad de arena presente el suelo mayor será su CBR, además es posible correlación debido a que mientras mayor cantidad de arena o grava exista en un suelo su CBR será mayor en comparación con suelos que tengan mayor presencia de finos.

### 3.3.FASE 3

Los resultados obtenidos en la fase 3 corresponden al diseño de pavimento flexible a partir del CBR que se obtuvo mediante las correlaciones realizadas en la fase 2 (CBR mayor % e índice de penetración (mm/golpe)) y el CBR de laboratorio.

De esta manera se realizó el diseño del pavimento flexible en base a la norma AASHTO 93 cuyos parámetros se describen a continuación.

#### 3.3.1. Diseño de Pavimento Flexible (Cálculo TPDA)

##### 3.3.1.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Con el objetivo de conocer el compartimiento del tráfico vehicular, se realizó el conteo del flujo vehicular en la vía de ingreso a Joséguango Bajo sector La libertad que conecta algunos caminos vecinales, desde el 06/03/2023 hasta el 12/03/2023, durante doce horas de 6:00 am a 18:00pm, con base a lo establecido por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), obteniéndose los resultados que se indican a continuación.

*Tabla 40: Conteo Vehicular*

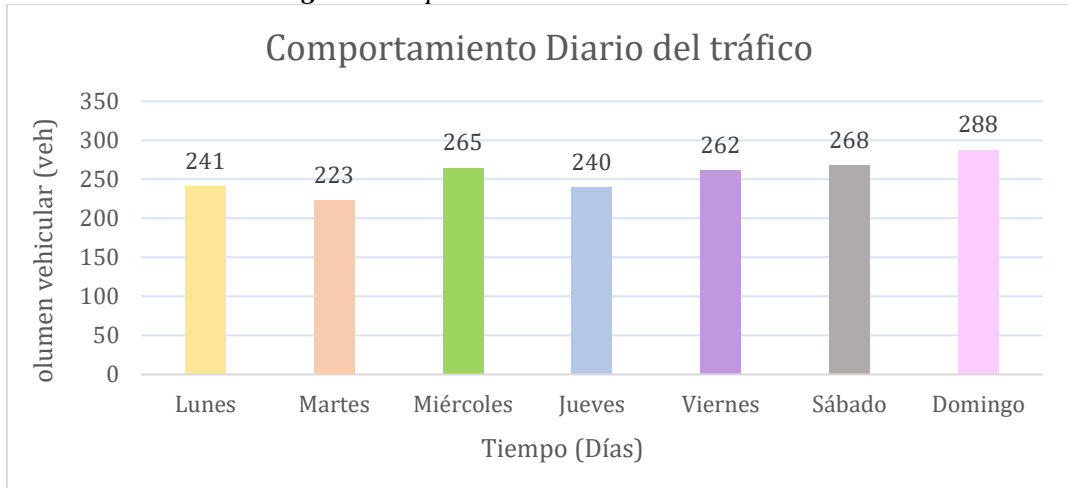
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO 							
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
Cantón:	Latacunga		Fecha:	6/3/2023		Estación N°:	1
Parroquia:	Joseguango Bajo		Sentido:	Ambos			
Sector:	La Libertad		Día:	Lunes		Ensayado por:	Karina Amán
Días de la semana	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes		
Lunes	152	2	66	1	0	20	241
Martes	185	0	15	0	0	23	223
Miércoles	189	0	34	0	0	42	265
Jueves	174	0	31	0	0	35	240
Viernes	183	0	40	0	0	39	262
Sábado	193	0	39	0	0	36	268
Domingo	210	1	32	0	0	45	288
<b>Total</b>	<b>1286</b>	<b>3</b>	<b>257</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>240</b>	<b>1787</b>

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

De la tabla anterior, se determina que el día de mayor flujo vehicular es el domingo debido a que presenta un total de 288 vehículos que transitan por esa vía.

A continuación, se representa mediante un diagrama de barras el comportamiento vehicular durante los siete días de la semana.

**Fig 50: Comportamiento Diario del tránsito**

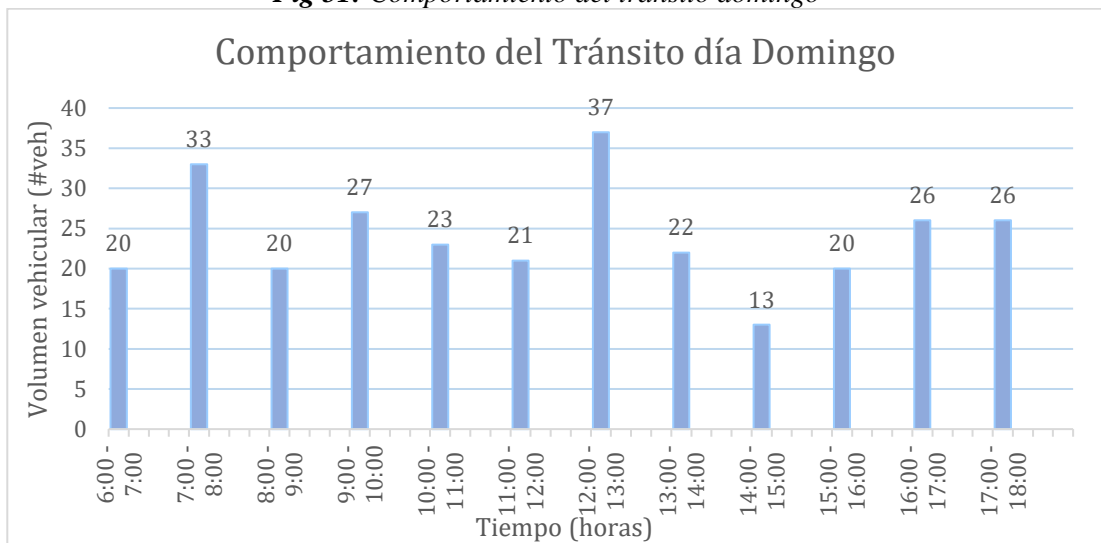


**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

En el gráfico de comportamiento diario se puede apreciar de mejor manera que el día de mayor flujo vehicular es el domingo con un total de 288 vehículos, mientras que el día de menor flujo vehicular es el martes con un total de circulación de 223 vehículos.

De igual forma, en la figura 51 se puede observar el comportamiento del tránsito correspondiente al día de mayor flujo vehicular, siendo la hora pico entre las 12:00 pm y 13:00pm.

**Fig 51: Comportamiento del tránsito domingo**



**Fuente:** Karina Lizbeth Amán Chicaiza

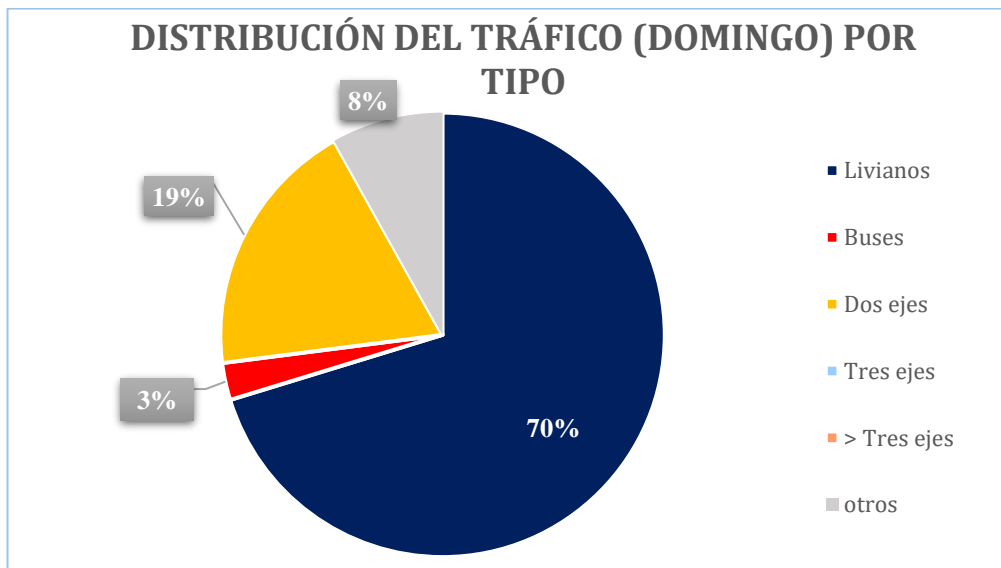
**Tabla 41: Hora pico**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO		
 								
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI								
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>Fecha:</b>	12/3/2023	<b>Estación N°:</b>	1		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo		<b>Día:</b>	Domingo	<b>Sentido:</b>	Ambos		
					<b>Ensayado por:</b>	Karina Amán		
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes			
12:00	12:15	7	0	1	0	0	0	37
12:15	12:30	8	0	2	0	0	2	
12:30	12:45	2	1	3	0	0	1	
12:45	13:00	9	0	1	0	0	0	
<b>Total</b>		26	1	7	0	0	3	
<b>Total</b>		70%	3%	19%	0%	0%	8%	

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

Durante la hora pico de 12:00pm a 13:00pm se contabilizó un total de 37 vehículos distribuidos de la siguiente manera: el 70% representa a los vehículos livianos (A), el 3% a buses, el 19% a camiones de dos ejes y finalmente el 8% que corresponde a otros en los cuales están incluidos bicicletas y motos.

**Fig 52: Distribución de tráfico por tipo**



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

De la figura 52, mediante el gráfico circular se puede observar que en el mayor porcentaje de vehículos que circulan el domingo corresponde a livianos (70%), estos datos fueron obtenidos del conteo vehicular.

### 3.3.1.2.Cálculo del Factor de hora pico

Mediante la ecuación (Ec:2-13) se determina el valor de FHP.

$$FHP = \frac{37}{4 * 12}$$

$$FHP = 0.771$$

Como FHP es menor a 1, se considera como 1.

$$FHP = 1$$

### 3.3.1.3.Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Actual (TPDA actual)

Mediante la ecuación (Ec.2-14), se determina el valor del TPDA actual, para los diferentes transportes, el valor de k a utilizar con base a la tabla 35 y al tratarse de una zona rural, es de 15%.

*Tabla 42: Valor K*

Zona	k
Urbana	8-12%
Rural	12 - 18%

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

Livianos:

$$TPDA_{livianos} = \frac{26 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{livianos} = 173 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Buses:

$$TPDA_{Buses} = \frac{1 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{Buses} = 7 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Camiones:

$$TPDA_{livianos} = \frac{7 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{livianos} = 47 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$



Mediante la ecuación (Ec: 2-15), se obtiene el TPDA actual.

$$TPDA_{actual} = 173 + 7 + 47$$

$$TPDA_{actual} = 227 \text{ veh/día}$$

En la siguiente tabla se observa de manera resumida los resultados de TPDA obtenidos.

**Tabla 43:** Resultados TPDA actual calculado

Tipo de vehículo	Hora Pico	TPDA Actual
Livianos	26	173
Buses	1	7
Camiones	7	47
<b>Total:</b>		<b>227</b>

*Fuente:* Karina Lizbeth Amán Chicaiza

#### 3.3.1.4. Cálculo del Tráfico atraído (Ta)

El cálculo del tráfico atraído se realizó utilizando la ecuación (Ec: 2-16), como se indica a continuación.

**Livianos:**

$$Ta_{livianos} = 0.10 * 173$$

$$Ta_{livianos} = 17 \text{ vehículos/día}$$

**Buses:**

$$Ta_{buses} = 0.10 * 7$$

$$Ta_{buses} = 1 \text{ vehículos/día}$$

**Camiones:**

$$Ta_{camiones} = 0.10 * 47$$

$$Ta_{camiones} = 5 \text{ vehículos/día}$$

### 3.3.1.5.Cálculo del Tráfico generado (Tg)

El cálculo del tráfico generado se realizó utilizando la ecuación (Ec: 2-17), como se indica a continuación.

*Livianos:*

$$Tg_{livianos} = 0.20 * 173$$

$$Tg_{livianos} = 35 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

*Buses:*

$$Tg_{buses} = 0.20 * 7$$

$$Tg_{buses} = 1 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

*Camiones:*

$$Tg_{camiones} = 0.20 * 47$$

$$Tg_{camiones} = 9 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

### 3.3.1.6.Cálculo del Tráfico desarrollado (Td)

El cálculo del tráfico desarrollado se realizó utilizando la ecuación (Ec: 2-18), como se indica a continuación.

*Livianos:*

$$Td_{livianos} = 0.05 * 173$$

$$Td_{livianos} = 9 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

*Buses:*

$$Td_{buses} = 0.05 * 7$$

$$Td_{buses} = 0 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

*Camiones:*

$$Td_{camiones} = 0.05 * 47$$

$$Td_{camiones} = 2 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

### 3.3.1.7. C\u00e1lculo del TPDA aproximado (TPDA total)

En base a la ecuaci\u00f3n (*Ec: 2-19*) se realiz\u00f3 el c\u00e1lculo del TPDA total, obteniendo un valor de 306 veh\u00edculos/d\u00eda.

$$TPDA_{Total} = 227 + 45 + 23 + 11$$

$$TPDA_{Total} = 306 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

*Tabla 44: Tr\u00e1fico actual calculado*

Tr\u00e1fico actual del proyecto					
T\u00edpo de veh\u00edculo	TPDA Actual	Tr\u00e1fico generado	Tr\u00e1fico atra\u00eddo	Tr\u00e1fico desarrollado	TPDA Total
Livianos	173	35	17	9	234
Buses	7	1	1	0	9
Camiones	47	9	5	2	63
<b>Total</b>	<b>227</b>	<b>45</b>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>306</b>

*Fuente: Karina Lizbeth Am\u00e1n Chicaiza*

### 3.3.1.8. C\u00e1lculo del Tr\u00e1fico futuro

Con base a la tabla 21, proporcionada por la norma AASHTO 93, se opt\u00f3 por un periodo de dise\u00f1o de 20 a\u00f1os. Adem\u00e1s, se obtuvo de la norma MTOP, los valores para la tasa de crecimiento acorde al tipo de veh\u00edculo.

*Tabla 45: Tasa de crecimiento anual MTOP*

Tasa de crecimiento anual del tr\u00e1fico (%)			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2015 - 2020	3.97	1.97	1.94
2020 - 2025	3.57	1.78	1.74
2025 - 2030	3.25	1.62	1.58
2030 - 2035	3.25	1.62	1.58
2035 - 2040	3.25	1.62	1.58
2040 - 2045	3.25	1.62	1.58

*Fuente: Ministerio de Transporte y Obras P\u00fablicas – MTOP. [38]*

Es de esta manera que se realizó el cálculo del tráfico futuro para el 2043, utilizando la ecuación (Ec: 2-20)

***Livianos:***

$$Tf_{livianos} = 234 * \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^{20}$$

$$Tf_{livianos} = 444 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

***Buses:***

$$Tf_{buses} = 9 * \left(1 + \frac{1.62}{100}\right)^{20}$$

$$Tf_{buses} = 12 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

***Camiones:***

$$Tf_{camiones} = 63 * \left(1 + \frac{1.58}{100}\right)^{20}$$

$$Tf_{camiones} = 86 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

### **Tr\u00e1fico futuro total 2043**

Se lo obtuvo mediante la suma de los diferentes valores de tr\u00e1fico futuro obtenidos de los tipos de veh\u00edculos encontrados con el conteo vehicular.

$$Tf_{Total} = 444 + 12 + 86$$

$$Tf_{Total} = 542 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

De esta manera se proyect\u00f3 un tr\u00e1fico futuro para el 2043 de 542 veh\u00edculos por d\u00eda.

A continuaci\u00f3n, se presenta el cuadro resumen con las respectivas tasas de crecimiento hasta el a\u00f1o 2043.

**Tabla 46:** Tránsito proyectado para el periodo de diseño

Año	% TASA DE CRECIMIENTO			TRÁFICO FUTURO			TPDA Total
	Liviano	Bus	Camión	Liviano	Bus	Camión	
2023	3.57	1.78	1.74	234	9	63	306
2024	3.57	1.78	1.74	242	9	64	316
2025	3.57	1.78	1.74	251	9	65	326
2026	3.25	1.62	1.58	258	9	66	333
2027	3.25	1.62	1.58	266	10	67	343
2028	3.25	1.62	1.58	275	10	68	352
2029	3.25	1.62	1.58	284	10	69	363
2030	3.25	1.62	1.58	293	10	70	373
2031	3.25	1.62	1.58	302	10	71	384
2032	3.25	1.62	1.58	312	10	73	395
2033	3.25	1.62	1.58	322	11	74	406
2034	3.25	1.62	1.58	333	11	75	418
2035	3.25	1.62	1.58	343	11	76	430
2036	3.25	1.62	1.58	355	11	77	443
2037	3.25	1.62	1.58	366	11	78	456
2038	3.25	1.62	1.58	378	11	80	469
2039	3.25	1.62	1.58	390	12	81	483
2040	3.25	1.62	1.58	403	12	82	497
2041	3.25	1.62	1.58	416	12	84	512
2042	3.25	1.62	1.58	430	12	85	527
2043	3.25	1.62	1.58	444	12	86	542

*Fuente:* Karina Lizbeth Amán Chicaiza

### 3.3.1.9. Tipo de vía en función al tráfico futuro

La proyección del tráfico futuro realizada para el año 2043 es de 542 vehículos por día, el cual corresponde a una vía colectora de clase III según la tabla 20 proporcionada por la MTOP.

**Tabla 20:** Tipo de carretera en base al TPDA

Función	Clase de carretera	TPDA
Corredor arterial	RI ó RII	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
Colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

*Fuente:* MTOP 2003

### 3.3.2. Diseño del pavimento Método AASHTO 93

El diseño del pavimento se calculó mediante la ecuación (*Ec: 2-21*), proporcionada por la norma AASHTO 93, para lo cual se necesitó de los siguientes parámetros que se detallan a continuación.



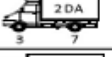







### 3.3.2.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño se seleccionó con base a la **tabla 21** proporcionada por la norma AASHTO 93, la cual señala que para las vías que presenten un volumen bajo de tránsito el periodo de diseño se encontrará entre 15% - 25%, por lo tanto, se considera un volumen de diseño de 20 años.

### 3.3.2.2. Factor de daño (FD)

El factor de daño se determinó utilizando las ecuaciones (*Ec: 2-22* y *Ec: 2-23*), además de la tabla 40 obtenida de la norma NEVI-12, en la cual se encuentran los pesos distribuidos en los diferentes tipos de vehículos.

**Tabla 47:** Distribución Máxima de carga por eje.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10

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

Con base a los datos de la tabla 40, se calculó el factor de daño para buses y camiones.

#### *Cálculo de factor de daño para buses*

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

$$FD_{bus} = 1.041$$

#### *Cálculo de factor de daño para camiones*

$$FD_{2DA} = \left(\frac{3 \text{ Ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{7 \text{ Ton}}{8.2}\right)^4$$

$$FD_{2DA} = 1.308$$

**Tabla 48: Factor de daño de acuerdo con el tipo de vehículo**

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>	
BUS	4	0.135	8	0.906	-	-	-	-	1.041
2DA	3	0.043	-	-	-	-	-	-	1.308
	7	1.265	-	-	-	-	-	-	
2DB	7	1.265	11	3.238	-	-	-	-	4.504
3-A	7	1.265	-	-	20	3.160	-	-	4.426
4-C	7	1.265	-	-	-	-	24	1.186	2.451

*Fuente: MTOP 2003*

### 3.3.2.3. Factor de distribución por carril

De acuerdo con la tabla 20 acerca del tipo de carreteras, se tiene para este proyecto una vía rural colectora de tercer orden (colectora III), por lo tanto, se tendrá una vía de un solo carril por sentido, tal cual sugiere la norma MTOP en la tabla 42.

**Tabla 49: Factor de distribución por carril**

Nº de carriles por sentido	% W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

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

#### 3.3.2.3.1. Número de ejes equivalentes

Los ejes equivalentes se calcularon con base a la ecuación (Ec:2-24).

*Número de ejes equivalentes*

$$W_{18} = (1.041 * 12 * 365) + (1.308 * 86 * 365)$$

$$W_{18} = 4.56E + 0.4$$

*Número de ejes equivalentes acumulados*

$$W_{18 \text{ Acumulado}} = (4.56E + 04) + (7.81E + 05)$$

$$W_{18 \text{ Acumulado}} = 8.26E + 05$$

*Número de ejes equivalentes por dirección*

$$W_{18Total} = (8.26E + 05) * 0.5$$

$$W_{18Acumulado} = 4.13E + 05$$

*Tabla 50: Tabla resumen de ejes equivalentes*

Año	% TASA DE CRECIMIENTO			TRÁFICO FUTURO			TPDA Total	W18 parcial	W18 acumula	W18 por dirección
	Liviano	Bus	Camión	Liviano	Bus	Camión				
2023	3.57	1.78	1.74	234	9	63	306	3.35E+04	3.35E+04	1.67E+04
2024	3.57	1.78	1.74	242	9	64	316	3.40E+04	6.75E+04	3.37E+04
2025	3.57	1.78	1.74	251	9	65	326	3.45E+04	1.02E+05	5.10E+04
2026	3.25	1.62	1.58	258	9	66	333	3.49E+04	1.37E+05	6.84E+04
2027	3.25	1.62	1.58	266	10	67	343	3.58E+04	1.73E+05	8.63E+04
2028	3.25	1.62	1.58	275	10	68	352	3.63E+04	2.09E+05	1.04E+05
2029	3.25	1.62	1.58	284	10	69	363	3.67E+04	2.46E+05	1.23E+05
2030	3.25	1.62	1.58	293	10	70	373	3.72E+04	2.83E+05	1.41E+05
2031	3.25	1.62	1.58	302	10	71	384	3.77E+04	3.21E+05	1.60E+05
2032	3.25	1.62	1.58	312	10	73	395	3.87E+04	3.59E+05	1.80E+05
2033	3.25	1.62	1.58	322	11	74	406	3.95E+04	3.99E+05	1.99E+05
2034	3.25	1.62	1.58	333	11	75	418	4.00E+04	4.39E+05	2.19E+05
2035	3.25	1.62	1.58	343	11	76	430	4.05E+04	4.79E+05	2.40E+05
2036	3.25	1.62	1.58	355	11	77	443	4.09E+04	5.20E+05	2.60E+05
2037	3.25	1.62	1.58	366	11	78	456	4.14E+04	5.62E+05	2.81E+05
2038	3.25	1.62	1.58	378	11	80	469	4.24E+04	6.04E+05	3.02E+05
2039	3.25	1.62	1.58	390	12	81	483	4.32E+04	6.47E+05	3.24E+05
2040	3.25	1.62	1.58	403	12	82	497	4.37E+04	6.91E+05	3.45E+05
2041	3.25	1.62	1.58	416	12	84	512	4.47E+04	7.36E+05	3.68E+05
2042	3.25	1.62	1.58	430	12	85	527	4.51E+04	7.81E+05	3.90E+05
2043	3.25	1.62	1.58	444	12	86	542	4.56E+04	8.26E+05	4.13E+05

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

**3.3.2.3.2. Confiabilidad (R)**

La vía estudiada se encuentra en una zona rural y se clasificó como colectoras por tal motivo y con base a la tabla 44, se asume un nivel de confiabilidad del 85%.

*Tabla 51: Tabla resumen de ejes equivalentes*

Clasificación	Nivel de confianza Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Autopista	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Calles colectoras	80 - 95	75 - 95
Calles locales	50 - 80	50 - 80

*Fuente: AASHTO 1993*

**3.3.2.3.3. Desviación estándar global (So)**

Para la desviación estándar global se considera la tabla proporcionada por la norma AASHTO 93 en la cual se señala que para pavimentos flexibles el nivel de



serviciabilidad se encuentra en un rango de 0.40 – 0.50, es así como se considera para este proyecto un  $S_o = 0.45$ .

#### **3.3.2.3.4. Desviación estándar normal ( $Z_r$ )**

El valor de  $Z_r$  está relacionado con el nivel de confiabilidad, por ende, para este proyecto se ha optado por un nivel de confianza del 85%, al cual según la *tabla 23* le corresponde una desviación estándar normal del -1.037.

#### **3.3.2.3.5. Índice de serviciabilidad**

La norma AASHTO 93, señala que el índice de serviciabilidad inicial será de 4.2 en carreteras consideradas de importancia media o baja y la serviciabilidad final de 2.0 para caminos de menor tránsito, el cálculo se realizó utilizando la ecuación (*Ec: 2-25*)

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

#### **3.3.2.3.6. Módulo de resiliencia de la subrasante ( $M_r$ )**

Para el diseño de pavimentos flexible mediante el método AASHTO 93, se requiere el módulo de resiliencia, para lo cual la norma posee fórmulas ya establecidas que permiten obtener este valor en función del CBR.

A continuación, se obtiene el valor del módulo de resiliencia utilizando la ecuación (*Ec: 2-26*), para ello se considera un valor de CBR de diseño de 11.90%.

$$M_r(PSI) = 3000 (11.90)^{0.65}$$

$$M_r(PSI) = 15004.6814 \text{ psi} \rightarrow 15.00 \text{ ksi}$$

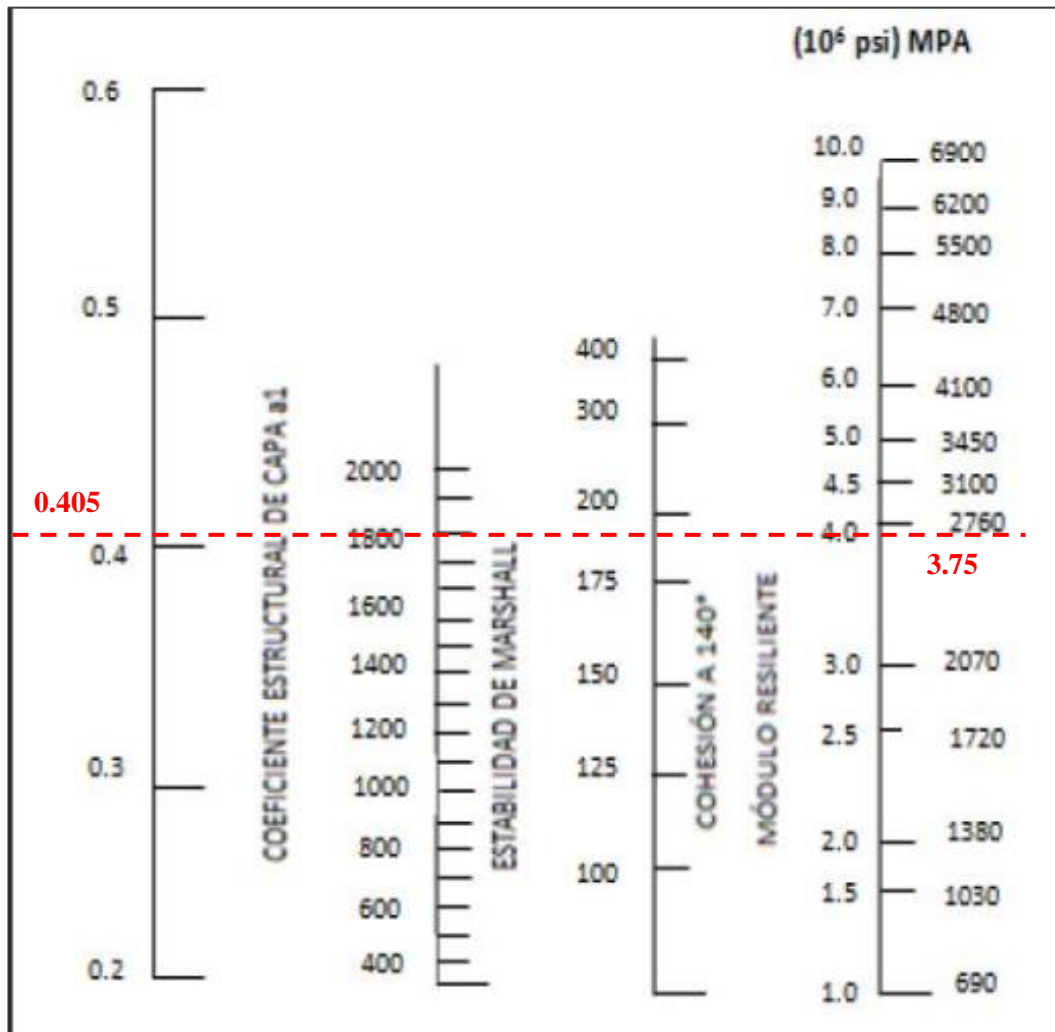
#### **3.3.2.4. Determinación de los coeficientes estructurales de cada capa**

Los espesores de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento se obtienen determinando el valor de SN, (*Ec: 2-28*)

### 3.3.2.4.1. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica ( $a_1$ )

Para el diseño de pavimento, la norma AASHTO 93 recomienda 1800lb como valor mínimo de la estabilidad de Marshall para vehículos pesados.

*Fig 53: Nomograma para determinar el coeficiente estructural  $a_1$*



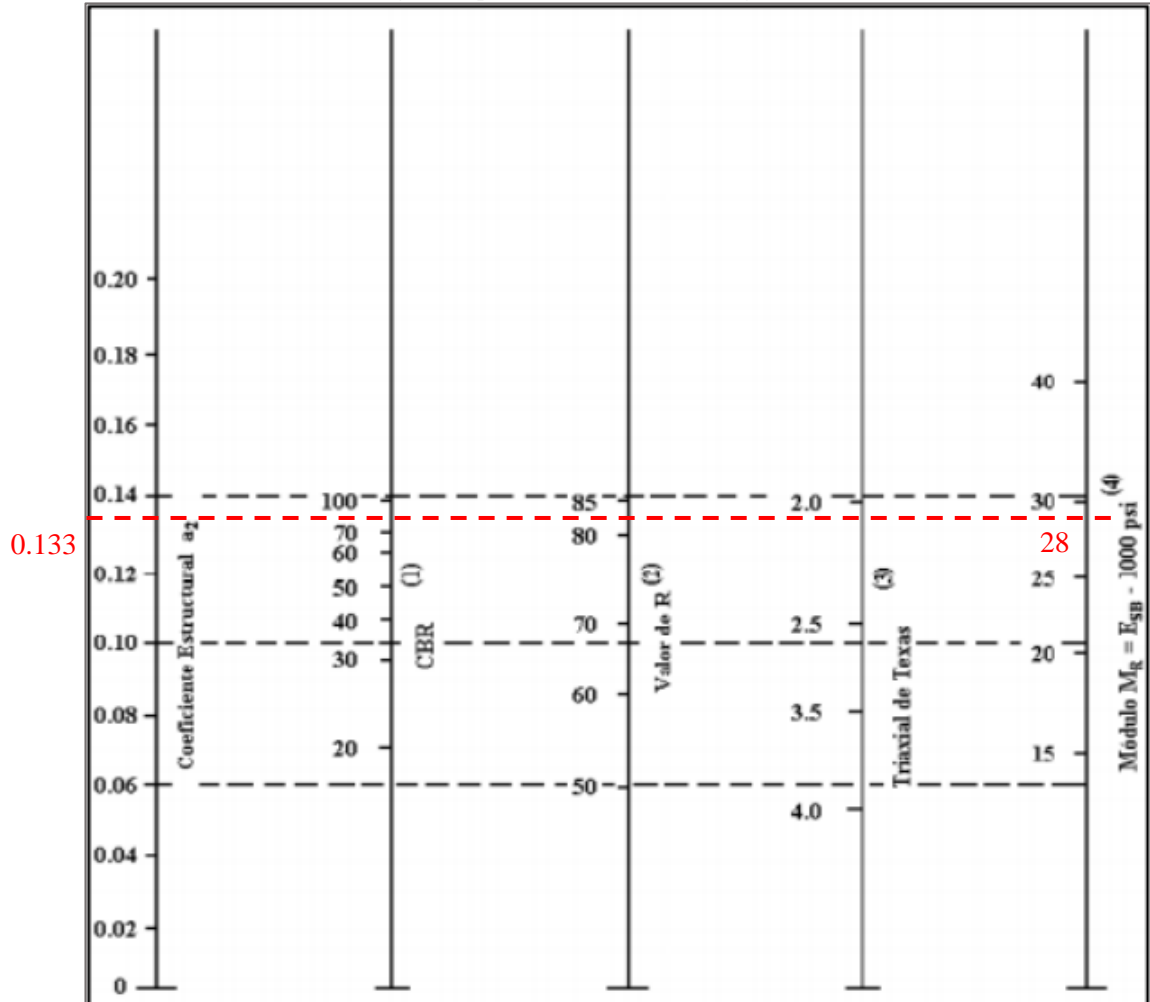
*Fuente: Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 1993*

- $M_r = 37500$  psi
- $a_1 = 0.405$

### 3.3.2.4.2. Coeficiente estructural de la base (a2)

El porcentaje mínimo de CBR para bases según establece la norma MTOP es del 80%.

*Fig 54: Nomograma para determinar el coeficiente estructural a2*



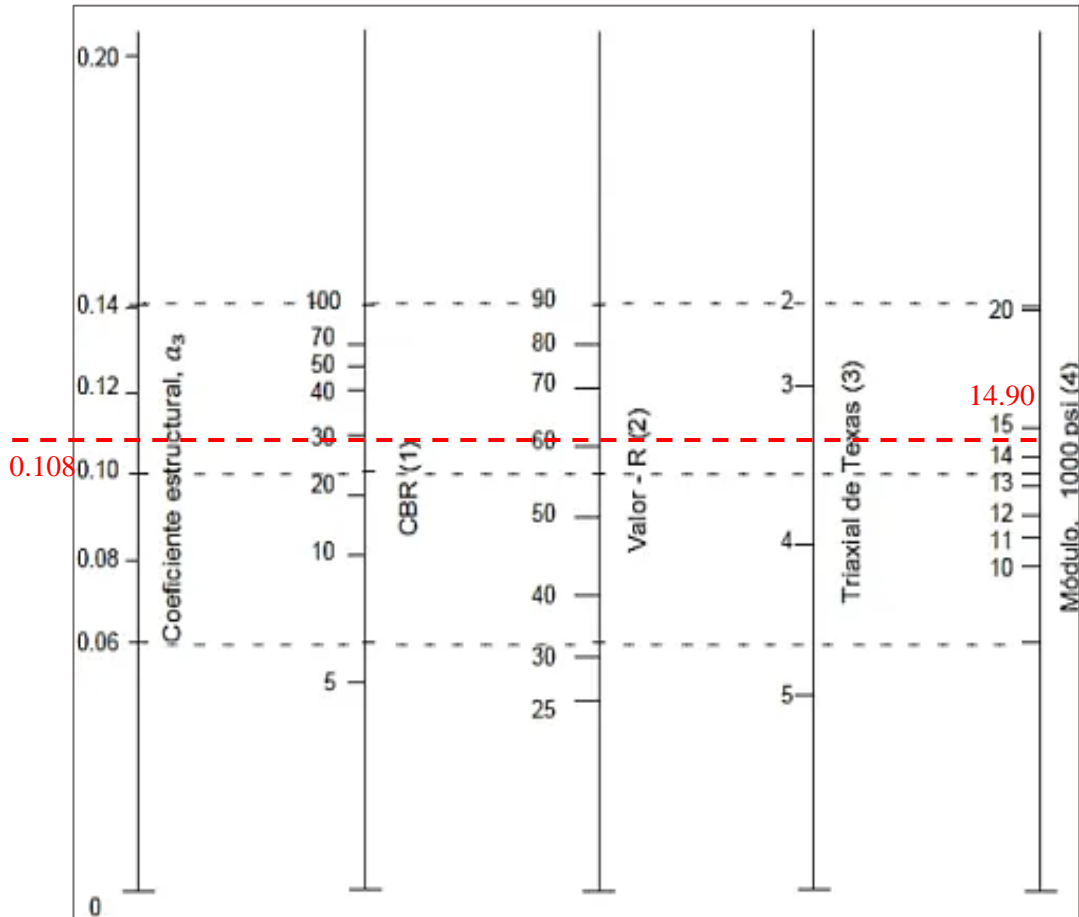
*Fuente: Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 1993*

- CBR = 80%
- $M_r = 28\ 000$  psi (28 ksi)
- $a_2 = 0.133$

### 3.3.2.4.3. Coeficiente estructural de la subbase ( $a_3$ )

El porcentaje mínimo de CBR para subbases según establece la norma MTOP es del 30%.

*Fig 55: Nomograma para determinar el coeficiente estructural  $a_3$*



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

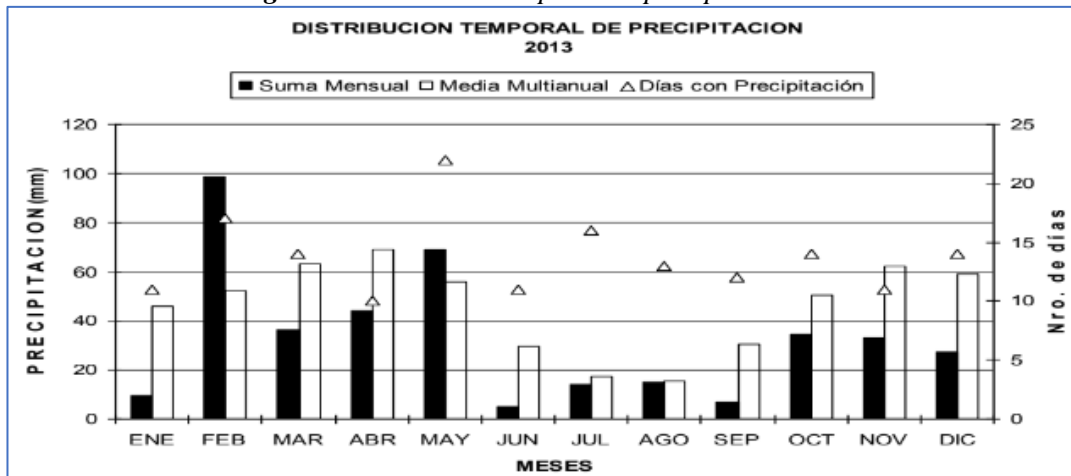
- CBR = 30%
- $M_r = 14\,900$  psi (15 ksi)
- $a_3 = 0.108$

### 3.3.2.4.4. Coeficiente de drenaje ( $m_2$ , $m_3$ )

El coeficiente de drenaje se obtiene de acuerdo con los anuarios meteorológicos proporcionados por el INAMHI, de esta manera se tiene la estación meteorológica más cercana la de Rumipamba – Salcedo.

A continuación, se muestra la distribución de precipitación durante el año 2013.

**Fig 56:** Distribución temporal de precipitación 2013



*Fuente:* INAMHI 2013, Anuario Meteorológico.

Debido a que existe presencia de lluvia durante todo el año, el drenaje que se considera para el diseño es de calidad buena, por ende, el agua tarda en ser eliminada 1 día.

**Tabla 52:** Calidad de drenaje

Calidad del drenaje	Agua eliminada en:
Excelento	2 horas
<b>Buena</b>	<b>1 día</b>
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drenada

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

De la siguiente tabla se obtiene el coeficiente de drenaje en base a la calidad de drenaje que se obtuvo con la tabla 48.

**Tabla 53:** Coeficiente de drenaje

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	> 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
<b>Buena</b>	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	<b>1</b>
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

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

### 3.3.2.4.5. Espesores mínimos

De acuerdo con el número de ejes equivalentes acumulados, se obtienen los espesores mínimos para el diseño de pavimentos flexibles, según lo establece la norma AASHTO 93, para lo cual se tiene la siguiente tabla de espesores.

*Tabla 54: Espesores mínimos según número de ejes equivalentes*

Eje W 8.2 Ton	Carpeta asfáltica D1 (cm)	Capa base D2 (cm)
Menos de 50000	3.0	10.0
50001 a 150000	5.0	10.0
150001 a 500000	6.5	10.0
500001 a 2000000	7.5	15.0
2000001 a 7000000	9.0	15.0
>7000000	10.0	15.0

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

El número de ejes equivalentes obtenido para el proyecto es de 413141, por lo tanto:

- Espesor mínimo para la capa carpeta asfáltica = 5 cm
- Espesor mínimo para la capa base = 10 cm

### 3.3.2.4.6. Datos para determinar el número estructural SN

*Tabla 55: Datos para determinar el valor de SN*

Datos para el diseño de pavimento		
Tipo de pavimento	Flexible	
Clasificación de la vía	Clase III	
Tráfico promedio diario anual para 2043	542	
Periodo de diseño	20 años	
Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	413141.69
CBR Diseño	CBR %	11.9
Confiabilidad	R %	85
Desviación estándar normal	Zr	-1.037
Desviación estándar global	So	0.45
Índice de serviciabilidad	PSI	2.2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr (Psi)	15004.68
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA (psi)	37500
Módulo de resiliencia de la base	Mr B (psi)	28000
Módulo de resiliencia de la subbase	Mr SB (psi)	14900
Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1 (cm)	0.405
Coeficiente estructural de la base	a2 (cm)	0.133
Coeficiente estructural de la subbase	a3 (cm)	0.108
Coeficiente de drenaje	m2	1
	m3	1

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

### 3.3.2.5. Determinación de los espesores del paquete estructural

Para el cálculo de los espesores para las diferentes capas del paquete estructural se utilizan las ecuaciones:  $E_c$ : 2-36,  $E_c$ : 2-37 y  $E_c$ : 2-38, respectivamente

#### 3.3.2.5.1. Carpeta asfáltica – SN1

$$D_1 \geq 1.71 / (0.405 / 2.54)$$

$$D_1 \geq 10.72$$

Asumo el espesor  $D_1 = 5$  cm

$$SN_1 = a_1 * D_1$$

$$SN_1 = 0.159 * 5$$

$$SN_1 = 0.80$$

### 3.3.2.5.2. Base – SN2

**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

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 85 % Zr=-1.037   So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2   PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 14900 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 = 413141**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.18**

Observaciones

Calcular   Salir

$$D_2 \geq \frac{2.18 - 0.8}{0.052 * 1}$$

$$D_2 \geq 26.35$$

Asumo el espesor D2= 15 cm

$$SN_2 = 0.052 * 15 * 1$$

$$SN_2 = 0.79$$



### 3.3.2.5.3. Subbase – SN3

$$D_3 \geq \frac{2.18 - 0.52 - 0.8}{0.043 * 1}$$

$$D_3 \geq 20.22$$

Asumo un valor de 20 cm

$$SN_3 = 20 * (0.043) * 1$$

$$SN_3 = 0.85$$

Para la comprobación se utilizó la ecuación *Ec: 2-39*.

