



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES
ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y
PALO QUEMADO, CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

AUTOR: César Alexander Nauque Villacís

TUTORA: Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del presente Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO, CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el señor César Alexander Nauque Villacís, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805075130, 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, febrero 2024



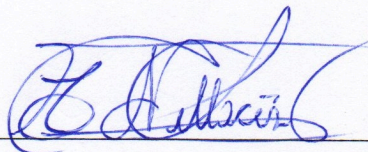
Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado, Mg.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, César Alexander Nauque Villacís, con C.I. 1805075130 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO, CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



César Alexander Nauque Villacís

C.I. 1805075130

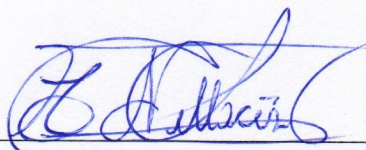
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y 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, febrero 2024



César Alexander Nauque Villacís

C.I. 1805075130

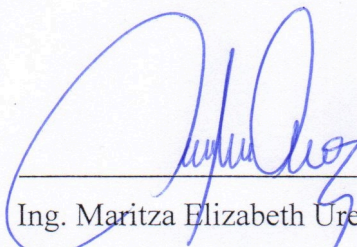
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

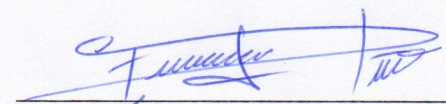
Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante César Alexander Nauque Villacís de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO, CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”.

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. María Fernanda Pico Núñez, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado con profundo agradecimiento y cariño a mi madre, quien desde temprana edad me ha inculcado valores y aptitudes que han sido fundamentales para alcanzar este hito en mi vida académica.

A mis hermanos, Damian y Derick, por su apoyo incondicional en distintas etapas de mi vida.

A todos los grandes amigos que la vida me dio, por su apoyo inquebrantable cuando fue necesario.

A la tierra que me vio nacer, por sus raíces que me han dado fuerza e identidad.

Y finalmente, a mí mismo por demostrarme que los sueños se hacen realidad cuando se persevera hasta concretar esta meta, que en el pasado era solo un anhelo.

Celebrar este logro es honrar el esfuerzo de cada una de las partes a las que va dirigida esta dedicatoria. Gracias a todos por ser parte de este viaje significativo en mi vida.

Alexander Nauque Villacís

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a quien le debo todo lo que soy. Su guía y bendiciones han sido fundamentales en mi camino, proporcionándome fortaleza y dirección en cada paso de mi vida.

A mi madre y hermanos, quienes me han brindado su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Su aliento, en momentos de alegría y en desafíos, ha sido pilar fundamental que ha sostenido mis sueños y aspiraciones.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato por proporcionar el entorno propicio para mi desarrollo académico.

A mi tutora, la Ing. Mg. Lorena Pérez, por su valiosa orientación y apoyo en la elaboración de este trabajo.

A los grandes amigos y futuros colegas que me dejó la Universidad.

Así como a maestros, compañeros, colaboradores y, en general, a cada persona que ha contribuido a mi crecimiento y desarrollo personal.

Porque sin su ayuda y apoyo, no hubiera sido posible cumplir esta aspiración.

Alexander Nauque Villacís

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

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
RESUMEN EJECUTIVO	xxv
ABSTRACT.....	xxvi
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	7
2.1. Materiales.....	7
2.2. Métodos.....	8
2.2.1. Fase 1	8
2.2.1.1. Ensayos de campo	9
2.2.1.2. Ensayos de laboratorio	11
2.2.2. Fase 2	18
2.2.3. Fase 3	20

2.2.3.1. Parámetros para el diseño de estructura de Pavimento Flexible ...	21
2.2.3.1.1. Tráfico Promedio Diario Anual TPDA	21
2.2.3.1.2. TPDA Total	22
2.2.3.1.3. Tráfico futuro	23
2.2.3.2. Diseño de la estructura de Pavimento Flexible por el Método AASHTO 93	23
2.2.3.3. Periodo de diseño	25
2.2.3.4. Número de Ejes Equivalentes	25
2.2.3.5. Factor de Confiabilidad.....	26
2.2.3.6. Desviación estándar normal (Z_r).....	27
2.2.3.7. Desviación Estándar global (S_0).....	28
2.2.3.8. Índice de Serviciabilidad.....	28
2.2.3.9. Módulo de resiliencia (M_r)	29
2.2.3.10. Coeficientes estructurales de las capas del paquete estructural ..	29
2.2.3.10.1. Coeficiente estructural de la capa asfáltica (a_1).....	30
2.2.3.10.2. Coeficiente estructural de la base (a_2)	30

2.2.3.10.3.	Coeficiente estructural de la subbase (a_3).....	31
2.2.3.10.4.	Coeficientes de drenaje (m_2 , m_3).....	31
2.2.3.11.	Espesores del paquete estructural.....	32
2.2.3.11.1.	Espesores mínimos	32
2.2.3.11.2.	Espesor de la carpeta asfáltica.....	32
2.2.3.11.3.	Espesor de la base.....	33
2.2.3.11.4.	Espesor de la subbase	33
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
3.1.	Análisis y discusión de resultados	34
3.1.1.	Fase 1	34
3.1.1.1.	Resultados de los ensayos in situ	34
3.1.1.1.1.	Cono Dinámico de Penetración DCP	34
3.1.1.1.2.	Densidad de campo (Método del Cono y Arena de Ottawa).....	35
3.1.1.2.	Resultados de los ensayos de laboratorio.....	36
3.1.1.2.1.	Contenido de humedad natural.....	36
3.1.1.2.2.	Gravedad específica.....	37
3.1.1.2.3.	Granulometría.....	38

3.1.1.2.4. Límites de Atterberg.....	39
3.1.1.2.5. Proctor modificado tipo “B”.....	40
3.1.1.2.6. Relación de Soporte de California CBR.....	41
3.2. Fase 2	45
3.2.1. Correlaciones analizadas.....	48
3.2.1.1. Límite líquido vs porcentaje que pasa el tamiz #200.....	48
3.2.1.2. Límite plástico vs límite líquido	49
3.2.1.3. Porosidad vs relación de vacíos	50
3.2.1.4. Grado de saturación del agua vs porosidad.....	51
3.2.1.5. Densidad húmeda in situ vs grado de saturación del aire	52
3.2.1.6. Densidad seca in situ vs densidad húmeda in situ.....	53
3.2.1.7. Porcentaje que pasa el tamiz #200 vs coeficiente de uniformidad	54
3.2.1.8. Contenido de humedad óptimo vs contenido de humedad natural	55
3.2.1.9. Índice plástico vs límite líquido	56
3.2.1.10. Grado de saturación del agua vs relación de vacíos.....	57
3.2.1.11. Relación de vacíos vs grado de saturación del aire.....	58
3.2.1.12. Densidad húmeda in situ vs Relación de vacíos	59

3.2.1.13. Densidad seca in situ vs relación de vacíos	60
3.2.1.14. Límite líquido – coeficiente de curvatura – límite plástico.....	61
3.2.1.15. Densidad húmeda in situ – grado de saturación del agua – densidad seca in situ.....	62
3.2.1.16. Contenido de humedad óptimo – peso volumétrico seco –CBR	63
3.2.1.17. Contenido de humedad óptimo – densidad húmeda in situ – peso volumétrico seco	64
3.2.1.18. Peso volumétrico seco – densidad húmeda in situ – grado de compactación	65
3.2.1.19. CBR vs relación de vacíos	66
3.2.1.20. CBR vs límite líquido	67
3.2.1.21. Índice de penetración vs índice plástico	68
3.2.1.22. Índice de penetración vs límite plástico.....	69
3.2.1.23. Índice de penetración vs contenido de humedad óptimo	70
3.3. Fase 3	71
3.3.1. Tráfico promedio diario anual.....	71
3.3.1.1. Conteo e identificación vehicular.....	71
3.3.1.2. Tráfico acumulado por horas	73

3.3.1.3. Factor Hora Pico	73
3.3.1.4. TPDA	73
3.3.1.5. Tráfico atraído.....	74
3.3.1.6. Tráfico generado	74
3.3.1.7. Tráfico desarrollado	75
3.3.1.8. TPDA Total.....	75
3.3.1.9. TPDA Futuro.....	75
3.3.1.10. Diseño de la estructura del pavimento	76
3.3.1.10.1. Factor de daño (Fd)	76
3.3.1.10.2. Factor de distribución por carril	76
3.3.1.10.3. Número de ejes equivalentes W_{18}	77
• W_{18} Acumulado	77
• W_{18} Por sentido.....	77
3.3.1.10.4. Factor de Confiabilidad R	78
3.3.1.10.5. Desviación estándar normal Z_r	78
3.3.1.10.6. Desviación estándar global S_0	78

3.3.1.10.7. Índice de serviciabilidad.....	79
3.3.1.10.8. Módulo de resiliencia de la subrasante.....	79
3.3.1.10.9. Coeficiente de drenaje	79
3.3.1.10.10. Espesores mínimos	80
3.3.1.10.11. Coeficiente estructural a_1	81
3.3.1.10.12. Coeficiente estructural a_2	81
3.3.1.10.13. Coeficiente estructural a_3	82
3.3.1.10.1. Diseño de la estructura con CBR de laboratorio	83
3.3.1.10.1. Diseño de la estructura con CBR de correlación.....	86
3.4. Verificación de hipótesis.....	90
3.4.1. Hipótesis.....	90
3.4.2. Verificación.....	90
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
4.1. Conclusiones	91
4.2. Recomendaciones.....	92
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Formato para correlación múltiple lineal	19
Tabla 2.	Formato para correlación múltiple exponencial.....	19
Tabla 3.	Formato para correlación múltiple exponencial.....	20
Tabla 4.	Formato para correlación múltiple logarítmica.....	20
Tabla 5.	Formato de conteo de tráfico.....	21
Tabla 6.	Tasa de crecimiento anual de tráfico.....	23
Tabla 7.	Hoja de cálculo para diseño de pavimento flexible	24
Tabla 8.	Periodo de diseño recomendado según el tipo de carretera	25
Tabla 9.	Factor de distribución por carril.....	26
Tabla 10.	Formato para determinación del factor de daño.....	26
Tabla 11.	Tabla nacional de pesos y dimensiones	26
Tabla 12.	Valores del factor de confiabilidad R.....	27
Tabla 13.	Tipo de carretera de acuerdo con el TPDA	27
Tabla 14.	Desviación estándar normal	28
Tabla 15.	Desviación Estándar Global.....	28
Tabla 16.	PSI inicial.....	28
Tabla 17.	PSI final.....	28
Tabla 18.	Capacidad de drenaje	31
Tabla 19.	Coefficientes de drenaje	32
Tabla 20.	Espesores mínimos en función del número de ejes equivalentes.....	32
Tabla 21.	Resultados del ensayo DCP	34
Tabla 22.	Resultados del ensayo de Densidad de campo.....	36