## Comprobación

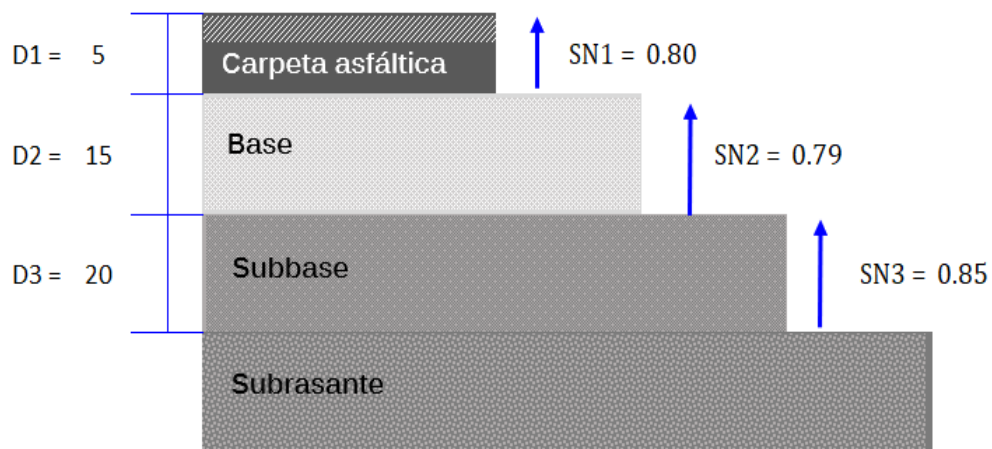
$$\sum SN(\text{calculado}) \geq SN \text{ Programa}$$

$$0.80 + 0.79 + 0.85 \geq 2.18$$

$$2.44 \geq 2.18 \text{ SI CUMPLE!}$$

Los espesores del paquete estructural son:

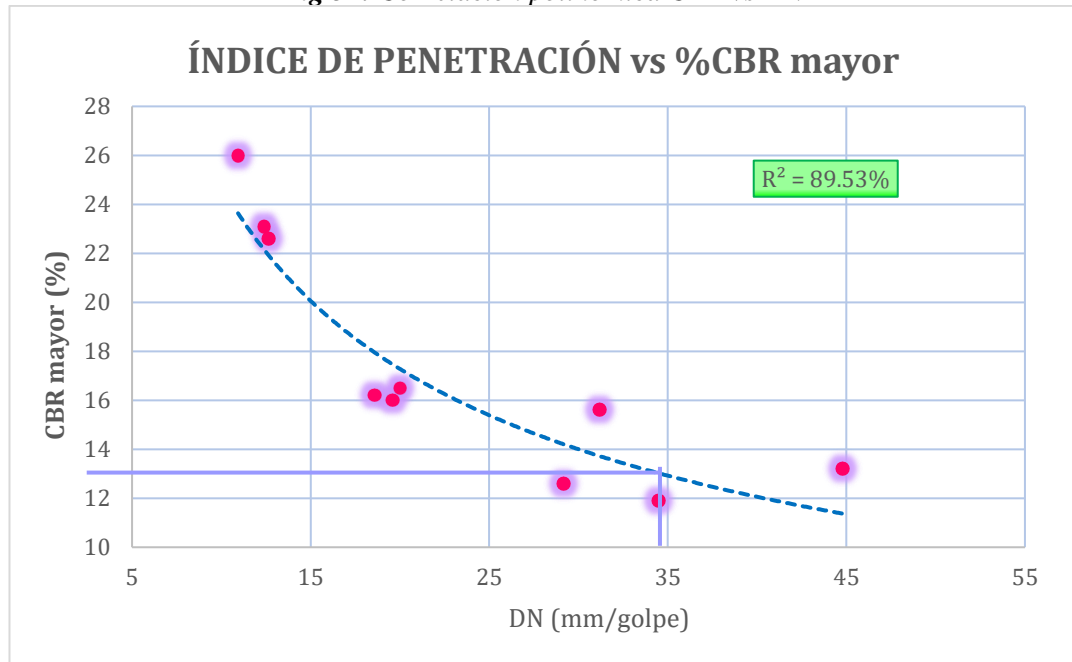
- Carpeta asfáltica: 5cm
- Base: 15 cm
- Subabse: 20 cm



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

## Diseño del pavimento con el CBR obtenido mediante las correlaciones

Fig 57: Correlación polinómica CBR vs DN



Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza

$$CBR = 81.781DN^{-0.519}$$

$$CBR = 81.781 (34.50)^{-0.519}$$

$$CBR = 13.02 \%$$

A continuación, se realiza el cálculo del módulo de resiliencia:

$$Mr(PSI) = 3000 (13.02)^{0.65}$$

$$Mr(PSI) = 15906.039 \text{ psi} \rightarrow 15.91 \text{ ksi}$$

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

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):  
 85 %  $Z_r = -1.037$     So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final:  
 PSI inicial = 4.2    PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante:  
 Mr = 15906.04 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - $E_c$ (psi)	<input type="text"/>	Coefficiente de transmisión de carga - (J)	<input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - $S_c$ (psi)	<input type="text"/>	Coefficiente de drenaje - (Cd)	<input type="text"/>

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

Número Estructural:  
**SN =**

Observaciones:

Calculador    Salir

$$D_3 \geq \frac{2.13 - 0.52 - 0.8}{0.043 * 1}$$

$$D_3 \geq 19.05$$

Asumo un valor de 20 cm

$$SN_3 = 20 * (0.043) * 1$$

$$SN_3 = 0.85$$

Para la comprobación se utilizó la ecuación  $E_c$ : 2-39.

**Comprobación**

$$\sum SN(\text{calculado}) \geq SN \text{ Programa}$$

$$0.80 + 0.79 + 0.85 \geq 2.13$$

$$2.44 \geq 2.13 \text{ SI CUMPLE!}$$

Los espesores del paquete estructural son:

- Carpeta asfáltica: 5cm
- Base: 15 cm
- Subabse: 20 cm

	CBR (%)	Mr	Espesores (cm)		
		PSI	Carpeta asfáltica	Base	Subbase
<b>Laboratorio</b>	11.9	15004.68	5	15	20
<b>Correlación</b>	13.02	15906.04	5	15	20

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

### 3.4. FASE 4

Los resultados obtenidos en la fase 4 corresponden a la clasificación de los suelos con base en las normas SUCS y AASHTO y en función del análisis granulométrico y límites de Atterberg obtenidos en cada una de las muestras estudiadas.

#### 3.4.1. Clasificación de los suelos

*Tabla 56: Clasificación de los suelos (SUCS- AASHTO)*

N° Muestra	Parroquia	Pozo	Ubicación	Clasificación	
				SUCS	AASHTO
1	Alaquez	Po1	Crusillí	SM	A-1-b
2		Pm1	Colayapamba	SM	A-4
3		Pf1	San Antonio	SM	A-2-4
4		Po2	Pilatan	SM	A-4
5		Pf2	San Isidro	SM	A-2-4
6		Po3	Chitan	SM	A-4
7		Pm3	Verde Cocha	SM	A-2-4
8		Pf3	Santa Elena	SM	A-1-b
9	Joseguango Bajo	Po4	San Francisco	SM	A-2-4
10		Pf4	Quisinché	SM	A-2-4
11		Po5	Agua Clara Cutuchi	SM	A-1-b
12		Pf5	La Libertad	ML	A-5

*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

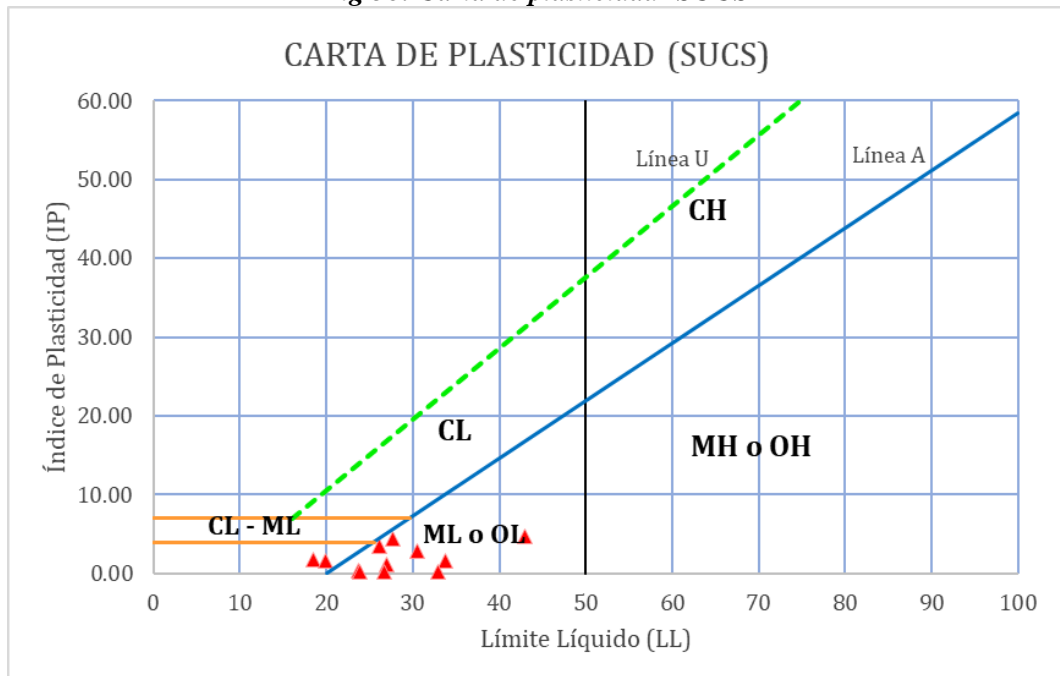
En base a los resultados que se obtuvieron en la fase 1 y de acuerdo con la norma SUCS todos los suelos se clasifican como arenas limosas a excepción de la muestra 12 que se clasifica como limo de baja plasticidad arenoso o arena limosa. Además, según la norma AASHTO algunos de los suelos pertenecen a los grupos A-1-b y A-2-4, correspondientes a suelos granulares (fragmentos de roca, grava y arena, Limo o grava arcillosa y arena), mientras que otros se encuentran en los grupos A-4 y A-5, que corresponden a suelos limo-arcillosos (suelos limosos A-5).

Adicionalmente las muestras 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11 que pertenecen al grupo de suelos o materiales granulares, son clasificados como **excelente a bueno** para subrasante, y las muestras 2, 4, 6, 12, que pertenecen a suelos limo-arcillosos, se clasifican como **regular a malo** para subrasante.

### 3.4.2. Carta de plasticidad SUCS y AASHTO

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con base a las normas SUCS y AASHTO empleando la carta de plasticidad.

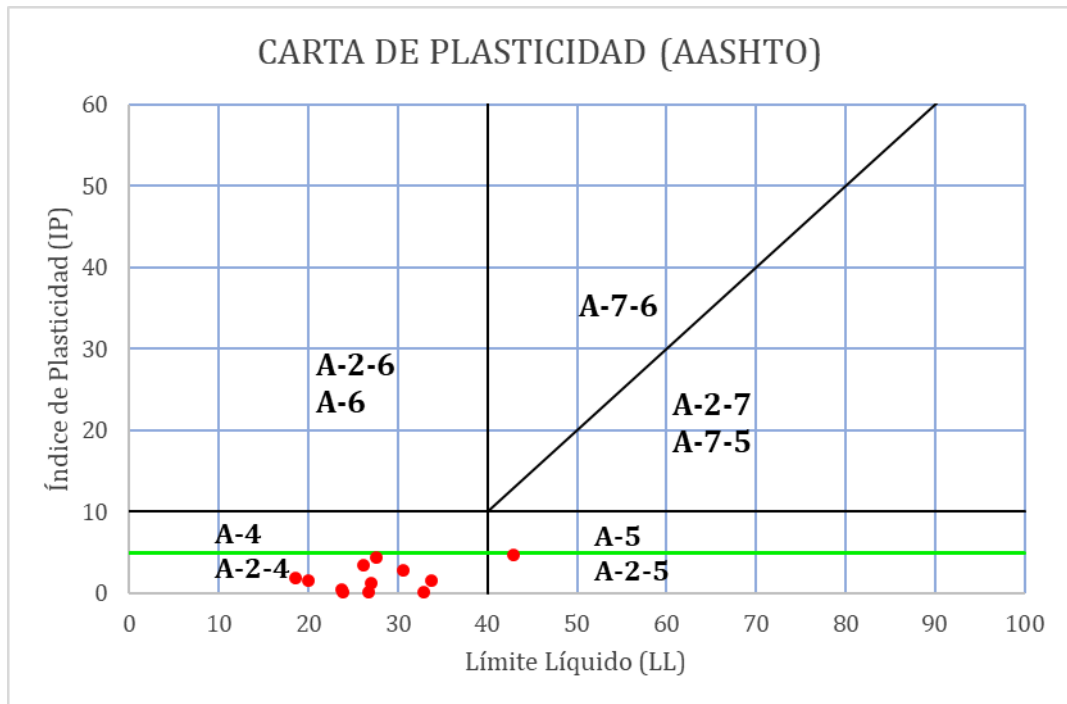
*Fig 58: Carta de plasticidad- SUCS*



*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

Según la norma SUCS los suelos se encuentran por debajo de la línea A y son menores al 50% del límite líquido, lo cual indica que están conformadas mayormente por arenas limosas de baja plasticidad (SM).

*Fig 59: Carta de plasticidad - AASHTO*

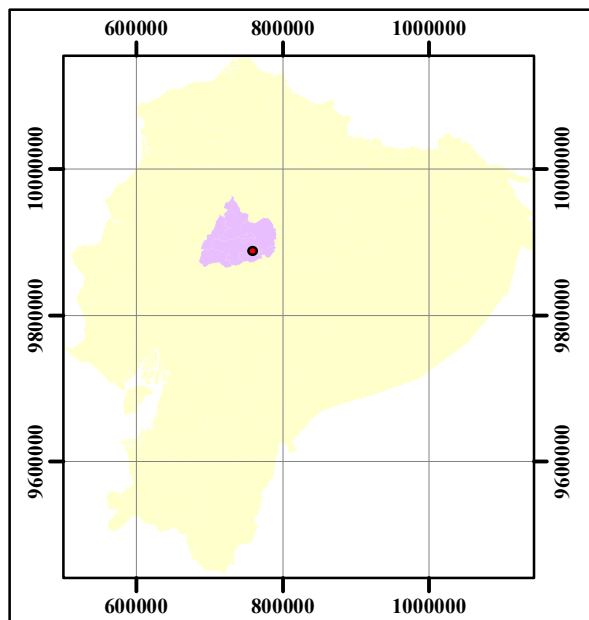
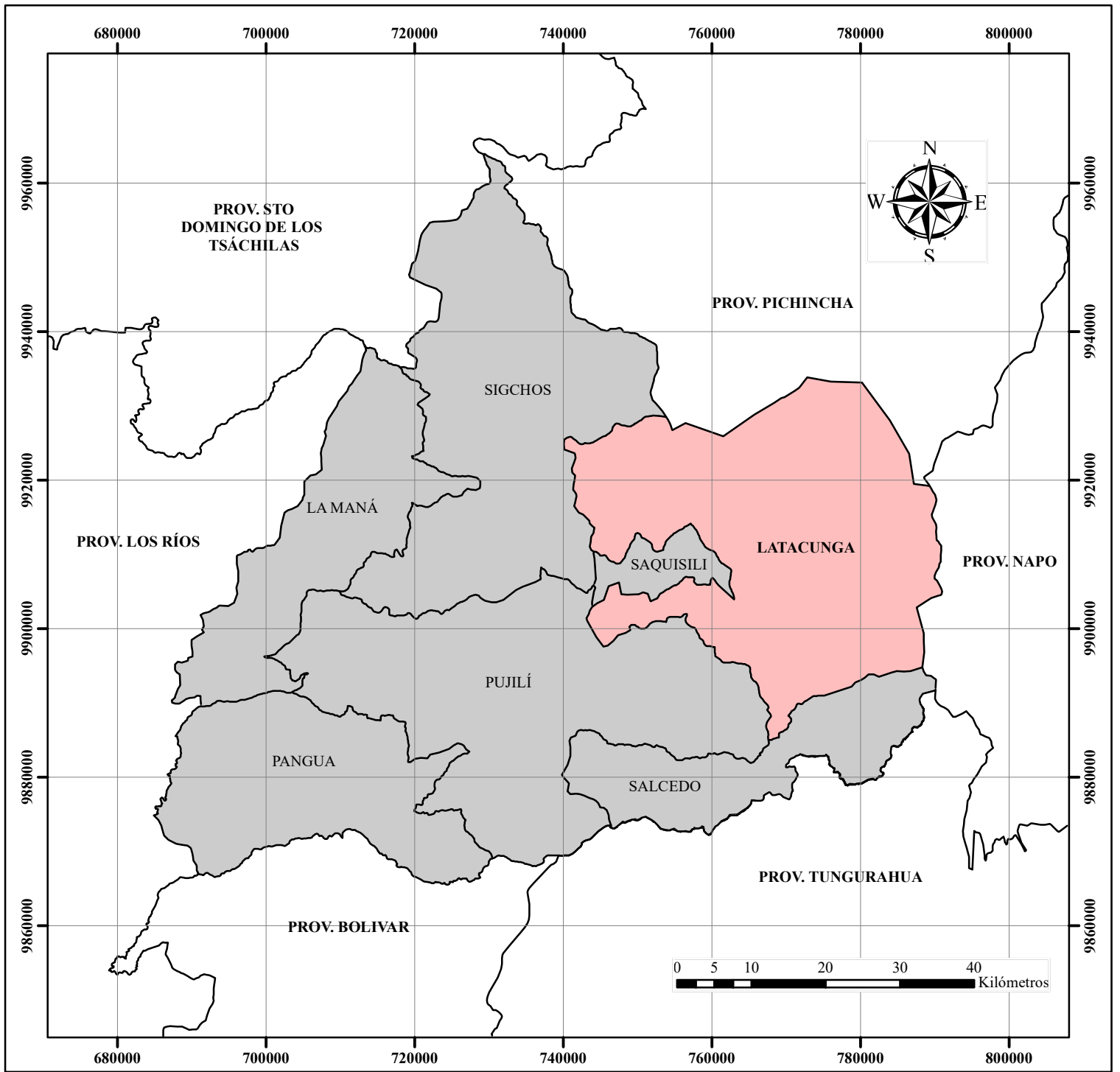




*Fuente: Karina Lizbeth Amán Chicaiza*

Según la norma AASHTO los suelos estudiados presentan un índice de plasticidad menor al 10%, además once de las muestras estudiadas corresponden a suelos granulares, con presencia de grava, arena y limos, mientras que 1 de las muestras corresponde a suelos limo-arcillosos.

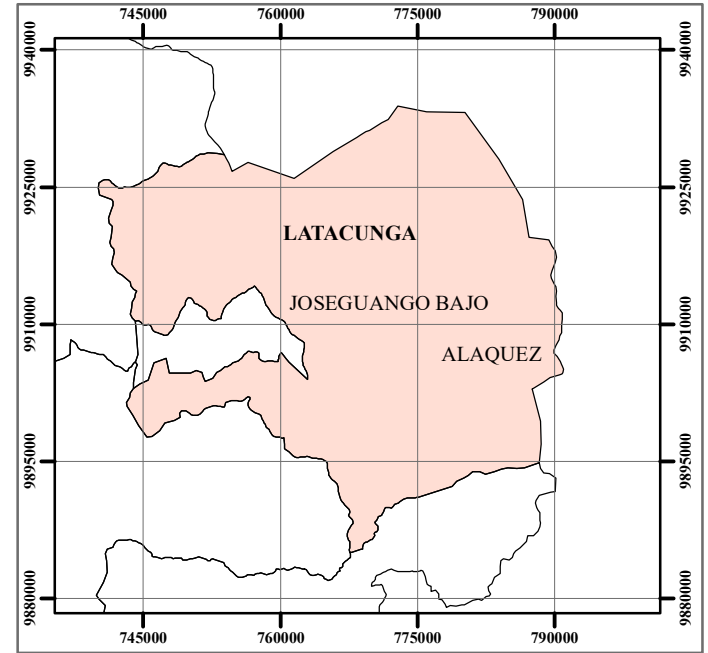
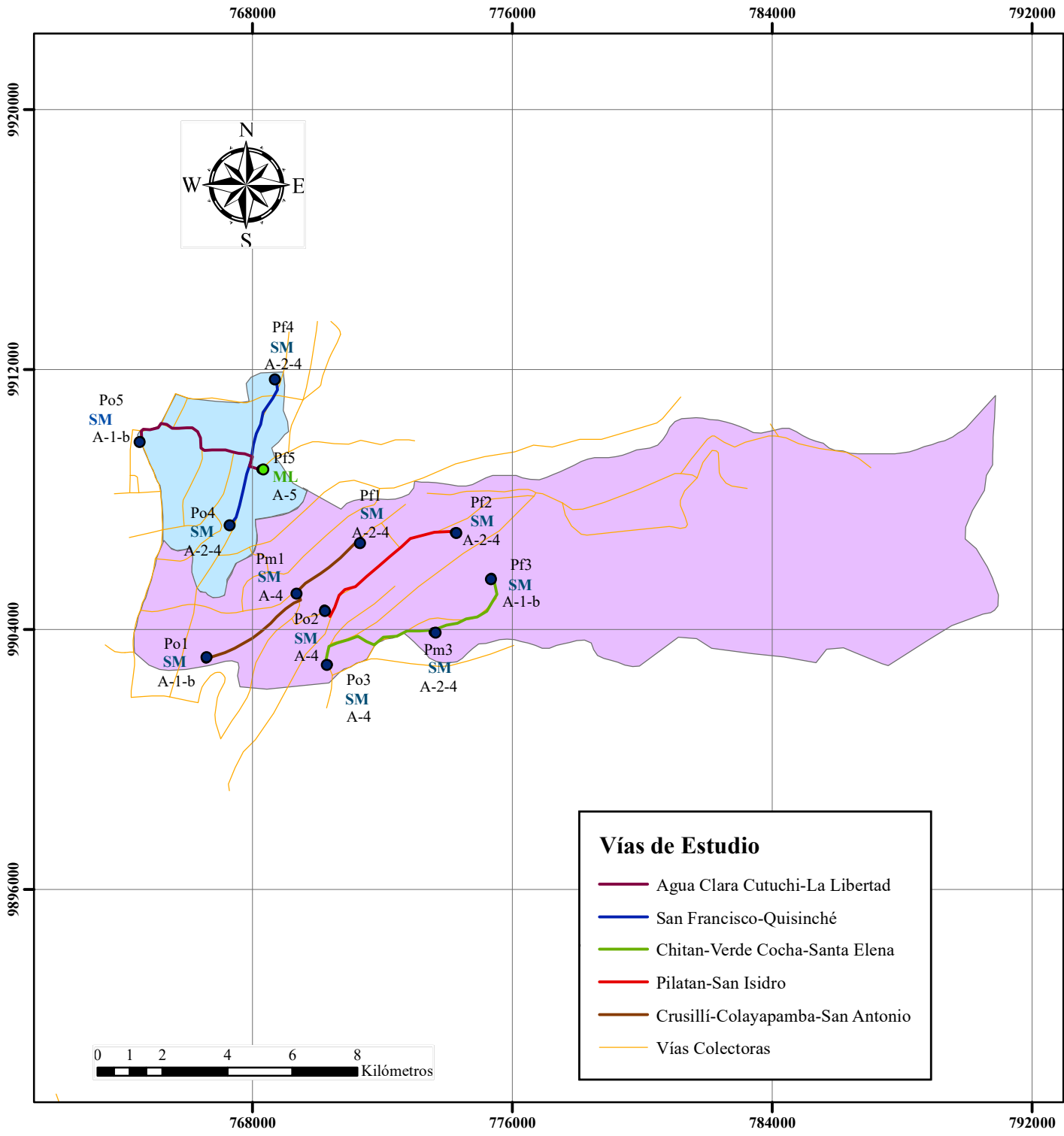
### 3.4.3. Zonificación

A continuación se presenta la localización del presente trabajo experimental, además de la zonificación de las muestras y tipos de suelo encontrados.



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>TEMA:</b>		
“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”		
<b>CONTIENE:</b>		
Mapa Provincial de Cotopaxi y su División Política		
<b>Realizado por:</b>		<b>Revisado por:</b>
----- Karina Lizbeth Amán Chicaiza		----- Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Ph.D.
<b>Fecha:</b>	<b>Escala:</b>	<b>Ubicación:</b>
25/4/2023	1: 750 000	Latacunga - Cotopaxi - Ecuador
Proyeccion Cartográfica UTM Datum WGS-84 Zona 17S		





PARROQUIA	POZO	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	
		Este (m)	Norte (m)	SUCS	ASSHTO
Alaquez	P01	766582,39	9903096,27	SM	A-1-b
	Pm1	769346,85	9905099,02	SM	A-4
	Pf1	771295,11	9906638,58	SM	A-2-4
	Po2	770223,26	9904610,51	SM	A-4
	Pf2	774235,32	9906979,47	SM	A-2-4
	Po3	770322,7	9902927,37	SM	A-4
	Pm3	773588,58	9903911,44	SM	A-2-4
Joseguango Bajo	Pf3	775366,11	9905587,27	SM	A-1-b
	Po4	767290,46	9907200,1	SM	A-2-4
	Pf4	768680,56	9911693,42	SM	A-2-4
	Po5	764549,94	9909794,07	SM	A-1-b
	Pf5	768288	9908921,93	ML	A-5



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



**TEMA:** "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

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

<b>Realizado por:</b> Karina Lizbeth Amán Chicaiza	<b>Revisado por:</b> Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Ph.D.
---	---

**Fecha:** 25/4/2023      **Escala:** 1: 175 000      **Ubicación:** Latacunga - Cotopaxi - Ecuador

Proyeccion Cartográfica UTM  
Datum WGS-84 Zona 17S

## CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se determinó las propiedades índice y mecánicas de los suelos de la parroquia Alaquez y Joséguango Bajo, en donde se obtuvieron valores de límite líquido que oscilan entre 18.53% al 42.92% y un índice de plasticidad que se encuentra entre el 0.18% y el 4.66% lo cual indica que los suelos estudiados son de baja plasticidad.
- Se aportó con una base de datos de 22 correlaciones entre las propiedades índice, mecánicas, CBR y DCP de los suelos representativos de las parroquias Alaquez y Joséguango Bajo, con líneas de tendencia logarítmicas, polinómicas, lineales y exponenciales, de las cuales se obtuvieron coeficientes de correlación que se encuentran entre el 57 y 97%, las mejores correlaciones obtenidas involucran parámetros de límite líquido, límite plástico, humedad natural y densidad seca in situ donde se obtuvo un coeficiente de correlación de 97 y 96%.
- Se aplicó los resultados obtenidos en el diseño de pavimento flexible mediante la norma AASHTO 93, con base al CBR obtenido en laboratorio y el CBR que se obtuvo mediante las correlaciones, determinando de esta manera un espesor total de 40 cm, que se divide en espesores para la carpeta asfáltica de 5cm, para la base de 15cm y una subbase de 20cm, para los dos valores de CBR propuestos, esto debido a que no existe una diferencia considerable en los valores obtenidos.
- Se zonificó las muestras de suelo representativas de las parroquias Joséguango Bajo y Alaquez mediante el software Arcgis, clasificando 11 de las muestras como suelos granulares de tipo SM correspondiente a arenas limosas o arcillosas según la norma SUCS y de tipo A-1-b y A-2-4 mediante la norma AASHTO, con excepción de la muestra 12 que corresponde a un suelo de tipo limo-arenoso de baja plasticidad (ML, A-5).
- Se determinó que las correlaciones existentes encontradas entre los resultados de CBR, DCP y propiedades índice y mecánicas obtenidas en este trabajo experimental, podrán aplicarse únicamente a los suelos que presenten características similares a los suelos estudiados en esta investigación.

## 4.2 Recomendaciones

- En cuanto a la realización de ensayos, se recomienda seguir los parámetros estipulados dentro de cada norma utilizada, además de verificar las respectivas actualizaciones puesto que en algunos casos presentan cambios.
- Se recomienda que las ecuaciones obtenidas mediante las correlaciones sean aplicadas en suelos que presenten características similares a los suelos estudiados en esta investigación, de esta manera se logrará tener resultados aproximados a los reales.
- Se recomienda que para el diseño de pavimentos en especial en zonas rurales en donde no se tiene un alto flujo de tránsito se diseñe la estructura del pavimento con espesores mínimos, con el fin de disminuir costos, siempre y cuando cumpla con los recomendados en la norma correspondiente.
- En cuanto a la zonificación se recomienda la utilización de un software confiable que permita colocar las coordenadas exactas en las cuales se extrajeron las muestras.
- Se sugiere a la Universidad Técnica de Ambato implementar equipos de CBR adicionales a los que se encuentran en laboratorio, para facilitar el desarrollo de futuras tesis.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. B Shirur and S. G Hiremath, “Establishing Relationship between Cbr Value and Physical Properties of Soil,” *IOSR J. Mech. Civ. Eng.*, vol. 11, no. 5, pp. 26–30, 2014, doi: 10.9790/1684-11512630.
- [2] Y. Mohammed, A. Paulmakesh, B. Admasu, and S. Shukri, “Relationship between California bearing ratio and other geotechnical properties of sub grade soils,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2040, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2040/1/012029.
- [3] O. S. Osuji and J. T. Akinwamide, “Engineering Properties of Lateritic Soils in Ado-Ekiti , South Western Nigeria,” *Am. J. Eng. Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 353–360, 2018.
- [4] B. Yildirim and O. Gunaydin, “Estimation of California bearing ratio by using soft computing systems,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 5, pp. 6381–6391, 2011, doi: 10.1016/j.eswa.2010.12.054.
- [5] A. A. Angamarca Solano, “Determinación del CBR de Laboratorio y natural en suelos finos y su correlación con el DCP para la determinación de la capacidad portante de la sub-rasante, en el diseño de pavimentos flexibles de la Ciudad de Quito.”  
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2783284?show=full> (accessed Jul. 20, 2023).
- [6] K. Roksana and A. Muqtadir, “Relationship between CBR and soil index properties of bangladesh soil samples Journal of Modern Science and Technology Relationship between CBR and Soil Index Properties of Bangladesh Soil Samples Kaniz Roksana , Tabassum Islam and Abdul Muqtadir,” *J. Mod. Sci. Technol.*, vol. 6, no. August, pp. 1–9, 2018, doi: 10.13140/RG.2.2.32196.94084.
- [7] ASTM D6159-18, “Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications.”  
[https://www.astm.org/d6951\\_d6951m-18.html](https://www.astm.org/d6951_d6951m-18.html) (accessed Nov. 16, 2022).

- [8] F. Viscarra Agreda, “El cono dinámico de penetración y su aplicación en la evaluación de suelos,” *iCIVIL*, p. 18, 2006, [Online]. Available: [https://www.academia.edu/28667223/EL\\_CONO\\_DINÁMICO\\_DE\\_PENETRACIÓN\\_Y\\_SU\\_APLICACIÓN\\_EN\\_LA\\_EVALUACIÓN\\_DE\\_SUELOS](https://www.academia.edu/28667223/EL_CONO_DINÁMICO_DE_PENETRACIÓN_Y_SU_APLICACIÓN_EN_LA_EVALUACIÓN_DE_SUELOS)
- [9] B. Castro De Machuca, M. G. López, D. Morata, A. Conte-Grand, and S. Pontoriero, “Magmatism in sierra de valle fértil, western sierras pampeanas la aguadita trachyte: New exponent of triassic alkaline,” *Rev. la Asoc. Geol. Argentina*, vol. 72, no. 4, pp. 551–562, 2015.
- [10] S. D. Mohammadi, M. R. Nikoudel, H. Rahimi, and M. Khomehchiyan, “Application of the Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for determination of the engineering parameters of sandy soils,” *Eng. Geol.*, vol. 101, no. 3–4, pp. 195–203, 2008, doi: 10.1016/j.enggeo.2008.05.006.
- [11] M. C. J. Armando, G. Pinzón, M. C. C. Beatriz, and R. Poot, *Aplicación del cono dinámico de penetración en estudio geotécnico de carreteras*. 2020. [Online]. Available: <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5ed6c332f63b0e2bc8867b37/1591132988512/Tomo+03+-+Participación+eficaz+de+la+educación+superior+-+AJ+Chetumal+2020.pdf>
- [12] D. F. Salazar, “Determinación de una correlación entre el valor de CBR y el ensayo DCP para suelos del Cantón Cuenca,” 2022, [Online]. Available: [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/39010/1/Trabajo-de-Titulación %281%29.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/39010/1/Trabajo-de-Titulación%20%29.pdf)
- [13] M. L. Aragundi Demera, C. M. Delgado Romero, E. H. Ortiz Hernández, and D. A. Delgado Gutiérrez, “Estudio para determinar la capacidad portante del suelo como parámetro geotécnico, aplicando el ensayo de cono dinámico de penetración (DCP), en los terrenos aledaños a la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas,” *Rev. Investig. en Energía, Medio Ambient. y Tecnol. RIEMAT ISSN 2588-0721*, vol. 4, no. 2, p. 39, 2020, doi: 10.33936/riemat.v4i2.2193.
- [14] G. H. Gregory and S. A. Cross, “Correlation of California Bearing Ratio with Shear Strength Parameters,” *Transp. Res. Rec.*, vol. 1989–1, no. 1, pp. 148–

153, 2007, doi: 10.3141/1989-17.

- [15] C. Villalaz, “Mecanica de suelos y cimentaciones,” *Mecanica de suelos y cimentaciones*. p. 652, 2004. [Online]. Available: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- [16] E. Juárez-Badillo and A. Rico-Rodríguez, “Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos.” p. 642, 2014. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/38530731/Mecánica\\_de\\_suelos\\_Tomo\\_I\\_-\\_Eulalio\\_Juárez\\_Badillo\\_y\\_Alfonso\\_Rico\\_Rodríguez](https://www.academia.edu/38530731/Mecánica_de_suelos_Tomo_I_-_Eulalio_Juárez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodríguez)
- [17] B. M. Das, *Ingeniería Geotécnica*, Cuarta ed. México, 2013.
- [18] B. M. Das, *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones Séptima edición*, Séptima ed. México, 2011.
- [19] J. E. Bowles, *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. México: McGraw-Hill Education, 1981.
- [20] W. R. Serquén, “Propiedades Índice de los Suelos,” *Academia*, pp. 1–30, [Online]. Available: [https://www.academia.edu/38423242/PROPIEDADES\\_INDICE\\_DE\\_LOS\\_SUELOS\\_pdf#:~:text=PROPIEDADES%20INDICE.,portante%2C con fines de cimentación.](https://www.academia.edu/38423242/PROPIEDADES_INDICE_DE_LOS_SUELOS_pdf#:~:text=PROPIEDADES%20INDICE.,portante%2C con fines de cimentación.)
- [21] G. Duque Escobar and C. E. Escobar, “Relaciones Gravimétricas Y Volumétricas Del Suelo,” *Univ. Nac. Colomb. Geomecánica. Capítulo 2*, pp. 29–47, 2016, [Online]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/53252/11/relacionesgravimetricasyvolumetricasdelosuelo.pdf>
- [22] O. A. Afolabi and O. D. Afolayan, “Strength modelling of soil geotechnical properties from index properties,” *Jordan J. Civ. Eng.*, vol. 12, no. 4, pp. 619–628, 2018.
- [23] L. Pérez Maldonado, *Mecánica de Suelos Elemental*. Ambato-Ecuador.
- [24] Instituto Boliviano del cemento y Hormigón and AASHTO 93, *Manual de*

*Diseño de Pímentos método PCA*. La Paz, 2006.

- [25] A. A. of State Highway and T. Officials, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993*. The Association, 1993. [Online]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=1HRB12tBQNM>
- [26] J. F. Contreras-Ávila and A. E. García-García, “Correlación del penetrómetro dinámico de cono (P.D.C.) con ensayo de relación de soporte de California (C.B.R.) para suelos en la localidad de Engativá de la ciudad de Bogotá, utilizando la norma del Instituto Nacional de Vías.” 2019. Accessed: Jul. 21, 2023. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/10983/23933>
- [27] E. A. Sandoval Vallejo and W. A. Rivera Mena, “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfnada,” *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 29, no. 1, pp. 135–152, 2019, doi: 10.18359/rcin.3478.
- [28] J. Morales Vivanco, C. Wahr Daniel, and C. Cassanova Chia, “Diseño Con Cono De Penetración Dinámico En Vías Secundarias,” pp. 0–15, 2016.
- [29] L. González De Vallejo, *Ingeniería Geológica*. 2002.
- [30] F. P. Portilla Yandú and A. de C. Pillajo de la Cruz, “Determinación del CBR de laboratorio en suelos granulares y su correlación con el DCP para la aplicación de caminos vecinales,” Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2001.
- [31] M. R. Spiegel and L. J. Stephens, *Estadística*, 4ta ed., vol. 6, no. August. México, 2016.
- [32] F. Olivera Bustamante, *Estructuración de vías terrestres*. 2009.
- [33] J. Cardenas Grisales, *Diseno geometrico de carreteras (2a. ed.)*. Ecoe Ediciones, 2013. [Online]. Available: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/69261>
- [34] INVIAS, “Manual de Diseno Geometrico de Carreteras,” *Ciencia*, vol. 84, pp. 1–6, 2008.
- [35] G. Cotopaxi, “Plan de desarrollo vial integral de la provincia de Cotopaxi 2019,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., 2019, [Online]. Available: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Cotopaxi-plan-vial->

integral.pdf



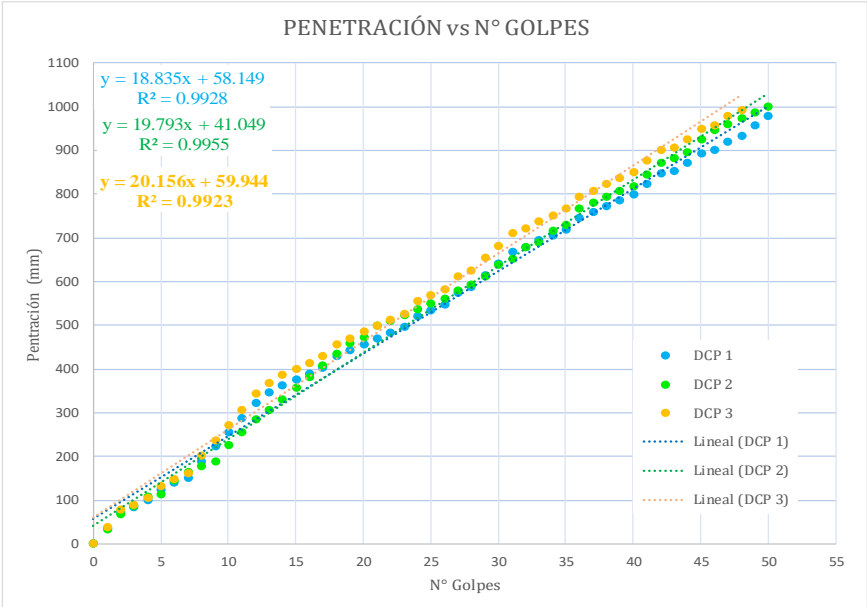
- [36] GAD parroquial de Joséguango Bajo, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARROQUIAL DE JOSEGUANGO,” 2019.
- [37] J. Cal y Mayor, Rafael; Cardenas, “Ingenieria de Transito - Cal y Mayor.” p. 534, 2007.
- [38] MTOP, “Volumen N° 2 – Libro A Norma para estudios Y diseños viales; Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP,” *Minist. Transp. Y Obras Públicas Del Ecuador*, vol. NEVI-12-MT, p. 382, 2013.
- [39] AASHTO, *Guia para el diseño de una estructura de pavimento*. 1993.



**ANEXOS**



**ANEXO A.- ESTUDIO  
DE SUELO**

Tabla 57: Ensayo DCP muestra #1

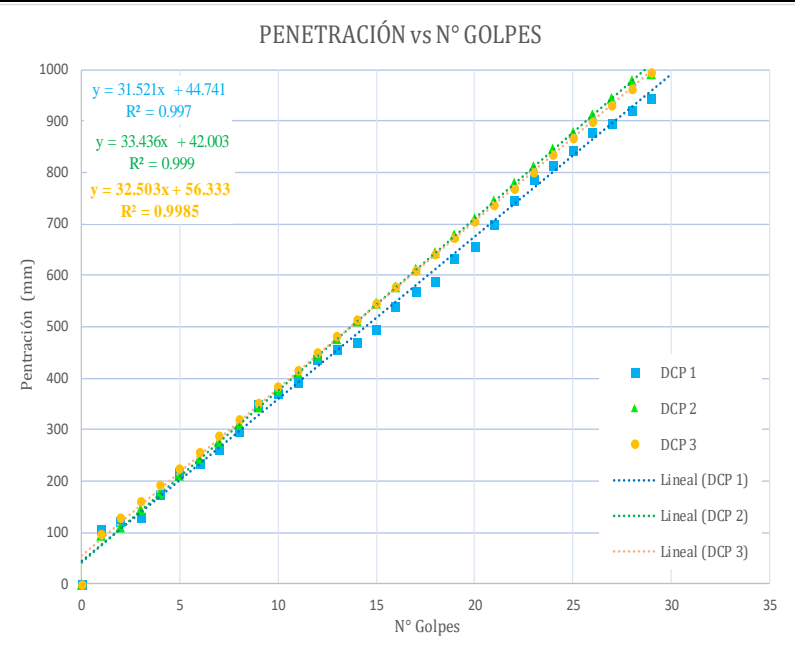
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO				
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenadas:	766582.39	9903096.27		
Cantón:	Latacunga	N° muestra:	1			
Parroquia:	Joseguango Bajo	Ensayado por:	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
Sector:	Crusilli	Revisado por:	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>						
N° de Golpes	Penetración (mm)			<div style="text-align: center;">                     PENETRACIÓN vs N° GOLPES                 </div> 		
	1	2	3			
0	0	0	0			
1	37	32	39			
2	74	69	79			
3	83	87	88			
4	99	108	105			
5	125	112	133			
6	140	145	149			
7	152	164	161			
8	189	177	201			
9	223	189	237			
10	256	226	272			
11	289	256	307			
12	324	284	344			
13	347	305	369			
14	363	331	386			
15	376	357	401			
16	390	382	415			
17	403	407	429			
18	429	434	457			
19	443	459	471			
20	456	472	485			
21	469	498	499			
22	482	511	513			
23	495	524	527			
24	522	537	555			
25	535	550	569			
26	548	562	583			
27	575	580	612			
28	588	592	626			
29	614	612	654			
30	641	640	682			
31	667	652	710			
32	679	678	722			
33	694	691	738			
34	707	717	752			
35	720	730	766			
36	747	768	794			
37	760	781	808			
38	773	794	822			
39	786	807	837			
40	800	820	851			
41	824	845	877			
42	848	871	902			
43	852	884	906			
44	871	897	927			
45	892	926	949			
46	900	948	957			
47	920	961	979			
48	934	974	994			
49	958	987				
50	980	1000				

Índice DCP (mm/golpe)		DN
DCP 1	18.84	<b>19.60</b>
DCP 2	19.79	
DCP 3	20.16	

**Tabla 58: Ensayo DCP muestra #2**



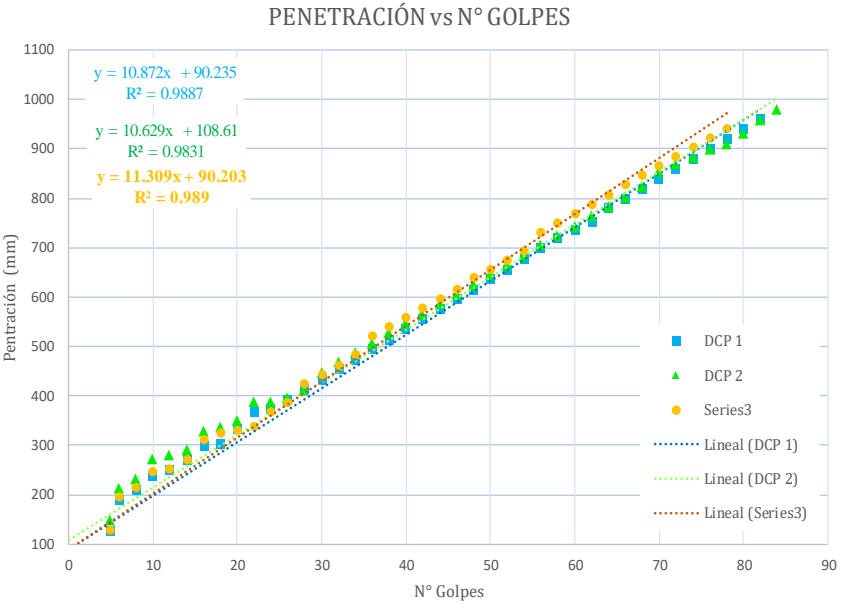
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO 				
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	769346.85	9905099.02
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	2	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Colayapamba	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>				
N° de Golpes	Penetración (mm)			
	1	2	3	
0	0	0	0	
1	106	94	97	
2	121	111	129	
3	130	145	161	
4	174	178	193	
5	218	211	225	
6	236	245	257	
7	262	278	289	
8	298	311	321	
9	350	345	353	
10	372	378	385	
11	394	412	417	
12	438	445	450	
13	456	478	482	
14	469	512	514	
15	497	545	546	
16	541	579	578	
17	569	612	610	
18	589	645	642	
19	633	679	674	
20	657	712	706	
21	701	745	738	
22	745	779	770	
23	789	812	803	
24	814	846	835	
25	845	879	867	
26	877	912	899	
27	897	946	931	
28	921	979	963	
29	945	992	995	
30	1001			