Tabla 23.	Resultados del ensayo de contenido de humedad natural	37
Tabla 24.	Resultados del ensayo de gravedad específica.....	38
Tabla 25.	Resultados del ensayo de granulometría.....	39
Tabla 26.	Resultados de los ensayos de Límites de Atterberg.....	40
Tabla 27.	Resultados del ensayo Proctor modificado tipo “B”.....	41
Tabla 28.	Resultados del ensayo CBR	42
Tabla 29.	Resumen de Propiedades Índice	43
Tabla 30.	Resumen de Propiedades Mecánicas	44
Tabla 31.	Nomenclatura de las variables utilizadas para las correlaciones	45
Tabla 32.	Resumen de correlaciones aceptables	46
Tabla 33.	Resumen del conteo vehicular	71
Tabla 34.	Conteo de tráfico del día de mayor demanda.....	72
Tabla 35.	Tráfico acumulado para la hora de mayor demanda	73
Tabla 36.	Factor de daño para vehículo 2DB.....	76
Tabla 37.	Número de ejes equivalentes por sentido.....	78
Tabla 38.	Resumen de los datos necesarios para realizar el diseño de la estructura del pavimento flexible.....	84
Tabla 39.	Estructura del pavimento con CBR de laboratorio	85
Tabla 40.	Valores de CBR obtenidos mediante la correlación seleccionada para el diseño del pavimento.....	86
Tabla 41.	Datos para el diseño del pavimento con CBR de correlación.....	88
Tabla 42.	Estructura del pavimento con CBR de correlación	89
Tabla 43.	Ensayo DCP Muestra 1	102
Tabla 44.	Ensayo DCP Muestra 2	103

Tabla 45.	Ensayo DCP Muestra 3	104
Tabla 46.	Ensayo DCP Muestra 4	105
Tabla 47.	Ensayo DCP Muestra 5	106
Tabla 48.	Ensayo DCP Muestra 6	107
Tabla 49.	Ensayo DCP Muestra 7	108
Tabla 50.	Ensayo DCP Muestra 8	109
Tabla 51.	Ensayo DCP Muestra 9	110
Tabla 52.	Ensayo DCP Muestra 10	111
Tabla 53.	Ensayo DCP Muestra 11	112
Tabla 54.	Ensayo DCP Muestra 12	113
Tabla 55.	Ensayo densidad de campo Muestra 1	115
Tabla 56.	Ensayo densidad de campo Muestra 2	116
Tabla 57.	Ensayo densidad de campo Muestra 3	117
Tabla 58.	Ensayo densidad de campo Muestra 4	118
Tabla 59.	Ensayo densidad de campo Muestra 5	119
Tabla 60.	Ensayo densidad de campo Muestra 6	120
Tabla 61.	Ensayo densidad de campo Muestra 7	121
Tabla 62.	Ensayo densidad de campo Muestra 8	122
Tabla 63.	Ensayo densidad de campo Muestra 9	123
Tabla 64.	Ensayo densidad de campo Muestra 10	124
Tabla 65.	Ensayo densidad de campo Muestra 11	125
Tabla 66.	Ensayo densidad de campo Muestra 12	126
Tabla 67.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 1.....	128
Tabla 68.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 2.....	128

Tabla 69.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 3.....	129
Tabla 70.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 4.....	129
Tabla 71.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 5.....	130
Tabla 72.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 6.....	130
Tabla 73.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 7.....	131
Tabla 74.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 8.....	131
Tabla 75.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 9.....	132
Tabla 76.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 10.....	132
Tabla 77.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 11.....	133
Tabla 78.	Ensayo contenido de humedad natura Muestra 12.....	133
Tabla 79.	Ensayo de gravedad específica Muestra 1	135
Tabla 80.	Ensayo de gravedad específica Muestra 2	136
Tabla 81.	Ensayo de gravedad específica Muestra 3	137
Tabla 82.	Ensayo de gravedad específica Muestra 4	138
Tabla 83.	Ensayo de gravedad específica Muestra 5	139
Tabla 84.	Ensayo de gravedad específica Muestra 6	140
Tabla 85.	Ensayo de gravedad específica Muestra 7	141
Tabla 86.	Ensayo de gravedad específica Muestra 8	142
Tabla 87.	Ensayo de gravedad específica Muestra 9	143
Tabla 88.	Ensayo de gravedad específica Muestra 10	144
Tabla 89.	Ensayo de gravedad específica Muestra 11	145
Tabla 90.	Ensayo de gravedad específica Muestra 12	146
Tabla 91.	Ensayo de granulometría Muestra 1.....	148
Tabla 92.	Ensayo de granulometría Muestra 2.....	149