Índice DCP (mm/golpe)		DN
DCP 1	31.52	<b>32.50</b>
DCP 2	33.44	
DCP 3	32.53	

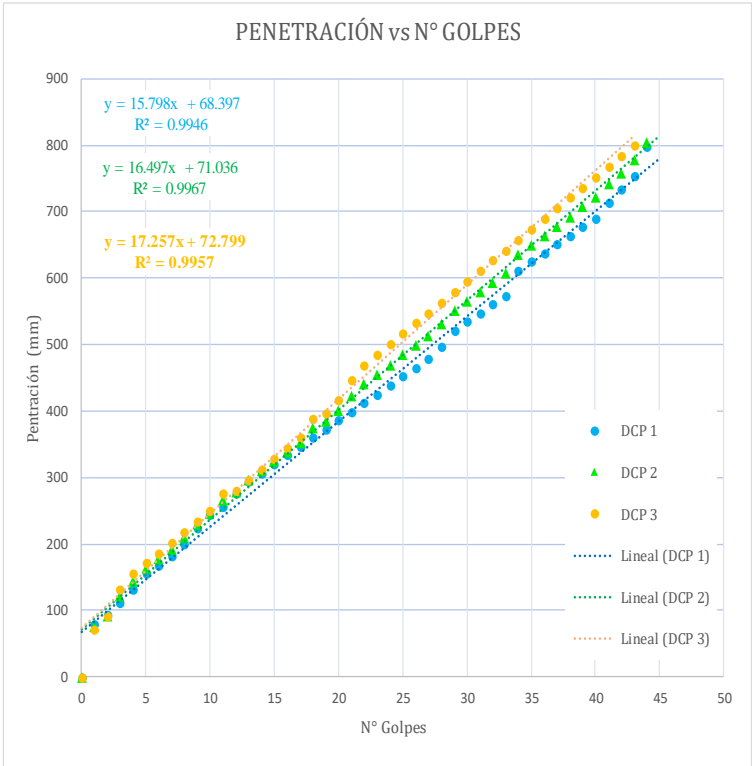
Tabla 59: Ensayo DCP muestra #3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO												
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"														
Provincia:	Cotopaxi	Coordenadas:	771295.11	9906638.58										
Cantón:	Latacunga	N° muestra:	3											
Parroquia:	Joseguango Bajo	Ensayado por:	Karina Lizbeth Amán Chicaiza											
Sector:	Vía Mulalo	Revisado por:	Ing. Milton Aldas Ph. D											
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>														
N° de Golpes	Penetración (mm)													
	1	2	3											
0	0	0	0											
1	28	30	27											
2	50	41	54											
3	64	78	86											
4	81	80	95											
5	127	150	130											
6	192	212	197											
8	212	232	216											
10	240	272	248											
12	252	280	255											
14	273	291	274											
16	300	331	312											
18	305	338	326											
20	334	350	331											
22	369	389	341											
24	374	390	369											
26	394	398	389											
28	415	412	427											
30	435	449	446											
32	455	469	465											
34	476	488	484											
36	496	508	523											
38	516	528	542											
40	537	548	561											
42	557	567	580											
44	577	587	599											
46	597	607	618											
48	618	626	641											
50	638	646	657											
52	658	666	676											
54	679	686	695											
56	700	705	733											
58	723	725	752											
60	739	745	771											
62	755	764	790											
64	780	784	810											
66	800	804	829											
68	821	824	848											
70	841	853	867											
72	861	870	886											
74	882	883	905											
76	902	900	924											
78	922	910	944											
80	942	931												
82	963	959												
84		981												
				<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Índice DCP (mm/golpe)</th> <th rowspan="4" style="background-color: #d3d3d3; text-align: center;"><b>DN</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DCP 1</td> <td>10.87</td> </tr> <tr> <td>DCP 2</td> <td>10.63</td> </tr> <tr> <td>DCP 3</td> <td>11.31</td> </tr> </tbody> </table>		Índice DCP (mm/golpe)		<b>DN</b>	DCP 1	10.87	DCP 2	10.63	DCP 3	11.31
Índice DCP (mm/golpe)		<b>DN</b>												
DCP 1	10.87													
DCP 2	10.63													
DCP 3	11.31													

**Tabla 60: Ensayo DCP muestra #4**



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b>			
<b>Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI</b>					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770223.26	9904610.51	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	4		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Pilatan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D		
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>					
<b>N° de Golpes</b>	<b>Penetración (mm)</b>				
	1	2	3		
0	0	0	0		
1	81	77	73		
2	94	92	91		
3	113	122	132		
4	131	143	155		
5	156	163	171		
6	169	178	187		
7	182	192	203		
8	201	209	218		
9	225	229	234		
10	244	247	250		
11	257	266	276		
12	276	278	281		
13	294	296	297		
14	307	310	313		
15	321	324	328		
16	334	339	344		
17	347	353	360		
18	360	375	389		
19	373	385	396		
20	386	402	417		
21	399	424	448		
22	413	441	470		
23	426	456	485		
24	439	470	501		
25	452	485	517		
26	465	499	533		
27	478	513	548		
28	497	531	564		
29	521	551	580		
30	535	565	596		
31	548	579	611		
32	561	594	627		
33	574	608	643		
34	612	635	658		
35	625	649	674		
36	638	664	690		
37	651	678	706		
38	664	693	721		
39	679	708	737		
40	690	722	753		
41	715	742	768		
42	733	759	784		
43	755	777	800		
44	799	805			
45					

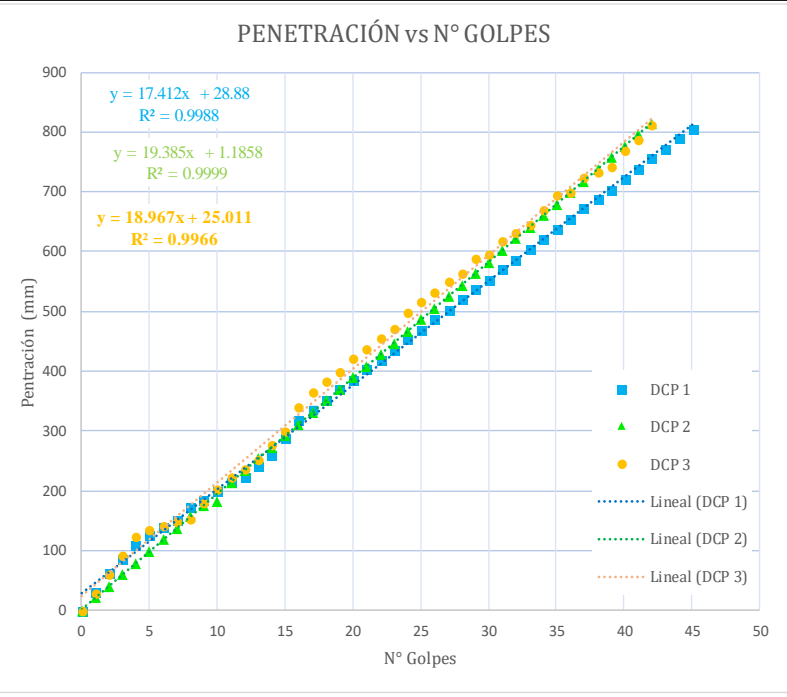


Índice DCP (mm/golpe)		DN
DCP 1	15.8	
DCP 2	16.50	
DCP 3	17.26	16.52

**Tabla 61: Ensayo DCP muestra #5**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO			
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI			
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	774235.32      9906979.47
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	5
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza
<b>Sector:</b>	San Isidro	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>			
N° de Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	31	21	30
2	62	41	61
3	85	60	92
4	110	80	123
5	125	99	135
6	140	118	141
7	150	138	148
8	173	157	154
9	185	176	179
10	200	183	203
11	215	215	224
12	223	234	236
13	242	254	253
14	260	273	278
15	289	292	300
16	319	312	340
17	335	331	365
18	352	351	384
19	369	370	400
20	386	389	421
21	402	409	438
22	419	428	456
23	436	447	471
24	453	467	499
25	470	486	517
26	486	505	533
27	503	525	551
28	520	544	564
29	537	563	588
30	554	583	595
31	570	602	619
32	587	622	632
33	604	641	644
34	621	660	669
35	638	680	694
36	654	699	700
37	671	718	725
38	688	738	732
39	705	757	743
40	722	776	768
41	738	796	787
42	755	815	811
43	772		
44	789		
45	805		



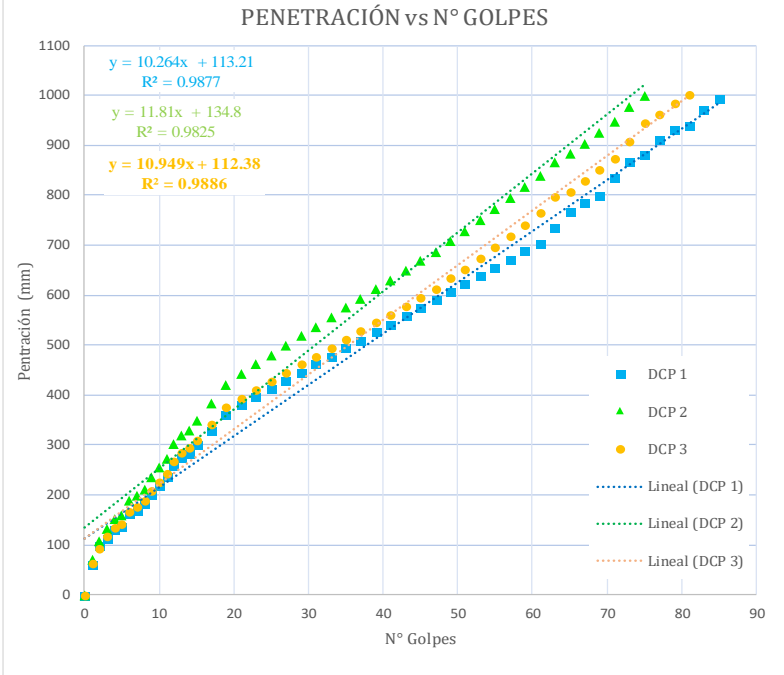


Índice DCP (mm/golpe)		<b>DN</b>
DCP 1	17.41	
DCP 2	19.39	
DCP 3	18.97	

Tabla 62: Ensayo DCP muestra #6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO																																																																																																																																																
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																																																																																																																																																
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi																																																																																																																																															
<b>Cantón:</b>	Latacunga																																																																																																																																															
<b>Parroquia:</b>	Alaquez																																																																																																																																															
<b>Sector:</b>	Chitan																																																																																																																																															
<b>Coordenadas:</b>	770322.7      9902927.37																																																																																																																																															
<b>N° muestra:</b>	6																																																																																																																																															
<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza																																																																																																																																															
<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.																																																																																																																																															
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N° de Golpes</th> <th colspan="3">Penetración (mm)</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>49</td><td>46</td><td>43</td></tr> <tr><td>2</td><td>83</td><td>76</td><td>68</td></tr> <tr><td>3</td><td>116</td><td>102</td><td>88</td></tr> <tr><td>4</td><td>150</td><td>149</td><td>147</td></tr> <tr><td>5</td><td>183</td><td>175</td><td>167</td></tr> <tr><td>6</td><td>217</td><td>202</td><td>187</td></tr> <tr><td>7</td><td>250</td><td>228</td><td>206</td></tr> <tr><td>8</td><td>284</td><td>265</td><td>246</td></tr> <tr><td>9</td><td>317</td><td>301</td><td>285</td></tr> <tr><td>10</td><td>351</td><td>348</td><td>344</td></tr> <tr><td>11</td><td>384</td><td>374</td><td>364</td></tr> <tr><td>12</td><td>417</td><td>400</td><td>383</td></tr> <tr><td>13</td><td>451</td><td>437</td><td>423</td></tr> <tr><td>14</td><td>484</td><td>473</td><td>462</td></tr> <tr><td>15</td><td>518</td><td>500</td><td>482</td></tr> <tr><td>16</td><td>551</td><td>526</td><td>501</td></tr> <tr><td>17</td><td>585</td><td>573</td><td>560</td></tr> <tr><td>18</td><td>618</td><td>599</td><td>580</td></tr> <tr><td>19</td><td>652</td><td>626</td><td>600</td></tr> <tr><td>20</td><td>685</td><td>662</td><td>639</td></tr> <tr><td>21</td><td>718</td><td>689</td><td>659</td></tr> <tr><td>22</td><td>752</td><td>725</td><td>698</td></tr> <tr><td>23</td><td>785</td><td>752</td><td>718</td></tr> <tr><td>24</td><td>819</td><td>788</td><td>757</td></tr> <tr><td>25</td><td>852</td><td>815</td><td>777</td></tr> <tr><td>26</td><td>886</td><td>856</td><td>821</td></tr> <tr><td>27</td><td>919</td><td>875</td><td>848</td></tr> <tr><td>28</td><td>953</td><td>895</td><td>890</td></tr> <tr><td>29</td><td>986</td><td>937</td><td>932</td></tr> <tr><td>30</td><td>1002</td><td>965</td><td>956</td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td>993</td><td>973</td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td></td><td>998</td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	N° de Golpes	Penetración (mm)			1	2	3	0	0	0	0	1	49	46	43	2	83	76	68	3	116	102	88	4	150	149	147	5	183	175	167	6	217	202	187	7	250	228	206	8	284	265	246	9	317	301	285	10	351	348	344	11	384	374	364	12	417	400	383	13	451	437	423	14	484	473	462	15	518	500	482	16	551	526	501	17	585	573	560	18	618	599	580	19	652	626	600	20	685	662	639	21	718	689	659	22	752	725	698	23	785	752	718	24	819	788	757	25	852	815	777	26	886	856	821	27	919	875	848	28	953	895	890	29	986	937	932	30	1002	965	956	31		993	973	32			998	33				<div style="text-align: center;"> <p><b>PENETRACIÓN vs N° GOLPES</b></p> </div>
N° de Golpes		Penetración (mm)																																																																																																																																														
	1	2	3																																																																																																																																													
0	0	0	0																																																																																																																																													
1	49	46	43																																																																																																																																													
2	83	76	68																																																																																																																																													
3	116	102	88																																																																																																																																													
4	150	149	147																																																																																																																																													
5	183	175	167																																																																																																																																													
6	217	202	187																																																																																																																																													
7	250	228	206																																																																																																																																													
8	284	265	246																																																																																																																																													
9	317	301	285																																																																																																																																													
10	351	348	344																																																																																																																																													
11	384	374	364																																																																																																																																													
12	417	400	383																																																																																																																																													
13	451	437	423																																																																																																																																													
14	484	473	462																																																																																																																																													
15	518	500	482																																																																																																																																													
16	551	526	501																																																																																																																																													
17	585	573	560																																																																																																																																													
18	618	599	580																																																																																																																																													
19	652	626	600																																																																																																																																													
20	685	662	639																																																																																																																																													
21	718	689	659																																																																																																																																													
22	752	725	698																																																																																																																																													
23	785	752	718																																																																																																																																													
24	819	788	757																																																																																																																																													
25	852	815	777																																																																																																																																													
26	886	856	821																																																																																																																																													
27	919	875	848																																																																																																																																													
28	953	895	890																																																																																																																																													
29	986	937	932																																																																																																																																													
30	1002	965	956																																																																																																																																													
31		993	973																																																																																																																																													
32			998																																																																																																																																													
33																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Índice DCP (mm/golpe)</th> <th>DN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DCP 1</td> <td>33.44</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>32.26</b></td> </tr> <tr> <td>DCP 2</td> <td>31.99</td> </tr> <tr> <td>DCP 3</td> <td>31.35</td> </tr> </tbody> </table>		Índice DCP (mm/golpe)		DN	DCP 1	33.44	<b>32.26</b>	DCP 2	31.99	DCP 3	31.35																																																																																																																																					
Índice DCP (mm/golpe)		DN																																																																																																																																														
DCP 1	33.44	<b>32.26</b>																																																																																																																																														
DCP 2	31.99																																																																																																																																															
DCP 3	31.35																																																																																																																																															

Tabla 63: Ensayo DCP muestra #7

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b>			
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	773588.58	9903911.44	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	7		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Verde Cocha	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>					
N° de Golpes	Penetración (mm)				
	1	2	3		
0	0	0	0		
1	61	71	63		
2	97	108	92		
3	113	132	117		
4	129	151	134		
5	138	160	143		
6	162	188	168		
7	170	198	176		
8	182	212	189		
9	202	235	210		
10	219	254	226		
11	235	273	243		
12	259	301	268		
13	275	320	285		
14	283	330	294		
15	299	348	310		
17	329	383	341		
19	362	421	375		
21	380	443	394		
23	397	461	411		
25	413	480	428		
27	429	499	445		
29	445	518	461		
31	461	537	478		
33	478	556	495		
35	494	575	512		
37	510	593	528		
39	526	612	545		
41	542	631	562		
43	559	650	579		
45	575	669	595		
47	591	687	612		
49	607	709	634		
51	623	729	652		
53	639	751	675		
55	656	773	697		
57	672	795	719		
59	688	817	741		
61	704	840	766		
63	737	867	797		
65	769	882	808		
67	785	904	830		
69	801	926	852		
71	834	948	874		
73	866	977	908		
75	882	1000	945		
77	910		963		
79	931		985		
81	940		1001		
83	971				
85	996				

Índice DCP (mm/golpe)		<b>DN</b>
DCP 1	10.26	
DCP 2	11.83	<b>11.01</b>
DCP 3	10.95	



Tabla 64: Ensayo DCP muestra #8



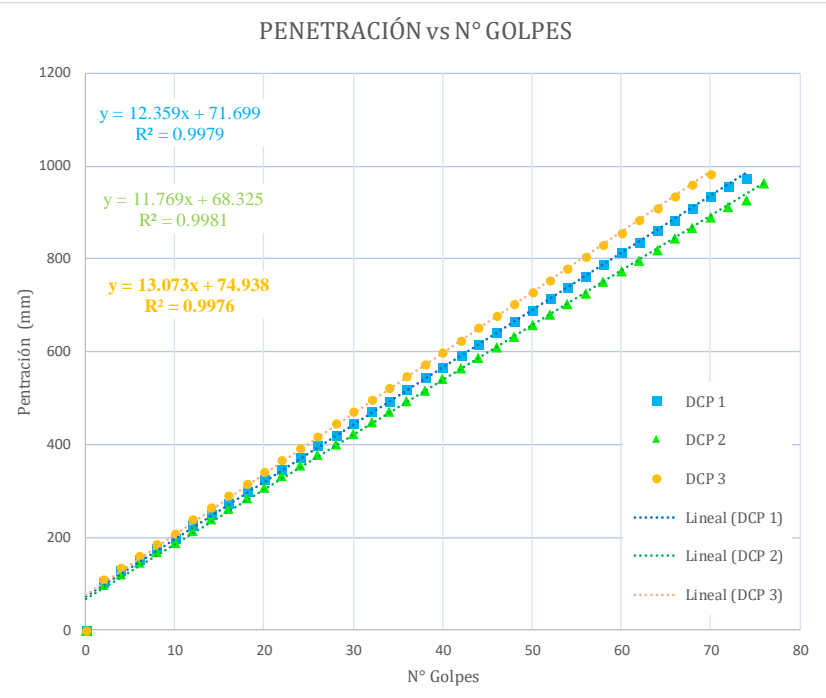


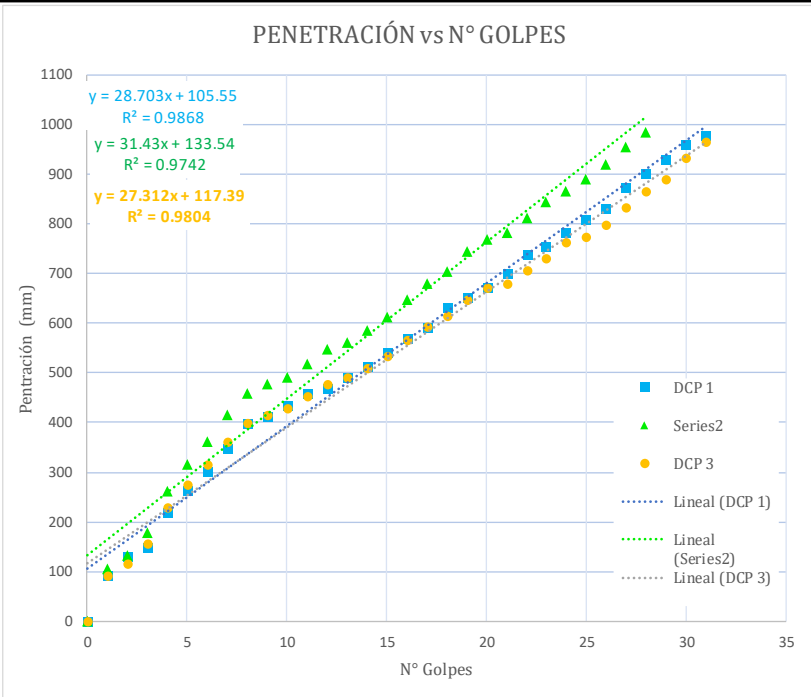
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO														
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"																
Provincia:	Cotopaxi	Coordenadas:	775366.11	9905587.27												
Cantón:	Latacunga	N° muestra:	8													
Parroquia:	Alaquez	Ensayado por:	Karina Lizbeth Amán Chicaiza													
Sector:	Santa Elena	Revisado por:	Ing. Milton Aldas Ph.D.													
NORMA: ASTM D 6951 03																
N° de Golpes	Penetración (mm)															
	1	2	3													
0	0	0	0													
2	104	99	110													
4	128	122	136													
6	153	146	161													
8	177	169	187													
10	198	189	209													
12	226	215	239													
14	251	239	264													
16	275	262	290													
18	299	285	316													
20	324	308	342													
22	348	332	368													
24	373	355	393													
26	397	378	419													
28	422	401	445													
30	446	425	471													
32	470	448	496													
34	495	471	522													
36	519	494	548													
38	544	518	574													
40	568	541	599													
42	592	564	625													
44	617	588	651													
46	641	611	677													
48	666	634	703													
50	690	657	728													
52	715	681	754													
54	739	704	780													
56	763	727	806													
58	788	750	831													
60	812	774	857													
62	837	797	883													
64	861	820	909													
66	886	843	935													
68	910	867	960													
70	934	890	982													
72	959	913														
74	974	928														
76		962														
				<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Índice DCP (mm/golpe)</th> <th>DN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DCP 1</td> <td>12.36</td> <td rowspan="3" style="background-color: #d3d3d3; text-align: center;">12.40</td> </tr> <tr> <td>DCP 2</td> <td>11.77</td> </tr> <tr> <td>DCP 3</td> <td>13.07</td> </tr> </tbody> </table>			Índice DCP (mm/golpe)		DN	DCP 1	12.36	12.40	DCP 2	11.77	DCP 3	13.07
Índice DCP (mm/golpe)		DN														
DCP 1	12.36	12.40														
DCP 2	11.77															
DCP 3	13.07															

Tabla 65: Ensayo DCP muestra #9

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b>			
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	767290.46      9907200.1
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	9
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza
<b>Sector:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>			
N° de Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	92	106	92
2	131	134	117
3	150	179	156
4	220	263	229
5	265	317	276
6	304	363	317
7	348	416	363
8	399	458	399
9	412	477	416
10	435	492	429
11	458	520	453
12	471	547	477
13	491	563	491
14	512	587	512
15	543	612	533
16	569	649	566
17	590	680	593
18	631	705	615
19	654	744	649
20	672	770	672
21	701	781	681
22	739	812	708
23	755	845	730
24	783	867	765
25	810	889	775
26	831	921	800
27	875	955	833
28	900	984	866
29	932		891
30	961		934
31	980		966



Índice DCP (mm/golpe)		DN
DCP 1	28.7	
DCP 2	31.43	
DCP 3	27.31	

Tabla 66: Ensayo DCP muestra #10



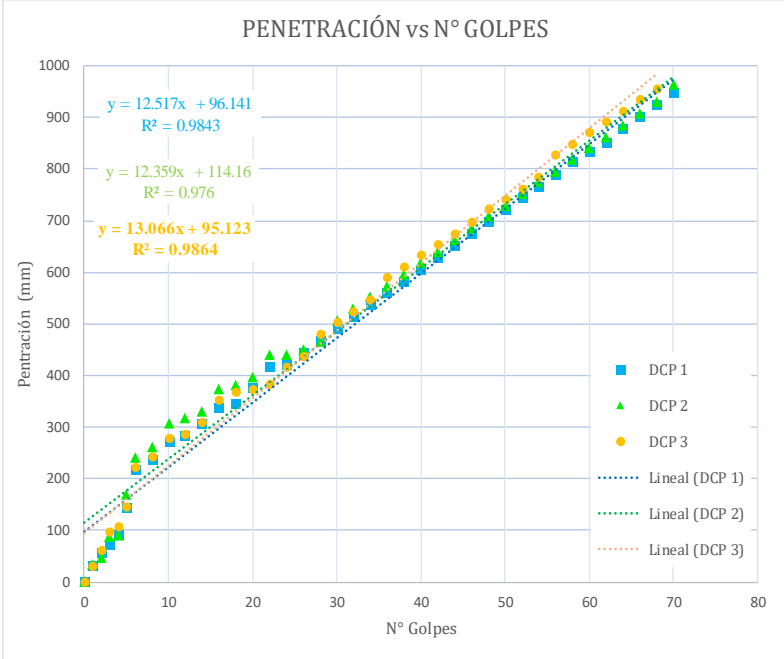


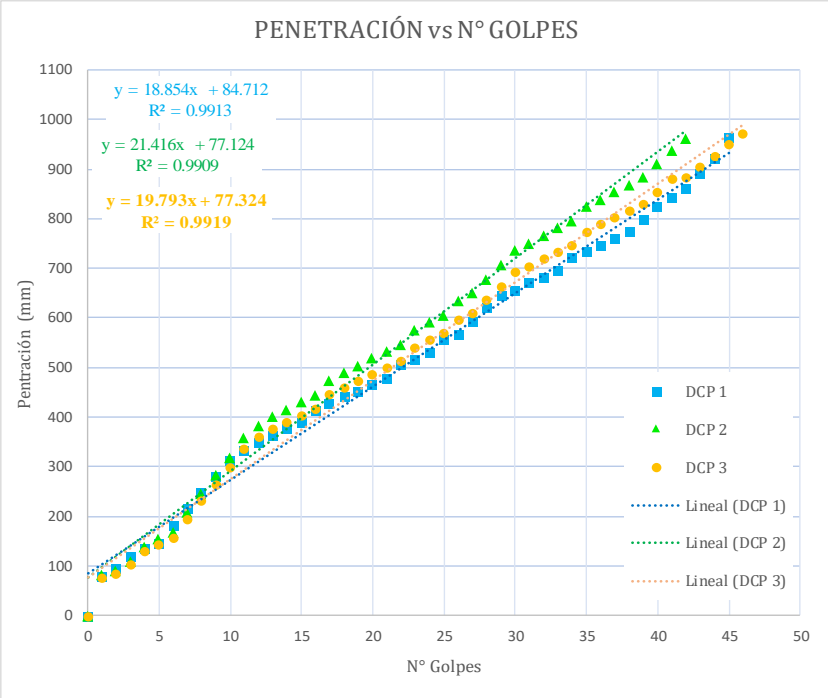


		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO													
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"															
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768680.56	9911693.42											
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	10												
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza												
<b>Sector:</b>	Ruta a Mulaó	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D												
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>															
N° de Golpes	Penetración (mm)														
	1	2	3												
0	0	0	0												
1	32	34	30												
2	56	46	61												
3	72	88	97												
4	91	90	107												
5	143	169	147												
6	216	240	222												
8	239	262	244												
10	271	307	280												
12	285	316	287												
14	308	329	309												
16	338	373	352												
18	344	381	368												
20	376	395	373												
22	416	439	385												
24	422	440	417												
26	445	449	438												
28	468	465	481												
30	491	506	503												
32	514	529	525												
34	536	551	546												
36	559	573	589												
38	582	595	611												
40	605	618	632												
42	628	640	654												
44	651	662	676												
46	674	684	697												
48	697	707	723												
50	720	729	740												
52	742	751	762												
54	765	773	784												
56	789	795	827												
58	815	818	848												
60	834	840	870												
62	852	862	892												
64	880	884	913												
66	903	907	935												
68	926	929	956												
70	948	962													
				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Índice DCP (mm/golpe)</th> <th>DN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DCP 1</td> <td>12.52</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;"><b>12.65</b></td> </tr> <tr> <td>DCP 2</td> <td>12.36</td> </tr> <tr> <td>DCP 3</td> <td>13.07</td> </tr> </tbody> </table>		Índice DCP (mm/golpe)		DN	DCP 1	12.52	<b>12.65</b>	DCP 2	12.36	DCP 3	13.07
Índice DCP (mm/golpe)		DN													
DCP 1	12.52	<b>12.65</b>													
DCP 2	12.36														
DCP 3	13.07														

Tabla 67: Ensayo DCP muestra #11

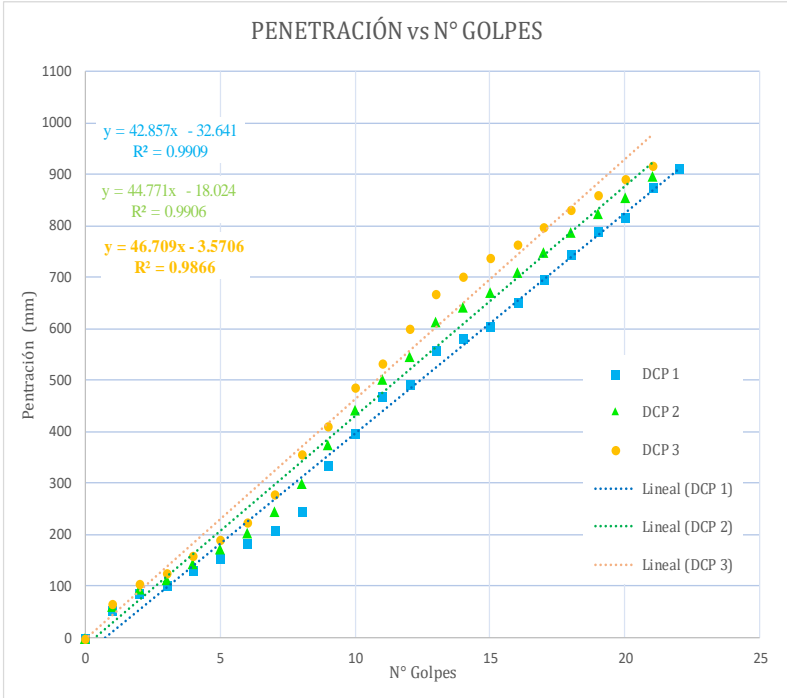
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO				
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	764549.94	9909794.07		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	11			
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Ingreso a J. Bajo	<b>Revisado por:</b>	0			
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>						
N° de Golpes	Penetración (mm)			<div style="text-align: center;"> <b>PENETRACIÓN vs N° GOLPES</b> </div> 		
	1	2	3			
0	0	0	0			
1	80	82	77			
2	96	92	86			
3	121	109	103			
4	135	138	130			
5	147	155	145			
6	183	168	158			
7	216	209	196			
8	248	246	232			
9	280	283	266			
10	313	319	300			
11	336	358	336			
12	351	383	360			
13	364	401	377			
14	377	416	391			
15	390	431	405			
16	415	445	418			
17	428	474	446			
18	441	489	460			
19	454	504	473			
20	467	518	487			
21	479	533	501			
22	505	547	515			
23	518	577	542			
24	531	591	556			
25	556	606	569			
26	569	635	597			
27	594	650	611			
28	620	679	638			
29	646	708	666			
30	657	737	693			
31	671	750	705			
32	684	766	720			
33	697	781	734			
34	722	796	748			
35	735	825	775			
36	748	840	789			
37	761	854	803			
38	774	869	817			
39	797	883	830			
40	824	910	856			
41	843	937	881			
42	863	962	885			
43	891		905			
44	921		926			
45	964		951			
46			972			

Índice DCP (mm/golpe)		<b>DN</b>
DCP 1	18.85	
DCP 2	21.42	
DCP 3	19.79	<b>20.02</b>

Tabla 68: Ensayo DCP muestra #12

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO			
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI			
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768288.00      9908921.93
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	12
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza
<b>Sector:</b>	La libertad	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.
<b>NORMA: ASTM D 6951 03</b>			
N° de Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	54	60	67
2	86	96	106
3	102	114	125
4	130	145	160
5	155	173	190
6	182	203	223
7	210	244	278
8	245	301	357
9	336	374	412
10	398	443	488
11	468	501	534
12	491	546	602
13	558	613	668
14	583	642	701
15	605	672	738
16	652	709	765
17	698	749	799
18	745	789	832
19	789	825	860
20	817	854	891
21	876	896	916
22	912	921	



Índice DCP (mm/golpe)	DN
DCP 1	42.86
DCP 2	44.77
DCP 3	46.71
<b>44.78</b>	

Tabla 69: Densidad de Campo muestra #1



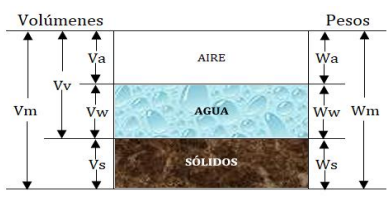
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	766582.39	9903096.27	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	1		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Crusilli	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>					
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)			2080.00		
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)			2.50		
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)			2077.50		
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena			7065.00		
Peso final frasco + cono +arena			3395.00		
<b>Peso arena en el cono (calibración del cono)</b>			<b>1667.00</b>		
Peso arena en la perforación			2003.00		
<b>Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)</b>			<b>1.583</b>		
Volumen de la perforación (Vm)			1265.32		
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDODE HUMEDAD (ω %)</b>					
N° de recipiente		A		B	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		67.37		55.58	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		61.79		49.67	
Peso del agua (Ww) (gr)		5.58		5.91	
Peso del recipiente (Wr) (gr)		11.2		11.27	
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		50.59		38.4	
Contenido de humedad (ω %)		11.03		15.39	
ω % promedio		13.21			
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
<b>Volúmenes</b>		<b>Volúmenes</b>		<b>Pesos</b>	
Vv=	15.12				
Va=	9.54			Wa=	0
Vw=	5.58			Ww=	5.58
Vs=	19.09			Ws=	50.59
Vm=	34.21			Wm=	56.17
<b>5) DETERMIACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda ( $\gamma_m = W_m/V_m$ )		1.642	gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m/(1 + w\%)$ )		1.450	gr/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω %)		13.21	%		
Relación de vacíos (e=Vv/Vs)		0.792	Natural		
Porosidad (n%= Vv/Vm * 100)		44.197	%		
Grado de saturación de agua ( Gw%= Vw/Vv * 100)		36.904	%		
Grado de saturación de aire ( Ga%= Va/Vv * 100)		63.096	%		

Tabla 70: Densidad de Campo muestra #2


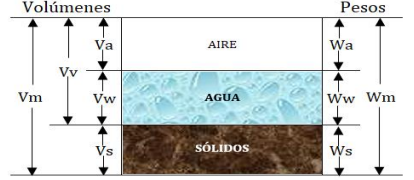
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
<b>DENSIDAD DE CAMPO</b>					
<b>Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI</b>					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	769346.85	9905099.02	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	2		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Colayapamba	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
NORMA: AASHTO T- 191 - 2014					
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)					
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)			2820.00		
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)			2.50		
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)			2817.50		
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)					
Peso inicial frasco + cono + arena			7060.00		
Peso final frasco + cono +arena			2800.00		
Peso arena en el cono (calibración del cono)			1667.00		
Peso arena en la perforación			2593.00		
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)			1.583		
Volumen de la perforación (Vm)			1638.03		
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ω %)					
N° de recipiente		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		36.59	37.58		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		33.32	33.94		
Peso del agua (Ww) (gr)		3.27	3.64		
Peso del recipiente (Wr) (gr)		11.40	11.27		
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		21.92	22.67		
Contenido de humedad (ω %)		14.92	16.06		
ω % promedio		15.49			
4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
Volúmenes		Volúmenes		Pesos	
Vv=	6.46				
Va=	3.19		Wa=	0	
Vw=	3.27		Ww=	3.27	
Vs=	8.18		Ws=	21.92	
Vm=	14.64		Wm=	25.19	
5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO					
Densidad húmeda ( $\gamma_m = Wm/Vm$ )		1.720	gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$ )		1.489	gr/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω %)		15.49	%		
Relación de vacíos ( $e = Vv/Vs$ )		0.789	Natural		
Porosidad ( $n\% = Vv/Vm * 100$ )		44.112	%		
Grado de saturación de agua ( $Gw\% = Vw/Vv * 100$ )		50.619	%		
Grado de saturación de aire ( $Ga\% = Va/Vv * 100$ )		49.381	%		

Tabla 71: Densidad de Campo muestra #3



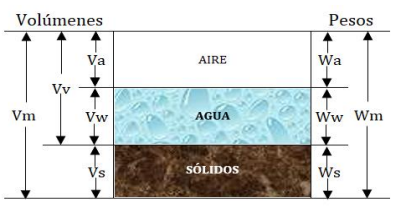
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	771295.11    9906638.58
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	3
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza
<b>Vía:</b>	Vía Mulalo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>			
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>			
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)		3250.00	
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)		2.50	
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)		3247.50	
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>			
Peso inicial frasco + cono + arena		7065.00	
Peso final frasco + cono +arena		2708.00	
Peso arena en el cono (calibración del cono)		1667.00	
Peso arena en la perforación		2690.00	
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)		1.583	
Volumen de la perforación (Vm)		1699.31	
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDODE HUMEDAD (ω %)</b>			
N° de recipiente	A	B	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)	42.78	37.87	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	39.72	33.56	
Peso del agua (Ww) (gr)	3.06	4.31	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11.5	11.34	
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	28.22	22.22	
Contenido de humedad (ω %)	10.84	19.40	
ω % promedio	15.12		
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>			
<b>Volúmenes</b>		<b>Pesos</b>	
Vv=	5.72		
Va=	2.66		
Vw=	3.06		
Vs=	10.65		
Vm=	16.37		
		Wa=	0
		Ww=	3.06
		Ws=	28.22
		Wm=	31.28
<b>5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>			
Densidad húmeda ( $\gamma_m = W_m/V_m$ )		1.911	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m/(1 + w\%)$ )		1.660	gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad (ω %)		15.12	%
Relación de vacíos ( $e = V_v/V_s$ )		0.538	Natural
Porosidad ( $n\% = V_v/V_m * 100$ )		34.961	%
Grado de saturación de agua ( $G_w\% = V_w/V_v * 100$ )		53.474	%
Grado de saturación de aire ( $G_a\% = V_a/V_v * 100$ )		46.526	%



Tabla 72: Densidad de Campo muestra #4



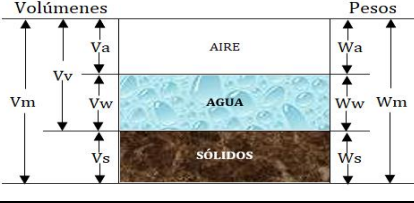
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770223.26	9904610.51	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	4		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Pilatan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D		
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>					
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)			2820.00		
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)			2.50		
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)			2817.50		
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena			7045.00		
Peso final frasco + cono +arena			2934.00		
Peso arena en el cono (calibración del cono)			1667.00		
Peso arena en la perforación			2444.00		
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)			1.583		
Volumen de la perforación (Vm)			1543.90		
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ω %)</b>					
N° de recipiente		A		B	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		167.21		155.43	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		156.23		138.53	
Peso del agua (Ww) (gr)		10.98		16.9	
Peso del recipiente (Wr) (gr)		23.46		30.75	
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		132.77		107.78	
Contenido de humedad (ω %)		8.27		15.68	
ω % promedio		11.98			
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
<b>Volúmenes</b>				<b>Pesos</b>	
Vv=	27.71			Wa=	0
Va=	10.81			Ww=	16.90
Vw=	16.90			Ws=	107.78
Vs=	40.62			Wm=	124.68
Vm=	68.32				
<b>5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda ( $\gamma_m = Wm/Vm$ )		1.825		gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$ )		1.630		gr/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad (ω %)		11.98		%	
Relación de vacíos (e=Vv/Vs)		0.682		Natural	
Porosidad (n%= Vv/Vm * 100)		40.552		%	
Grado de saturación de agua ( Gw%= Vw/Vv * 100)		60.998		%	
Grado de saturación de aire ( Ga%= Va/Vv * 100)		39.002		%	

Tabla 73: Densidad de Campo muestra #5



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	774235.32	9906979.47		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	5			
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	San Isidro	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>						
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>						
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)			3340.00			
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)			2.50			
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)			3337.50			
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>						
Peso inicial frasco + cono + arena			7050.00			
Peso final frasco + cono +arena			2528.00			
Peso arena en el cono (calibración del cono)			1667.00			
Peso arena en la perforación			2855.00			
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)			1.583			
Volumen de la perforación (Vm)			1803.54			
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDODE HUMEDAD (ω %)</b>						
N° de recipiente		A		B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		147.11		123.31		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		128.56		110.89		
Peso del agua (Ww) (gr)		18.55		12.42		
Peso del recipiente (Wr) (gr)		23.46		30.75		
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		105.1		80.14		
Contenido de humedad (ω %)		17.65		15.50		
ω % promedio		16.57				
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>						
<b>Volúmenes</b>				<b>Pesos</b>		
Vv=	27.48			Wa=	0	
Va=	8.93			Ww=	18.55	
Vw=	18.55			Ws=	105.1	
Vs=	39.34			Wm=	123.65	
Vm=	66.82					
<b>5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>						
Densidad húmeda ( $\gamma_m = Wm/Vm$ )		1.851		gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$ )		1.587		gr/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω %)		16.57		%		
Relación de vacíos (e=Vv/Vs)		0.698		Natural		
Porosidad (n%= Vv/Vm * 100)		41.119		%		
Grado de saturación de agua ( Gw%= Vw/Vv * 100)		67.515		%		
Grado de saturación de aire ( Ga%= Va/Vv * 100)		32.485		%		

Tabla 74: Densidad de Campo muestra #6


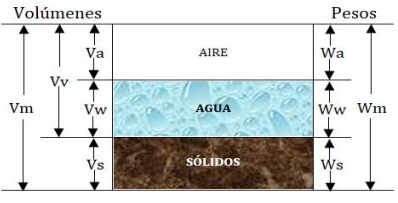
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> "CORRELACION ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES INDICE Y MECANICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770322.7    9902927.37
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	6
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza
<b>Sector:</b>	Chitan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>			
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>			
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)		2980.00	
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)		2.50	
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)		2977.50	
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>			
Peso inicial frasco + cono + arena		7060.00	
Peso final frasco + cono +arena		2953.00	
Peso arena en el cono (calibración del cono)		1667.00	
Peso arena en la perforación		2440.00	
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)		1.583	
Volumen de la perforación (Vm)		1541.38	
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDODE HUMEDAD (ω %)</b>			
N° de recipiente		A	B
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		41.78	36.87
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		39.72	34.25
Peso del agua (Ww) (gr)		2.06	2.62
Peso del recipiente (Wr) (gr)		11.5	11.34
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		28.22	22.91
Contenido de humedad (ω %)		7.30	11.44
ω % promedio		9.37	
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>			
<b>Volúmenes</b>		<b>Pesos</b>	
Vv=	5.07		
Va=	3.01		
Vw=	2.06		
Vs=	10.60		
Vm=	15.68		
		Wa=	0
		Ww=	2.06
		Ws=	28.22
		Wm=	30.28
<b>5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>			
Densidad húmeda ( $\gamma_m = Wm/Vm$ )		1.932	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$ )		1.766	gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad (ω %)		9.37	%
Relación de vacíos ( $e = Vv/Vs$ )		0.478	Natural
Porosidad ( $n\% = Vv/Vm * 100$ )		32.363	%
Grado de saturación de agua ( $Gw\% = Vw/Vv * 100$ )		40.608	%
Grado de saturación de aire ( $Ga\% = Va/Vv * 100$ )		59.392	%

Tabla 75: Densidad de Campo muestra #7



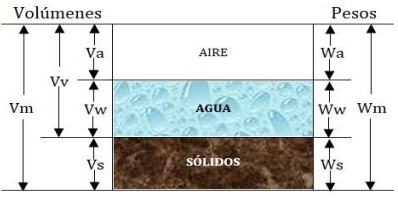
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b> "CORRELACION ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES INDICE Y MECANICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	773588.58    9903911.44	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	7	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Verde Cocha	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>				
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>				
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)		2915.00		
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)		2.50		
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)		2912.50		
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>				
Peso inicial frasco + cono + arena		7055.00		
Peso final frasco + cono +arena		2900.00		
Peso arena en el cono (calibración del cono)		1667.00		
Peso arena en la perforación		2488.00		
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)		1.583		
Volumen de la perforación (Vm)		1571.70		
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDODE HUMEDAD (ω %)</b>				
N° de recipiente		A	B	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		31.83	30.24	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		29.4	27.35	
Peso del agua (Ww) (gr)		2.43	2.89	
Peso del recipiente (Wr) (gr)		11.27	11.56	
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		18.13	15.79	
Contenido de humedad (ω %)		13.40	18.30	
ω % promedio		15.85		
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>				
<b>Volúmenes</b>			<b>Pesos</b>	
Vv=	4.32		Wa=	0
Va=	1.89		Ww=	2.43
Vw=	2.43		Ws=	18.13
Vs=	6.77		Wm=	20.56
Vm=	11.09			
<b>5) DETERMIACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>				
Densidad húmeda ( $\gamma_m = Wm/Vm$ )		1.853	gr/cm3	
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$ )		1.600	gr/cm3	
Contenido de humedad (ω %)		15.85	%	
Relación de vacíos ( $e = Vv/Vs$ )		0.638	Natural	
Porosidad ( $n\% = Vv/Vm * 100$ )		38.955	%	
Grado de saturación de agua ( $Gw\% = Vw/Vv * 100$ )		56.223	%	
Grado de saturación de aire ( $Ga\% = Va/Vv * 100$ )		43.777	%	

Tabla 76: Densidad de Campo muestra #8

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>					
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	775366.11	9905587.27	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	8		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Santa Elena	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>					
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)			2755.00		
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)			2.50		
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)			2752.50		
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena			7055.00		
Peso final frasco + cono +arena			2883.00		
Peso arena en el cono (calibración del cono)			1667.00		
Peso arena en la perforación			2505.00		
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)			1.583		
Volumen de la perforación (Vm)			1582.44		
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ω %)</b>					
N° de recipiente		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		68.52	85.1		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		63.79	79.22		
Peso del agua (Ww) (gr)		4.73	5.88		
Peso del recipiente (Wr) (gr)		23.46	26.94		
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		40.33	52.28		
Contenido de humedad (ω %)		11.73	11.25		
ω % promedio		11.49			
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
<b>Volúmenes</b>				<b>Pesos</b>	
Vv=	10.72			Wa=	0
Va=	5.99			Ww=	4.73
Vw=	4.73			Ws=	40.33
Vs=	15.18			Wm=	45.06
Vm=	25.91				
<b>5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda ( $\gamma_m = Wm/Vm$ )		1.739	gr/cm3		
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m/(1 + w\%)$ )		1.560	gr/cm3		
Contenido de humedad (ω %)		11.49	%		
Relación de vacíos ( $e = Vv/Vs$ )		0.706	Natural		
Porosidad ( $n\% = Vv/Vm * 100$ )		41.384	%		
Grado de saturación de agua ( $Gw\% = Vw/Vv * 100$ )		44.120	%		
Grado de saturación de aire ( $Ga\% = Va/Vv * 100$ )		55.880	%		

Tabla 77: Densidad de Campo muestra #9

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b> 					
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	767290.46	9907200.1	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Nº muestra:</b>	9		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>					
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)			2085.00		
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)			2.50		
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)			2082.50		
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena			7065.00		
Peso final frasco + cono +arena			3432.00		
Peso arena en el cono (calibración del cono)			1667.00		
Peso arena en la perforación			1966.00		
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)			1.583		
Volumen de la perforación (Vm)			1241.95		
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ω %)</b>					
Nº de recipiente		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		33.78	32.23		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		30.91	29.55		
Peso del agua (Ww) (gr)		2.87	2.68		
Peso del recipiente (Wr) (gr)		11.5	11.4		
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		19.41	18.15		
Contenido de humedad (ω %)		14.79	14.77		
ω % promedio		14.78			
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
<b>Volúmenes</b>				<b>Pesos</b>	
Vv=	6.01			Wa=	0
Va=	3.14			Ww=	2.87
Vw=	2.87			Ws=	19.41
Vs=	7.27			Wm=	22.28
Vm=	13.29				
<b>5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda ( $\gamma_m = W_m/V_m$ )		1.677	gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m/(1 + w\%)$ )		1.461	gr/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω %)		14.78	%		
Relación de vacíos ( $e = V_v/V_s$ )		0.827	Natural		
Porosidad ( $n\% = V_v/V_m * 100$ )		45.266	%		
Grado de saturación de agua ( $G_w\% = V_w/V_v * 100$ )		47.718	%		
Grado de saturación de aire ( $G_a\% = V_a/V_v * 100$ )		52.282	%		

Tabla 78: Densidad de Campo muestra #10




 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI			
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768680.56    9911693.42
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	10
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	0
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>			
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>			
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)		3090.00	
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)		2.50	
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)		3087.50	
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>			
Peso inicial frasco + cono + arena		7055.00	
Peso final frasco + cono +arena		2922.00	
Peso arena en el cono (calibración del cono)		1667.00	
Peso arena en la perforación		2466.00	
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)		1.583	
Volumen de la perforación (Vm)		1557.80	
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ω %)</b>			
N° de recipiente	A	B	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)	36.59	37.58	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	34.05	34.91	
Peso del agua (Ww) (gr)	2.62	2.76	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11.4	11.27	
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	22.65	23.64	
Contenido de humedad (ω %)	11.57	11.68	
ω % promedio	11.62		
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>			
<b>Volúmenes</b>		<b>Pesos</b>	
Vv=	4.23		
Va=	1.61		
Vw=	2.62		
Vs=	8.52		
Vm=	12.75		
		Wa=	0
		Ww=	2.62
		Ws=	22.65
		Wm=	25.27
<b>5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>			
Densidad húmeda ( $\gamma_m = W_m/V_m$ )		1.982	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m/(1 + w\%)$ )		1.776	gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad (ω %)		11.62	%
Relación de vacíos ( $e = V_v/V_s$ )		0.496	Natural
Porosidad ( $n\% = V_v/V_m * 100$ )		33.146	%
Grado de saturación de agua ( $G_w\% = V_w/V_v * 100$ )		61.995	%
Grado de saturación de aire ( $G_a\% = V_a/V_v * 100$ )		38.005	%

Tabla 79: Densidad de Campo muestra #11



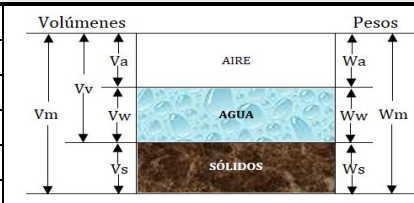
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	764549.94	9909794.07	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	11		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Vía:</b>	Ingreso a J. Bajo	<b>Revisado por:</b>	0		
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>					
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)			2245.00		
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)			2.50		
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)			2242.50		
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena			6990.00		
Peso final frasco + cono +arena			3380.00		
Peso arena en el cono (calibración del cono)			1667.00		
Peso arena en la perforación			1943.00		
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)			1.583		
Volumen de la perforación (Vm)			1227.42		
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDODE HUMEDAD (ω %)</b>					
N° de recipiente		A		B	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		32.67		35.58	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		30.36		32.64	
Peso del agua (Ww) (gr)		2.31		2.94	
Peso del recipiente (Wr) (gr)		11.27		11.26	
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		19.09		21.38	
Contenido de humedad (ω %)		12.10		13.75	
ω % promedio		12.93			
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
<b>Volúmenes</b>		<b>Volúmenes</b>		<b>Pesos</b>	
Vv=	4.51				
Va=	2.20		Wa=	0	
Vw=	2.31		Ww=	2.31	
Vs=	7.20		Ws=	19.09	
Vm=	11.71		Wm=	21.40	
<b>5) DETERMIACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda ( $\gamma_m = Wm/Vm$ )		1.827		gr/cm3	
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$ )		1.618		gr/cm3	
Contenido de humedad (ω %)		12.93		%	
Relación de vacíos ( $e = Vv/Vs$ )		0.627		Natural	
Porosidad ( $n\% = Vv/Vm * 100$ )		38.543		%	
Grado de saturación de agua ( $Gw\% = Vw/Vv * 100$ )		51.167		%	
Grado de saturación de aire ( $Ga\% = Va/Vv * 100$ )		48.833		%	



Tabla 80: Densidad de Campo muestra #12

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DENSIDAD DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768288	9908921.93		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	12			
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	La libertad	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>NORMA: AASHTO T- 191 - 2014</b>						
<b>1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO (Wm)</b>						
Peso de la masa del suelo + recipiente (Wm+Rec) (gr)			3280.00			
Peso recipiente (Funda_ Rec) (gr)			2.50			
Peso de la masa del suelo Wm= (Wm + Rec)-Rec (gr)			3277.50			
<b>2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO (Vm)</b>						
Peso inicial frasco + cono + arena			6850.00			
Peso final frasco + cono +arena			2178.00			
Peso arena en el cono (calibración del cono)			1667.00			
Peso arena en la perforación			3005.00			
Densidad arena de Ottawa (Calibración arena)			1.583			
Volumen de la perforación (Vm)			1898.29			
<b>3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ω %)</b>						
N° de recipiente		A		B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm +Wr) (gr)		67.45		55.33		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		64.02		52.2		
Peso del agua (Ww) (gr)		3.43		3.13		
Peso del recipiente (Wr) (gr)		23.46		30.75		
Peso de los sólidos (Ws) (gr)		40.56		21.45		
Contenido de humedad (ω %)		8.46		14.59		
ω % promedio		11.52				
<b>4) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>						
<b>Volúmenes</b>					<b>Pesos</b>	
Vv=	10.37				Wa=	0
Va=	6.94				Ww=	3.43
Vw=	3.43				Ws=	40.56
Vs=	15.11				Wm=	43.99
Vm=	25.48					
<b>5) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO</b>						
Densidad húmeda ( $\gamma_m = Wm/Vm$ )		1.727		gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca ( $\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$ )		1.548		gr/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω %)		11.52		%		
Relación de vacíos (e=Vv/Vs)		0.686		Natural		
Porosidad (n%= Vv/Vm * 100)		40.685		%		
Grado de saturación de agua ( Gw%= Vw/Vv * 100)		33.089		%		
Grado de saturación de aire ( Ga%= Va/Vv * 100)		66.911		%		

Tabla 81: Gravedad Específica muestra #1



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	766582.39	9903096.27
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po1	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Vía:</b>	Crusillí	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas PhD.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			669	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			697	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			16.94	gr
Temperatura de agua y suelo °C			23	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.9976	-
Recipiente + Peso de suelo seco			93.79	gr
Peso del recipiente (Wr)			48.85	gr
Peso del suelo seco (Ws)			44.94	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.650</b>	-

Tabla 82: Gravedad Específica muestra #2



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	769346.85	9905099.02
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pm1	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Colayapamba	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas PhD.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			669.5	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			699.5	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			17.82	gr
Temperatura de agua y suelo °C			21	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.99800	-
Recipiente + Peso de suelo seco			248.59	gr
Peso del recipiente (Wr)			200.77	gr
Peso del suelo seco (Ws)			47.82	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.678</b>	-

Tabla 83: Gravedad Específica muestra #3



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	771295.11	9906638.58
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf1	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	San Antonio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			649	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			678	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			17.49	gr
Temperatura de agua y suelo °C			24	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.9973	-
Recipiente + Peso de suelo seco			102.22	gr
Peso del recipiente (Wr)			55.73	gr
Peso del suelo seco (Ws)			46.49	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.651</b>	-

Tabla 84: Gravedad Específica muestra #4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770223.26	9904610.51
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po2	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Pilatan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			669	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			698.49	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			17.77	gr
Temperatura de agua y suelo °C			22	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.99780	-
Recipiente + Peso de suelo seco			96.16	gr
Peso del recipiente (Wr)			48.9	gr
Peso del suelo seco (Ws)			47.26	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.654</b>	-

Tabla 85: Gravedad Específica muestra #5

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	774235.32	9906979.47
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf2	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	San Isidro	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			648.50	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			679.00	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			18.17	gr
Temperatura de agua y suelo °C			24.00	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.99730	-
Recipiente + Peso de suelo seco			104.40	gr
Peso del recipiente (Wr)			55.73	gr
Peso del suelo seco (Ws)			48.67	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.671</b>	-

Tabla 86: Gravedad Específica muestra #6

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770322.7	9902927.37
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po3	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Chitan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			649	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			680	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			18.59	gr
Temperatura de agua y suelo °C			22	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.99780	-
Recipiente + Peso de suelo seco			105.32	gr
Peso del recipiente (Wr)			55.73	gr
Peso del suelo seco (Ws)			49.59	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.662</b>	-

Tabla 87: Gravedad Específica muestra #7



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	773588.58	9903911.44
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pm3	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Verde Cocha	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			669.5	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			696.5	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			16.04	gr
Temperatura de agua y suelo °C			23	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.99760	-
Recipiente + Peso de suelo seco			106.36	gr
Peso del recipiente (Wr)			63.32	gr
Peso del suelo seco (Ws)			43.04	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.677</b>	-

Tabla 88:: Gravedad Específica muestra #8



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	775366.11	9905587.27
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf3	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Santa Elena	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			649	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			677.5	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			17.15	gr
Temperatura de agua y suelo °C			22	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.9978	-
Recipiente + Peso de suelo seco			165.19	gr
Peso del recipiente (Wr)			119.54	gr
Peso del suelo seco (Ws)			45.65	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.656</b>	-

Tabla 89: Gravedad Específica muestra #9



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	767290.46	9907200.1
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po4	
<b>Parroquia:</b>	Joséguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			643.87	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			669	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			15	gr
Temperatura de agua y suelo °C			23	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.9976	-
Recipiente + Peso de suelo seco			103.44	gr
Peso del recipiente (Wr)			63.31	gr
Peso del suelo seco (Ws)			40.13	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.669</b>	-

Tabla 90: Gravedad Específica muestra #10

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768680.56	9911693.42
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf4	
<b>Parroquia:</b>	Joséguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			650.3	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			680.11	gr
Desplazamiento del agua (Ws +Wbw) - Wbws			17.93	gr
Temperatura de agua y suelo °C			21	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.9980	-
Recipiente + Peso de suelo seco			152.14	gr
Peso del recipiente (Wr)			104.4	gr
Peso del suelo seco (Ws)			47.74	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.657</b>	-

Tabla 91: Gravedad Específica muestra #11


 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	764549.94	9909794.07
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po5	
<b>Parroquia:</b>	Joséguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Vía:</b>	Ingreso a J. Bajo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			650.62	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			680.5	gr
Desplazamiento del agua (Ws + Wbw) - Wbws			18.03	gr
Temperatura de agua y suelo °C			21	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.9980	-
Recipiente + Peso de suelo seco			190.84	gr
Peso del recipiente (Wr)			142.93	gr
Peso del suelo seco (Ws)			47.91	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.652</b>	-

Tabla 92: Gravedad Específica muestra #12



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768288	9908921.93
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf5	
<b>Parroquia:</b>	Joséguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	La libertad	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58</b>				
Peso del picnómetro + agua (Wbw)			650.33	gr
Picnómetro + agua + suelo sumergido (Wbws)			672.5	gr
Desplazamiento del agua (Ws + Wbw) - Wbws			13.12	gr
Temperatura de agua y suelo °C			22	°C
<b>Factor por corrección por temperatura (K)</b>			0.9978	-
Recipiente + Peso de suelo seco			100.21	gr
Peso del recipiente (Wr)			64.92	gr
Peso del suelo seco (Ws)			35.29	gr
<b>Gravedad específica (Gs)</b>			<b>2.684</b>	-

Tabla 93: Contenido de Humedad natural muestra #1


 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	766582.39	9903096.27
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po1	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Crusillí	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ ) (gr)			64.34	64.30
Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ ) (gr)			56.87	62.33
Peso del agua ( $W_w$ ) (gr)			7.47	1.97
Peso del recipiente ( $W_r$ ) (gr)			24.34	28.79
Peso muestra seca ( $W_s$ ) (gr)			32.53	33.54
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			22.96	5.87
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>14.42</b>	

Tabla 94: Contenido de Humedad natural muestra #2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	769346.85	9905099.02
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	2	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Colayapamba	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ ) (gr)			80.00	83.64
Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ ) (gr)			77.70	81.37
Peso del agua ( $W_w$ ) (gr)			2.30	2.27
Peso del recipiente ( $W_r$ ) (gr)			24.35	28.81
Peso muestra seca ( $W_s$ ) (gr)			53.35	52.56
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			4.31	4.32
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>4.32</b>	



Tabla 95: Contenido de Humedad natural muestra #3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	771295.11	9906638.58
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pfl	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	San Antonio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)			55.02	56.23
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)			49.50	50.69
Peso del agua (Ww) (gr)			5.52	5.54
Peso del recipiente (Wr) (gr)			17.70	17.76
Peso muestra seca (Ws) (gr)			31.80	32.93
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			17.36	16.82
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>17.09</b>	

Tabla 96: Contenido de Humedad natural muestra #4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770223.26	9904610.51
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	4	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Pilatan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)			81.90	82.36
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)			78.80	79.34
Peso del agua (Ww) (gr)			3.10	3.02
Peso del recipiente (Wr) (gr)			24.38	28.79
Peso muestra seca (Ws) (gr)			54.42	50.55
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			5.7	5.97
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>5.84</b>	

Tabla 97: Contenido de Humedad natural muestra #5

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	774235.32	9906979.47
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	5	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	San Isidro	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ ) (gr)			49.63	58.73
Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ ) (gr)			44.02	51.27
Peso del agua ( $W_w$ ) (gr)			5.61	7.46
Peso del recipiente ( $W_r$ ) (gr)			17.80	17.71
Peso muestra seca ( $W_s$ ) (gr)			26.22	33.56
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			21.4	22.23
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>21.82</b>	

Tabla 98: Contenido de Humedad natural muestra #6

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770322.7	9902927.37
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po3	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Chitan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ ) (gr)			89.42	89.54
Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ ) (gr)			86.98	86.81
Peso del agua ( $W_w$ ) (gr)			2.44	2.73
Peso del recipiente ( $W_r$ ) (gr)			50.46	50.25
Peso muestra seca ( $W_s$ ) (gr)			36.52	36.56
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			6.68	7.47
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>7.08</b>	

Tabla 99: Contenido de Humedad natural muestra #7

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	773588.58	9903911.44
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	7	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Verde Cocha	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)			62.60	64.81
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)			59.76	62.78
Peso del agua (Ww) (gr)			2.84	2.03
Peso del recipiente (Wr) (gr)			17.70	17.76
Peso muestra seca (Ws) (gr)			42.06	45.02
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			6.75	4.51
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>5.63</b>	

Tabla 100: Contenido de Humedad natural muestra #8



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	775366.11	9905587.27
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	8	
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	Santa Elena	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)			75.06	76.68
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)			59.72	60.92
Peso del agua (Ww) (gr)			15.34	15.76
Peso del recipiente (Wr) (gr)			15.51	15.99
Peso muestra seca (Ws) (gr)			44.21	44.93
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			34.7	35.08
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>34.89</b>	

Tabla 101: Contenido Humedad natural muestra #9

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	767290.46	9907200.1
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	9	
<b>Parroquia:</b>	Joséguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ ) (gr)			72.85	54.79
Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ ) (gr)			60.47	47.33
Peso del agua ( $W_w$ ) (gr)			12.38	7.46
Peso del recipiente ( $W_r$ ) (gr)			23.57	23.80
Peso muestra seca ( $W_s$ ) (gr)			36.90	23.53
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			33.55	31.7
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>32.63</b>	

Tabla 102: Contenido Humedad natural muestra #10


 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768680.56	9911693.42
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	10	
<b>Parroquia:</b>	Joséguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ ) (gr)			72.75	81.82
Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ ) (gr)			65.90	73.92
Peso del agua ( $W_w$ ) (gr)			6.85	7.90
Peso del recipiente ( $W_r$ ) (gr)			26.65	24.73
Peso muestra seca ( $W_s$ ) (gr)			39.25	49.19
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			17.45	16.06
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>16.76</b>	

Tabla 103: Contenido Humedad natural muestra #11


 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	764549.94	9909794.07
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	11	
<b>Parroquia:</b>	Joséguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Vía:</b>	Ingreso a J. Bajo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ ) (gr)			101.46	120.11
Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ ) (gr)			94.82	111.40
Peso del agua ( $W_w$ ) (gr)			6.64	8.71
Peso del recipiente ( $W_r$ ) (gr)			50.25	48.31
Peso muestra seca ( $W_s$ ) (gr)			44.57	63.09
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			14.9	13.81
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>14.36</b>	

Tabla 104: Contenido Humedad natural muestra #12

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> 				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768288	9908921.93
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	12	
<b>Parroquia:</b>	Joséguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza	
<b>Sector:</b>	La libertad	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.	
<b>NORMA: AASHTO T - 265 2015</b>				
<b>N° de recipiente</b>			<b>A</b>	<b>B</b>
Peso muestra húmeda + recipiente ( $W_m + W_r$ ) (gr)			62.99	89.24
Peso muestra seca + recipiente ( $W_s + W_r$ ) (gr)			49.20	74.48
Peso del agua ( $W_w$ ) (gr)			13.79	14.76
Peso del recipiente ( $W_r$ ) (gr)			23.47	50.46
Peso muestra seca ( $W_s$ ) (gr)			25.73	24.02
Contenido de humedad ( $\omega$ %)			53.6	61.45
<b><math>\omega</math> % promedio</b>			<b>57.53</b>	

Tabla 105: Análisis Granulométrico muestra #1



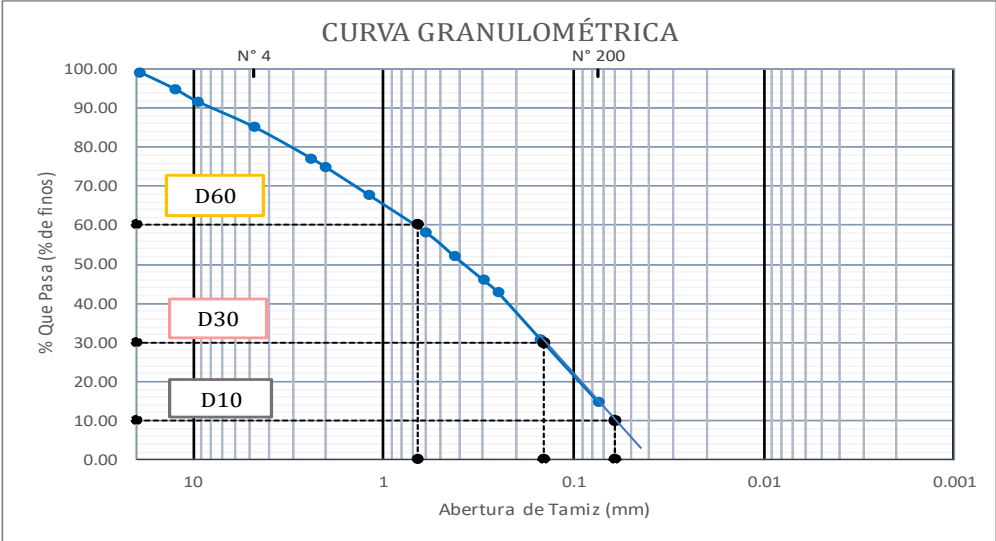
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	766582.39	9903096.27	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Nº muestra:</b>	Po1		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Crusilli	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
3/4"	19	10.10	10.10	1.01	98.99
1/2"	12.5	42.27	52.37	5.24	94.76
3/8"	9.5	32.15	84.52	8.45	91.55
4	4.760	65.51	150.03	15.00	85.00
8	2.380	80.42	230.45	23.05	76.95
10	2.000	22.39	252.84	25.29	74.71
16	1.190	70.65	323.49	32.35	67.65
30	0.595	96.12	419.61	41.97	58.03
40	0.420	61.49	481.10	48.12	51.88
50	0.297	60.23	541.33	54.14	45.86
60	0.250	30.36	571.69	57.18	42.82
100	0.149	120.04	691.73	69.18	30.82
200	0.074	160.39	852.12	85.22	14.78
Fuente		147.75	999.87	100.00	0.00
Masa de suelo		999.87			
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>					
					
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>					
<b>D10 (mm)</b>	0.0601	<b>D30 (mm)</b>	0.144	<b>D60 (mm)</b>	0.665
<b>Cu :</b>	11.1		<b>Cc :</b>	0.5	
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
<b>Grava (G%)</b>	15		<b>AASHTO</b>	A-1-b	
<b>Arena (S%)</b>	70				
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	15		<b>SUCS</b>	Arena limosa con grava (SM)	

Tabla 106: Análisis Granulométrico muestra #2



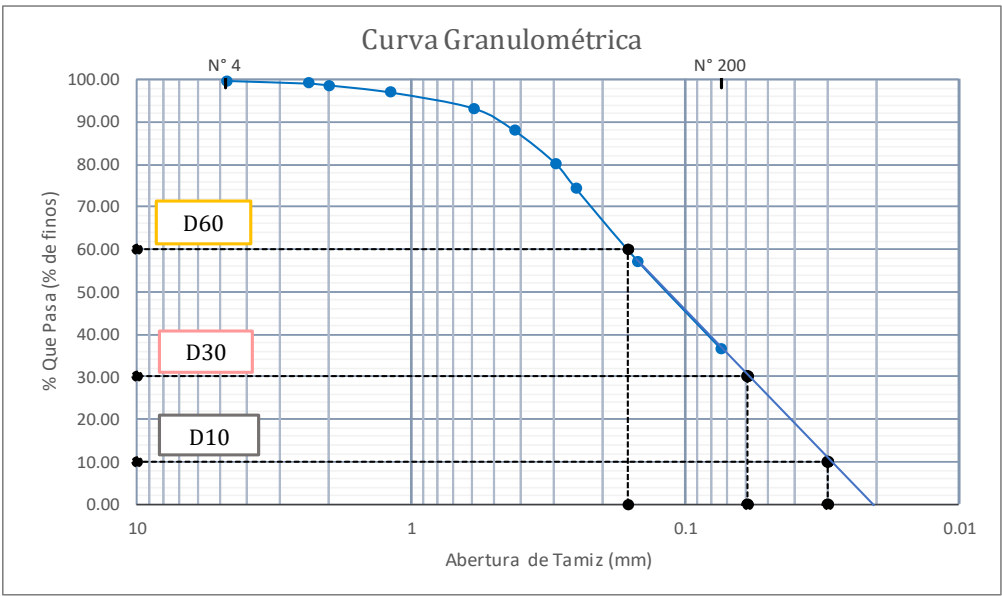
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	769346.85	9905099.02		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	2			
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Colayapamba	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	
4	4.760	2.24	2.24	0.22	99.78	
8	2.380	6.35	8.59	0.86	99.14	
10	2.000	4.34	12.93	1.29	98.71	
16	1.190	16.76	29.69	2.97	97.03	
30	0.595	37.27	66.96	6.70	93.30	
40	0.420	53.14	120.10	12.01	87.99	
50	0.297	77.76	197.86	19.79	80.21	
60	0.250	59.14	257.00	25.70	74.30	
100	0.149	170.11	427.11	42.72	57.28	
200	0.074	206.91	634.02	63.41	36.59	
Fuente		365.83	999.85	100.00	0.00	
Masa de suelo		999.85				
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>						
						
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>						
<b>D10 (mm)</b>	0.03	<b>D30 (mm)</b>	0.06	<b>D60 (mm)</b>	0.16	
<b>Cu :</b>	5.4		<b>Cc :</b>	0.7		
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>			
<b>Grava (G%)</b>	0.2		<b>AASHTO</b>	A-4		
<b>Arena (S%)</b>	63.2					
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	36.6		<b>SUCS</b>	Arena Limosa (SM)		

Tabla 107: Análisis Granulométrico muestra #3



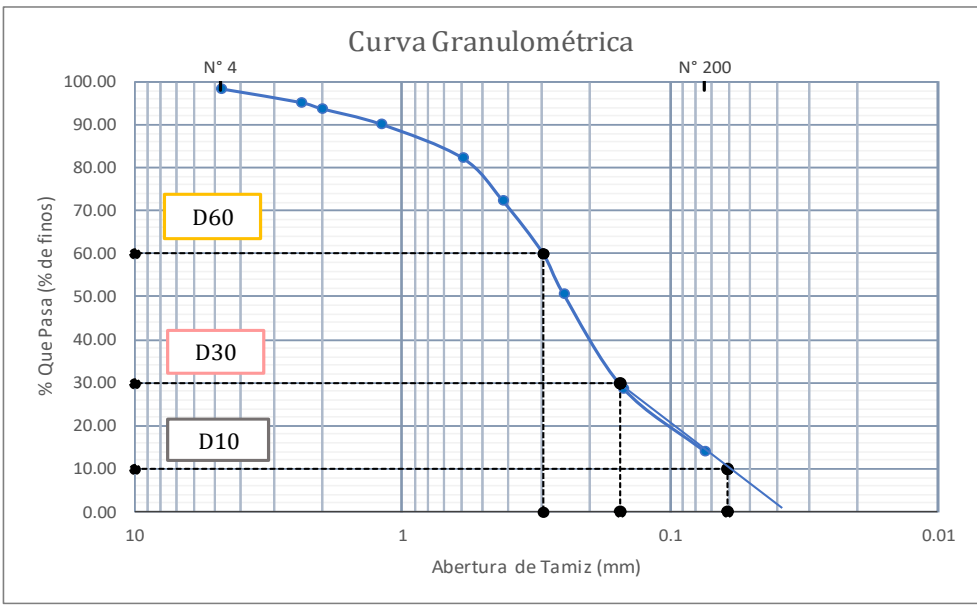
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	771295.11	9906638.58	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf1		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	San Antonio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D		
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
4	4.760	14.99	14.99	1.50	98.50
8	2.380	32.03	47.02	4.70	95.30
10	2.000	14.18	61.20	6.12	93.88
16	1.190	36.74	97.94	9.79	90.21
30	0.595	77.61	175.55	17.55	82.45
40	0.420	99.54	275.09	27.51	72.49
50	0.297	122.53	397.62	39.76	60.24
60	0.250	92.4	490.02	49.00	51.00
100	0.149	221.33	711.35	71.13	28.87
200	0.074	146.99	858.34	85.83	14.17
Fuente		141.67	1000.01	100.00	0.00
Masa de suelo		1000.01			
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>					
 <p style="text-align: center;">Curva Granulométrica</p>					
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>					
<b>D10 (mm)</b>	0.061	<b>D30 (mm)</b>	0.153	<b>D60 (mm)</b>	0.30
<b>Cu :</b>	4.9		<b>Ce :</b>	1.3	
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
<b>Grava (G%)</b>	1		<b>AASHTO</b>	A-2-4	
<b>Arena (S%)</b>	84				
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	14		<b>SUCS</b>	Arena Limosa con grava (SM)	



Tabla 108: Análisis granulométrico muestra #4



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770223.26	9904610.51		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	4			
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Pilatan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D			
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	
4	4.760	3.98	3.98	0.40	99.60	
8	2.380	9.37	13.35	1.34	98.67	
10	2.000	7.45	20.80	2.08	97.92	
16	1.190	19.08	39.88	3.99	96.01	
30	0.595	32.45	72.33	7.23	92.77	
40	0.420	55.14	127.47	12.75	87.25	
50	0.297	89.03	216.50	21.65	78.35	
60	0.250	60.79	277.29	27.73	72.27	
100	0.149	144.86	422.15	42.22	57.79	
200	0.074	181.07	603.22	60.32	39.68	
Fuente	0.000	396.78	1000.00	100.00	0.00	
Masa de suelo		1000				
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>						
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>						
<b>D10 (mm)</b>	0.02	<b>D30 (mm)</b>	0.051	<b>D60 (mm)</b>	0.161	
<b>Cu :</b>	6.9		<b>Cc :</b>	0.7		
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>			
<b>Grava (G%)</b>	0		<b>AASHTO</b>	A-4		
<b>Arena (S%)</b>	60					
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	40		<b>SUCS</b>	Arena Limosa (SM)		

Tabla 109: Análisis Granulométrico muestra #5



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenadas:	774235.32	9906979.47		
Cantón:	Latacunga	Nº muestra:	5			
Parroquia:	Alaquez	Ensayado por:	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
Sector:	San Isidro	Revisado por:	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	
4	4.760	4.23	4.23	0.42	99.58	
8	2.380	8.37	12.60	1.26	98.74	
10	2.000	2.45	15.05	1.50	98.50	
16	1.190	15.08	30.13	3.01	96.99	
30	0.595	32.45	62.58	6.26	93.74	
40	0.420	45.14	107.72	10.77	89.23	
50	0.297	68.4	176.12	17.61	82.39	
60	0.250	81.35	257.47	25.74	74.26	
100	0.149	200.03	457.50	45.74	54.26	
200	0.074	234.17	691.67	69.15	30.85	
Fuente		308.56	1000.23	100.00	0.00	
Masa de suelo		1000.23				
GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA						
COEFICIENTES DEL SUELO						
D10 (mm)	0.040	D30 (mm)	0.072	D60 (mm)	0.17	
Cu :	4.4		Cc :	0.8		
PORCENTAJE DE MATERIAL			CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
Grava (G%)	0		AASHTO	A-2-4		
Arena (S%)	69					
Limo y arcilla (Finos%)	31		SUCS	Arena arcillo- limosa (SC-SM)		

Tabla 110: Análisis Granulométrico muestra #6



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770322.7	9902927.37		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po3			
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Chitan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	
4	4.760	4.36	4.36	0.44	99.56	
8	2.380	10.02	14.38	1.44	98.56	
10	2.000	6.21	20.59	2.06	97.94	
16	1.190	21.78	42.37	4.24	95.76	
30	0.595	52.65	95.02	9.50	90.50	
40	0.420	75.7	170.72	17.07	82.93	
50	0.297	99.67	270.39	27.04	72.96	
60	0.250	70.34	340.73	34.07	65.93	
100	0.149	128.43	469.16	46.92	53.08	
200	0.074	168.21	637.37	63.74	36.26	
Fuente	0.000	362.63	1000.00	100.00	0.00	
Masa de suelo		1000				
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>						
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>						
<b>D10 (mm)</b>	0.02	<b>D30 (mm)</b>	0.057	<b>D60 (mm)</b>	0.199	
<b>Cu :</b>	8.0		<b>Ce :</b>	0.7		
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>				<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
<b>Grava (G%)</b>	0			<b>AASHTO</b>	A-4	
<b>Arena (S%)</b>	63					
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	36			<b>SUCS</b>	Arena Limosa (SM)	

Tabla 111: Análisis Granulométrico muestra #7



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>			
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	773588.58	9903911.44	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Nº muestra:</b>	7		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Verde Cocha	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
4	4.760	6.87	6.87	0.69	99.31
8	2.380	8.91	15.78	1.58	98.42
10	2.000	2.03	17.81	1.78	98.22
16	1.190	21.6	39.41	3.94	96.06
30	0.595	50.23	89.64	8.96	91.04
40	0.420	43.57	133.21	13.32	86.68
50	0.297	90.78	223.99	22.40	77.60
60	0.250	55.65	279.64	27.96	72.04
100	0.149	230.23	509.87	50.99	49.01
200	0.074	234.32	744.19	74.42	25.58
Fuente	0.000	255.81	1000.00	100.00	0.00
Masa de suelo		1000			
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>					
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>					
<b>D10 (mm)</b>	0.05	<b>D30 (mm)</b>	0.084	<b>D60 (mm)</b>	0.191
<b>Cu :</b>	4.1		<b>Cc :</b>	0.8	
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
<b>Grava (G%)</b>	1		<b>AASHTO</b>	A-2-4	
<b>Arena (S%)</b>	74				
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	26		<b>SUCS</b>	Arena Limosa (SM)	

Tabla 112: Análisis Granulométrico muestra #8



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	775366.11	9905587.27	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Nº muestra:</b>	8		
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	Santa Elena	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
4	4.760	18.93	18.93	1.89	98.11
8	2.380	44.53	63.46	6.34	93.66
10	2.000	25.6	89.06	8.90	91.10
16	1.190	32.4	121.46	12.14	87.86
30	0.595	129.19	250.65	25.05	74.95
40	0.420	127.42	378.07	37.78	62.22
50	0.297	132.82	510.89	51.06	48.94
60	0.250	56.78	567.67	56.73	43.27
100	0.149	164.16	731.83	73.14	26.86
200	0.074	140.65	872.48	87.19	12.81
Fuente		128.13	1000.61	100.00	0.00
Masa de suelo		1000.61			
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>					
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>					
<b>D10 (mm)</b>	0.064	<b>D30 (mm)</b>	0.165	<b>D60 (mm)</b>	0.40
<b>Cu :</b>	6.2		<b>Cc :</b>	1.1	
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
<b>Grava (G%)</b>	2		<b>AASHTO</b>	A-1-b	
<b>Arena (S%)</b>	85				
<b>Limo y arcilla (Finos %)</b>	13		<b>SUCS</b>	Arena limosa con grava (SM)	

Tabla 113: Análisis Granulométrico muestra #9



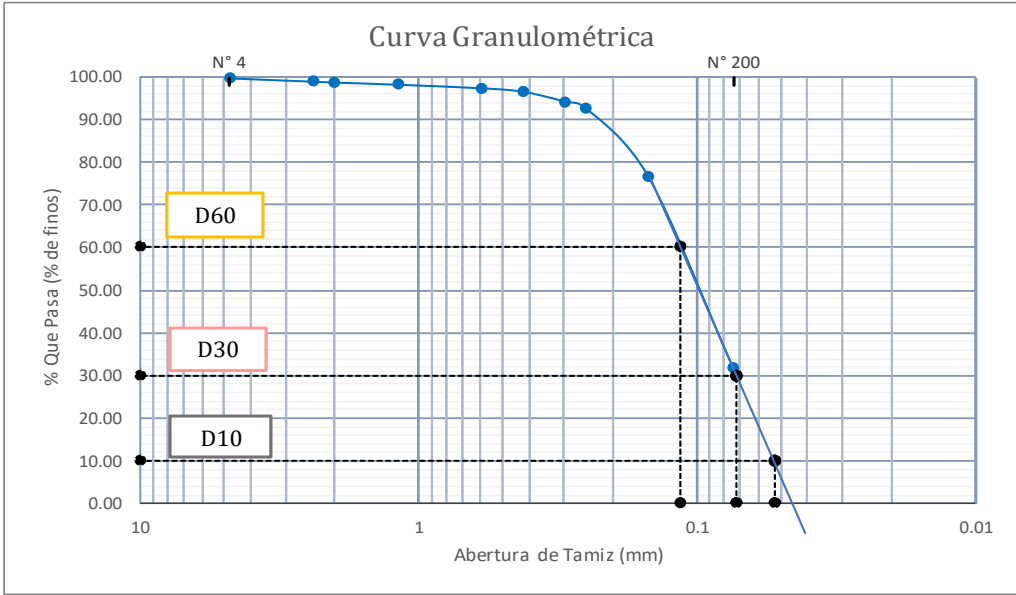
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
<b>Proyecto:</b> "CORRELACION ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES INDICE Y MECANICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	767290.46	9907200.1		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	9			
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Vía:</b>	Ruta a Mualó	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	
4	4.760	4.49	4.49	0.45	99.55	
8	2.380	7.69	12.18	1.22	98.78	
10	2.000	1.92	14.10	1.41	98.59	
16	1.190	5.13	19.23	1.92	98.08	
30	0.595	8.33	27.56	2.76	97.24	
40	0.420	8.21	35.77	3.58	96.42	
50	0.297	23.08	58.85	5.89	94.12	
60	0.250	15.39	74.24	7.42	92.58	
100	0.149	160.92	235.16	23.52	76.48	
200	0.074	446.85	682.01	68.20	31.80	
Fuente	0.000	317.99	1000.00	100.00	0.00	
Masa de suelo		1000				
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>						
						
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>						
<b>D10 (mm)</b>	0.05	<b>D30 (mm)</b>	0.072	<b>D60 (mm)</b>	0.115	
<b>Cu :</b>	2.2		<b>Cc :</b>	0.9		
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>			
<b>Grava (G%)</b>	0		<b>AASHTO</b>	A-2-4		
<b>Arena (S%)</b>	68					
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	32		<b>SUCS</b>	Arena Limosa (SM)		

Tabla 114: Análisis Granulométrico muestra #10



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
<b>Proyecto:</b> “CORRELACION ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES INDICE Y MECANICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768680.56	9911693.42		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	10			
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	
4	4.760	7.89	7.89	0.79	99.21	
8	2.380	9.89	17.78	1.78	98.22	
10	2.000	12.87	30.65	3.07	96.93	
16	1.190	48.72	79.37	7.94	92.06	
30	0.595	108.97	188.34	18.84	81.16	
40	0.420	98.16	286.50	28.66	71.34	
50	0.297	121.61	408.11	40.83	59.17	
60	0.250	68.89	477.00	47.72	52.28	
100	0.149	166.24	643.24	64.36	35.64	
200	0.074	185.88	829.12	82.95	17.05	
Fuente		170.39	999.51	100.00	0.00	
Masa de suelo		999.51				
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>						
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>						
<b>D10 (mm)</b>	0.057	<b>D30 (mm)</b>	0.120	<b>D60 (mm)</b>	0.30	
<b>Cu :</b>	5.4		<b>Cc :</b>	0.8		
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>			
<b>Grava (G%)</b>	1		<b>AASHTO</b>	A-2-4		
<b>Arena (S%)</b>	82					
<b>Limo y arcilla (Finos %)</b>	17		<b>SUCS</b>	Arena limosa con grava (SM)		

Tabla 115: Análisis Granulométrico muestra #11



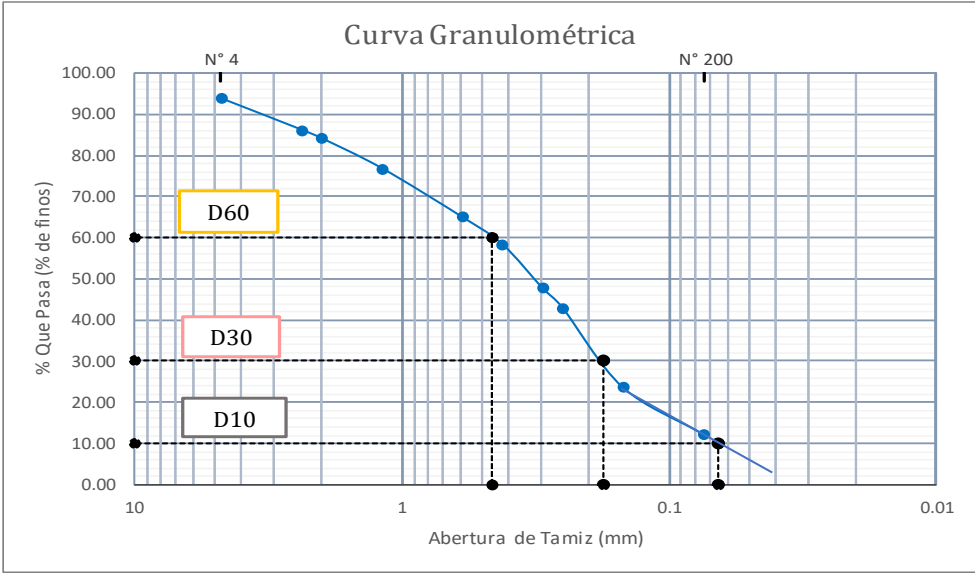
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
<b>Proyecto:</b> “CORRELACION ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECANICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	764549.94	9909794.07	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	11		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Vía:</b>	Ingreso a Joseguango Bajo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUEPASA
4	4.760	62.86	62.86	6.29	93.71
8	2.380	76.12	138.98	13.90	86.10
10	2.000	20.76	159.74	15.97	84.03
16	1.190	72.66	232.40	23.24	76.76
30	0.595	118.22	350.62	35.06	64.94
40	0.420	66.32	416.94	41.69	58.31
50	0.297	106.69	523.63	52.36	47.64
60	0.250	47.29	570.92	57.09	42.91
100	0.149	192.62	763.54	76.35	23.65
200	0.074	115.34	878.88	87.89	12.11
Fuente		121.11	999.99	100.00	0.00
Masa de suelo		999.99			
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>					
					
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>					
<b>D10 (mm)</b>	0.07	<b>D30 (mm)</b>	0.18	<b>D60 (mm)</b>	0.46
<b>Cu :</b>	7.1		<b>Cc :</b>	1.1	
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
<b>Grava (G%)</b>	6		<b>AASHTO</b>	A-1-b	
<b>Arena (S%)</b>	82				
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	12		<b>SUCS</b>	Arena limosa con grava (SM)	



Tabla 116: Análisis Granulométrico muestra #12



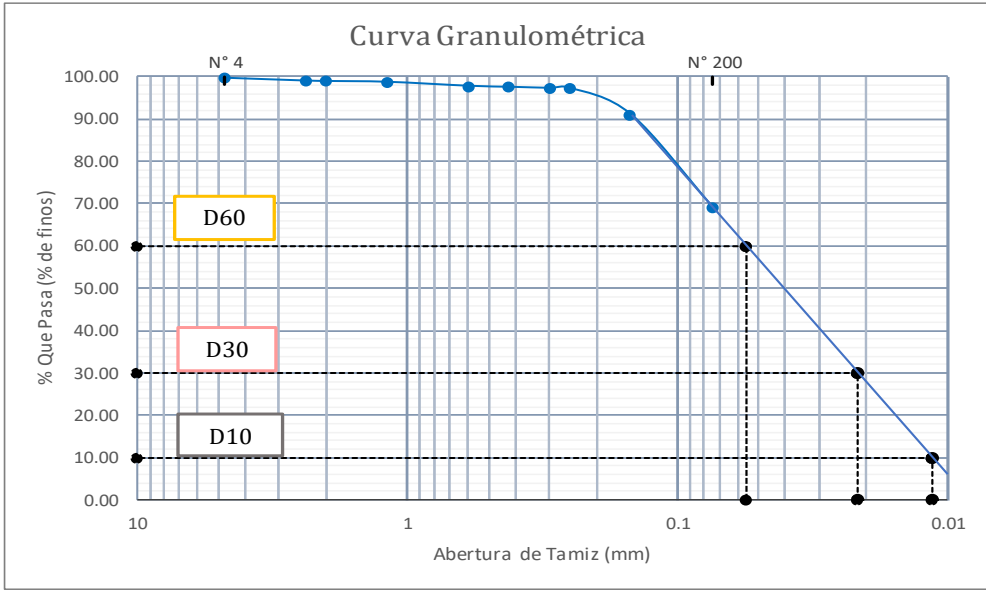
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI					
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768288	9908921.93	
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	12		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza		
<b>Sector:</b>	La libertad	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.		
<b>NORMA: AASHTO T-87-70; ASTM D-421-58; D-422-63</b>					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO	% QUEPASA
4	4.760	3.92	3.92	0.39	99.61
8	2.380	6.66	10.58	1.06	98.94
10	2.000	0.97	11.55	1.15	98.85
16	1.190	1.9	13.45	1.34	98.66
30	0.595	9.44	22.89	2.29	97.71
40	0.420	2.38	25.27	2.52	97.48
50	0.297	2.54	27.81	2.78	97.22
60	0.250	0	27.81	2.78	97.22
100	0.149	63.03	90.84	9.07	90.93
200	0.074	220.28	311.12	31.08	68.92
Fuente		690.04	1001.16	100.00	0.00
Masa de suelo		1001.16			
<b>GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>					
 <p style="text-align: center;">Curva Granulométrica</p>					
<b>COEFICIENTES DEL SUELO</b>					
<b>D10 (mm)</b>	0.011	<b>D30 (mm)</b>	0.021	<b>D60 (mm)</b>	0.056
<b>Cu :</b>	4.9		<b>Cc :</b>	0.7	
<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
<b>Grava (G%)</b>	0		<b>AASHTO</b>	A-5	
<b>Arena (S%)</b>	31				
<b>Limo y arcilla (Finos%)</b>	69		<b>SUCS</b>	Limo de baja plasticidad arenoso (ML)	