Tabla 93.	Ensayo de granulometría Muestra 3.....	150
Tabla 94.	Ensayo de granulometría Muestra 4.....	151
Tabla 95.	Ensayo de granulometría Muestra 5.....	152
Tabla 96.	Ensayo de granulometría Muestra 6.....	153
Tabla 97.	Ensayo de granulometría Muestra 7.....	154
Tabla 98.	Ensayo de granulometría Muestra 8.....	155
Tabla 99.	Ensayo de granulometría Muestra 9.....	156
Tabla 100.	Ensayo de granulometría Muestra 10.....	157
Tabla 101.	Ensayo de granulometría Muestra 11.....	158
Tabla 102.	Ensayo de granulometría Muestra 12.....	159
Tabla 103.	Ensayo límite líquido Muestra 1	161
Tabla 104.	Ensayo límite líquido Muestra 2	162
Tabla 105.	Ensayo límite líquido Muestra 3	163
Tabla 106.	Ensayo límite líquido Muestra 4	164
Tabla 107.	Ensayo límite líquido Muestra 5	165
Tabla 108.	Ensayo límite líquido Muestra 6	166
Tabla 109.	Ensayo límite líquido Muestra 7	167
Tabla 110.	Ensayo límite líquido Muestra 8	168
Tabla 111.	Ensayo límite líquido Muestra 9	169
Tabla 112.	Ensayo límite líquido Muestra 10	170
Tabla 113.	Ensayo límite líquido Muestra 11	171
Tabla 114.	Ensayo límite líquido Muestra 12	172
Tabla 115.	Ensayo límite plástico Muestra 1	174
Tabla 116.	Ensayo límite plástico Muestran 2	174

Tabla 117.	Ensayo límite plástico Muestra 3	175
Tabla 118.	Ensayo límite plástico Muestra 4	175
Tabla 119.	Ensayo límite plástico Muestra 5	176
Tabla 120.	Ensayo límite plástico Muestra 6	176
Tabla 121.	Ensayo límite plástico Muestra 7	177
Tabla 122.	Ensayo límite plástico Muestra 8	177
Tabla 123.	Ensayo límite plástico Muestra 9	178
Tabla 124.	Ensayo límite plástico Muestra 10	178
Tabla 125.	Ensayo límite plástico Muestra 11	179
Tabla 126.	Ensayo límite plástico Muestra 12	179
Tabla 127.	Ensayo Proctor Muestra 1	181
Tabla 128.	Ensayo Proctor Muestra 2	182
Tabla 129.	Ensayo Proctor Muestra 3	183
Tabla 130.	Ensayo Proctor Muestra 4	184
Tabla 131.	Ensayo Proctor Muestra 5	185
Tabla 132.	Ensayo Proctor Muestra 6	186
Tabla 133.	Ensayo Proctor Muestra 7	187
Tabla 134.	Ensayo Proctor Muestra 8	188
Tabla 135.	Ensayo Proctor Muestra 9	189
Tabla 136.	Ensayo Proctor Muestra 10	190
Tabla 137.	Ensayo Proctor Muestra 11	191
Tabla 138.	Ensayo Proctor Muestra 12	192
Tabla 139.	Ensayo CBR Muestra 1	194
Tabla 140.	Ensayo CBR Muestra 2	197

Tabla 141.	Ensayo CBR Muestra 3.....	200
Tabla 142.	Ensayo CBR Muestra 4.....	203
Tabla 143.	Ensayo CBR Muestra 5.....	206
Tabla 144.	Ensayo CBR Muestra 6.....	209
Tabla 145.	Ensayo CBR Muestra 7.....	212
Tabla 146.	Ensayo CBR Muestra 8.....	215
Tabla 147.	Ensayo CBR Muestra 9.....	218
Tabla 148.	Ensayo CBR Muestra 10.....	221
Tabla 149.	Ensayo CBR Muestra 11.....	224
Tabla 150.	Ensayo CBR Muestra 12.....	227
Tabla 151.	Conteo vehicular día 1.....	231
Tabla 152.	Conteo vehicular día 2.....	232
Tabla 153.	Conteo vehicular día 3.....	233
Tabla 154.	Conteo vehicular día 4.....	234
Tabla 155.	Conteo vehicular día 5.....	235
Tabla 156.	Conteo vehicular día 6.....	236
Tabla 157.	Conteo vehicular día 7.....	237

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Excavación de pozo a cielo abierto.....	9
Figura 2.	Ensayo de Densidad de campo.....	10
Figura 3.	Ensayo DCP	10
Figura 4.	Ensayo de contenido de humedad.....	11
Figura 5.	Análisis granulométrico	12
Figura 6.	Ensayo de límite líquido	13
Figura 7.	Ensayo de Límite Plástico.....	14
Figura 8.	Ensayo de gravedad específica.....	15
Figura 9.	Ensayo Proctor modificado tipo B.....	16
Figura 10.	Ensayo CBR.....	18
Figura 11.	Ábaco para estimar el número estructural de la carpeta asfáltica a ₁	30
Figura 12.	Ábaco para estimar el número estructural de la capa base “a ₂ ”.....	30
Figura 13.	Ábaco para estimar el número estructural de la capa subbase “a ₃ ”	31
Figura 14.	Correlación límite líquido vs porcentaje que pasa el tamiz #200	48
Figura 15.	Correlación límite plástico vs límite líquido.....	49
Figura 16.	Correlación Porosidad vs relación de vacíos	50
Figura 17.	Correlación grado de saturación del agua vs Porosidad.....	51
Figura 18.	Correlación densidad húmeda in situ vs grado de saturación del aire .	52
Figura 19.	Correlación densidad seca in situ vs densidad húmeda in situ.....	53
Figura 20.	Correlación porcentaje que pasa el tamiz número 200 vs el coeficiente de uniformidad	54
Figura 21.	Correlación contenido de humedad óptimo vs contenido de humedad natural.....	55

Figura 22.	Correlación Índice plástico vs límite líquido	56
Figura 23.	Correlación grado de saturación del gua vs relación de vacíos	57
Figura 24.	Correlación relación de vacíos vs grado de saturación del aire	58
Figura 25.	Correlación densidad húmeda in situ vs relación de vacíos.....	59
Figura 26.	Densidad seca in situ vs relación de vacíos	60
Figura 27.	Correlación Límite líquido-coeficiente de curvatura-límite plástico ...	61
Figura 28.	Correlación densidad húmeda in situ-grado de saturación del agua- densidad seca in situ.....	62
Figura 29.	Correlación contenido de humedad óptimo-peso volumétrico seco- CBR.....	63
Figura 30.	Correlación contenido de humedad óptimo-densidad húmeda in situ- peso volumétrico seco	64
Figura 31.	Correlación peso volumétrico seco-densidad húmeda in situ-grado de compactación	65
Figura 32.	Correlación CBR vs relación de vacíos	66
Figura 33.	Correlación CBR vs límite líquido.....	67
Figura 34.	Correlación Índice de penetración vs índice plástico.....	68
Figura 35.	Correlación índice de penetración vs límite plástico	69
Figura 36.	Correlación Índice de penetración vs contenido de humedad óptimo .	70
Figura 37.	Distribución temporal de precipitación para el año 2013 en la estación M0362 Las Pampas	80
Figura 38.	Determinación del coeficiente a_1 y M_r de la mezcla asfáltica	81
Figura 39.	Determinación del coeficiente a_2 y M_r de la base.....	82
Figura 40.	Determinación del coeficiente a_3 y M_r de la subbase.....	83
Figura 41.	Número estructural total en diseño con CBR de laboratorio	84

Figura 42.	Determinación gráfica del CBR obtenidos mediante la correlación seleccionada para el diseño del pavimento	87
Figura 43.	Número estructural total en diseño con CBR de correlación.....	88
Figura 44.	Mapa de calicatas y vías del proyecto.....	100

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente, las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi presenta numerosas vías que cuentan solo con una capa de lastre. Este problema radica en la dificultad para obtener uno de los datos fundamentales para el diseño de un pavimento flexible, como lo es el CBR.

Este trabajo experimental tuvo como objetivo establecer ecuaciones de correlación entre CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias estudiadas, planteando utilizar estas ecuaciones para obtener valores aproximados de las propiedades del suelo y aplicarlos en el diseño preliminar de la estructura de un pavimento flexible. Para su cumplimiento se ejecutaron las siguientes actividades. Se seleccionaron cuatro vías de entre las dos parroquias, realizando tres pozos por vía para un total de doce; en éstos, se llevaron a cabo ensayos in situ y se extrajeron muestras para análisis de laboratorio, las mismas se emplearon para obtener las propiedades índice y mecánicas de los suelos. Se determinaron correlaciones entre estas propiedades, considerando válidas aquellas con un coeficiente de determinación superior al setenta por ciento.

Finalmente se diseñó el pavimento para una vía que conecta ambas parroquias, empleando el CBR de laboratorio y el CBR de correlación, obteniéndose los mismos resultados, carpeta asfáltica de 10 cm, base de 15 cm y subbase de 20 cm. Este diseño beneficiará a los habitantes de las parroquias consideradas en este estudio.

Palabras clave: Correlación, CBR, DCP, Pavimento, Suelos

ABSTRACT

The main objective of this experimental work was to establish correlation equations between CBR (California Bearing Ratio), DCP (Dynamic Cone Penetrometer), and the index and mechanical properties of soils in the Las Pampas and Palo Quemado parishes of the Sigchos canton in the Cotopaxi province. The intention is to use these equations to obtain approximate values of soil properties and apply them in the preliminary design of a flexible pavement structure. It is important to note that this proposal does not aim to replace the standardized soil testing methodology.

Achieving this objective was divided into three phases. In the first phase, four roads were selected from among the two parishes, with three boreholes per road for a total of twelve. In these boreholes, in-situ tests were conducted, and samples were extracted for laboratory analysis. Laboratory tests were performed on the twelve samples to determine the index and mechanical properties of the soils. For the second phase, correlations were established between these properties, considering those with a coefficient of determination greater than seventy percent as valid.

Finally, in the third phase, the design of the flexible pavement structure was carried out for the road connecting both parishes under study. In this process, both the laboratory-obtained CBR and the CBR derived from a selected correlation were used. It is noteworthy that there was no difference, as for both methods, the design consisted of an asphalt layer of 10 cm, a base of 15 cm, and a subbase of 20 cm.

It was concluded that there is not a good correlation between CBR and DCP, as the coefficient of determination fell outside the acceptable range

Keywords: Correlation, CBR, DCP, Pavement, Soils.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

El incremento del tráfico genera una significativa ampliación de las cargas que soporta la estructura del pavimento. Esto, sumado a los problemas en las capas subyacentes, como la subrasante, subbase y base, conduce al deterioro prematuro de la capa de rodadura. Al ser más precisos con los valores obtenidos de los ensayos de suelos, el cálculo de la estructura del pavimento basado en la capacidad portante del suelo será mucho más confiable. Por esta razón, se hace imprescindible llevar a cabo estudios más detallados del suelo con el fin de lograr, en la medida de lo posible, una construcción exitosa de carreteras.