Tabla 117: Límites de Atterberg muestra #1



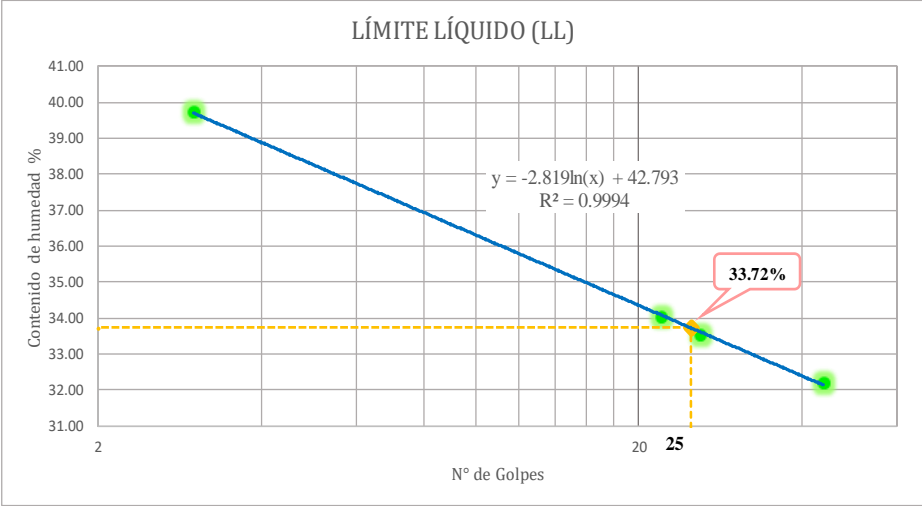
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	766582.39	9903096.27				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pol					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Crusilli	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	18.01	18.03	16.75	16.77	14.20	15.30	15.53	14.79
Masa cápsula + suelo seco	16.15	16.05	15.36	15.37	13.46	14.26	14.41	13.83
Masa agua (Ww)	1.86	1.98	1.39	1.40	0.74	1.04	1.12	0.96
Masa cápsula	11.51	11.02	11.26	11.27	11.26	11.15	10.85	10.92
Masa suelo seco (Ws)	4.64	5.03	4.10	4.10	2.20	3.11	3.56	2.91
Contenido de humedad (ω %)	40.09	39.36	33.90	34.15	33.64	33.44	31.46	32.99
ω % Promedio	39.73		34.02		33.54		32.23	
N° de golpes	3		22		26		44	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	33.72							
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T- 90 -2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	12.22	12.14	11.87	12.23	12.18			
Masa cápsula + suelo seco	11.92	11.75	11.56	11.83	11.79			
Masa agua (Ww)	0.3	0.39	0.31	0.4	0.39			
Masa cápsula	10.75	10.59	10.66	10.62	10.64			
Masa suelo seco (Ws)	1.17	1.16	0.90	1.21	1.15			
Contenido de humedad (ω %)	25.64	33.62	34.44	33.06	33.91			
ω % Promedio						32.14		
LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	33.72			- Material granular, excelente a bueno - A-1-b Fragmentos de roca y grava				
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	32.14							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	1.59							

Tabla 118: Límites de Atterberg muestra #2



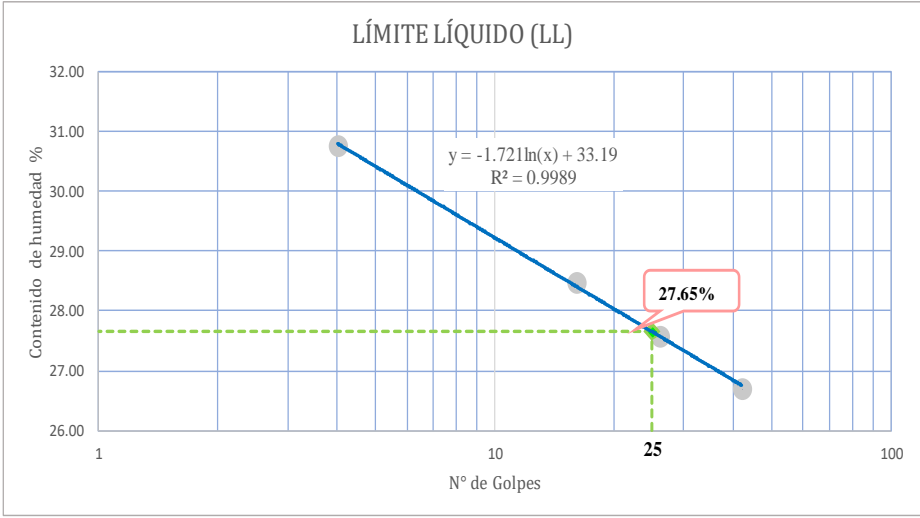


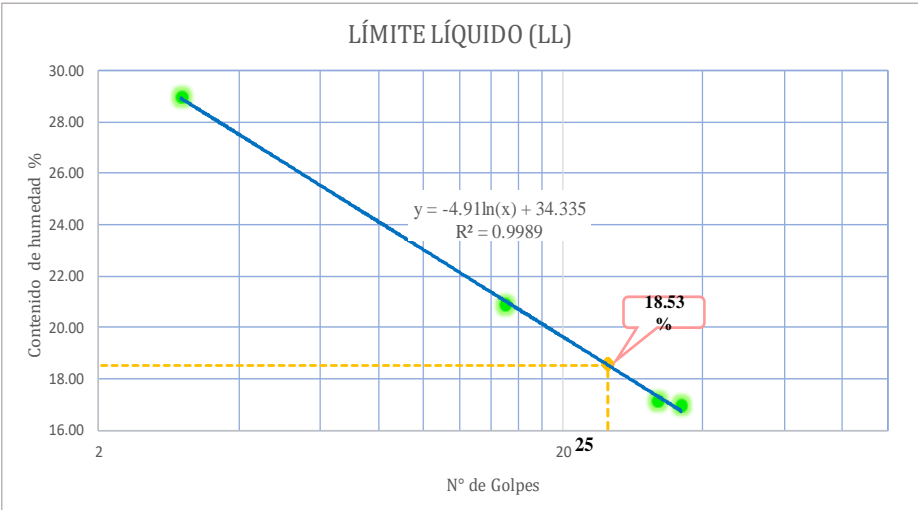
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG								
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI								
Provincia:	Cotopaxi	Coordenadas:	769346.85	9905099.02				
Cantón:	Latacunga	N° muestra:	2					
Parroquia:	Alaquez	Ensayado por:	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
Sector:	Colayapamba	Revisado por:	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	20.04	19.03	15.56	15.56	14.07	14.94	15.59	14.93
Masa cápsula + suelo seco	17.9	17.1	15.4	14.03	13.4	14.21	14.63	14.2
Masa agua (Ww)	2.14	1.93	0.16	1.53	0.67	0.73	0.96	0.73
Masa cápsula	10.92	10.85	11.26	11.15	11.02	11.51	11.27	11.26
Masa suelo seco (Ws)	6.98	6.25	4.14	2.88	2.38	2.7	3.36	2.94
Contenido de humedad (ω %)	30.66	30.88	3.86	53.13	28.15	27.04	28.57	24.83
ω % Promedio	30.77		28.49		27.59		26.70	
N° de golpes	4		16		26		42	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>27.65</b>							
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T- 90 -2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	12.26	12.41	12.69	12.36	12.67			
Masa cápsula + suelo seco	11.89	12.2	12.30	12.00	12.3			
Masa agua (Ww)	0.37	0.21	0.39	0.36	0.37			
Masa cápsula	10.64	10.62	10.66	10.59	10.75			
Masa suelo seco (Ws)	1.25	1.58	1.64	1.41	1.55			
Contenido de humedad (ω %)	29.60	13.29	23.78	25.53	23.87			
ω % Promedio	23.21							
LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	27.65	- Material limoso - arenoso, pobre a malo						
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	23.21	- A-4 Suelo Limoso						
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	4.44							

Tabla 119: Límites de Atterberg muestra #3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	771295.11	9906638.58				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf1					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	San Antonio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	18.9	17.2	14.7	15.5	15.3	15.2	13.9	14.7
Masa cápsula + suelo seco	16.89	16.12	14.21	14.68	14.7	14.6	13.5	14.1
Masa agua (Ww)	2.01	1.08	0.49	0.82	0.6	0.6	0.4	0.6
Masa cápsula	11.26	11.27	11.15	11.51	11.02	11.26	10.85	10.92
Masa suelo seco (Ws)	5.63	4.85	3.06	3.17	3.68	3.34	2.65	3.18
Contenido de humedad (ω %)	35.70	22.27	16.01	25.87	16.30	17.96	15.09	18.87
ω % Promedio	28.98		20.94		17.13		16.98	
N° de golpes	3		15		32		36	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>18.53</b>							
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T- 90 -2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	12.4	12.5	12.70	13.1	12.9			
Masa cápsula + suelo seco	12.3	12.2	12.40	12.7	12.5			
Masa agua (Ww)	0.1	0.3	0.30	0.4	0.4			
Masa cápsula	10.66	10.62	10.74	10.59	10.64			
Masa suelo seco (Ws)	1.64	1.58	1.66	2.11	1.86			
Contenido de humedad (ω %)	6.10	18.99	18.07	18.96	21.51			
ω % Promedio	16.72							
LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	18.53			- Material granular, excelente a bueno -A-2-4 Grava y Arena arcillosa o limosa				
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	16.72							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	1.81							

**Tabla 120: Límites de Atterberg muestra #4**



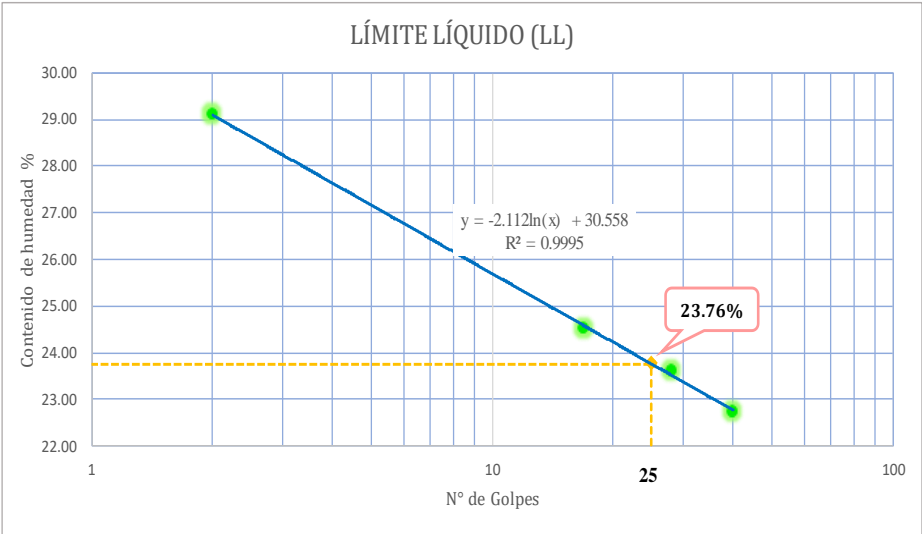
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770223.26	9904610.51				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	4					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Pilatan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	19.89	19.76	15.56	15.41	15.42	15.32	14.85	15.23
Masa cápsula + suelo seco	17.81	17.81	15	14.4	14.59	14.56	14.13	14.56
Masa agua (Ww)	2.08	1.95	0.56	1.01	0.83	0.76	0.72	0.67
Masa cápsula	10.92	10.85	11.02	11.51	11.26	11.15	11.27	11.26
Masa suelo seco (Ws)	6.89	6.96	3.98	2.89	3.33	3.41	2.86	3.3
Contenido de humedad (ω %)	30.19	28.02	14.07	34.95	24.92	22.29	25.17	20.30
ω % Promedio	29.10		24.51		23.61		22.74	
N° de golpes	2		17		28		40	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>23.76</b>							
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T-90 -2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	12.52	12.23	12.68	12.67	12.74			
Masa cápsula + suelo seco	12.21	11.87	12.30	12.21	12.46			
Masa agua (Ww)	0.31	0.36	0.38	0.46	0.28			
Masa cápsula	10.69	10.5	10.70	10.72	10.64			
Masa suelo seco (Ws)	1.52	1.37	1.60	1.49	1.82			
Contenido de humedad (ω %)	20.39	26.28	23.75	30.87	15.38			
ω % Promedio	23.34							
LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	23.76			- Material limoso - arenoso, pobre a malo - A-4 Suelo Limoso				
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	23.34							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	0.42							

Tabla 121: Límites de Atterberg muestra #5



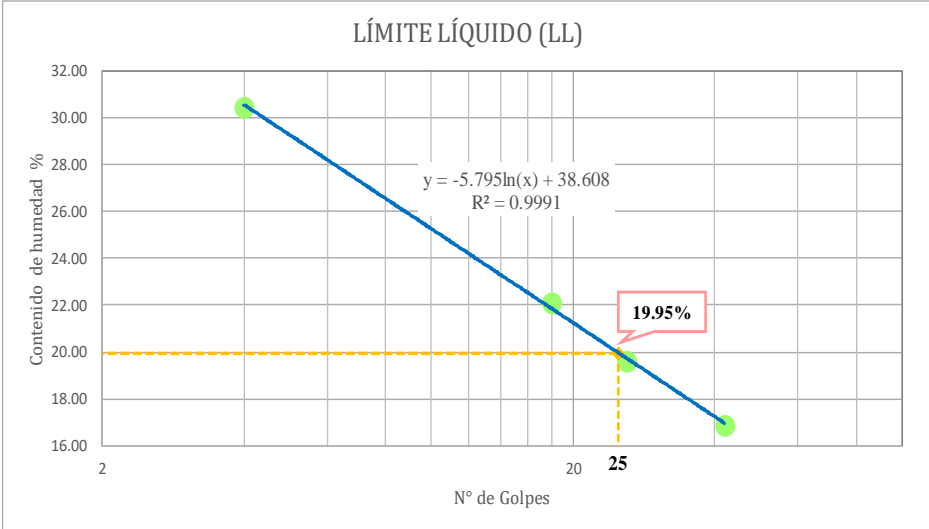
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
Provincia:	Cotopaxi	Coordenadas:	774235.32	9906979.47				
Cantón:	Latacunga	N° muestra:	5					
Parroquia:	Alaquez	Ensayado por:	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
Sector:	San Isidro	Revisado por:	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	16.81	17.16	15.43	15.57	15.25	16.74	16.09	14.81
Masa cápsula + suelo seco	15.35	15.97	14.66	14.83	14.47	15.96	15.52	14.12
Masa agua (Ww)	1.46	1.19	0.77	0.74	0.78	0.78	0.57	0.69
Masa cápsula	11.26	11.27	11.15	11.51	11.02	11.26	10.85	10.92
Masa suelo seco (Ws)	4.09	4.7	3.51	3.32	3.45	4.7	4.67	3.2
Contenido de humedad (ω %)	35.70	25.32	21.94	22.29	22.61	16.60	12.21	21.56
ω % Promedio	30.51		22.11		19.60		16.88	
N° de golpes	4		18		26		42	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>19.95</b>							
LÍMITE LÍQUIDO (LL)								
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T-90 -2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	12.81	12.5	12.68	13.1	12.75			
Masa cápsula + suelo seco	12.56	12.2	12.40	12.9	12.5			
Masa agua (Ww)	0.25	0.3	0.28	0.2	0.25			
Masa cápsula	10.69	10.5	10.70	10.72	10.64			
Masa suelo seco (Ws)	1.87	1.7	1.70	2.18	1.86			
Contenido de humedad (ω %)	13.37	17.65	16.47	9.17	13.44			
ω % Promedio	14.02							
LÍMITES DE ATTERBERG					CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
Límite Líquido (LL%)	19.95		- Material granular, excelente a bueno - A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa					
Límite Plástico (LP%)	14.02							
Índice de plasticidad (IP)	5.93							

Tabla 122: Límites de Atterberg muestra #6



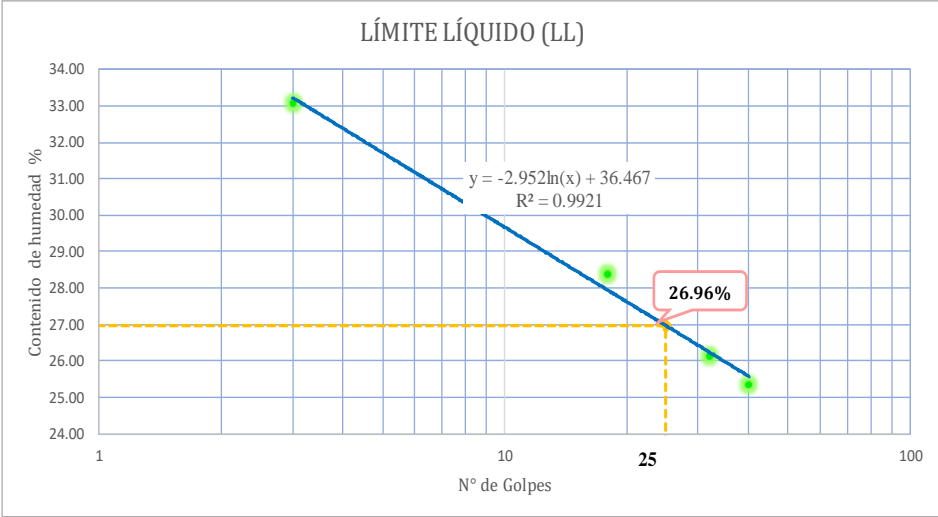
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770322.7	9902927.37				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po3					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Chitan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013</b>								
<b>N° Cápsula</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>A6</b>	<b>A7</b>	<b>A8</b>
Masa cápsula + suelo húmedo	20.31	19.92	15.13	15.75	20.45	20.06	14.67	14.92
Masa cápsula + suelo seco	18.01	17.82	14.02	14.9	19.62	19.89	14.03	14.15
Masa agua (Ww)	2.3	2.1	1.11	0.85	0.83	0.17	0.64	0.77
Masa cápsula	11.02	11.51	10.64	11.35	17.76	17.67	11.26	11.36
Masa suelo seco (Ws)	6.99	6.31	3.38	3.55	1.86	2.22	2.77	2.79
Contenido de humedad (ω %)	32.90	33.28	32.84	23.94	44.62	7.66	23.10	27.60
ω % Promedio	33.09		28.39		26.14		25.35	
N° de golpes	3		18		32		40	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	26.96							
								
<b>LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T- 90 -2013</b>								
<b>N° Cápsula</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>			
Masa cápsula + suelo húmedo	8.23	7.65	12.54	7.29	12.67			
Masa cápsula + suelo seco	7.93	7.24	12.21	6.98	12.4			
Masa agua (Ww)	0.3	0.41	0.33	0.31	0.27			
Masa cápsula	6.03	6.1	10.50	6.25	10.64			
Masa suelo seco (Ws)	1.9	1.14	1.71	0.73	1.76			
Contenido de humedad (ω %)	15.79	35.96	19.30	42.47	15.34			
ω % Promedio	25.77							
<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>					<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>			
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	26.96				- Material limoso - arenoso, pobre a malo - A-4 Suelo Limoso			
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	25.77							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	1.19							

Tabla 123: Límites de Atterberg muestra #7



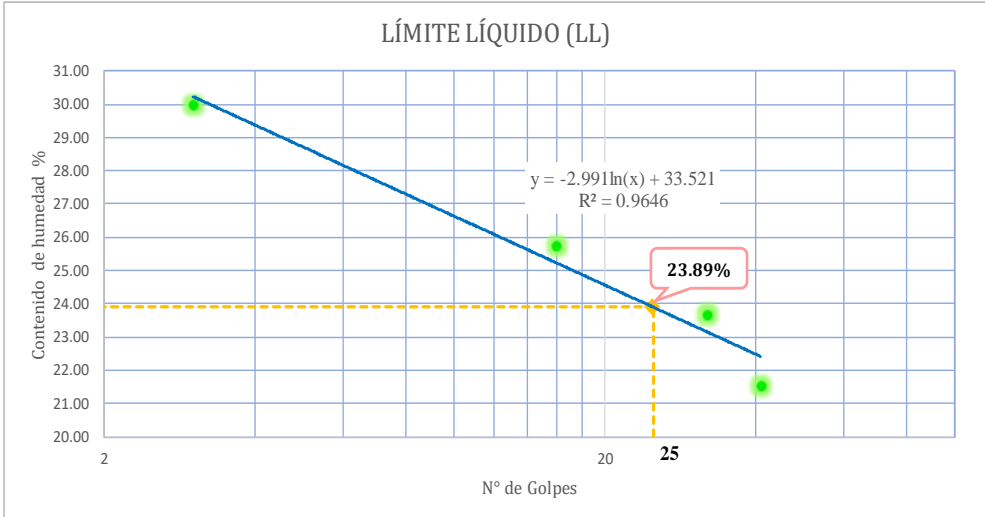
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	773588.58	9903911.44				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	7					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Verde Cocha	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	14.67	15.71	15.12	15.23	14.58	14.7	15.34	15.06
Masa cápsula + suelo seco	13.92	14.48	14.45	14.3	13.8	14.29	14.89	14.21
Masa agua (Ww)	0.75	1.23	0.67	0.93	0.78	0.41	0.45	0.85
Masa cápsula	10.85	11.02	11.25	11.26	11.53	11.15	11.51	11.36
Masa suelo seco (Ws)	3.07	3.46	3.2	3.04	2.27	3.14	3.38	2.85
Contenido de humedad (ω %)	24.43	35.55	20.94	30.59	34.36	13.06	13.31	29.82
ω % Promedio	29.99		25.76		23.71		21.57	
N° de golpes	3		16		32		41	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>23.89</b>							
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T-90-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	11.99	12.34	12.52	12.27	12.79			
Masa cápsula + suelo seco	11.65	12.01	12.19	11.98	12.48			
Masa agua (Ww)	0.34	0.33	0.33	0.29	0.31			
Masa cápsula	10.69	10.50	10.72	10.64	10.70			
Masa suelo seco (Ws)	0.96	1.51	1.47	1.34	1.78			
Contenido de humedad (ω %)	35.42	21.85	22.45	21.64	17.42			
ω % Promedio	23.76							
LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	23.89			- Material granular, excelente a bueno - A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa				
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	23.76							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	0.14							



Tabla 124: Límites de Atterberg muestra #8



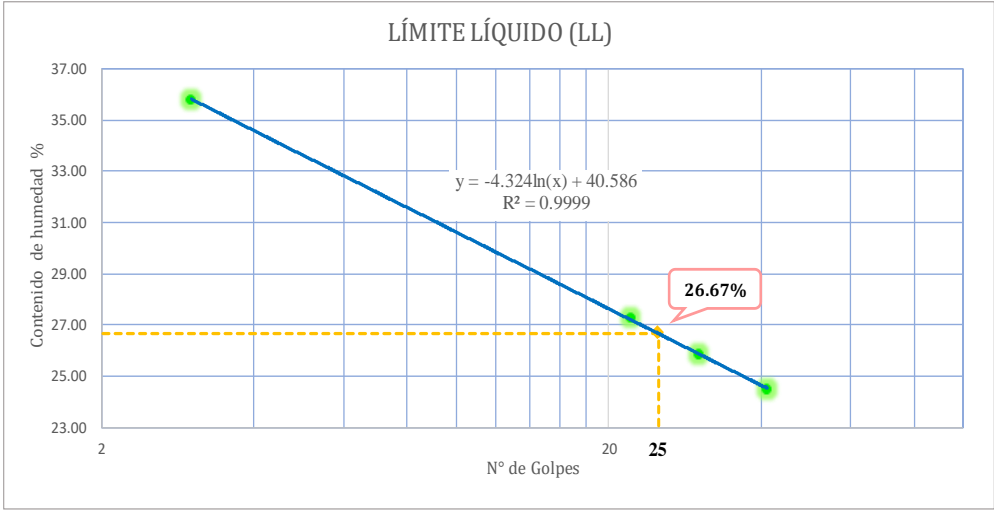
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
Provincia:	Cotopaxi	Coordenadas:	775366.11	9905587.27				
Cantón:	Latacunga	N° muestra:	8					
Parroquia:	Alaquez	Ensayado por:	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
Sector:	Santa Elena	Revisado por:	Ing. Milton Akdas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	22.04	20.03	15.28	15.67	14.07	14.83	15.59	14.93
Masa cápsula + suelo seco	20.79	19.48	14.93	14.3	13.77	13.81	14.82	14.2
Masa agua (Ww)	1.25	0.55	0.35	1.37	0.3	1.02	0.77	0.73
Masa cápsula	17.76	17.67	11.25	11.26	11.53	11.15	11.51	11.36
Masa suelo seco (Ws)	3.03	1.81	3.68	3.04	2.24	2.66	3.31	2.84
Contenido de humedad (ω %)	41.25	30.39	9.51	45.07	13.39	38.35	23.26	25.70
ω % Promedio	35.82		27.29		25.87		24.48	
N° de golpes	3		22		30		41	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>26.67</b>							
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T-90-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	12.53	11.67	12.29	12.43	12.01			
Masa cápsula + suelo seco	12.25	11.36	11.97	12.09	11.75			
Masa agua (Ww)	0.28	0.31	0.32	0.34	0.26			
Masa cápsula	10.72	10.64	10.70	10.50	10.69			
Masa suelo seco (Ws)	1.53	0.72	1.27	1.59	1.06			
Contenido de humedad (ω %)	18.30	43.06	25.20	21.38	24.53			
ω % Promedio	26.49							
LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
Límite Líquido (LL%)	26.67			- Material granular, excelente a bueno - A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena				
Límite Plástico (LP%)	26.49							
Índice de plasticidad (IP)	0.17							

Tabla 125: Límites de Atterberg muestra #9



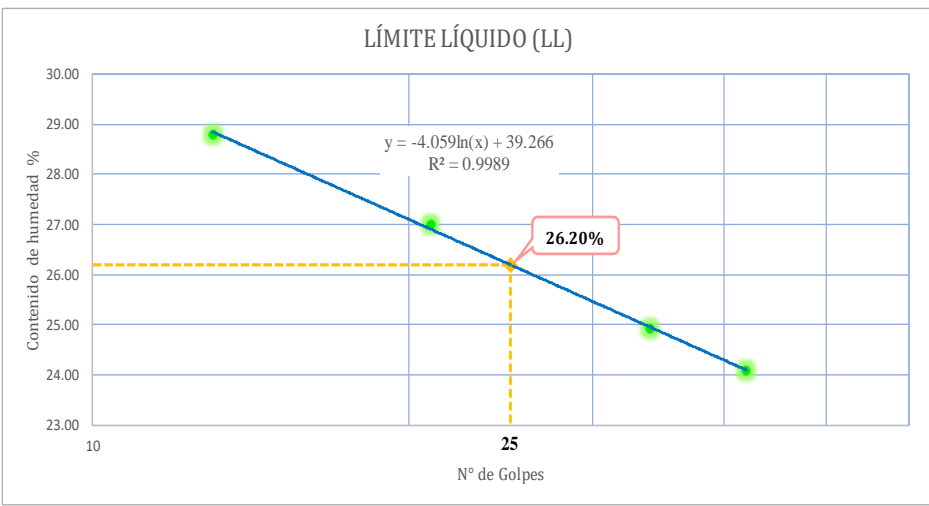
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG								
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	767290.46      9907200.1					
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	9					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	25.11	21.91	24.29	25.37	16.61	17.04	16.34	16.54
Masa cápsula + suelo seco	23.47	20.96	21.35	22.68	15.6	15.88	15.34	15.55
Masa agua (Ww)	1.64	0.95	2.94	2.69	1.01	1.16	1	0.99
Masa cápsula	17.76	17.67	11.64	11.35	11.53	11.25	11.26	11.36
Masa suelo seco (Ws)	5.71	3.29	9.71	11.33	4.07	4.63	4.08	4.19
Contenido de humedad (ω %)	28.72	28.88	30.28	23.74	24.82	25.05	24.51	23.63
ω % Promedio	28.80		27.01		24.93		24.07	
N° de golpes	13		21		34		42	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>26.20</b>							
LÍMITE LÍQUIDO (LL)								
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T-90-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	12.11	11.73	11.98	11.68	12.15			
Masa cápsula + suelo seco	11.84	11.49	11.78	11.51	11.84			
Masa agua (Ww)	0.27	0.24	0.20	0.17	0.31			
Masa cápsula	10.69	10.5	10.70	10.72	10.64			
Masa suelo seco (Ws)	1.15	0.99	1.08	0.79	1.2			
Contenido de humedad (ω %)	23.48	24.24	18.52	21.52	25.83			
ω % Promedio	23							
LÍMITES DE ATTERBERG					CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	26.20				- Material granular, excelente a bueno - A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa			
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	22.72							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	3.48							

Tabla 126: Límites de Atterberg muestra #10



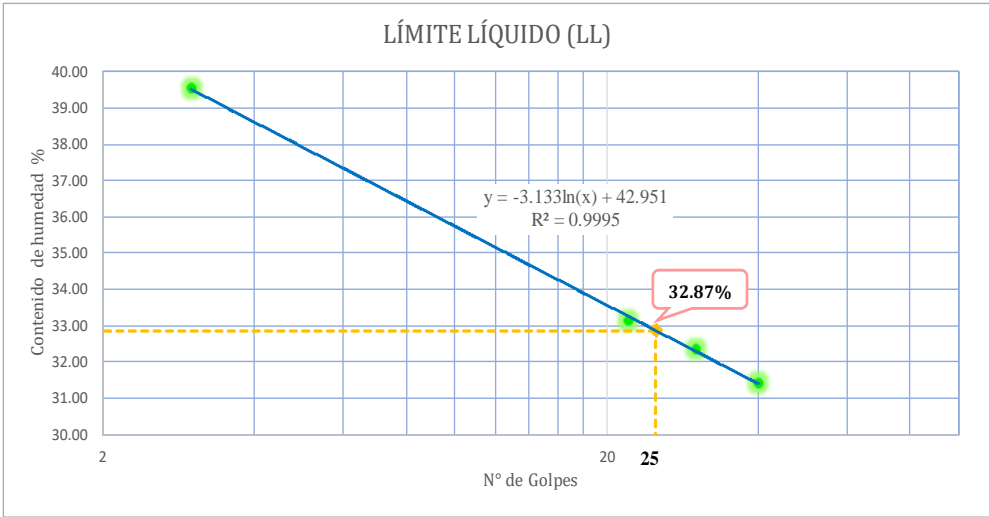
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768680.56	9911693.42				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	10					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulakó	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	22.29	22.97	16.18	18.43	15.64	17.85	16.84	16.91
Masa cápsula + suelo seco	20.93	21.48	15	16.68	14.41	16.31	15.58	15.73
Masa agua (Ww)	1.36	1.49	1.18	1.75	1.23	1.54	1.26	1.18
Masa cápsula	17.49	17.71	11.53	11.26	10.65	11.5	11.85	11.67
Masa suelo seco (Ws)	3.44	3.77	3.47	5.42	3.76	4.81	3.73	4.06
Contenido de humedad (ω %)	39.53	39.52	34.01	32.29	32.71	32.02	33.78	29.06
ω % Promedio	39.53		33.15		32.36		31.42	
N° de golpes	3		22		30		40	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	32.87							
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T-90-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	7.67	8.01	7.32	7.6	7.23			
Masa cápsula + suelo seco	7.31	7.7	7.03	7.28	6.89			
Masa agua (Ww)	0.36	0.31	0.29	0.32	0.34			
Masa cápsula	6.12	6.67	6.03	6.25	6.1			
Masa suelo seco (Ws)	1.19	1.03	1.00	1.03	0.79			
Contenido de humedad (ω %)	30.25	30.10	29.00	31.07	43.04			
ω % Promedio	32.69							
LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	32.87			- Material granular, excelente a bueno - A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa				
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	32.69							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	0.18							

Tabla 127: Límites de Atterberg muestra #11



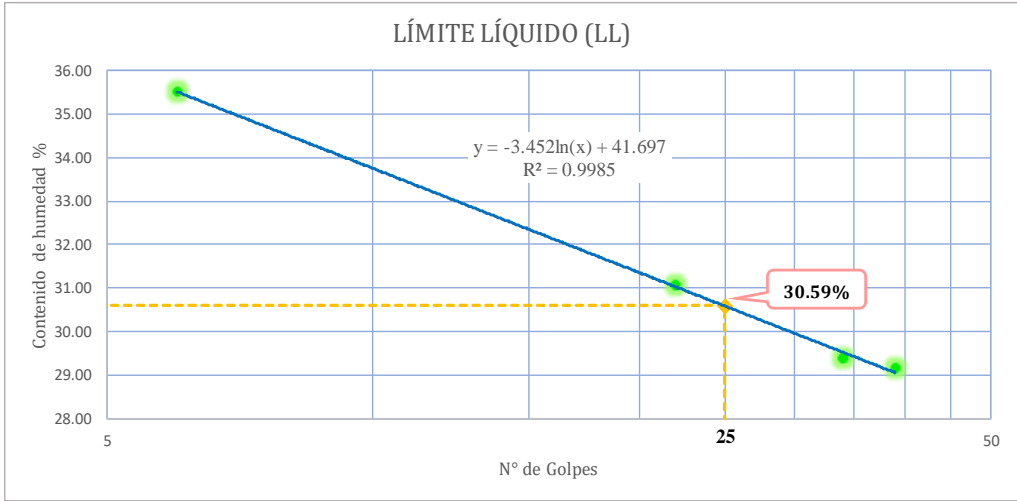
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	764549.94	9909794.07				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	11					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Vía:</b>	Ingreso a Joseguango Bajo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	19.73	19.64	15.65	15.84	14.98	15.02	17.08	15.76
Masa cápsula + suelo seco	17.5	17.47	14.62	14.71	14.15	14.08	16.1	14.7
Masa agua (Ww)	2.23	2.17	1.03	1.13	0.83	0.94	0.98	1.06
Masa cápsula	11.23	11.35	11.26	11.12	11.35	10.85	12.79	11.01
Masa suelo seco (Ws)	6.27	6.12	3.36	3.59	2.8	3.23	3.31	3.69
Contenido de humedad (ω %)	35.57	35.46	30.65	31.48	29.64	29.10	29.61	28.73
ω % Promedio	35.51		31.07		29.37		29.17	
N° de golpes	6		22		34		39	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>30.59</b>							
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T- 90 -2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	7	7.06	7.14	7.2	11.8			
Masa cápsula + suelo seco	6.78	6.87	6.94	6.96	10.7			
Masa agua (Ww)	0.22	0.19	0.20	0.24	1.1			
Masa cápsula	6.03	6.1	6.25	6.12	6.67			
Masa suelo seco (Ws)	0.75	0.77	0.69	0.84	4.03			
Contenido de humedad (ω %)	29.33	24.68	28.99	28.57	27.30			
ω % Promedio	28							
LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	30.59		- Material granular, excelente a bueno - A-1-b Fragmento de roca, grava y arena					
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	27.77							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	2.81							

Tabla 128: Límites de Atterberg muestra #12



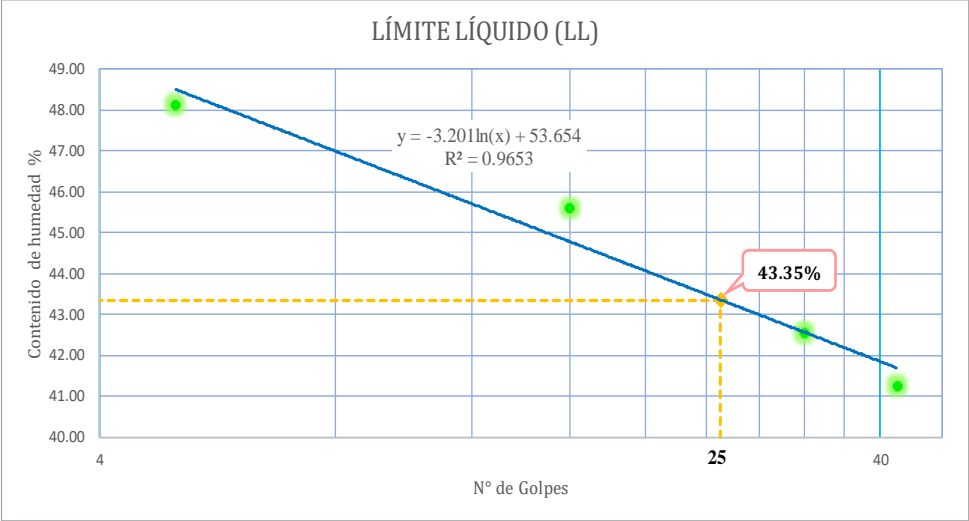
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG								
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768288      9908921.93					
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	12					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	La libertad	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
LÍMITE LÍQUIDO(LL) - AASHTO T-89-2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masa cápsula + suelo húmedo	17.23	17.4	15.71	15.35	15.75	16.28	16.67	15.27
Masa cápsula + suelo seco	15.66	15.14	14.31	14.1	14.24	14.87	15.07	13.98
Masa agua (Ww)	1.57	2.26	1.4	1.25	1.51	1.41	1.6	1.29
Masa cápsula	11.78	11.09	11.25	11.35	11.01	11.19	11.21	10.84
Masa suelo seco (Ws)	3.88	4.05	3.06	2.75	3.23	3.68	3.86	3.14
Contenido de humedad (ω %)	40.46	55.80	45.75	45.45	46.75	38.32	41.45	41.08
ω % Promedio	48.13		45.60		42.53		41.27	
N° de golpes	5		16		32		42	
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	<b>43.35</b>							
LÍMITE LÍQUIDO (LL)								
								
LÍMITE PLÁSTICO(LP) - AASHTO T-90 -2013								
N° Cápsula	A1	A2	A3	A4	A5			
Masa cápsula + suelo húmedo	11.48	11.56	11.45	11.61	11.93			
Masa cápsula + suelo seco	11.27	11.26	11.23	11.33	11.63			
Masa agua (Ww)	0.21	0.3	0.22	0.28	0.3			
Masa cápsula	10.68	10.48	10.63	10.64	10.88			
Masa suelo seco (Ws)	0.59	0.78	0.60	0.69	0.75			
Contenido de humedad (ω %)	35.59	38.46	36.67	40.58	40.00			
ω % Promedio						38		
LÍMITES DE ATTERBERG					CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
<b>Límite Líquido (LL%)</b>	43.35				- Material limoso-arenoso, pobre a malo - Suelo Limoso (A-5; ML)			
<b>Límite Plástico (LP%)</b>	38.26							
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	5.09							

Tabla 129: Proctor Modificado tipo B muestra #1



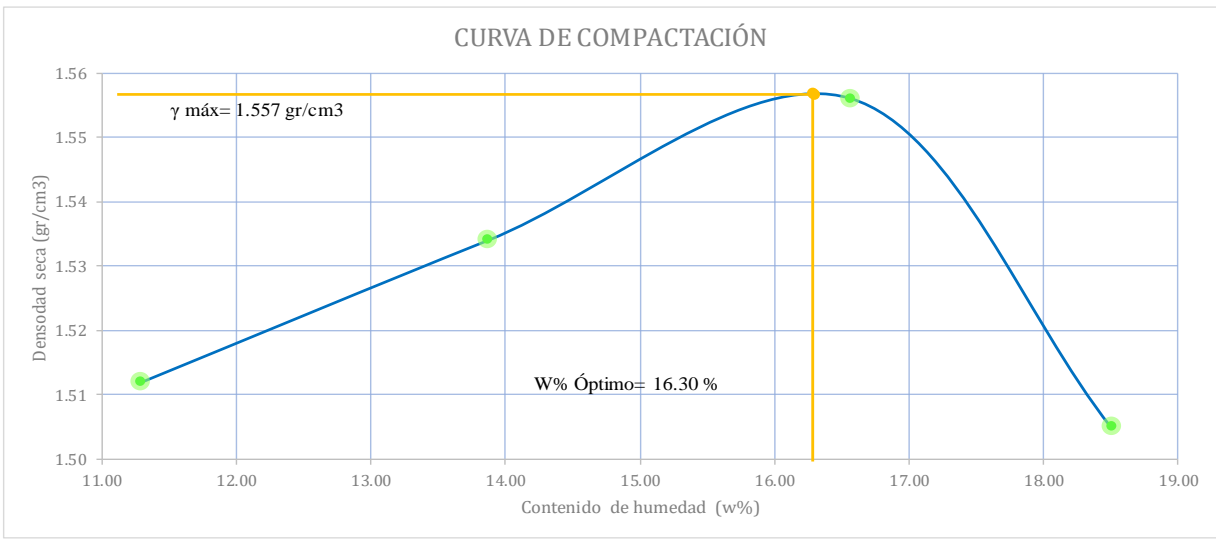
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	766582.39	9903096.27				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Po1					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Crusilli	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	14900 gr			
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86 cm <sup>3</sup>			
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	8	13	17	22				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	18754	18901	19053	18983				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3854	4001	4153	4083				
Peso unitario húmedo (γm) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.683	1.747	1.814	1.783				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	8.44	8.1	8.82	8.15	8.22	8.35	7.92	8.17
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr) (gr)	51.32	52.52	51.16	54.66	68.33	56.99	68.72	58.15
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	46.87	48.12	45.71	49.32	59.87	50.01	59.64	50.01
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	38.43	40.02	36.89	41.17	51.65	41.66	51.72	41.84
Peso del agua (Ww) (gr)	4.45	4.4	5.45	5.34	8.46	6.98	9.08	8.14
Contenido de humedad (ω %) (gr/cm <sup>3</sup> )	11.58	10.99	14.77	12.97	16.38	16.75	17.56	19.46
Contenido de humedad promedio ω %	11.29		13.87		16.57		18.51	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.512		1.534		1.556		1.505	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima (γmáx):		1.557		gr/cm <sup>3</sup>				
Humedad Óptima (W% óptimo):		16.40		%				

Tabla 130: Proctor Modificado tipo B muestra #2



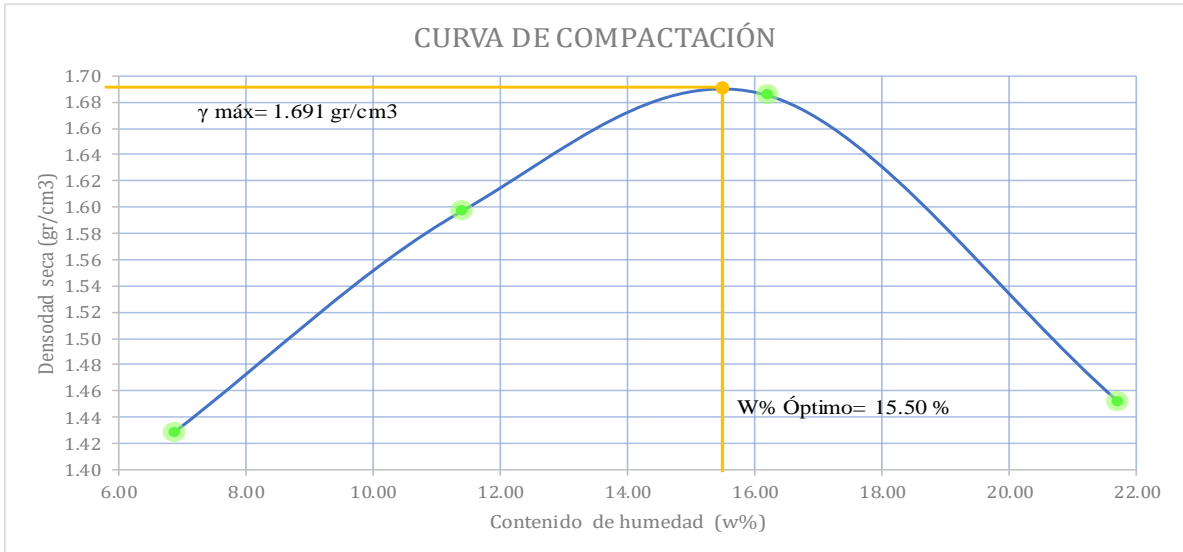
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN</b>						
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	769346.85	9905099.02				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	2					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Colayapamba	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	12781	gr		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86	cm3		
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0.07	0.13	0.18	0.23				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	16275	16854	17265	16826				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3494	4073	4484	4045				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm3)	1.526	1.779	1.958	1.766				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	30.24	31.08	30.31	30.81	30.94	30.81	31.35	31.16
Suelo húmedo + recipiente (Wm +Wr) (gr)	160.15	154.21	151.06	158.25	149.7	152.15	150.65	147.47
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	151.97	146.12	138.49	145.42	133.62	134.73	129.42	126.66
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	121.73	115.04	108.18	114.61	102.68	103.92	98.07	95.5
Peso del agua (Ww) (gr)	8.18	8.09	12.57	12.83	16.08	17.42	21.23	20.81
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	6.72	7.03	11.62	11.19	15.66	16.76	21.65	21.79
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	6.88		11.41		16.21		21.72	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm3)	1.428		1.597		1.685		1.451	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ):		<b>1.691</b>		gr/cm3				
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>15.50</b>		%				