Del mismo modo, surge un desafío al enfrentar problemas de deformación en la estructura del pavimento, mayormente derivados de una subrasante en condiciones deficientes. La subrasante, al ser la capa que sustenta todas las cargas aplicadas sobre el pavimento, tiene una importancia crítica. Para evaluar su resistencia, se recurre comúnmente al Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR). Con el fin de abordar esta problemática, se ha reconocido la necesidad de llevar a cabo evaluaciones de los parámetros de CBR tanto en el terreno como en el laboratorio. A medida que el tiempo ha avanzado, los estudios han progresado y se han aplicado ensayos que han demostrado tener márgenes de error reducidos al correlacionarse con los resultados obtenidos a través del Ensayo de Penetración Dinámica de Cono (DCP). Este último se ha revelado como una herramienta eficaz para obtener valores de CBR con miras al diseño de pavimentos, siendo incluso más ágil que las pruebas de laboratorio con equipos completos. Esto implica que la utilización del ensayo de DCP para estimar el valor de CBR ofrece una alternativa más expedita en comparación con los métodos tradicionales de laboratorio.[1],[2]

Cabe mencionar que la evaluación de la capacidad de carga del suelo se la lleva a cabo comúnmente mediante la prueba CBR en laboratorio, y en campo se utiliza el ensayo DCP. Sin embargo, existen desventajas en la obtención del CBR de laboratorio comparado con el CBR de campo. Debido a que este valor está influenciado por las propiedades índice como la densidad, el contenido de humedad y los límites de consistencia, su determinación en laboratorio se torna en un proceso costoso y que requiere un tiempo considerable a diferencia del ensayo DCP. Por esta razón, surge la necesidad de establecer correlaciones que simplifiquen y agilicen este procedimiento. La aplicación del penetrómetro de cono dinámico (DCP) en pruebas de campo emerge como una alternativa viable para determinar parámetros del suelo, incluida su resistencia. Numerosos estudios han respaldado la correlación directa entre los resultados obtenidos con el DCP y el valor de CBR.[3],[4],[5]

Además, cuando se llevan a cabo investigaciones para el diseño de pavimentos, es necesario realizar perforaciones, las cuales llegan a ser más numerosas y profundas que las muestras CBR convencionales. De esta manera, al establecer la relación entre el valor de CBR y ciertas propiedades índice, que se pueden determinar a partir de muestras obtenidas de las perforaciones, se puede obtener una evaluación más precisa de la resistencia del suelo natural sobre el que se asentará la estructura del pavimento. Estos resultados pueden emplearse para obtener un valor de CBR en áreas donde no es posible llevar a cabo dichos ensayos, o para complementar la información en tramos donde se han realizado estos estudios. [6]

A raíz de lo expuesto, muchos investigadores en todo el mundo han empleado diversidad de pruebas y metodologías para evaluar la resistencia y las propiedades mecánicas de los suelos. Un ejemplo destacado es la prueba de Penetración Dinámica DCP, una técnica in situ comúnmente utilizada para estimar la capacidad de carga de materiales granulares destinados a las capas base y subbase del pavimento. Esta prueba es no destructiva, altamente eficaz, rápida y más económica en comparación con el CBR de laboratorio. A partir de los resultados de esta prueba, se ha conseguido establecer una correlación entre el valor del ensayo Relación de Soporte California

(CBR) y el índice de penetración medida por el DCP para diversos tipos de suelos. Es importante destacar que estas correlaciones, que permiten estimar los valores de CBR, varían según el tipo de suelo en estudio.[7],[8]

Se pueden mencionar investigadores como Gill, Kaur y Walia [9] quienes en 2012 publicaron su investigación realizada en Ludhiana, India, en la que encontraron que las correlaciones entre los valores de CBR obtenidos en el laboratorio y los obtenidos mediante la aplicación del DCP son altamente aceptables, mostrando diferencias menores al 21%. Concluyeron que los valores de CBR en suelos con características similares a los analizados pueden determinarse de manera rápida y con una precisión adecuada utilizando los resultados de la prueba DCP. Por lo tanto, en condiciones específicas, es posible obtener el CBR a partir de la prueba DCP in situ. Esto proporciona información más precisa y permite alcanzar propiedades estructurales adecuadas para la construcción de carreteras.

Por su parte, en 2018 Aba y Lantabur [4] publicaron los resultados de su investigación realizada en Banda Aceh, Indonesia. En este estudio, concluyeron que la capacidad portante del suelo determinada a través de los ensayos CBR de laboratorio arrojó resultados superiores en comparación con los obtenidos mediante la prueba DCP. Además, lograron establecer una relación empírica sencilla mediante una ecuación lineal entre los valores obtenidos en los ensayos CBR y DCP. También sugirieron que, para obtener una mayor precisión en los valores de la capacidad de carga tanto en campo como en laboratorio, se podría incrementar la cantidad de puntos de muestreo. Asimismo, recomendaron llevar a cabo un estudio adicional para investigar la relación empírica entre los valores del DCP utilizando cargas simuladas de volquetes y las mediciones de densidad en campo utilizando el equipo de Cono de Arena de Ottawa. Esta estrategia no solo permitiría una validación más exhaustiva de los resultados, sino que también enriquecería la comprensión de la interacción entre el CBR y la densidad del suelo en condiciones reales.