Tabla 131: Proctor Modificado tipo B muestra #3



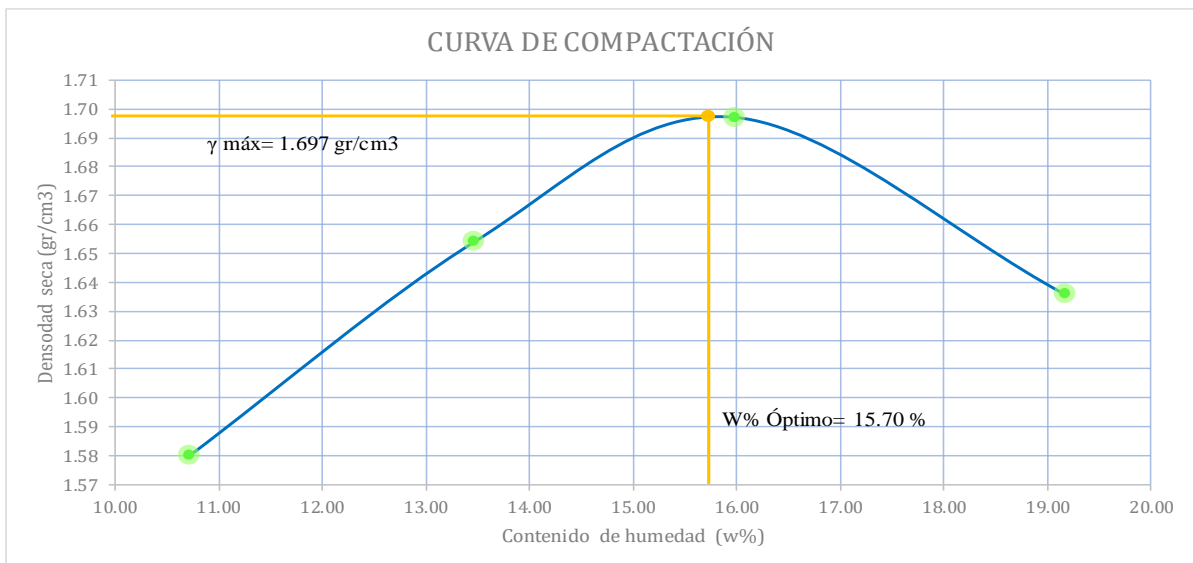
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN</b>						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	771295.11	9906638.58				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf1					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Vía:</b>	Vía Mulalo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	13452 gr			
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86 cm <sup>3</sup>			
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0.06	0.13	0.18	0.23				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	17456	17751	17959	17918				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	4004	4299	4507	4466				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.749	1.877	1.968	1.950				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	27.82	30.1	31.2	31.12	31.57	30.48	30.72	30.1
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr) (gr)	163.4	152.52	153.42	132.75	186.72	196.54	125.76	136.99
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	150.47	140.51	138.99	120.62	165.49	173.51	110.82	119.41
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	122.65	110.41	107.79	89.5	133.92	143.03	80.1	89.31
Peso del agua (Ww) (gr)	12.93	12.01	14.43	12.13	21.23	23.03	14.94	17.58
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	10.54	10.88	13.39	13.55	15.85	16.10	18.65	19.68
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	10.71		13.47		15.98		19.17	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.580		1.654		1.697		1.636	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ):		<b>1.697</b>		gr/cm <sup>3</sup>				
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>15.70</b>		%				



Tabla 132: Proctor Modificado tipo B muestra #4



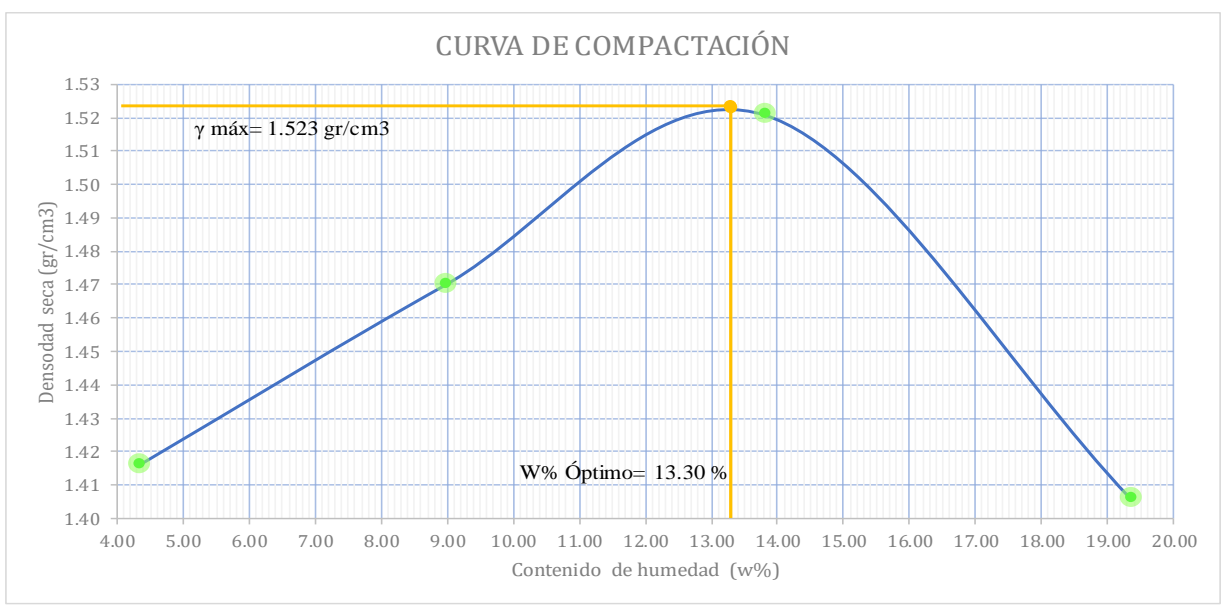
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN</b>						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LA TACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770223.26	9904610.51				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	4					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Pilatan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHIO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	12750	gr		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86	cm <sup>3</sup>		
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	6	13	18	23				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	16133	16419	16713	16593				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3383	3669	3963	3843				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.477	1.602	1.731	1.678				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11.19	11.3	10.92	11.72	11.12	11.28	11.2	11.4
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr) (gr)	43.28	44.08	40.32	41.81	44.66	44.11	41.51	43.61
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	42.26	42.41	37.99	39.24	40.67	40.05	36.56	38.42
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	31.07	31.11	27.07	27.52	29.55	28.77	25.36	27.02
Peso del agua (Ww) (gr)	1.02	1.67	2.33	2.57	3.99	4.06	4.95	5.19
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	3.28	5.37	8.61	9.34	13.50	14.11	19.52	19.21
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	4.33		8.97		13.81		19.36	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.416		1.47		1.521		1.406	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
 <p style="text-align: center;"><b>CURVA DE COMPACTACIÓN</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\gamma_{\text{máx}} = 1.523 \text{ gr/cm}^3</math></p> <p style="text-align: center;"><math>W\% \text{ Óptimo} = 13.30 \%</math></p>								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{\text{máx}}$ ):		<b>1.523</b>			gr/cm <sup>3</sup>			
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>13.30</b>			%			

Tabla 133: Proctor Modificado tipo B muestra #5



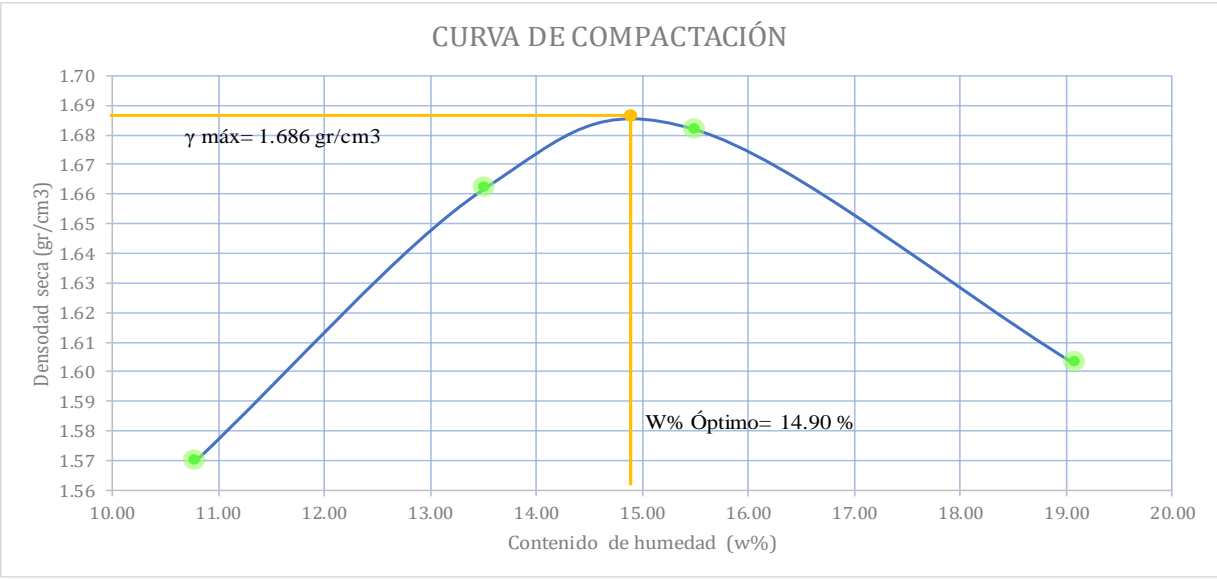
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	774235.32	9906979.47				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	5					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	San Isidro	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	13452	gr		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86	cm <sup>3</sup>		
Peso inicial deseado:	6000		6000		6000	6000		
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0.06	0.13	0.18	0.23				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	17435	17773	17902	17824				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3983	4321	4450	4372				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.739	1.887	1.943	1.909				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	27.84	30.11	31.12	31.14	31.58	30.47	30.75	30.11
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr)	163.48	152.52	153.48	132.71	186.77	196.58	125.77	136.9
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	150.4	140.51	138.92	120.62	165.71	174.55	110.88	119.41
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	122.56	110.4	107.8	89.48	134.13	144.08	80.13	89.3
Peso del agua (Ww) (gr)	13.08	12.01	14.56	12.09	21.06	22.03	14.89	17.49
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	10.67	10.88	13.51	13.51	15.70	15.29	18.58	19.59
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	10.78		13.51		15.50		19.08	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.570		1.662		1.682		1.603	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{máx}$ ):		<b>1.686</b>			gr/cm <sup>3</sup>			
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>14.90</b>			%			

Tabla 134: Proctor Modificado tipo B muestra #6



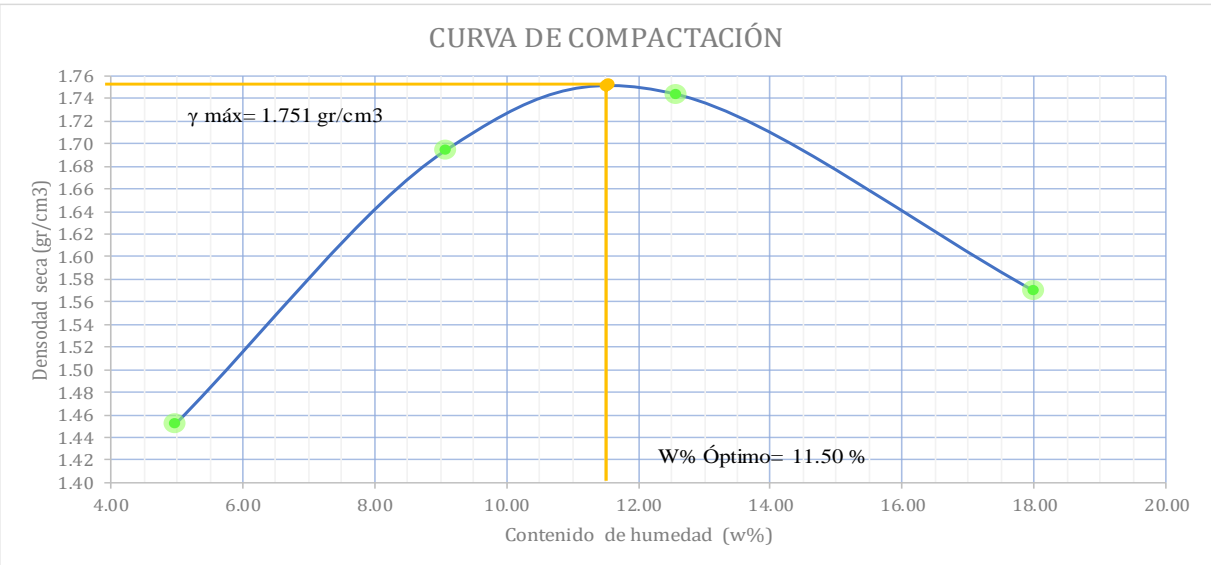
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN</b>						
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770322.7	9902927.37				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	6					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Chitan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	12750 gr			
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86 cm <sup>3</sup>			
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	6	13	18	23				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	16240	16982	17243	16988				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3490	4232	4493	4238				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.524	1.848	1.962	1.851				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	35.44	35.31	29.89	29.82	8.57	8.59	8.53	8.72
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr) (gr)	124.78	127.6	89.44	148.96	86.68	79.42	87.92	83.99
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	120.52	123.24	84.17	139.68	78.09	71.38	75.59	72.72
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	85.08	87.93	54.28	109.86	69.52	62.79	67.06	64
Peso del agua (Ww) (gr)	4.26	4.36	5.27	9.28	8.59	8.04	12.33	11.27
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	5.01	4.96	9.71	8.45	12.36	12.80	18.39	17.61
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	4.98		9.08		12.58		18.00	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.452		1.694		1.743		1.569	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ):		<b>1.751</b>		gr/cm <sup>3</sup>				
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>11.50</b>		%				

Tabla 135: Proctor Modificado tipo B muestra #7



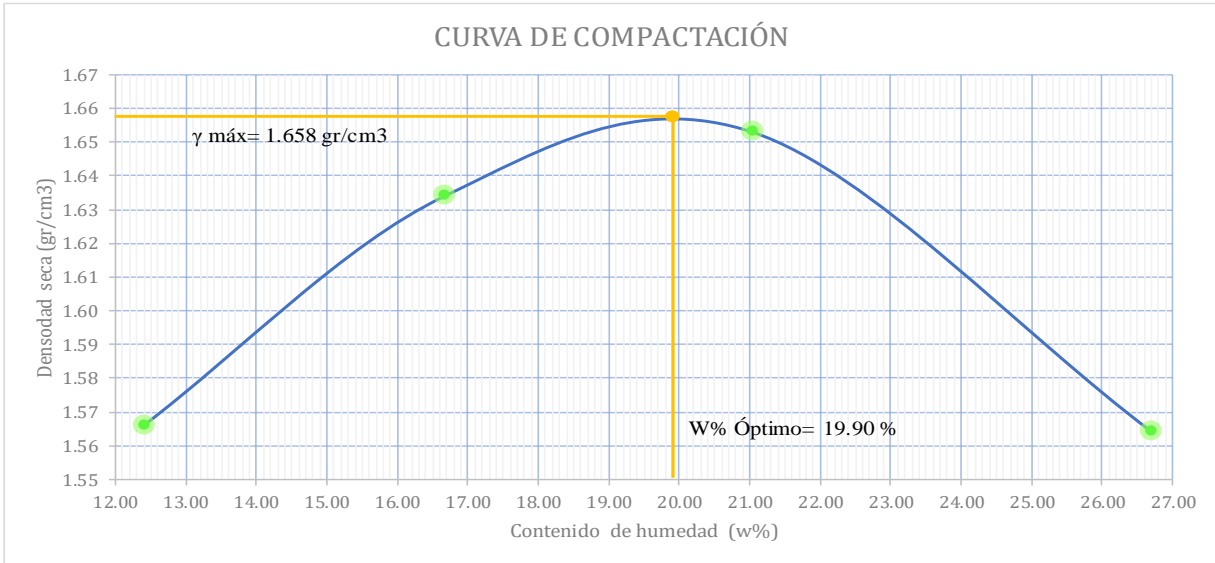
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN</b>						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	773588.58	9903911.44				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	7					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Verde Cocha	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	13950 gr			
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86 cm <sup>3</sup>			
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	6	13	18	23				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	17981	18315	18533	18489				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	4031	4365	4583	4539				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.760	1.906	2.001	1.982				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	31.24	30.98	30.72	30.31	31.25	31.1	30.9	31.11
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr) (gr)	190.68	185.47	215.37	221.32	186.3	193.21	185.22	166.83
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	173.22	168.3	189.16	193.88	160.31	164.05	152.71	138.22
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	141.98	137.32	158.44	163.57	129.06	132.95	121.81	107.11
Peso del agua (Ww) (gr)	17.46	17.17	26.21	27.44	25.99	29.16	32.51	28.61
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	12.30	12.50	16.54	16.78	20.14	21.93	26.69	26.71
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	12.40		16.66		21.04		26.70	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.566		1.634		1.653		1.564	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ):		<b>1.658</b>		gr/cm <sup>3</sup>				
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>19.90</b>		%				

Tabla 136: Proctor Modificado tipo B muestra #8



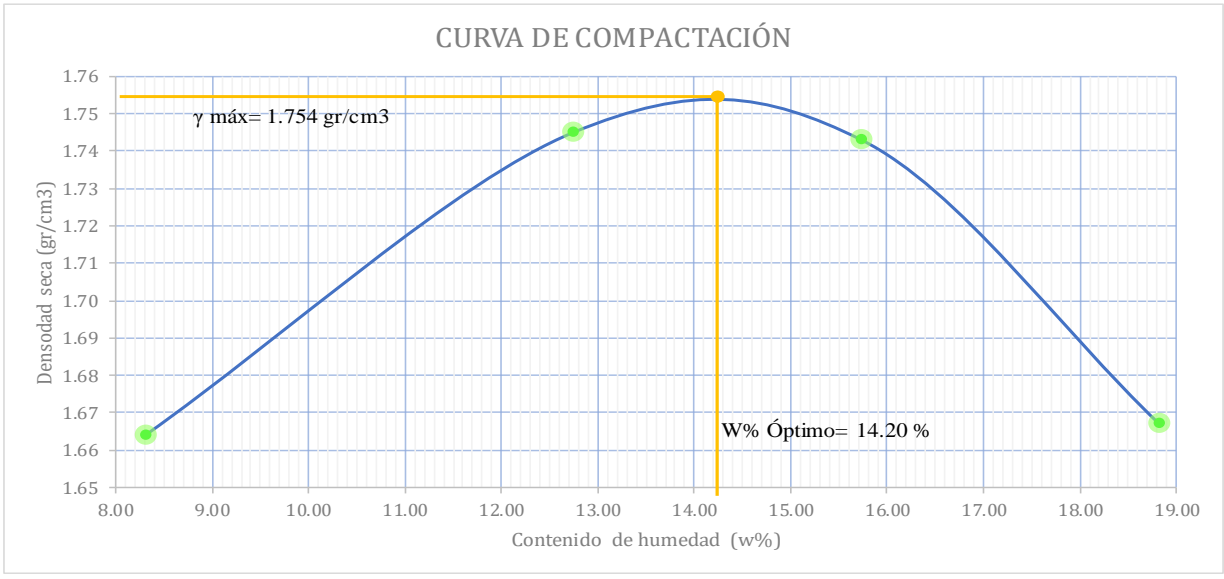
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	775366.11	9905587.27				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	8					
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Sector:</b>	Santa Elena	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	14900 gr			
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86 cm <sup>3</sup>			
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	8	13	17	22				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	19026	19405	19518	19437				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	4126	4505	4618	4537				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.802	1.967	2.017	1.981				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	21.74	20.78	21.67	21.81	21.96	22.07	20.81	20.82
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr) (gr)	69.57	72.12	70.33	75.73	67.81	79.91	78.86	66.48
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	65.62	68.49	64.46	70.05	61.93	71.6	69.91	59.05
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	43.88	47.71	42.79	48.24	39.97	49.53	49.1	38.23
Peso del agua (Ww) (gr)	3.95	3.63	5.87	5.68	5.88	8.31	8.95	7.43
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	9.00	7.61	13.72	11.77	14.71	16.78	18.23	19.43
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	8.31		12.75		15.74		18.83	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.664		1.745		1.743		1.667	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{máx}$ ):		<b>1.754</b>		gr/cm <sup>3</sup>				
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>14.20</b>		%				

Tabla 137: Proctor Modificado tipo B muestra #9



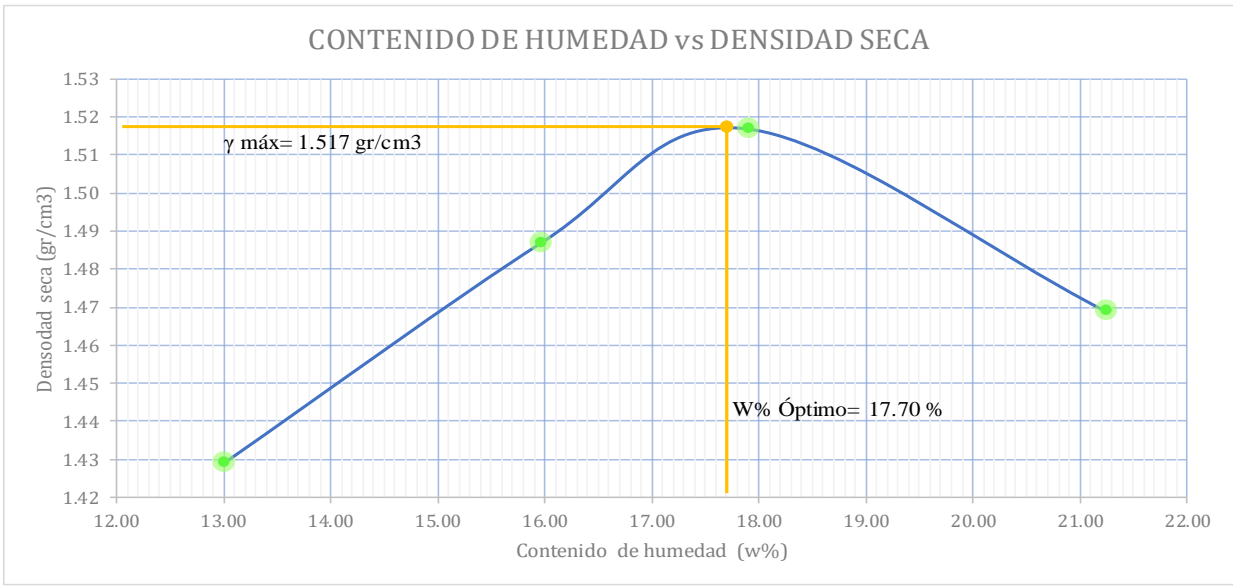
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	767290.46	9907200.1				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	9					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	14955	gr		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86	cm <sup>3</sup>		
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	8	13	18	23				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	18652	18903	19051	19034				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3697	3948	4096	4079				
Peso unitario húmedo (γm) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.615	1.724	1.789	1.781				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	20.84	22.12	23.22	20.92	20.85	20.98	20.78	20.91
Suelo húmedo + recipiente (Wm +Wr)	100.57	95.98	110.57	110.28	98.68	100.5	112.11	111.6
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	91.51	87.38	98.59	97.92	86.78	88.51	96.39	95.42
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	70.67	65.26	75.37	77	65.93	67.53	75.61	74.51
Peso del agua (Ww) (gr)	9.06	8.6	11.98	12.36	11.9	11.99	15.72	16.18
Contenido de humedad (ω %) (gr/cm <sup>3</sup> )	12.82	13.18	15.89	16.05	18.05	17.76	20.79	21.72
Contenido de humedad promedio ω %	13.00		15.97		17.90		21.25	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.429		1.487		1.517		1.469	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima (γmáx):		<b>1.517</b>			gr/cm <sup>3</sup>			
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>17.70</b>			%			

Tabla 138: Proctor Modificado tipo B muestra #10



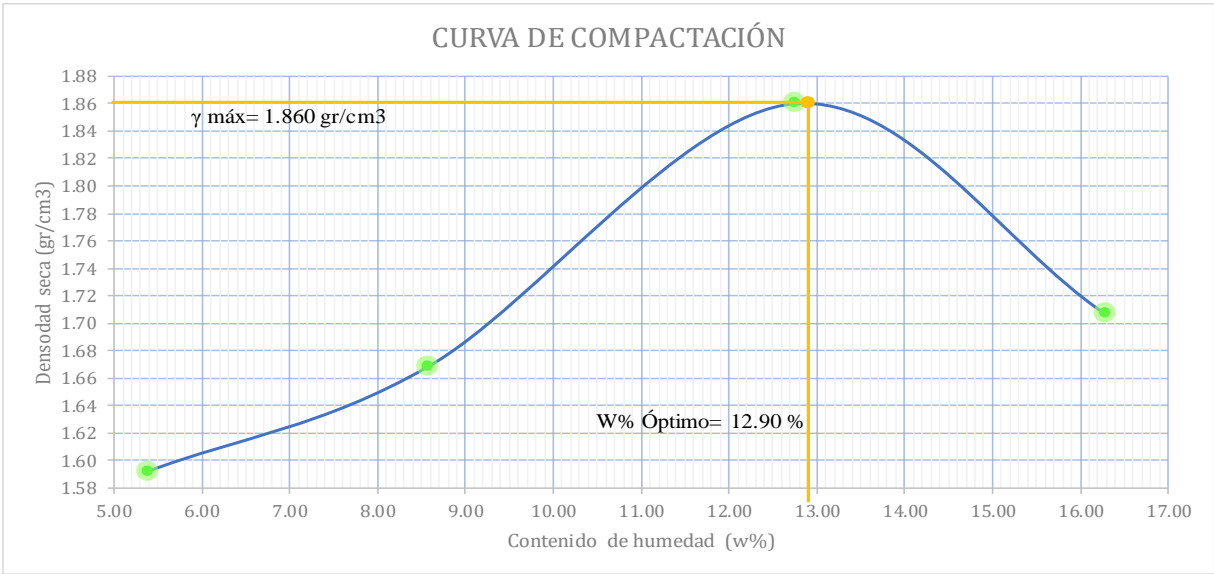
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768680.56	9911693.42				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	10					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Vía:</b>	Ruta a Mulaló	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	12687	gr		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86	cm <sup>3</sup>		
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	8	13	18	23				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	16529	16834	17488	17232				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3842	4147	4801	4545				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.678	1.811	2.097	1.985				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	23.53	30.76	31.01	24.34	25.34	30.71	26.92	24.51
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr) (gr)	84.37	75.35	105	95.95	74.48	78.63	87.46	116.73
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	81.38	72.98	99.75	89.73	69.1	73.04	78.99	103.81
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	57.85	42.22	68.74	65.39	43.76	42.33	52.07	79.3
Peso del agua (Ww) (gr)	2.99	2.37	5.25	6.22	5.38	5.59	8.47	12.92
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	5.17	5.61	7.64	9.51	12.29	13.21	16.27	16.29
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	5.39		8.57		12.75		16.28	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.592		1.668		1.86		1.707	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ):		<b>1.860</b>		gr/cm <sup>3</sup>				
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>12.90</b>		%				

Tabla 139: Proctor Modificado tipo B muestra #11



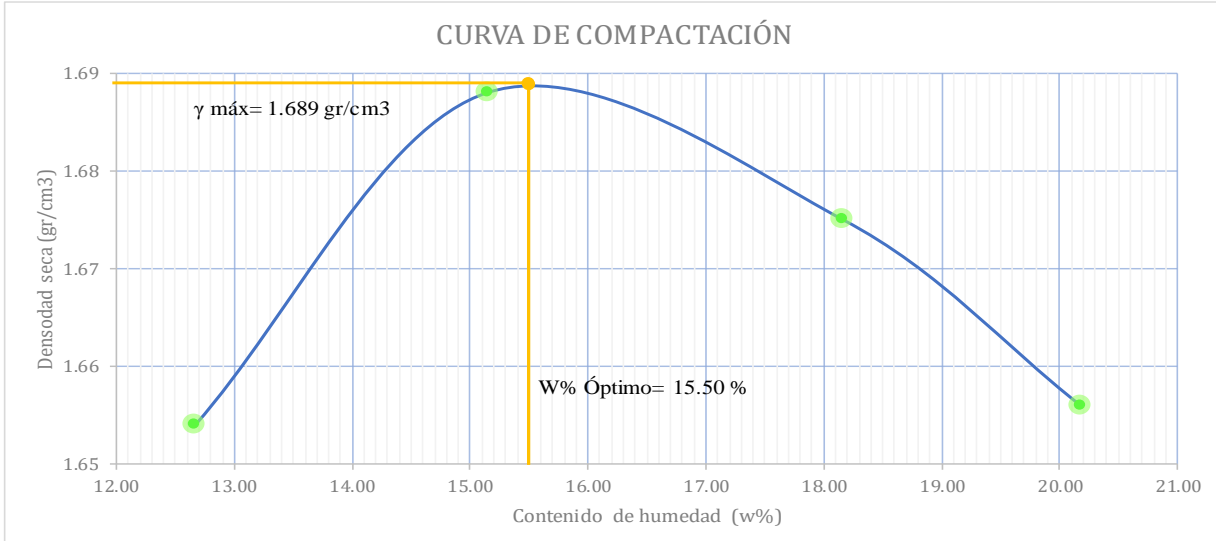
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	764549.94	9909794.07				
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	11					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Vía:</b>	Ingreso a J. Bajo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	14955	gr		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2289.86	cm <sup>3</sup>		
Peso inicial deseado:	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	8	13	17	22				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	19222	19406	19487	19512				
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	4267	4451	4532	4557				
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.863	1.944	1.979	1.990				
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	21.04	21.11	22.02	22.14	22.54	21.78	22.03	22.06
Suelo húmedo + recipiente (Wm +Wr) (gr)	186.04	211.09	115.28	125.32	124.06	106.07	118.31	120.52
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	167.31	189.96	103.31	111.41	108.51	93.07	101.93	104.21
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	146.27	168.85	81.29	89.27	85.97	71.29	79.9	82.15
Peso del agua (Ww) (gr)	18.73	21.13	11.97	13.91	15.55	13	16.38	16.31
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	12.81	12.51	14.73	15.58	18.09	18.24	20.50	19.85
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	12.66		15.15		18.16		20.18	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.654		1.688		1.675		1.656	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
 <p style="text-align: center;"><b>CURVA DE COMPACTACIÓN</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\gamma_{\text{máx}} = 1.689 \text{ gr/cm}^3</math></p> <p style="text-align: center;"><math>W\% \text{ Óptimo} = 15.50 \%</math></p>								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{\text{máx}}$ ):		<b>1.689</b>			gr/cm <sup>3</sup>			
Humedad Óptima (W% óptimo):		<b>15.50</b>			%			



Tabla 140: Proctor Modificado tipo B muestra #12



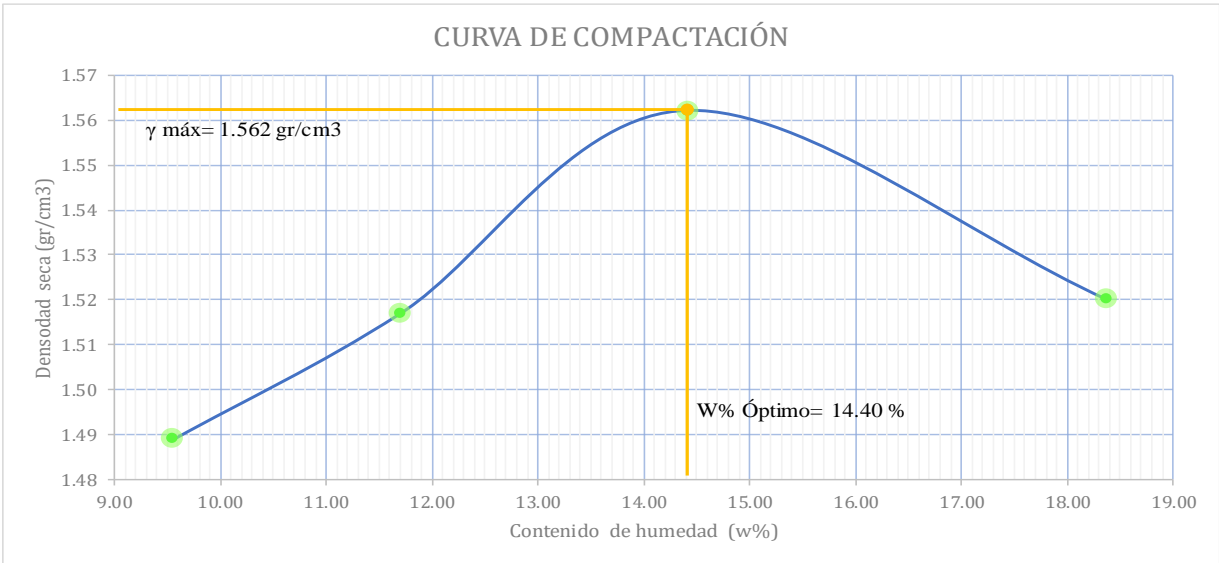


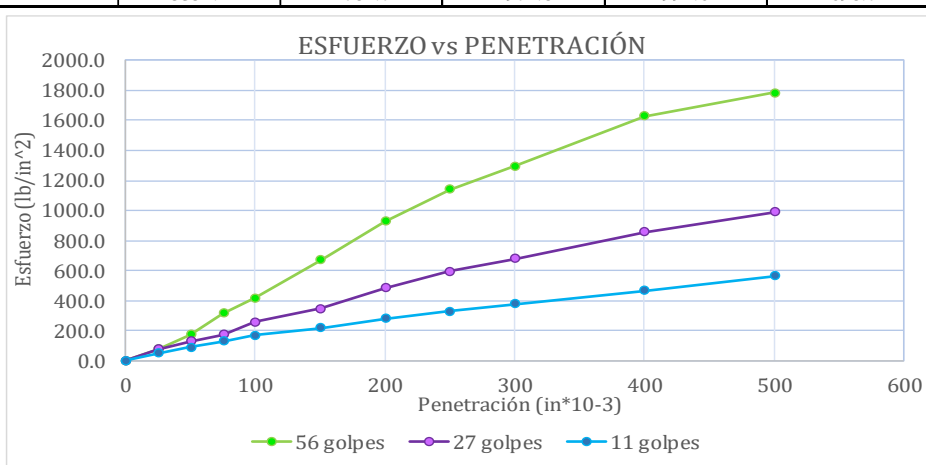
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN								
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768288.00 9908921.93					
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	12					
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza					
<b>Vía:</b>	La libertad	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.					
<b>PROCTOR MODIFICADO "B" -AASHTO T - 180; ASTM D1557</b>								
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 in					
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb					
Peso inicial deseado:	6000		6000					
<b>1) PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Número de ensayo	1	2	3					
Humedad inicial añadida en %	8	13	17					
Peso molde + suelo húmedo (gr)	18690	18836	19046					
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3735	3881	4091					
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.631	1.695	1.787					
<b>2) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	22.15	22.26	21.96	22.04	22.02	27.42	21.72	21.55
Suelo húmedo + recipiente (Wm + Wr) (gr)	94.19	94.16	108.78	110.02	180.94	189.39	102.49	100.09
Suelo seco + recipiente (Ws + Wr) (gr)	88.08	87.72	98.68	101.85	160.62	169.27	89.01	88.84
Peso de los sólidos (Ws) (gr)	65.93	65.46	76.72	79.81	138.6	141.85	67.29	67.29
Peso del agua (Ww) (gr)	6.11	6.44	10.1	8.17	20.32	20.12	13.48	11.25
Contenido de humedad ( $\omega$ %)	9.27	9.84	13.16	10.24	14.66	14.18	20.03	16.72
Contenido de humedad promedio $\omega$ %	9.55		11.70		14.42		18.38	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.489		1.517		1.562		1.52	
<b>3) GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
								
<b>RESULTADOS</b>								
Densidad seca máxima ( $\gamma_{m\acute{a}x}$ ):			<b>1.562</b>	gr/cm <sup>3</sup>				
Humedad Óptima (W% óptimo):			<b>14.40</b>	%				

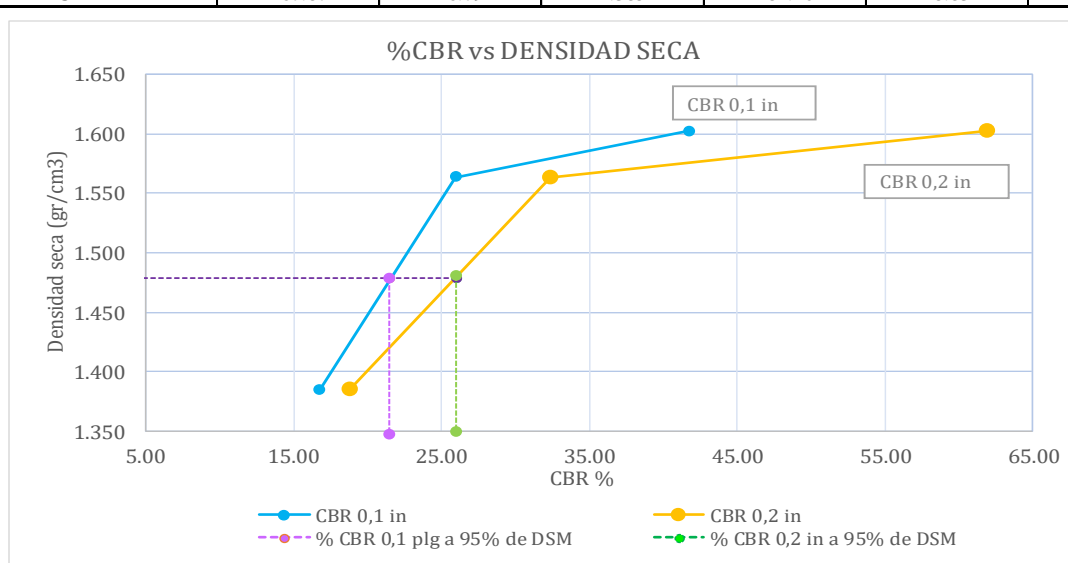
Tabla 141: Ensayo de CBR muestra #1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	766582.39	9903096.27			
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Nº muestra:</b>	Po1				
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza				
<b>Sector:</b>	Crusilli	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.				
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.557	gr/cm3	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	16.40	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15	Díámetro:	15.25	Díámetro:	15.2
		Altura:	12.5	Altura:	12.4	Altura:	12.7
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	12529		13017		12330		
Masa molde (gr)	8254		8753		8644		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4275		4264		3686		
Volumen de la muestra (cm3)	2208.93		2264.91		2304.52		
Peso unitario húmedo (γm)(gr/cm3)	1.935		1.883		1.599		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	25.71	27.66	24.52	25.28	23.44	24.82	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	105.51	97.06	107.07	112.01	105.51	108.27	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	92.75	85.84	93.68	98.05	92.87	95.4	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	67.04	58.18	69.16	72.77	69.43	70.58	
Masa del agua (Ww) (gr)	12.76	11.22	13.39	13.96	12.64	12.87	
Contenido de humedad (W %)	19.03	19.28	19.36	19.18	18.21	18.23	
Contenido de humedad promedio (W%)	19.16		19.27		18.22		
Peso volumétrico seco (γd)(gr/cm3)	1.624		1.578		1.353		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	12654		13355		12813		
Masa molde (gr)	8252		8755		8344		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4402		4600		4469		
Volumen de la muestra (cm3)	2208.93		2264.91		2304.52		
Peso unitario húmedo (γm)(gr/cm3)	1.993		2.031		1.939		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	31.03	30.88	31.15	30.72	30.82	31.85	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	116.75	117.92	117.43	117.82	134.52	137.81	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	98.78	100.11	96.36	97.66	106.15	109.70	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	67.75	69.23	65.21	66.94	75.33	77.85	
Masa del agua (Ww) (gr)	17.97	17.81	21.07	20.16	28.37	28.11	
Contenido de humedad (W %)	26.52	25.73	32.31	30.12	37.66	36.11	
Contenido de humedad promedio (W%)	26.12		31.21		36.88		
Peso volumétrico seco (γd)(gr/cm3)	1.580		1.548		1.417		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10 <sup>-3</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	233.1	77.7	226	75.3	153.2	51.1
50	524.4	174.8	394.4	131.5	274.1	91.4
75	940.7	313.6	523.2	174.4	383.7	127.9
100	1251.4	417.1	778.9	259.6	503.6	167.9
150	2016.5	672.2	1036.1	345.4	653.3	217.8
200	2784.7	928.2	1455.6	485.2	847.2	282.4
250	3422.1	1140.7	1786.7	595.6	984.8	328.3
300	3894.8	1298.3	2035.8	678.6	1135.6	378.5
400	4884.8	1628.3	2567.2	855.7	1405.2	468.4
500	5354.1	1784.7	2974.8	991.6	1698.7	566.2





CORRECIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	417.13	41.71	1.602	928.23	61.88	1.602
B	259.63	25.96	1.563	485.20	32.35	1.563
C	167.87	16.79	1.385	282.40	18.83	1.385

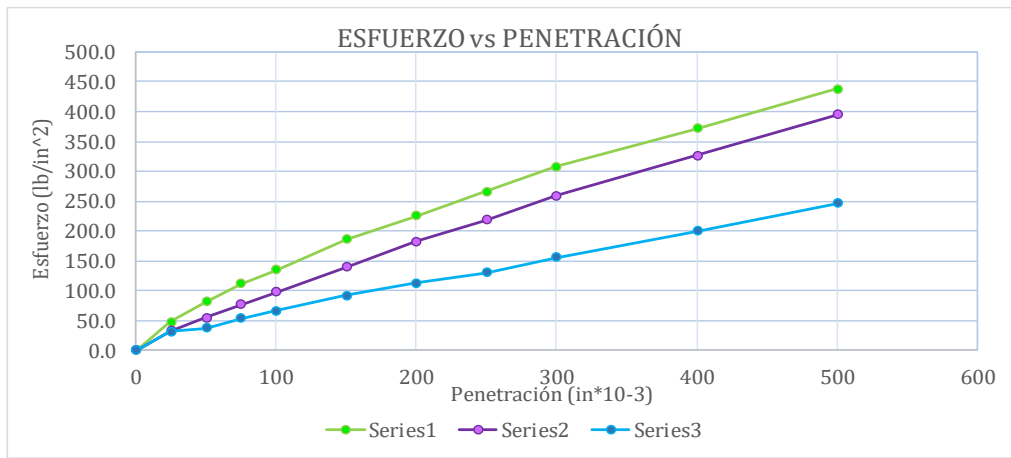


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.557	
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor
95%	1.479	26.00	26.00

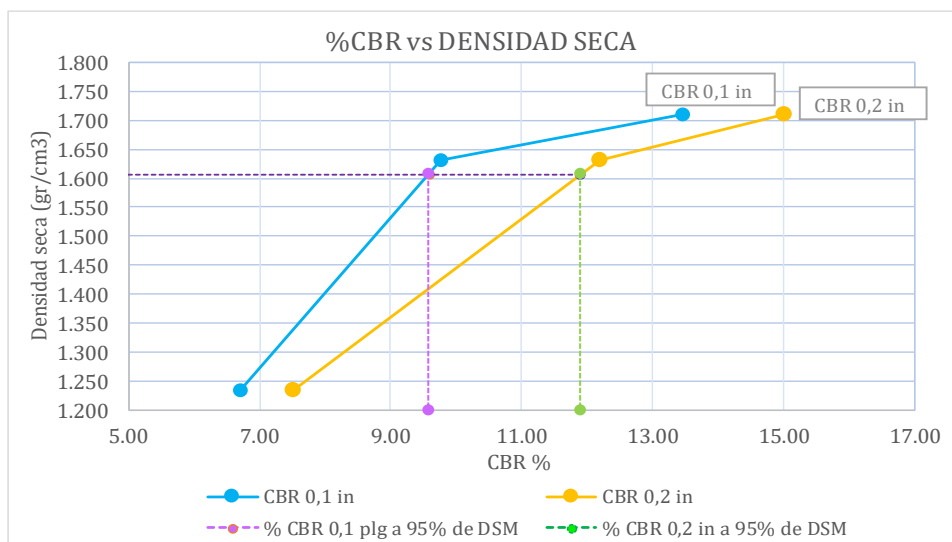
Tabla 142: Ensayo de CBR muestra #2

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b>					
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	769346.85	9905099.02			
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Nº muestra:</b>	2				
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza				
<b>Sector:</b>	Colayapamba	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.				
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.691	gr/cm3	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	15.50	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15.11	Díámetro:	15.21	Díámetro:	15.15
		Altura:	11.5	Altura:	12.2	Altura:	12.77
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27	11			
Muestra húmeda + molde (gr)	11321		10492	9213			
Masa molde (gr)	6975		6262	5838			
Masa de la muestra húmeda (gr)	4346		4230	3375			
Volumen de la muestra (cm3)	2062.13		2216.71	2302.00			
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm3)	2.108		1.908	1.466			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	31.11	31.72	32.55	32.86	31.5	31.26	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	71.63	69.07	89.03	75.35	98.22	101.25	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	65.24	62.36	79.58	68.53	88.46	89.48	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	34.13	30.64	47.03	35.67	56.96	58.22	
Masa del agua (Ww) (gr)	6.39	6.71	9.45	6.82	9.76	11.77	
Contenido de humedad (W %)	18.72	21.90	20.09	19.12	17.13	20.22	
Contenido de humedad promedio (W%)	20.31		19.61		18.68		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm3)	1.752		1.595		1.235		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	11430		11003	9576			
Masa molde (gr)	6972		6264	5833			
Masa de la muestra húmeda (gr)	4458		4739	3743			
Volúmen de la muestra (cm3)	2062.13		2216.70	2302.00			
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm3)	2.162		2.138	1.626			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	30.52	30.22	30.25	31.07	30.34	31.11	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	94.74	97.26	122.35	117.83	99.31	113.58	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	79.66	82.30	102.39	98.41	83.38	92.52	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	49.14	52.08	72.14	67.34	53.04	61.41	
Masa del agua (Ww) (gr)	15.08	14.96	19.96	19.42	15.93	21.06	
Contenido de humedad (W %)	30.69	28.73	27.67	28.84	30.03	34.29	
Contenido de humedad promedio (W%)	29.71		28.25		32.16		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm3)	1.667		1.667		1.230		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10 <sup>-3</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	143	47.7	98.2	32.7	96.5	32.2
50	244.7	81.6	166.5	55.5	112.1	37.4
75	334.6	111.5	229.8	76.6	162.7	54.2
100	403.8	134.6	293.1	97.7	201.2	67.1
150	559.5	186.5	419.4	139.8	276.8	92.3
200	675.5	225.2	548.5	182.8	338.7	112.9
250	797.9	266.0	654.6	218.2	391.2	130.4
300	924.8	308.3	778.2	259.4	467.4	155.8
400	1113.3	371.1	979.7	326.6	599.7	199.9
500	1313.2	437.7	1185.1	395.0	738.8	246.3





CORRECCIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	134.60	13.46	1.709	225.17	15.01	1.709
B	97.70	9.77	1.631	182.83	12.19	1.631
C	67.07	6.71	1.233	112.90	7.53	1.233

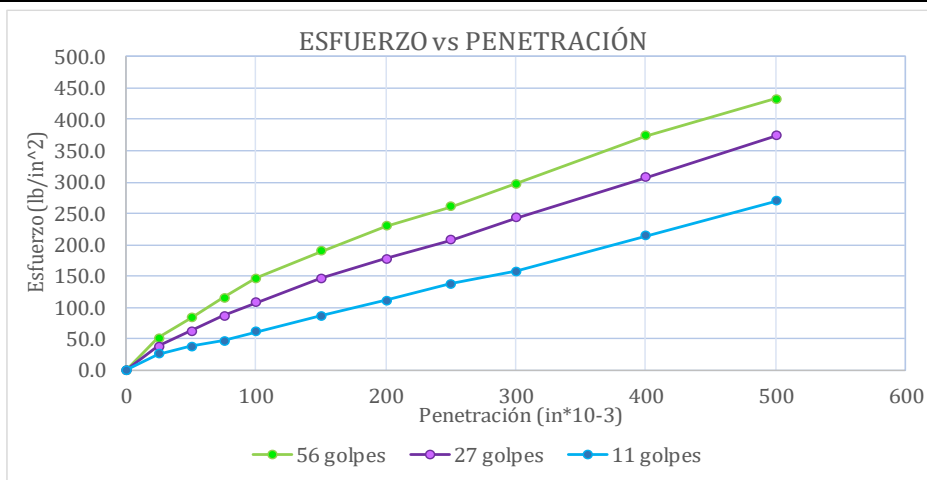


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.691	
<b>DSM</b>	<b>%CBR 0,1 in</b>	<b>%CBR 0,2 in</b>	<b>%CBR Mayor</b>	
95%	1.606	9.60	11.90	<b>11.90</b>

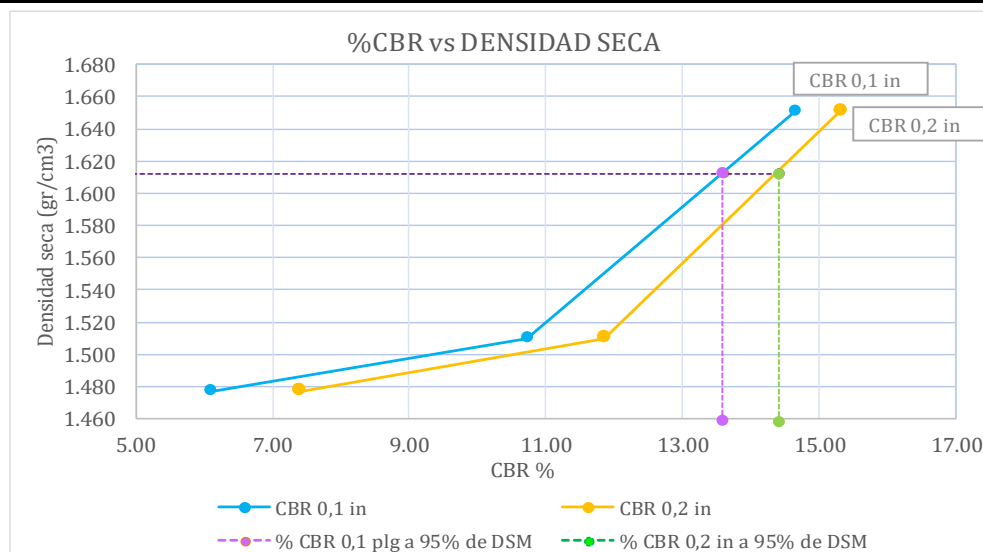
Tabla 143: Ensayo de CBR muestra #3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI						
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	771295.11	9906638.58		
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	Pf1			
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Vía Mulalo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph. D			
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>						
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
<b>Altura de caída:</b>	18 in	<b>Número de capas</b>	5	<b>Densidad seca Máx.:</b>	1.697	gr/cm3
<b>Peso del martillo:</b>	10 lb	<b>Peso de la muestra:</b>	6000 gr	<b>W% óptimo:</b>	15.70	%
Molde		A		B		C
Dimensiones		<b>Díámetro:</b>	15.27	<b>Díámetro:</b>	15.27	<b>Díámetro:</b> 15.15
		<b>Altura:</b>	12.5	<b>Altura:</b>	12.6	<b>Altura:</b> 12.7
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>						
<b>Número de golpes:</b>	56		27		11	
<b>Muestra húmeda + molde (gr)</b>	12035		10898		11405	
<b>Masa molde (gr)</b>	7482		6835		7408	
<b>Masa de la muestra húmeda (gr)</b>	4553		4063		3997	
<b>Volumen de la muestra (cm3)</b>	2289.17		2307.48		2289.39	
<b>Peso unitario húmedo (γm)(gr/cm3)</b>	1.989		1.761		1.746	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	5	6
<b>Masa del recipiente (Wr) (gr)</b>	31.12	31.76	44.57	42.94	44.36	45.35
<b>Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)</b>	250.21	257.83	221.35	258.27	256.78	329.62
<b>Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)</b>	219.86	223.16	195.26	226.93	226.22	282.99
<b>Masa del suelo seco (Ws) (gr)</b>	188.74	191.4	150.69	183.99	181.86	237.64
<b>Masa del agua (Ww) (gr)</b>	30.35	34.67	26.09	31.34	30.56	46.63
<b>Contenido de humedad (W %)</b>	16.08	18.11	17.31	17.03	16.80	19.62
<b>Contenido de humedad promedio (W%)</b>	17.10		17.17		18.21	
<b>Peso volumétrico seco (γd)(gr/cm3)</b>	1.699		1.503		1.477	
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>						
<b>Muestra húmeda + molde (gr)</b>	12284		11392		11855	
<b>Masa molde (gr)</b>	7484		6839		7403	
<b>Masa de la muestra húmeda (gr)</b>	4800		4553		4452	
<b>Volúmen de la muestra (cm3)</b>	2289.17		2307.48		2289.38	
<b>Peso unitario húmedo (γm)(gr/cm3)</b>	2.097		1.973		1.945	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	5	6
<b>Masa del recipiente (Wr) (gr)</b>	30.58	30.25	44.17	44.57	31.18	30.31
<b>Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)</b>	98.73	108.26	136.72	133.83	115.07	109.65
<b>Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)</b>	80.78	92.32	112.68	115.92	93.32	92.15
<b>Masa del suelo seco (Ws) (gr)</b>	50.20	62.07	68.51	71.35	62.14	61.84
<b>Masa del agua (Ww) (gr)</b>	17.95	15.94	24.04	17.91	21.75	17.50
<b>Contenido de humedad (W %)</b>	35.76	25.68	35.09	25.10	35.00	28.30
<b>Contenido de humedad promedio (W%)</b>	30.72		30.10		31.65	
<b>Peso volumétrico seco (γd)(gr/cm3)</b>	1.604		1.517		1.477	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10-3)	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	152.4	50.8	112.6	37.5	76.4	25.5
50	250.2	83.4	188.2	62.7	112.1	37.4
75	346.8	115.6	259.7	86.6	141.4	47.1
100	439.5	146.5	321.8	107.3	182.9	61.0
150	568.8	189.6	439.3	146.4	259.8	86.6
200	689.2	229.7	533.4	177.8	333.2	111.1
250	782.9	261.0	621.5	207.2	412.9	137.6
300	891.3	297.1	729.4	243.1	472.4	157.5
400	1121.6	373.9	923.1	307.7	643.5	214.5
500	1299.2	433.1	1120.8	373.6	809.2	269.7





CORRECCIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	146.50	14.65	1.651	229.73	15.32	1.651
B	107.27	10.73	1.510	177.80	11.85	1.510
C	60.97	6.10	1.477	111.07	7.40	1.477



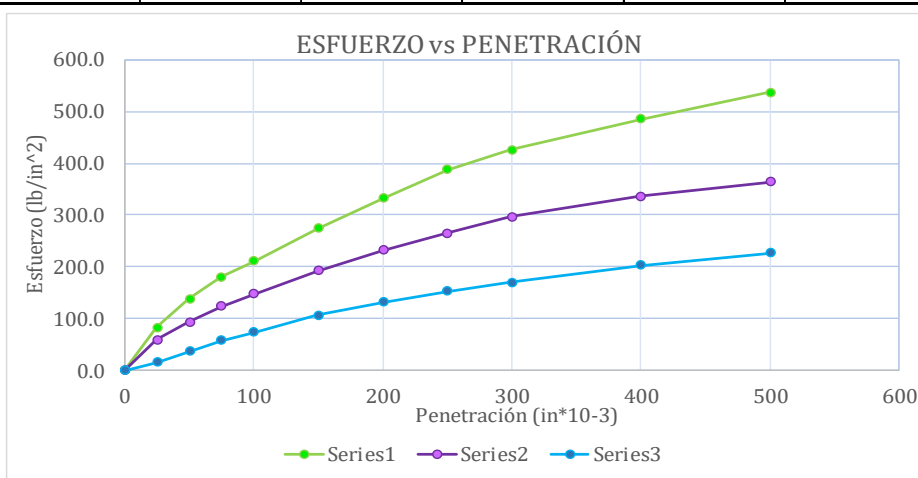
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.697
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor
95%	1.612	13.60	14.40

Tabla 144: Ensayo de CBR muestra #4

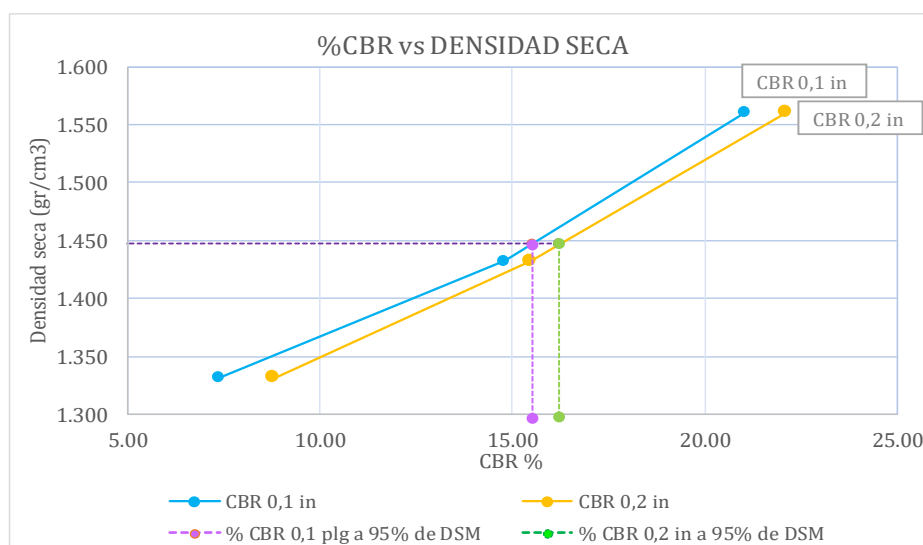
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi		<b>Coordenadas:</b>	770223.26	9904610.51		
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>N° muestra:</b>	4			
<b>Parroquia:</b>	Alaquez		<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Pilatan		<b>Revisado por:</b>	0			
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.523	gr/cm <sup>3</sup>	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	13.30	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15.13	Díámetro:	15.11	Díámetro:	15.17
		Altura:	11.5	Altura:	12.6	Altura:	12.6
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	12053		13133		10352		
Masa molde (gr)	8352		9302		6777		
Masa de la muestra húmeda (gr)	3701		3831		3575		
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2067.60		2259.38		2277.36		
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.790		1.696		1.570		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	27.62	24.12	25.21	24.64	26.57	24.12	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	96.91	89.15	119.11	121.36	124.88	120.52	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	87.26	80.18	106.03	107.22	111.26	107.27	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	59.64	56.06	80.82	82.58	84.69	83.15	
Masa del agua (Ww) (gr)	9.65	8.97	13.08	14.14	13.62	13.25	
Contenido de humedad (W %)	16.18	16.00	16.18	17.12	16.08	15.94	
Contenido de humedad promedio (W%)	16.09		16.65		16.01		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.542		1.454		1.353		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	12388		13406		10714		
Masa molde (gr)	8354		9301		6772		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4034		4105		3942		
Volúmen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2067.59		2259.38		2277.36		
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.951		1.817		1.731		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	24.07	26.72	25.17	25.11	25.78	24.71	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	99.13	97.86	110.52	112.47	106.32	103.41	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	84.45	84.64	91.48	92.93	86.61	84.38	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	60.38	57.92	66.31	67.82	60.83	59.67	
Masa del agua (Ww) (gr)	14.68	13.22	19.04	19.54	19.71	19.03	
Contenido de humedad (W %)	24.31	22.82	28.71	28.81	32.40	31.89	
Contenido de humedad promedio (W%)	23.57		28.76		32.15		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.579		1.411		1.310		



ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10 <sup>-3</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	247.1	82.4	175.2	58.4	47	15.7
50	412.9	137.6	278.8	92.9	111	37.0
75	542.2	180.7	371	123.7	172.2	57.4
100	631	210.3	444.1	148.0	220.9	73.6
150	824	274.7	575	191.7	318.7	106.2
200	995.7	331.9	697.4	232.5	396.2	132.1
250	1164.2	388.1	793.9	264.6	456.6	152.2
300	1279.1	426.4	888.7	296.2	509.2	169.7
400	1453.9	484.6	1009.6	336.5	608.9	203.0
500	1607.9	536.0	1091.7	363.9	678.6	226.2





CORRECIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	210.33	21.03	1.560	331.90	22.13	1.560
B	148.03	14.80	1.432	232.47	15.50	1.432
C	73.63	7.36	1.332	132.07	8.80	1.332

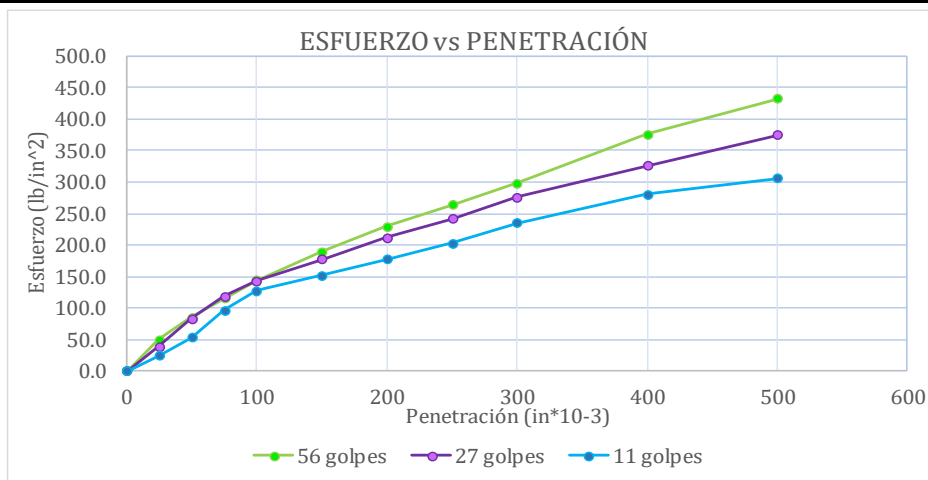


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.523	
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor	
95%	1.447	15.50	16.20	16.20

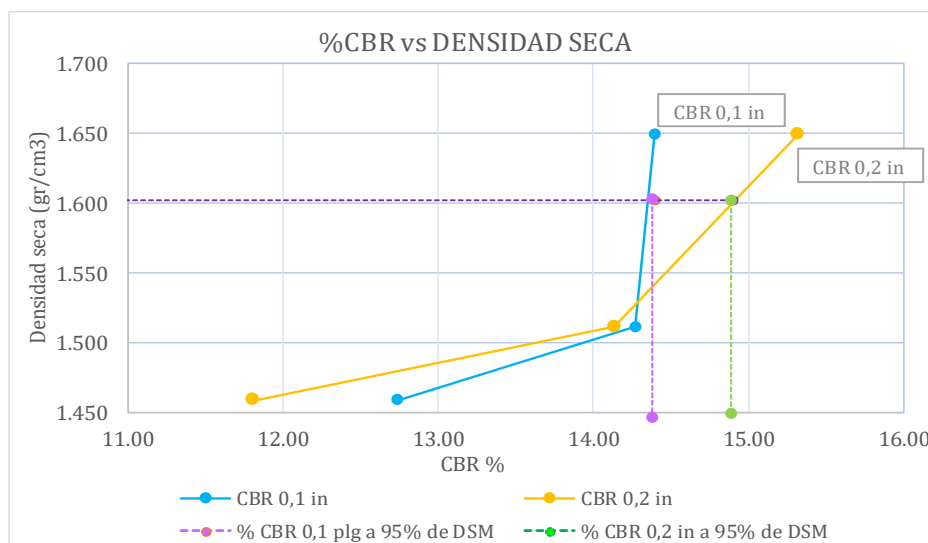
Tabla 145: Ensayo de CBR muestra #5

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	774235.32	9906979.47			
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	5				
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza				
<b>Sector:</b>	San Isidro	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.				
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.686	gr/cm3	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	14.90	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Diámetro:	15.27	Diámetro:	15.27	Diámetro:	15.25
		Altura:	12.5	Altura:	12.6	Altura:	12.7
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	12031		10888		11413		
Masa molde (gr)	7488		6831		7409		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4543		4057		4004		
Volumen de la muestra (cm3)	2289.17		2307.48		2319.71		
Peso unitario húmedo (γ <sub>m</sub> )(gr/cm3)	1.985		1.758		1.726		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (W <sub>r</sub> ) (gr)	31.12	31.73	44.51	42.9	44.34	45.36	
Masa suelo húmedo + recip. (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	250.19	257.86	221.32	258.24	256.78	329.6	
Masa suelo seco + recip. (W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	219.88	223.21	195.21	226.98	226.29	282.91	
Masa del suelo seco (W <sub>s</sub> ) (gr)	188.76	191.48	150.7	184.08	181.95	237.55	
Masa del agua (W <sub>w</sub> ) (gr)	30.31	34.65	26.11	31.26	30.49	46.69	
Contenido de humedad (W %) )	16.06	18.10	17.33	16.98	16.76	19.65	
Contenido de humedad promedio (W%) )	17.08		17.15		18.21		
Peso volumétrico seco (γ <sub>d</sub> )(gr/cm3)	1.695		1.501		1.460		
<b>DESPUÉS DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	12276		11399		11852		
Masa molde (gr)	7482		6831		7403		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4794		4568		4449		
Volúmen de la muestra (cm3)	2289.17		2307.48		2319.71		
Peso unitario húmedo (γ <sub>m</sub> )(gr/cm3)	2.094		1.980		1.918		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (W <sub>r</sub> ) (gr)	30.54	30.29	44.18	44.51	31.13	30.35	
Masa suelo húmedo + recip. (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	98.70	108.29	136.78	133.81	115.00	109.67	
Masa suelo seco + recip. (W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	80.79	92.31	112.68	115.90	93.32	92.11	
Masa del suelo seco (W <sub>s</sub> ) (gr)	50.25	62.02	68.50	71.39	62.19	61.76	
Masa del agua (W <sub>w</sub> ) (gr)	17.91	15.98	24.10	17.91	21.68	17.56	
Contenido de humedad (W %) )	35.64	25.77	35.18	25.09	34.86	28.43	
Contenido de humedad promedio (W%) )	30.70		30.14		31.65		
Peso volumétrico seco (γ <sub>d</sub> )(gr/cm3)	1.602		1.521		1.457		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10 <sup>-3</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	151.5	50.5	115.1	38.4	74.3	24.8
50	256.3	85.4	249.1	83.0	159.7	53.2
75	346.1	115.4	355.2	118.4	289.7	96.6
100	431.9	144.0	428.2	142.7	382.1	127.4
150	568.6	189.5	531.9	177.3	455.7	151.9
200	689.3	229.8	636.2	212.1	531.4	177.1
250	793.2	264.4	727.1	242.4	608.6	202.9
300	895.4	298.5	829.8	276.6	704.8	234.9
400	1129.6	376.5	976.7	325.6	842.9	281.0
500	1296.7	432.2	1126.2	375.4	918.6	306.2





CORRECCIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	143.97	14.40	1.649	229.77	15.32	1.649
B	142.73	14.27	1.511	212.07	14.14	1.511
C	127.37	12.74	1.459	177.13	11.81	1.459

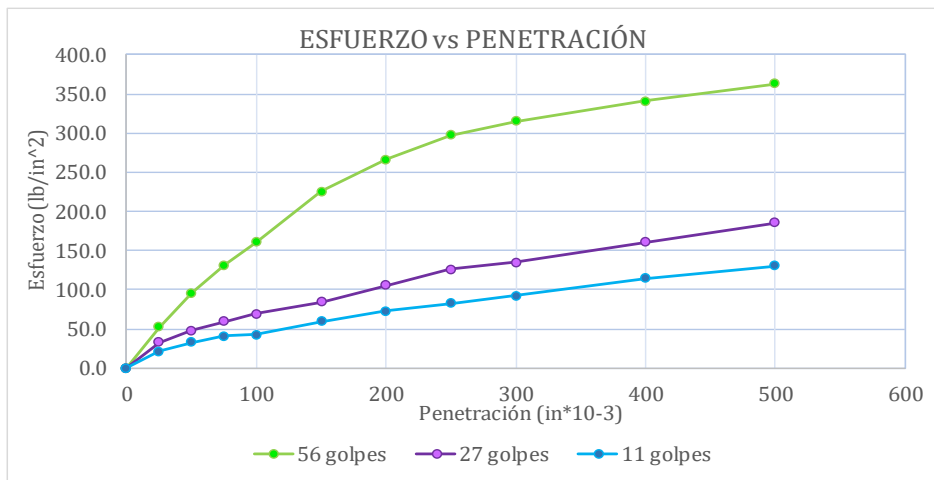


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.686
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor
95%	1.602	14.40	14.90

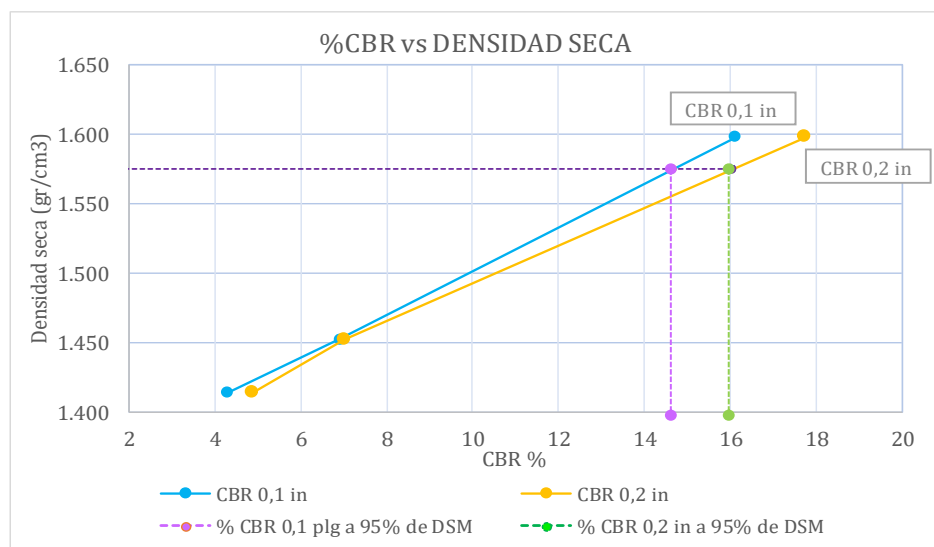
Tabla 146: Ensayo de CBR muestra #6

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	770322.7	9902927.37			
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Nº muestra:</b>	6				
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza				
<b>Sector:</b>	Chitan	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.				
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.751	gr/cm3	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	11.50	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15	Díámetro:	15.1	Díámetro:	15
		Altura:	12.5	Altura:	12.4	Altura:	12.4
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	10177		12644		13122		
Masa molde (gr)	5824		8633		9216		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4353		4011		3906		
Volumen de la muestra (cm3)	2208.93		2220.58		2191.26		
Peso unitario húmedo (γm)(gr/cm3)	1.971		1.806		1.783		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	25.2	30.81	25.62	30.89	26.03	31.22	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	95.02	94.68	91.90	92.32	83.05	94.79	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	88.15	88.32	85.42	85.39	77.38	88.02	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	62.95	57.51	59.8	54.5	51.35	56.8	
Masa del agua (Ww) (gr)	6.87	6.36	6.48	6.93	5.67	6.77	
Contenido de humedad (W %)	10.91	11.06	10.84	12.72	11.04	11.92	
Contenido de humedad promedio (W%)	10.99		11.78		11.48		
Peso volumétrico seco (γd)(gr/cm3)	1.776		1.616		1.599		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	10406		13014		13539		
Masa molde (gr)	5825		8621		9214		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4581		4393		4325		
Volúmen de la muestra (cm3)	2208.93		2220.57		2191.26		
Peso unitario húmedo (γm)(gr/cm3)	2.074		1.978		1.974		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	25.23	30.88	25.62	30.86	26.07	31.32	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	89.61	80.35	78.58	102.35	86.43	96.57	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	81.20	74.22	69.89	90.32	76.39	85.11	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	55.97	43.34	44.27	59.46	50.32	53.79	
Masa del agua (Ww) (gr)	8.41	6.13	8.69	12.03	10.04	11.46	
Contenido de humedad (W %)	15.03	14.14	19.63	20.23	19.95	21.31	
Contenido de humedad promedio (W%)	14.58		19.93		20.63		
Peso volumétrico seco (γd)(gr/cm3)	1.810		1.650		1.636		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10 <sup>-3</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	157.2	52.4	98.2	32.7	64.2	21.4
50	288.1	96.0	145.3	48.4	99.4	33.1
75	395.5	131.8	178.5	59.5	123.3	41.1
100	483.4	161.1	206.8	68.9	128.2	42.7
150	677.2	225.7	253.5	84.5	179.1	59.7
200	798.2	266.1	316	105.3	218.5	72.8
250	891.2	297.1	377.4	125.8	246.9	82.3
300	944.2	314.7	405.8	135.3	277.4	92.5
400	1023.2	341.1	481.7	160.6	343.2	114.4
500	1089.7	363.2	557.8	185.9	392.8	130.9





CORRECCIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	161.13	16.11	1.598	266.07	17.74	1.598
B	68.93	6.89	1.452	105.33	7.02	1.452
C	42.73	4.27	1.414	72.83	4.86	1.414

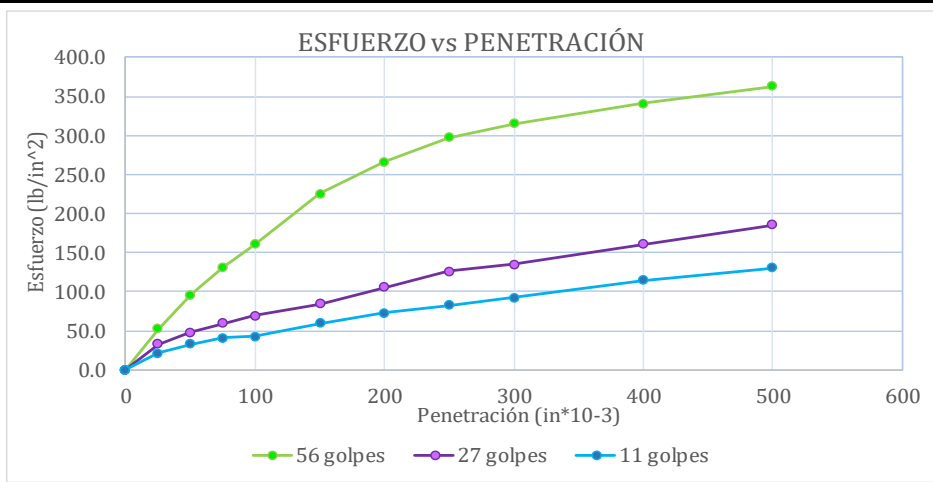


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.658	
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor	
95%	1.575	14.60	16.00	16.00

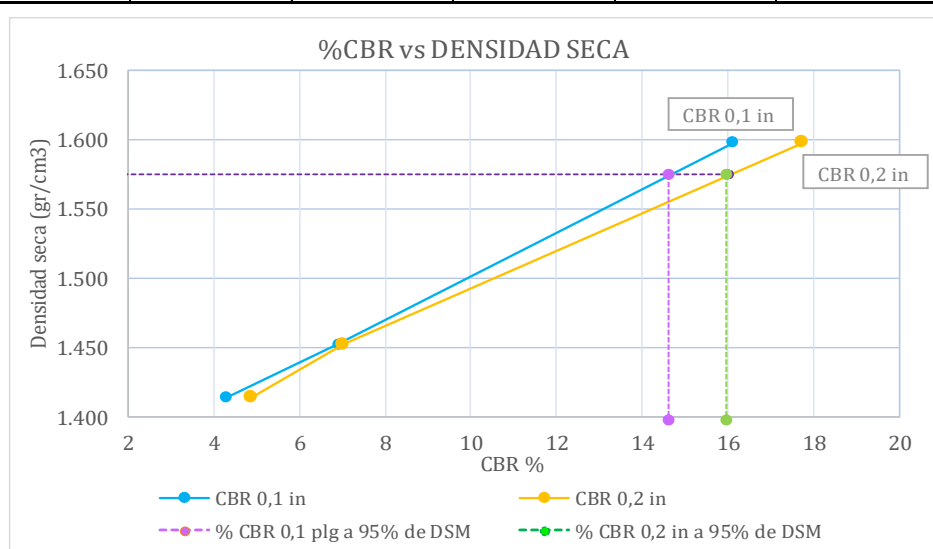
Tabla 147: Ensayo de CBR muestra #7

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi		<b>Coordenadas:</b>	773588.58	9903911.44		
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>N° muestra:</b>	7			
<b>Parroquia:</b>	Alaquez		<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Verde Cocha		<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.658	gr/cm3	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	19.90	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15.1	Díámetro:	15.2	Díámetro:	15.21
		Altura:	13.1	Altura:	12.7	Altura:	12.6
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	11416		10785		11214		
Masa molde (gr)	6730		6846		7487		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4686		3939		3727		
Volumen de la muestra (cm3)	2345.93		2304.52		2289.39		
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm3)	1.998		1.709		1.628		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	31.63	31.98	44.57	45.21	44.4	44.17	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	131.66	179.89	254.32	335.41	250.5	267.88	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	113.2	153.32	215.28	283.42	210.41	225.35	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	81.57	121.34	170.71	238.21	166.01	181.18	
Masa del agua (Ww) (gr)	18.46	26.57	39.04	51.99	40.09	42.53	
Contenido de humedad (W %)	22.63	21.90	22.87	21.83	24.15	23.47	
Contenido de humedad promedio (W%)	22.26		22.35		23.81		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm3)	1.634		1.397		1.315		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	11457		11339		12082		
Masa molde (gr)	6735		6844		7492		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4722		4495		4590		
Volúmen de la muestra (cm3)	2345.93		2304.52		2289.38		
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm3)	2.013		1.951		2.005		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	30.54	30.25	30.22	31.04	31.12	30.37	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	120.55	118.71	103.73	112.57	112.72	112.72	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	99.69	99.59	87.69	93.32	92.59	92.57	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	69.15	69.34	57.47	62.28	61.47	62.20	
Masa del agua (Ww) (gr)	20.86	19.12	16.04	19.25	20.13	20.15	
Contenido de humedad (W %)	30.17	27.57	27.91	30.91	32.75	32.40	
Contenido de humedad promedio (W%)	28.87		29.41		32.57		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm3)	1.562		1.507		1.512		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10-3)	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	157.2	52.4	98.2	32.7	64.2	21.4
50	288.1	96.0	145.3	48.4	99.4	33.1
75	395.5	131.8	178.5	59.5	123.3	41.1
100	483.4	161.1	206.8	68.9	128.2	42.7
150	677.2	225.7	253.5	84.5	179.1	59.7
200	798.2	266.1	316	105.3	218.5	72.8
250	891.2	297.1	377.4	125.8	246.9	82.3
300	944.2	314.7	405.8	135.3	277.4	92.5
400	1023.2	341.1	481.7	160.6	343.2	114.4
500	1089.7	363.2	557.8	185.9	392.8	130.9





CORRECCIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	161.13	16.11	1.598	266.07	17.74	1.598
B	68.93	6.89	1.452	105.33	7.02	1.452
C	42.73	4.27	1.414	72.83	4.86	1.414



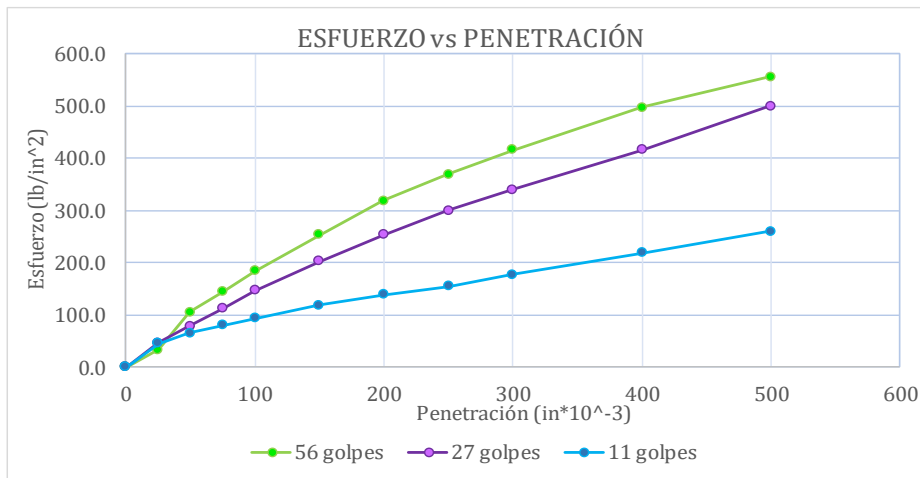
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.658	
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor
95%	1.575	14.60	16.00
			<b>16.00</b>

Tabla 148: Ensayo de CBR muestra #8

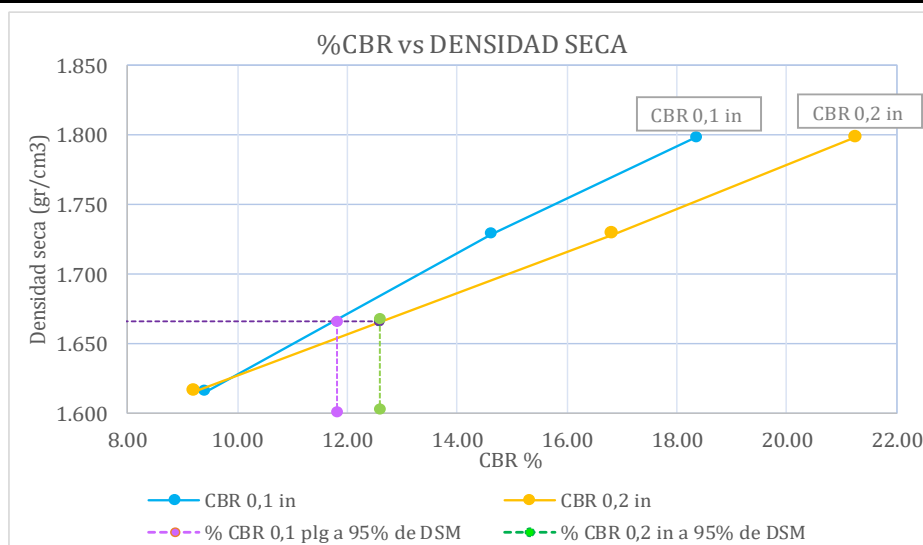
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b>					
<b>Proyecto:</b> "CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	775366.11	9905587.27			
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	8				
<b>Parroquia:</b>	Alaquez	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza				
<b>Sector:</b>	Santa Elena	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.				
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.754	gr/cm <sup>3</sup>	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	14.20	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15	Díámetro:	15.1	Díámetro:	15
		Altura:	12.5	Altura:	12.5	Altura:	12.7
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27	11			
Muestra húmeda + molde (gr)	10399		13627	11038			
Masa molde (gr)	5851		9220	6927			
Masa de la muestra húmeda (gr)	4548		4407	4111			
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2208.93		2238.48	2244.28			
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm <sup>3</sup> )	2.059		1.969	1.832			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	33.42	31.99	31.17	31.26	30.48	30.77	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	135.08	127.35	98.11	104.88	82.59	100.58	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	122.22	114.98	89.9	95.61	75.87	91.78	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	88.8	82.99	58.73	64.35	45.39	61.01	
Masa del agua (Ww) (gr)	12.86	12.37	8.21	9.27	6.72	8.8	
Contenido de humedad (W %)	14.48	14.91	13.98	14.41	14.81	14.42	
Contenido de humedad promedio (W%)	14.69		14.19		14.61		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.795		1.724		1.598		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	10488		13821	11371			
Masa molde (gr)	5851		9220	6927			
Masa de la muestra húmeda (gr)	4637		4601	4444			
Volúmen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2208.93		2238.48	2244.27			
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm <sup>3</sup> )	2.099		2.055	1.980			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	30.77	30.91	27.75	23.50	30.97	30.92	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	98.85	91.67	126.61	116.64	115.63	116.81	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	90.09	82.28	110.09	102.99	100.89	101.68	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	59.32	51.37	82.34	79.49	69.92	70.76	
Masa del agua (Ww) (gr)	8.76	9.39	16.52	13.65	14.74	15.13	
Contenido de humedad (W %)	14.77	18.28	20.06	17.17	21.08	21.38	
Contenido de humedad promedio (W%)	16.52		18.62		21.23		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.802		1.733		1.633		



ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10 <sup>-3</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	101.2	33.7	140.5	46.8	139.1	46.4
50	315.2	105.1	238.5	79.5	197.8	65.9
75	432.2	144.1	338.2	112.7	241.7	80.6
100	551	183.7	439.1	146.4	282.9	94.3
150	761.1	253.7	608.5	202.8	358.1	119.4
200	957.3	319.1	758.5	252.8	415.2	138.4
250	1106.5	368.8	899.6	299.9	466	155.3
300	1248.7	416.2	1018.1	339.4	531.1	177.0
400	1489.1	496.4	1248.9	416.3	655.7	218.6
500	1668.5	556.2	1497.1	499.0	779.4	259.8





CORRECCIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	183.67	18.37	1.798	319.10	21.27	1.798
B	146.37	14.64	1.728	252.83	16.86	1.728
C	94.30	9.43	1.616	138.40	9.23	1.616

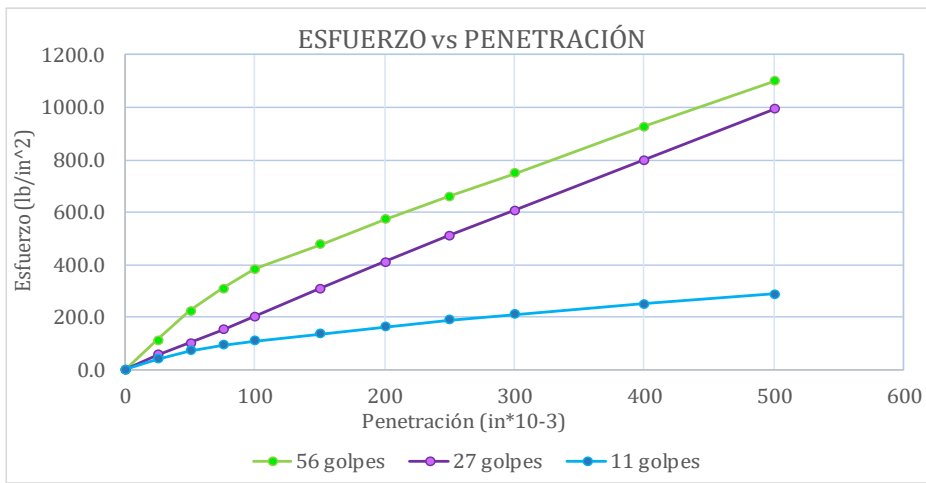


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.754	
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor
95%	1.666	12.60	12.60