De igual manera, en el año 2020, Ahmed, Basher, Ntirenganya, y Shallal [10] llevaron a cabo una investigación efectuada en el Distrito de Nyamgabe, Provincia Sur de Ruanda. En ésta aplicaron un análisis estadístico para obtener una relación de regresión entre la variable independiente CBR y la variable dependiente DCP. El objetivo era cuantificar el rendimiento de esta relación y definir métodos que permitieran predecir los valores de respuesta a partir de los valores del DCP (regresor). El análisis estadístico les permitió establecer una relación matemática entre el valor de CBR y el valor de DCP, utilizando técnicas de regresión. A través de este proceso, determinaron la forma en que las dos variables se relacionaban entre sí y cuantificaron la fuerza de esa relación. Una vez obtenida la relación de regresión, los investigadores evaluaron su rendimiento para predecir los valores de respuesta (CBR) a partir de los valores del regresor (DCP). Esto les permitió evaluar la capacidad de la relación para estimar los valores de CBR basándose en los resultados del ensayo DCP. El objetivo final de esta investigación fue proporcionar métodos confiables y precisos para predecir los valores de respuesta (CBR) utilizando los valores medidos del regresor (DCP). Estos métodos resultan ser útiles en la práctica de ingeniería civil para ahorrar tiempo y recursos al estimar parámetros geotécnicos importantes en el diseño de carreteras y otros proyectos de infraestructura.

Como antecedentes de investigaciones realizadas en Ecuador, se tiene el estudio realizado en 2019 por García, Gilces, Mejía y Ortiz [11] en la ciudad de Portoviejo, Provincia de Manabí. Este se enfocó en correlacionar las propiedades de los suelos con el objetivo de obtener una fuente confiable para el diseño de pavimentos flexibles que garantice condiciones de comodidad, economía y seguridad. En particular, se dio importancia a la resistencia del suelo de subrasante como uno de los parámetros prioritarios para el diseño vial. Para este propósito, se consideró conveniente estudiar la correlación entre la relación de soporte de California (CBR) medido en laboratorio y en condiciones naturales en suelos finos, así como el ensayo de Penetración Dinámica de Cono (DCP).

También en 2022, Portilla [12] presenta su estudio llevado a cabo en suelos de la Sierra norte y centro de Ecuador, en el que establece una correlación entre el valor del DCP y el resultado del ensayo CBR, esencial para el diseño de la estructura del pavimento, empleando el método estadístico de mínimos cuadrados. Los hallazgos de esta investigación indicaron que, aunque la relación entre CBR y DCP no es óptimamente precisa, es posible obtener valores de CBR más cercanos mediante la aplicación de otras correlaciones detalladas en su estudio.

Es por todo lo anterior que el presente trabajo experimental proporciona correlaciones determinadas a partir de la ejecución de ensayos correspondientes, con el propósito de establecer los valores de CBR de laboratorio, DCP, Propiedades Índice y Mecánicas en suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado, ubicadas en el cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi. Estas correlaciones se utilizaron como referencia para el diseño preliminar de la estructura de un pavimento flexible en una de las vías entre las parroquias mencionadas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas en suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades índice y mecánicas de 12 muestras representativas de los suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi.
- Correlacionar el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de las muestras de suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi.
- Diseñar la estructura de pavimento flexible en base a los resultados de correlación de las propiedades de los suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

El presente trabajo experimental se dividió en 3 fases, de las cuales se describen a continuación sus materiales y métodos.

2.1. Materiales

En la fase 1, durante los ensayos in situ, se emplearon diversos materiales y equipos específicos. Para la excavación de calicatas y la obtención de muestras de suelo, se utilizaron herramientas como pala, pico, barra y flexómetro. En el ensayo de densidad de campo, se emplearon equipos tales como el Cono de arena de Ottawa, placa metálica, cuchareta, clavos, martillo, cincel y balanza marca truper. Además, se llevó a cabo el ensayo de Cono de Penetración Dinámica (DCP) utilizando el equipo especializado DCP Belltronic.

En el desarrollo de los ensayos de laboratorio, se emplearon cuidadosamente diversos materiales y equipos de acuerdo con las normativas establecidas. En el Ensayo de Gravedad Específica, se utilizaron 50 gramos de muestra que pasa el tamiz #40, junto con un conjunto de instrumentos como picnómetro, pipeta, termómetro, embudo, recipiente, tamiz #40 y horno Humbolt. Para el análisis del Contenido de Humedad, se trabajó con muestras in situ utilizando un horno Humbolt y recipientes metálicos. En el Ensayo de Granulometría, la muestra seca se sometió al proceso de tamizado con una tamizadora marca Controls, juego de tamices marca Controls, brocha y recipientes. Los ensayos de Límite Líquido y Límite Plástico implicaron el uso de equipos como la Copa de Casagrande, espátula, enrazador, mortero de porcelana, placa de vidrio, y horno Humbolt, así como recipientes metálicos. En el Ensayo Proctor Modificado Tipo B y el CBR, se manejaron muestras específicas con equipos especializados, Para el Proctor Modificado Tipo B, se manejaron 18 kg de muestra de suelo que pasa el tamiz #4, con un equipo que incluye molde de 6" de diámetro, retorta, collarín, probeta graduada, martillo compactador, bandeja, palustre, balanza, y recipientes metálicos, siguiendo la. En cuanto al ensayo CBR, se utilizaron 18 kg de muestra que pasa el

tamiz #4, con el equipo Prensa CBR marca Multispeed, tipo 34-V1172 y los moldes CBR.