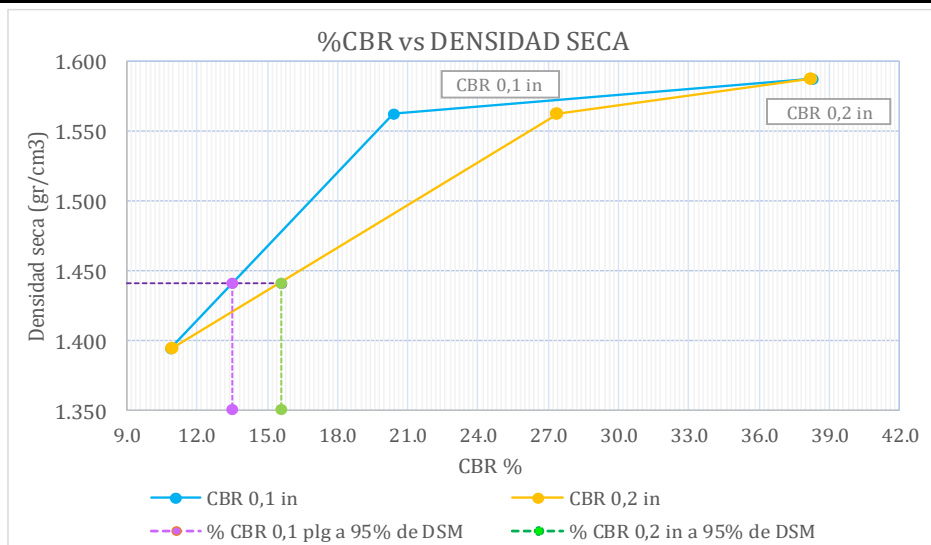
Tabla 149: Ensayo de CBR muestra #9

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi		<b>Coordenadas:</b>	767290.46	9907200.1		
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>Nº muestra:</b>	9			
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo		<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Ruta a Mulaló		<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.517	gr/cm <sup>3</sup>	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	17.70	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Diámetro:	15.17	Diámetro:	15.11	Diámetro:	15.12
		Altura:	12.71	Altura:	12.89	Altura:	12.85
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	11345		10128		10092		
Masa molde (gr)	6929		5755		6252		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4416		4373		3840		
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2297.24		2311.38		2307.26		
Peso unitario húmedo (γ <sub>m</sub> )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.922		1.892		1.664		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (W <sub>r</sub> ) (gr)	30.35	32.51	31.28	31.18	31.72	32.63	
Masa suelo húmedo + recip. (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	244.85	256.21	252.11	242.22	244.31	240.51	
Masa suelo seco + recip. (W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	209.38	219.29	215.69	207.79	204.4	203.59	
Masa del suelo seco (W <sub>s</sub> ) (gr)	179.03	186.78	184.41	176.61	172.68	170.96	
Masa del agua (W <sub>w</sub> ) (gr)	35.47	36.92	36.42	34.43	39.91	36.92	
Contenido de humedad (W %)	19.81	19.77	19.75	19.49	23.11	21.60	
Contenido de humedad promedio (W%)	19.79		19.62		22.35		
Peso volumétrico seco (γ <sub>d</sub> )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.605		1.582		1.360		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	11330		10193		10406		
Masa molde (gr)	6929		5775		6252		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4401		4418		4154		
Volúmen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2297.24		2311.38		2307.26		
Peso unitario húmedo (γ <sub>m</sub> )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.916		1.911		1.800		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (W <sub>r</sub> ) (gr)	30.82	30.97	34.47	31.62	32.61	31.79	
Masa suelo húmedo + recip. (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	177.34	174.12	277.51	260.19	272.52	274.38	
Masa suelo seco + recip. (W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	150.39	148.93	230.58	216.28	222.69	224.73	
Masa del suelo seco (W <sub>s</sub> ) (gr)	119.57	117.96	196.11	184.66	190.08	192.94	
Masa del agua (W <sub>w</sub> ) (gr)	26.95	25.19	46.93	43.91	49.83	49.65	
Contenido de humedad (W %)	22.54	21.35	23.93	23.78	26.22	25.73	
Contenido de humedad promedio (W%)	21.95		23.85		25.97		
Peso volumétrico seco (γ <sub>d</sub> )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.571		1.543		1.429		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10-3)	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	335.1	111.7	167.3	55.8	123.1	41.0
50	671	223.7	302.8	100.9	219	73.0
75	925.2	308.4	458.2	152.7	277.7	92.6
100	1148.5	382.8	611.8	203.9	326.3	108.8
150	1431.7	477.2	928.2	309.4	412	137.3
200	1719.7	573.2	1234.1	411.4	492.4	164.1
250	1984.8	661.6	1538.1	512.7	568.4	189.5
300	2248	749.3	1819.2	606.4	635.4	211.8
400	2777.1	925.7	2397.3	799.1	748.5	249.5
500	3298.2	1099.4	2982	994.0	863.4	287.8





CORRECCIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	382.83	38.28	1.588	573.23	38.22	1.588
B	203.93	20.39	1.562	411.37	27.42	1.562
C	108.77	10.88	1.395	164.13	10.94	1.395

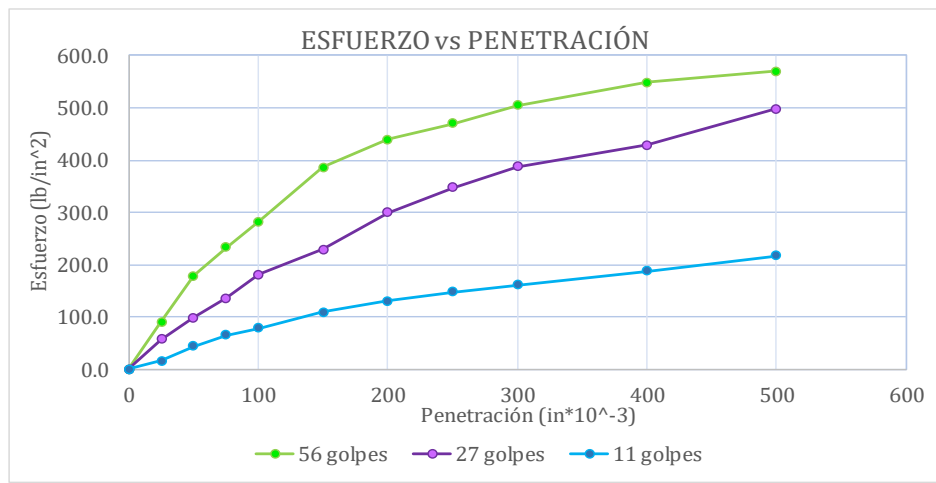


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.517	
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor	
95%	1.441	13.50	15.60	<b>15.60</b>

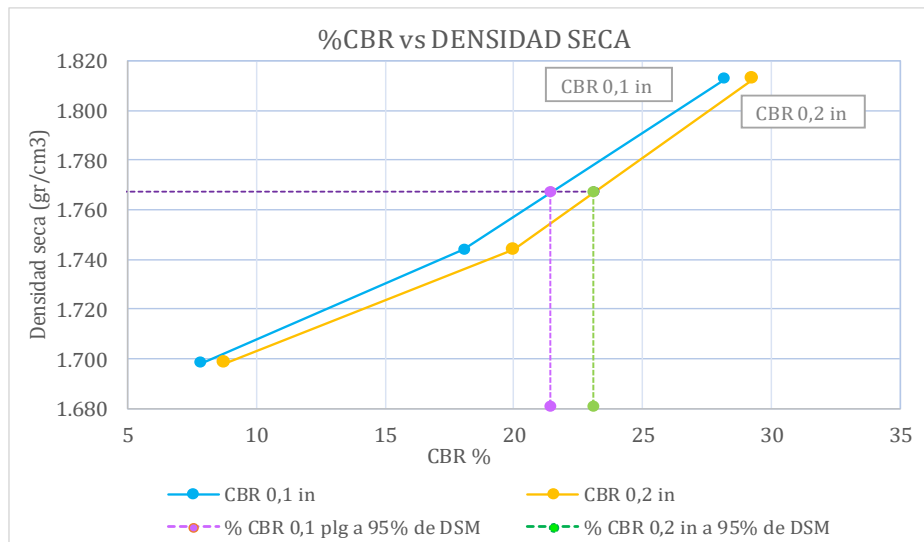
Tabla 150: Ensayo de CBR muestra #10

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi		<b>Coordenadas:</b>	768680.56	9911693.42		
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>Nº muestra:</b>	10			
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo		<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza			
<b>Sector:</b>	Ruta a Mulaló		<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.			
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.86	gr/cm3	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	12.90	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15.1	Díámetro:	15.1	Díámetro:	15
		Altura:	12.5	Altura:	12.5	Altura:	12.5
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	11564		10849		12147		
Masa molde (gr)	6986		6461		7936		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4578		4388		4211		
Volumen de la muestra (cm3)	2238.48		2238.48		2208.93		
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm3)	2.045		1.960		1.906		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	24.52	22.77	27.72	26.73	24.27	26.78	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	116.45	102.41	97.71	109.67	101.98	109.28	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	106.59	93.89	90.18	100.63	93.94	100.87	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	82.07	71.12	62.46	73.9	69.67	74.09	
Masa del agua (Ww) (gr)	9.86	8.52	7.53	9.04	8.04	8.41	
Contenido de humedad (W %)	12.01	11.98	12.06	12.23	11.54	11.35	
Contenido de humedad promedio (W%)	12.00		12.14		11.45		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm3)	1.826		1.748		1.711		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	11752		11065		12462		
Masa molde (gr)	6986		6461		7936		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4766		4604		4526		
Volúmen de la muestra (cm3)	2238.48		2238.48		2208.93		
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm3)	2.129		2.057		2.049		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	29.04	30.33	32.42	33.28	33.41	32.62	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	109.83	145.92	99.16	98.81	91.33	125.01	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	97.16	128.19	88.89	88.69	81.09	108.58	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	68.12	97.86	56.47	55.41	47.68	75.96	
Masa del agua (Ww) (gr)	12.67	17.73	10.27	10.12	10.24	16.43	
Contenido de humedad (W %)	18.60	18.12	18.19	18.26	21.48	21.63	
Contenido de humedad promedio (W%)	18.36		18.23		21.55		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm3)	1.799		1.740		1.686		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>			Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)		
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10 <sup>-3</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	271.3	90.4	174.1	58.0	49.1	16.4
50	534.4	178.1	294.2	98.1	132.9	44.3
75	698.6	232.9	409.5	136.5	194.6	64.9
100	845.6	281.9	541.7	180.6	235.2	78.4
150	1157.5	385.8	689.1	229.7	327.6	109.2
200	1316.7	438.9	900.1	300.0	393.5	131.2
250	1409	469.7	1043.1	347.7	445.1	148.4
300	1512.9	504.3	1162.8	387.6	483.6	161.2
400	1645.7	548.6	1287.7	429.2	562.5	187.5
500	1710.9	570.3	1492.5	497.5	651.6	217.2





CORRECIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	281.87	28.187	1.812	438.90	29.26	1.812
B	180.57	18.057	1.744	300.03	20.00	1.744
C	78.40	7.84	1.698	131.17	8.74	1.698

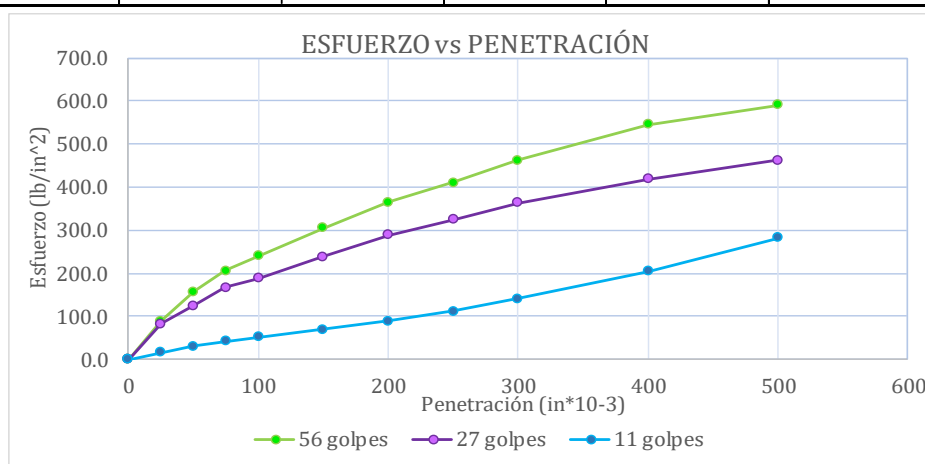


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.86	
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor	
95%	1.767	21.40	23.10	23.10

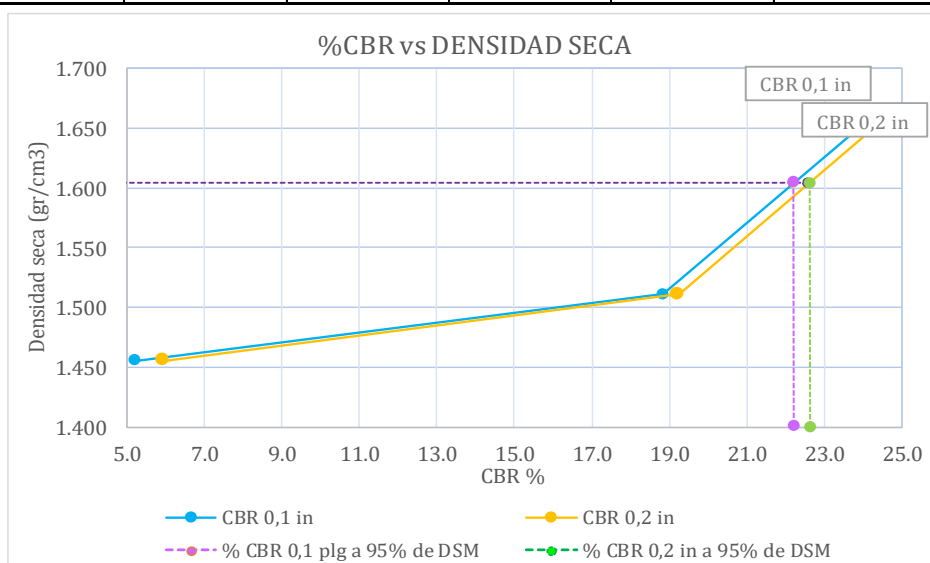
Tabla 151: Ensayo de CBR muestra #11

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	764549.94	9909794.07			
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Nº muestra:</b>	11				
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza				
<b>Sector:</b>	Ingreso a J. Bajo	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.				
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.689	gr/cm <sup>3</sup>	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	15.50	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15.27	Díámetro:	15.27	Díámetro:	15.25
		Altura:	12.5	Altura:	12.6	Altura:	12.7
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	12038		10892		11403		
Masa molde (gr)	7484		6833		7403		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4554		4059		4000		
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2289.17		2307.48		2319.71		
Peso unitario húmedo (γ <sub>m</sub> )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.989		1.759		1.724		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (W <sub>r</sub> ) (gr)	31.13	31.76	44.55	42.93	44.32	45.33	
Masa suelo húmedo + recip. (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	250.27	257.82	221.35	258.27	256.72	329.62	
Masa suelo seco + recip. (W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	219.82	223.18	195.28	226.91	226.2	282.94	
Masa del suelo seco (W <sub>s</sub> ) (gr)	188.69	191.42	150.73	183.98	181.88	237.61	
Masa del agua (W <sub>w</sub> ) (gr)	30.45	34.64	26.07	31.36	30.52	46.68	
Contenido de humedad (W %)	16.14	18.10	17.30	17.05	16.78	19.65	
Contenido de humedad promedio (W%)	17.12		17.17		18.21		
Peso volumétrico seco (γ <sub>d</sub> )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.699		1.501		1.459		
<b>DESPUÉS DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	12284		11397		11840		
Masa molde (gr)	7484		6833		7403		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4800		4564		4437		
Volúmen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2289.17		2307.48		2319.71		
Peso unitario húmedo (γ <sub>m</sub> )(gr/cm <sup>3</sup> )	2.097		1.978		1.913		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (W <sub>r</sub> ) (gr)	30.51	30.24	44.13	44.52	31.11	30.32	
Masa suelo húmedo + recip. (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	98.73	108.27	136.71	133.82	115.09	109.65	
Masa suelo seco + recip. (W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )(gr)	80.78	92.39	112.69	115.93	93.32	92.18	
Masa del suelo seco (W <sub>s</sub> ) (gr)	50.27	62.15	68.56	71.41	62.21	61.86	
Masa del agua (W <sub>w</sub> ) (gr)	17.95	15.88	24.02	17.89	21.77	17.47	
Contenido de humedad (W %)	35.71	25.55	35.04	25.05	34.99	28.24	
Contenido de humedad promedio (W%)	30.63		30.04		31.62		
Peso volumétrico seco (γ <sub>d</sub> )(gr/cm <sup>3</sup> )	1.605		1.521		1.453		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>		Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)			
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10-3)	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	265.2	88.4	246.5	82.2	46.2	15.4
50	472.1	157.4	373.5	124.5	91.7	30.6
75	615.4	205.1	499.5	166.5	124.3	41.4
100	719.1	239.7	565.6	188.5	156.6	52.2
150	914.7	304.9	714.7	238.2	209.3	69.8
200	1095.2	365.1	866.8	288.9	267.7	89.2
250	1232.8	410.9	974.5	324.8	333.8	111.3
300	1385.7	461.9	1091.6	363.9	421.9	140.6
400	1634.8	544.9	1253.6	417.9	610.5	203.5
500	1772.5	590.8	1388.3	462.8	845.3	281.8





CORRECCIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	239.70	23.97	1.652	365.07	24.34	1.652
B	188.53	18.85	1.511	288.93	19.26	1.511
C	52.20	5.22	1.456	89.23	5.95	1.456



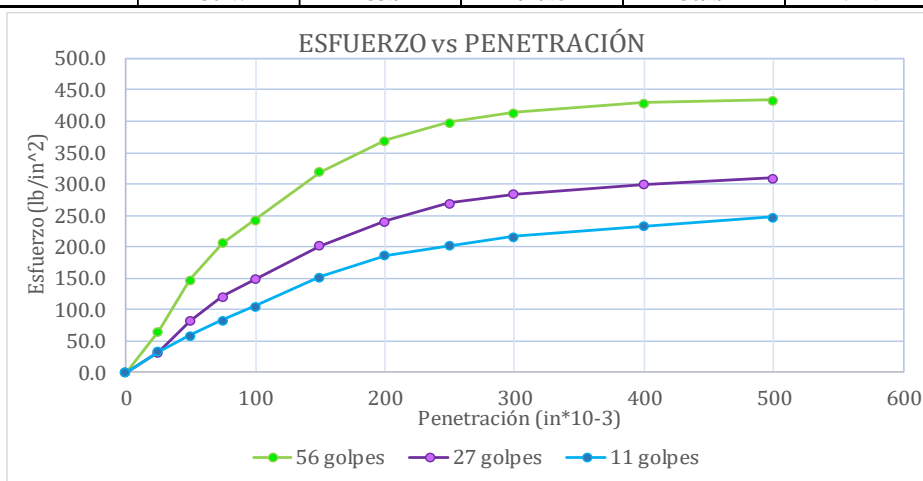
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.689
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor
95%	22.20	22.60	<b>22.60</b>

Tabla 152: Ensayo de CBR muestra #12

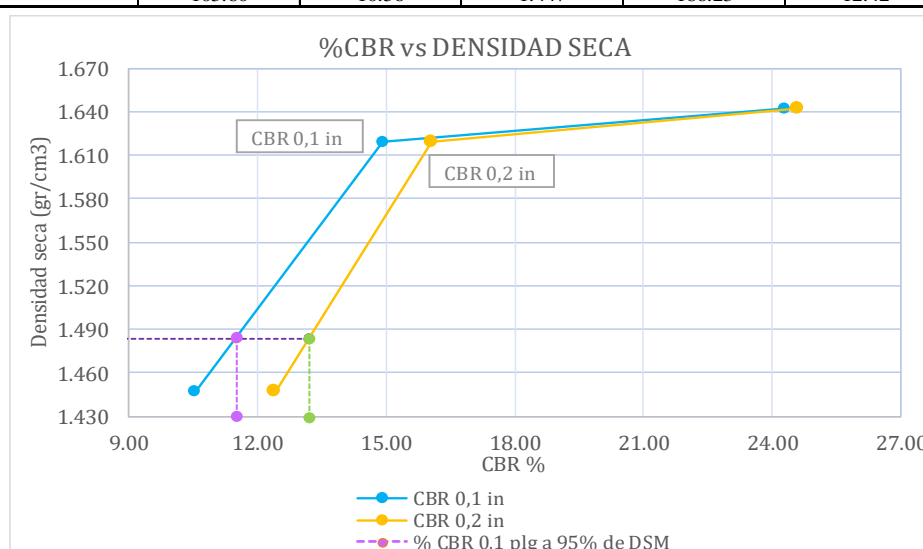
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Coordenadas:</b>	768288	9908921.93			
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>N° muestra:</b>	12				
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo	<b>Ensayado por:</b>	Karina Lizbeth Amán Chicaiza				
<b>Sector:</b>	La libertad	<b>Revisado por:</b>	Ing. Milton Aldas Ph.D.				
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - AASHTO 193 2013 ; ASTM D 1883</b>							
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>							
Altura de caída:	18 in	Número de capas	5	Densidad seca Máx.:	1.562	gr/cm3	
Peso del martillo:	10 lb	Peso de la muestra:	6000 gr	W% óptimo:	14.40	%	
Molde		A		B		C	
Dimensiones		Díámetro:	15	Díámetro:	15.1	Díámetro:	15.25
		Altura:	12.7	Altura:	12.5	Altura:	12.7
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
Número de golpes:	56		27		11		
Muestra húmeda + molde (gr)	11128		13408		10116		
Masa molde (gr)	6977		9305		6295		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4151		4103		3821		
Volumen de la muestra (cm3)	2244.28		2238.48		2319.71		
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm3)	1.850		1.833		1.647		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	31.13	30.62	31.55	29.03	30.42	31.67	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	103.64	123.53	98.07	123.26	107.02	97.57	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	95.88	113.48	90.29	112.48	97.89	89.51	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	64.75	82.86	58.74	83.45	67.47	57.84	
Masa del agua (Ww) (gr)	7.76	10.05	7.78	10.78	9.13	8.06	
Contenido de humedad (W %)	11.98	12.13	13.24	12.92	13.53	13.93	
Contenido de humedad promedio (W%)	12.06		13.08		13.73		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm3)	1.651		1.621		1.448		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda + molde (gr)	11520		13813		10583		
Masa molde (gr)	6977		9305		6295		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4543		4508		4288		
Volúmen de la muestra (cm3)	2244.27		2238.48		2319.71		
Peso unitario húmedo ( $\gamma_m$ )(gr/cm3)	2.024		2.014		1.849		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	26.01	25.82	24.13	25.30	30.12	31.22	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)(gr)	112.52	91.68	93.38	104.59	110.78	81.78	
Masa suelo seco + recip. (Ws+Wr)(gr)	96.09	78.75	79.67	89.09	92.92	70.97	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	70.08	52.93	55.54	63.79	62.80	39.75	
Masa del agua (Ww) (gr)	16.43	12.93	13.71	15.50	17.86	10.81	
Contenido de humedad (W %)	23.44	24.43	24.68	24.30	28.44	27.19	
Contenido de humedad promedio (W%)	23.94		24.49		27.82		
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ )(gr/cm3)	1.633		1.618		1.446		



ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>		Vel. Carga: 1.27 mm/min (0.05 in/min)			
Número de molde	A		B		C	
Penetración (in*10-3)	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	198.3	66.1	97.2	32.4	99.2	33.1
50	444.6	148.2	248.2	82.7	177.8	59.3
75	618.2	206.1	364.2	121.4	249.2	83.1
100	729.2	243.1	447.6	149.2	316.8	105.6
150	959.2	319.7	607	202.3	455.7	151.9
200	1108.2	369.4	723.1	241.0	558.7	186.2
250	1194.1	398.0	808.6	269.5	607.1	202.4
300	1242.7	414.2	853	284.3	648.7	216.2
400	1287.3	429.1	899.1	299.7	698.1	232.7
500	1301.7	433.9	929.6	309.9	744.2	248.1





CORRECIÓN DEL %CBR						
Número del molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.1 Plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0.2 Plg	Densidad seca
A	243.07	24.307	1.642	369.40	24.63	1.642
B	149.20	14.92	1.619	241.03	16.07	1.619
C	105.60	10.56	1.447	186.23	12.42	1.447





Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.562		
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	%CBR Mayor	
95%	1.484	11.50	13.20	<b>13.20</b>

# **ANEXO B.- CONTEO TRÁFICO VEHICULAR**



**Tabla 153: Conteo tráfico vehicular – Día 1**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO							
									
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI									
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>Fecha:</b>	6/3/2023		<b>Estación N°:</b>	1		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo		<b>Día:</b>	Lunes		<b>Sentido:</b>	Ambos		
						<b>Ensayado por:</b>	Karina Amán		
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado	
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes				
6:00	6:15	5	0	1	0	0	2	8	36
6:15	6:30	10	0	1	0	0	1	12	
6:30	6:45	6	0	0	1	0	2	9	
6:45	7:00	5	1	0	0	0	1	7	
7:00	7:15	4	0	1	0	0	0	5	19
7:15	7:30	3	0	1	0	0	0	4	
7:30	7:45	2	0	3	0	0	1	6	
7:45	8:00	2	0	0	0	0	2	4	
8:00	8:15	3	0	2	0	0	0	5	14
8:15	8:30	1	0	2	0	0	0	3	
8:30	8:45	3	0	1	0	0	0	4	
8:45	9:00	2	0	0	0	0	0	2	
9:00	9:15	1	0	1	0	0	0	2	11
9:15	9:30	2	0	1	0	0	1	4	
9:30	9:45	2	0	0	0	0	0	2	
9:45	10:00	1	0	2	0	0	0	3	
10:00	10:15	3	0	1	0	0	1	5	20
10:15	10:30	2	0	3	0	0	1	6	
10:30	10:45	5	0	2	0	0	0	7	
10:45	11:00	1	0	1	0	0	0	2	
11:00	11:15	3	0	1	0	0	0	4	20
11:15	11:30	5	0	2	0	0	0	7	
11:30	11:45	1	0	2	0	0	0	3	
11:45	12:00	5	0	1	0	0	0	6	
12:00	12:15	6	0	2	0	0	0	8	25
12:15	12:30	3	0	2	0	0	0	5	
12:30	12:45	8	0	1	0	0	0	9	
12:45	13:00	2	0	1	0	0	0	3	
13:00	13:15	6	0	1	0	0	0	7	25
13:15	13:30	3	0	3	0	0	0	6	
13:30	13:45	7	0	1	0	0	0	8	
13:45	14:00	4	0	0	0	0	0	4	
14:00	14:15	1	0	2	0	0	0	3	15
14:15	14:30	1	0	0	0	0	1	2	
14:30	14:45	2	0	1	0	0	1	4	
14:45	15:00	3	0	3	0	0	0	6	
15:00	15:15	0	0	2	0	0	0	2	17
15:15	15:30	6	1	1	0	0	0	8	
15:30	15:45	2	0	2	0	0	0	4	
15:45	16:00	2	0	1	0	0	0	3	
16:00	16:15	2	0	2	0	0	1	5	15
16:15	16:30	3	0	1	0	0	0	4	
16:30	16:45	2	0	1	0	0	0	3	
16:45	17:00	2	0	1	0	0	0	3	
17:00	17:15	0	0	2	0	0	1	3	24
17:15	17:30	0	0	3	0	0	1	4	
17:30	17:45	4	0	2	0	0	0	6	
17:45	18:00	6	0	2	0	0	3	11	
<b>TOTAL</b>		152	2	66	1	0	20	241	241

**Tabla 154: Conteo tráfico vehicular – Día 2**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 										
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI										
<b>Cantón:</b>	Latacunga			<b>Fecha:</b>	7/3/2023		<b>Estación N°:</b>	1		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo			<b>Día:</b>	Martes		<b>Sentido:</b>	Ambos		
							<b>Ensayado por:</b>	Karina Amán		
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado		
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes					
6:00	6:15	11	0	1	0	0	2	14	34	
6:15	6:30	3	0	1	0	0	1	5		
6:30	6:45	6	0	0	0	0	0	6		
6:45	7:00	9	0	0	0	0	0	9		
7:00	7:15	8	0	0	0	0	1	9	20	
7:15	7:30	5	0	0	0	0	2	7		
7:30	7:45	1	0	0	0	0	1	2		
7:45	8:00	1	0	0	0	0	1	2		
8:00	8:15	3	0	2	0	0	0	5	24	
8:15	8:30	8	0	1	0	0	1	10		
8:30	8:45	6	0	0	0	0	1	7		
8:45	9:00	2	0	0	0	0	0	2		
9:00	9:15	1	0	0	0	0	2	3	16	
9:15	9:30	8	0	0	0	0	0	8		
9:30	9:45	2	0	0	0	0	0	2		
9:45	10:00	1	0	2	0	0	0	3		
10:00	10:15	2	0	1	0	0	0	3	9	
10:15	10:30	1	0	1	0	0	0	2		
10:30	10:45	3	0	0	0	0	0	3		
10:45	11:00	1	0	0	0	0	0	1		
11:00	11:15	0	0	0	0	0	0	0	13	
11:15	11:30	5	0	1	0	0	0	6		
11:30	11:45	4	0	0	0	0	0	4		
11:45	12:00	2	0	0	0	0	1	3		
12:00	12:15	6	0	0	0	0	0	6	23	
12:15	12:30	9	0	1	0	0	0	10		
12:30	12:45	5	0	0	0	0	0	5		
12:45	13:00	1	0	1	0	0	0	2		
13:00	13:15	9	0	0	0	0	0	9	27	
13:15	13:30	6	0	0	0	0	0	6		
13:30	13:45	3	0	0	0	0	2	5		
13:45	14:00	5	0	0	0	0	2	7		
14:00	14:15	3	0	0	0	0	1	4	10	
14:15	14:30	1	0	0	0	0	0	1		
14:30	14:45	2	0	0	0	0	0	2		
14:45	15:00	2	0	0	0	0	1	3		
15:00	15:15	2	0	0	0	0	0	2	4	
15:15	15:30	1	0	0	0	0	0	1		
15:30	15:45	0	0	0	0	0	0	0		
15:45	16:00	1	0	0	0	0	0	1		
16:00	16:15	7	0	1	0	0	0	8	22	
16:15	16:30	8	0	0	0	0	0	8		
16:30	16:45	6	0	0	0	0	0	6		
16:45	17:00	0	0	0	0	0	0	0		
17:00	17:15	3	0	1	0	0	1	5	21	
17:15	17:30	2	0	1	0	0	1	4		
17:30	17:45	1	0	0	0	0	0	1		
17:45	18:00	9	0	0	0	0	2	11		
<b>TOTAL</b>		185	0	15	0	0	23	223	223	



**Tabla 155: Conteo tráfico vehicular – Día 3**

 										
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO										
Proyecto: “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI										
Cantón:		Latacunga		Fecha:		8/3/2023		Estación N°:		1
Parroquia:		Joseguango Bajo		Día:		Miércoles		Sentido:		Ambos
								Ensayado por:		Karina Amán
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado		
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes					
6:00	6:15	9	0	1	0	0	0	10	37	
6:15	6:30	8	0	0	0	0	1	9		
6:30	6:45	6	0	2	0	0	0	8		
6:45	7:00	7	0	1	0	0	2	10		
7:00	7:15	4	0	0	0	0	1	5	28	
7:15	7:30	6	0	1	0	0	1	8		
7:30	7:45	1	0	3	0	0	0	4		
7:45	8:00	9	0	0	0	0	2	11		
8:00	8:15	2	0	1	0	0	1	4	13	
8:15	8:30	3	0	1	0	0	0	4		
8:30	8:45	4	0	0	0	0	0	4		
8:45	9:00	1	0	0	0	0	0	1		
9:00	9:15	2	0	2	0	0	2	6	31	
9:15	9:30	7	0	0	0	0	0	7		
9:30	9:45	6	0	0	0	0	2	8		
9:45	10:00	9	0	1	0	0	0	10		
10:00	10:15	4	0	0	0	0	1	5	17	
10:15	10:30	2	0	0	0	0	0	2		
10:30	10:45	0	0	0	0	0	1	1		
10:45	11:00	8	0	0	0	0	1	9		
11:00	11:15	5	0	1	0	0	1	7	18	
11:15	11:30	2	0	1	0	0	2	5		
11:30	11:45	1	0	0	0	0	1	2		
11:45	12:00	3	0	0	0	0	1	4		
12:00	12:15	0	0	2	0	0	0	2	22	
12:15	12:30	7	0	3	0	0	3	13		
12:30	12:45	3	0	2	0	0	0	5		
12:45	13:00	2	0	0	0	0	0	2		
13:00	13:15	5	0	1	0	0	0	6	25	
13:15	13:30	2	0	1	0	0	1	4		
13:30	13:45	6	0	2	0	0	2	10		
13:45	14:00	4	0	0	0	0	1	5		
14:00	14:15	2	0	0	0	0	3	5	14	
14:15	14:30	1	0	0	0	0	0	1		
14:30	14:45	1	0	1	0	0	2	4		
14:45	15:00	3	0	0	0	0	1	4		
15:00	15:15	0	0	0	0	0	0	0	12	
15:15	15:30	0	0	0	0	0	1	1		
15:30	15:45	3	0	0	0	0	2	5		
15:45	16:00	4	0	0	0	0	2	6		
16:00	16:15	0	0	1	0	0	0	1	19	
16:15	16:30	6	0	0	0	0	2	8		
16:30	16:45	5	0	2	0	0	1	8		
16:45	17:00	2	0	0	0	0	0	2		
17:00	17:15	7	0	0	0	0	1	8	29	
17:15	17:30	8	0	1	0	0	0	9		
17:30	17:45	6	0	1	0	0	0	7		
17:45	18:00	3	0	2	0	0	0	5		
<b>TOTAL</b>		189	0	34	0	0	42	265	265	

**Tabla 156: Conteo tráfico vehicular – Día 4**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
		ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI									
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>Fecha:</b>	9/3/2023		<b>Estación N°:</b>	1		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo		<b>Día:</b>	Jueves		<b>Sentido:</b>	Ambos		
						<b>Ensayado por:</b>	Karina Amán		
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado	
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes				
6:00	6:15	8	0	3	0	0	1	12	35
6:15	6:30	12	0	1	0	0	0	13	
6:30	6:45	4	0	0	0	0	0	4	
6:45	7:00	4	0	1	0	0	1	6	
7:00	7:15	7	0	1	0	0	1	9	22
7:15	7:30	5	0	2	0	0	1	8	
7:30	7:45	2	0	0	0	0	0	2	
7:45	8:00	1	0	0	0	0	2	3	
8:00	8:15	1	0	1	0	0	1	3	13
8:15	8:30	6	0	0	0	0	0	6	
8:30	8:45	0	0	0	0	0	2	2	
8:45	9:00	1	0	0	0	0	1	2	
9:00	9:15	5	0	0	0	0	0	5	11
9:15	9:30	0	0	0	0	0	1	1	
9:30	9:45	0	0	2	0	0	0	2	
9:45	10:00	3	0	0	0	0	0	3	
10:00	10:15	5	0	1	0	0	1	7	25
10:15	10:30	4	0	1	0	0	2	7	
10:30	10:45	8	0	0	0	0	1	9	
10:45	11:00	1	0	0	0	0	1	2	
11:00	11:15	2	0	1	0	0	1	4	16
11:15	11:30	2	0	0	0	0	1	3	
11:30	11:45	3	0	0	0	0	0	3	
11:45	12:00	6	0	0	0	0	0	6	
12:00	12:15	8	0	0	0	0	1	9	28
12:15	12:30	4	0	0	0	0	0	4	
12:30	12:45	10	0	0	0	0	0	10	
12:45	13:00	2	0	1	0	0	2	5	
13:00	13:15	4	0	2	0	0	1	7	19
13:15	13:30	5	0	2	0	0	3	10	
13:30	13:45	1	0	0	0	0	0	1	
13:45	14:00	0	0	1	0	0	0	1	
14:00	14:15	2	0	1	0	0	0	3	17
14:15	14:30	4	0	1	0	0	0	5	
14:30	14:45	6	0	0	0	0	0	6	
14:45	15:00	1	0	1	0	0	1	3	
15:00	15:15	0	0	2	0	0	1	3	11
15:15	15:30	3	0	0	0	0	0	3	
15:30	15:45	2	0	0	0	0	1	3	
15:45	16:00	2	0	0	0	0	0	2	
16:00	16:15	5	0	1	0	0	0	6	21
16:15	16:30	2	0	0	0	0	1	3	
16:30	16:45	7	0	1	0	0	2	10	
16:45	17:00	1	0	0	0	0	1	2	
17:00	17:15	3	0	1	0	0	0	4	22
17:15	17:30	1	0	1	0	0	2	4	
17:30	17:45	4	0	0	0	0	1	5	
17:45	18:00	7	0	2	0	0	0	9	
<b>TOTAL</b>		174	0	31	0	0	35	240	240

**Tabla 157: Conteo tráfico vehicular – Día 5**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO</b> 										
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI										
<b>Cantón:</b>		Latacunga		<b>Fecha:</b>		10/3/2023		<b>Estación N°:</b>		1
<b>Parroquia:</b>		Joseguango Bajo		<b>Día:</b>		Viernes		<b>Sentido:</b>		Ambos
								<b>Ensayado por:</b>		Karina Amán
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado		
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes					
6:00	6:15	5	0	0	0	0	1	6	30	
6:15	6:30	6	0	2	0	0	0	8		
6:30	6:45	8	0	2	0	0	0	10		
6:45	7:00	4	0	1	0	0	1	6	22	
7:00	7:15	5	0	0	0	0	1	6		
7:15	7:30	6	0	0	0	0	1	7		
7:30	7:45	2	0	1	0	0	1	4		
7:45	8:00	1	0	1	0	0	3	5		
8:00	8:15	8	0	0	0	0	1	9	28	
8:15	8:30	9	0	1	0	0	0	10		
8:30	8:45	4	0	2	0	0	0	6		
8:45	9:00	1	0	2	0	0	0	3		
9:00	9:15	5	0	0	0	0	0	5	22	
9:15	9:30	7	0	0	0	0	0	7		
9:30	9:45	4	0	0	0	0	0	4		
9:45	10:00	3	0	3	0	0	0	6		
10:00	10:15	9	0	0	0	0	0	9	28	
10:15	10:30	3	0	0	0	0	0	3		
10:30	10:45	5	0	0	0	0	1	6		
10:45	11:00	8	0	0	0	0	2	10		
11:00	11:15	1	0	1	0	0	1	3	18	
11:15	11:30	4	0	1	0	0	1	6		
11:30	11:45	5	0	2	0	0	1	8		
11:45	12:00	0	0	0	0	0	1	1		
12:00	12:15	0	0	3	0	0	0	3	20	
12:15	12:30	0	0	2	0	0	4	6		
12:30	12:45	2	0	0	0	0	3	5		
12:45	13:00	6	0	0	0	0	0	6		
13:00	13:15	4	0	1	0	0	2	7	15	
13:15	13:30	3	0	0	0	0	1	4		
13:30	13:45	0	0	0	0	0	2	2		
13:45	14:00	0	0	0	0	0	2	2		
14:00	14:15	1	0	0	0	0	0	1	11	
14:15	14:30	3	0	1	0	0	0	4		
14:30	14:45	1	0	2	0	0	0	3		
14:45	15:00	1	0	2	0	0	0	3		
15:00	15:15	6	0	2	0	0	1	9	22	
15:15	15:30	5	0	0	0	0	0	5		
15:30	15:45	2	0	0	0	0	0	2		
15:45	16:00	1	0	1	0	0	4	6		
16:00	16:15	5	0	0	0	0	0	5	18	
16:15	16:30	3	0	1	0	0	0	4		
16:30	16:45	6	0	0	0	0	0	6		
16:45	17:00	3	0	0	0	0	0	3		
17:00	17:15	4	0	0	0	0	1	5	28	
17:15	17:30	5	0	3	0	0	0	8		
17:30	17:45	2	0	3	0	0	0	5		
17:45	18:00	7	0	0	0	0	3	10		
<b>TOTAL</b>		183	0	40	0	0	39	262	262	

**Tabla 158: Conteo tráfico vehicular – Día 6**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
		ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO							
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI									
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>Fecha:</b>	11/3/2023		<b>Estación N°:</b>	1		
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo		<b>Día:</b>	Sábado		<b>Sentido:</b>	Ambos		
						<b>Ensayado por:</b>	Karina Amán		
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado	
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes				
6:00	6:15	4	0	2	0	0	0	6	37
6:15	6:30	9	0	0	0	0	1	10	
6:30	6:45	12	0	1	0	0	0	13	
6:45	7:00	6	0	1	0	0	1	8	30
7:00	7:15	8	0	0	0	0	2	10	
7:15	7:30	5	0	0	0	0	0	5	
7:30	7:45	4	0	2	0	0	1	7	24
7:45	8:00	7	0	1	0	0	0	8	
8:00	8:15	5	0	1	0	0	1	7	
8:15	8:30	9	0	0	0	0	0	9	21
8:30	8:45	1	0	0	0	0	0	1	
8:45	9:00	7	0	0	0	0	0	7	
9:00	9:15	0	0	0	0	0	0	0	16
9:15	9:30	6	0	0	0	0	0	6	
9:30	9:45	5	0	3	0	0	1	9	
9:45	10:00	2	0	3	0	0	1	6	20
10:00	10:15	3	0	0	0	0	0	3	
10:15	10:30	3	0	0	0	0	1	4	
10:30	10:45	2	0	1	0	0	0	3	22
10:45	11:00	5	0	1	0	0	0	6	
11:00	11:15	4	0	0	0	0	0	4	
11:15	11:30	2	0	1	0	0	1	4	26
11:30	11:45	6	0	0	0	0	2	8	
11:45	12:00	2	0	0	0	0	2	4	
12:00	12:15	0	0	0	0	0	1	1	18
12:15	12:30	6	0	0	0	0	0	6	
12:30	12:45	6	0	0	0	0	3	9	
12:45	13:00	5	0	1	0	0	0	6	20
13:00	13:15	2	0	2	0	0	5	9	
13:15	13:30	6	0	1	0	0	0	7	
13:30	13:45	4	0	3	0	0	1	8	13
13:45	14:00	0	0	1	0	0	1	2	
14:00	14:15	2	0	1	0	0	0	3	
14:15	14:30	3	0	2	0	0	0	5	20
14:30	14:45	5	0	1	0	0	0	6	
14:45	15:00	1	0	2	0	0	1	4	
15:00	15:15	1	0	1	0	0	1	3	21
15:15	15:30	1	0	2	0	0	1	4	
15:30	15:45	4	0	2	0	0	3	9	
15:45	16:00	2	0	2	0	0	0	4	13
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	2	
16:15	16:30	0	0	0	0	0	0	0	
16:30	16:45	5	0	0	0	0	2	7	21
16:45	17:00	4	0	0	0	0	0	4	
17:00	17:15	2	0	0	0	0	1	3	
17:15	17:30	4	0	0	0	0	0	4	21
17:30	17:45	3	0	0	0	0	1	4	
17:45	18:00	8	0	1	0	0	1	10	
<b>TOTAL</b>		193	0	39	0	0	36	268	268



**Tabla 159: Conteo tráfico vehicular – Día 7**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
		ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO								
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ALAQUEZ Y JOSEGUANGO BAJO DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI										
<b>Cantón:</b>	Latacunga		<b>Fecha:</b>	12/3/2023	<b>Estación N°:</b>	1				
<b>Parroquia:</b>	Joseguango Bajo		<b>Día:</b>	Domingo	<b>Sentido:</b>	Ambos				
					<b>Ensayado por:</b>	Karina Amán				
Hora	Vehículos Livianos	Buses (B)	Camiones			Otros	TOTAL	Acumulado		
			Dos ejes	Tres ejes	> Tres ejes					
6:00	6:15	0	0	0	0	1	1	19		
6:15	6:30	3	0	0	0	2	5			
6:30	6:45	2	0	0	0	2	4			
6:45	7:00	9	0	0	0	0	9			
7:00	7:15	9	0	3	0	2	14	33		
7:15	7:30	3	0	1	0	1	5			
7:30	7:45	7	0	1	0	0	8			
7:45	8:00	5	0	0	0	1	6			
8:00	8:15	1	0	0	0	1	2	18		
8:15	8:30	3	0	0	0	0	3			
8:30	8:45	2	0	0	0	1	3			
8:45	9:00	9	0	0	0	1	10			
9:00	9:15	7	0	0	0	2	9	23		
9:15	9:30	5	0	0	0	0	5			
9:30	9:45	2	0	1	0	3	6			
9:45	10:00	0	0	1	0	2	3			
10:00	10:15	5	0	0	0	2	7	23		
10:15	10:30	3	0	2	0	1	6			
10:30	10:45	3	0	2	0	1	6			
10:45	11:00	2	0	1	0	1	4			
11:00	11:15	2	0	0	0	0	2	19		
11:15	11:30	2	0	0	0	0	2			
11:30	11:45	6	0	0	0	1	7			
11:45	12:00	8	0	0	0	0	8			
12:00	12:15	7	0	1	0	0	8	34		
12:15	12:30	8	0	3	0	2	13			
12:30	12:45	2	0	0	0	1	3			
12:45	13:00	9	0	1	0	0	10			
13:00	13:15	2	0	0	0	1	3	21		
13:15	13:30	5	0	0	0	1	6			
13:30	13:45	6	0	0	0	1	7			
13:45	14:00	4	0	0	0	1	5			
14:00	14:15	2	0	0	0	0	2	12		
14:15	14:30	3	0	0	0	0	3			
14:30	14:45	3	0	0	0	2	5			
14:45	15:00	1	0	1	0	0	2			
15:00	15:15	7	0	0	0	1	8	20		
15:15	15:30	5	0	1	0	2	8			
15:30	15:45	2	0	1	0	0	3			
15:45	16:00	1	0	0	0	0	1			
16:00	16:15	6	0	2	0	0	8	26		
16:15	16:30	2	0	0	0	1	3			
16:30	16:45	1	0	0	0	3	4			
16:45	17:00	9	0	0	0	2	11			
17:00	17:15	5	0	0	0	1	6	26		
17:15	17:30	2	0	0	0	0	2			
17:30	17:45	8	0	1	0	0	9			
17:45	18:00	8	0	0	0	1	9			
<b>TOTAL</b>		206	0	23	0	0	45	274	274	

**ANEXO C.-**  
**FOTOGRAFÍAS**

**ANEXO FOTOGRÁFICO**



Excavación de calicatas para extracción de muestras.



Secado de muestras.



Colocación de muestra en horno para ensayo de contenido de humedad.



Tamizado de muestras.



Equipo ensayo de Proctor Modificado.



Ensayo CBR



Colocación de muestras para secado.



Ensayo Límite Líquido.



Ensayo Límite Plástico.



Compactación del suelo, ensayo Proctor.