Se zonificó el área de estudio utilizando un GPS marca Garmin, modelo etrex10 y un software ingenieril.

Para dar cumplimiento a la fase 2 y fase 3 se utilizó el Software Microsoft Excel con licencia de uso estudiantil.

2.2. Métodos

Como ya se mencionó, el presente trabajo experimental se dividió en 3 fases, cada una con su respectivo tipo de investigación para su cumplimiento.

2.2.1. Fase 1

En la fase 1, se llevó a cabo la caracterización de las propiedades índice y mecánicas de 12 muestras de los suelos ubicados en las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi. Esta etapa se fundamentó en un tipo de investigación exploratoria que permitió la identificación de los 12 sitios de ensayo, donde se realizaron pruebas in situ como el ensayo DCP, la medición de densidad en campo bajo el método de cono de arena de Ottawa y la recolección de muestras destinadas a ensayos de laboratorio. La investigación experimental posterior se centró en la determinación de las propiedades índice y mecánicas a través de ensayos realizados en el laboratorio.

A continuación, se describen los ensayos realizados en campo y en laboratorio realizados con los materiales y equipos descritos en la sección 2.1.

2.2.1.1. Ensayos de campo

- **Pozo a cielo abierto**

Se procedió de acuerdo con la norma AASHTO T 87-70. Para cada muestra se retiró la capa vegetal del suelo a 5cm de profundidad aproximadamente y se excavó con medidas de 1.5m x 1.5 m a 1m de profundidad. Entonces se recolectaron 50 kg de muestra de suelo.

Figura 1. Excavación de pozo a cielo abierto



Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Densidad de campo por el método de Cono y arena de Ottawa**

Se realizó dentro de los pozos a cielo abierto y aplicando la norma AASHTO 191 2014 mediante el siguiente procedimiento: se eliminó la capa vegetal en la ubicación designada y se instaló la placa metálica. Utilizando los materiales mencionados, se procedió a excavar el suelo hasta una profundidad aproximada de 15 cm. Luego, se colocó el cono y la arena sobre la placa base, se liberó la arena mediante la válvula hasta llenar el agujero y posteriormente se cerró y retiró el cono. Los pesos requeridos para este ensayo incluyeron la arena dentro del agujero, la arena restante en el cono y el peso inicial del cono y la arena antes de llevar a cabo el ensayo.

Figura 2. Ensayo de Densidad de campo



Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Cono de Penetración Dinámica (DCP)**

Se realizó dentro de los pozos a cielo abierto y conforme a la normativa ASTM D6951, implicando la aplicación de una masa que se dejó caer sobre el suelo en evaluación. Se registró el número de golpes necesarios para lograr una penetración en el suelo de casi 100 cm o hasta que la penetración fuera prácticamente nula. El ensayo se repitió tres veces en cada punto para obtener un promedio de los resultados.

Figura 3. Ensayo DCP



Fuente: Alexander Nauque Villacís

2.2.1.2. Ensayos de laboratorio

- **Contenido de humedad natural**

Este análisis se llevó a cabo siguiendo las directrices establecidas por la norma AASHTO T 265 2015. Se determinó el contenido de humedad al calcular el peso del agua en relación con el peso del suelo seco. Para realizar esto, por cada muestra tomada en campo se realizó lo siguiente: se pesaron dos recipientes metálicos vacíos y en ellos se colocaron muestras de suelo en estado natural. Luego, se pesaron nuevamente los recipientes con las muestras en su estado natural. Posteriormente, se sometieron a un proceso de secado en un horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas. Al finalizar este periodo, se retiraron los recipientes del horno y se procedió a pesarlos nuevamente. Se aplicó la siguiente fórmula para determinar el contenido de humedad:

$$\omega(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100\% \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$\omega(\%)$: Contenido de humedad

W_w : Peso del agua

W_s : Peso de la muestra seca

Figura 4. Ensayo de contenido de humedad



Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Granulometría**

Para cumplir con los requisitos establecidos, se siguió la normativa AASHTO T 88 2013. Se dispusieron 1000 gramos de muestra previamente secada al horno en un juego de tamices, organizados en el siguiente orden: 4, 8, 10, 16, 30, 40, 50, 60, 100, 200, además de la fuente. Dado que el suelo no era granular ni contenía rocas, no se sometió primero a los tamices de $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$. El juego de tamices con la muestra se colocó en la máquina tamizadora durante 10 minutos, lo que facilitó la agrupación de las partículas de suelo según su tamaño. Al finalizar este período, se apagó la máquina y se registró el peso del material retenido en cada tamiz y en la fuente.

Figura 5. Análisis granulométrico



Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Límite Líquido**

El ensayo de límite líquido se llevó a cabo siguiendo la norma AASHTO T 89. Se trabajó con suelo que pasó por el tamiz #40, y en una cápsula de porcelana se colocó una porción de esta muestra tamizada junto con agua. Posteriormente, se mezcló de manera uniforme utilizando un pistilo. Luego, esta pasta se depositó en la copa de Casagrande, asegurándose de que el espesor no excediera los 1 cm. Con el acanalador, se dividió la muestra deslizándolo por la mitad de la copa, con movimientos constantes

y evitando que el acanalador pasara más de 6 veces, conforme a las indicaciones de la normativa.

Se procedió a accionar la copa de Casagrande, contando los golpes hasta que la muestra se unió en la parte inferior donde se realizó la división. Este procedimiento se repitió dos veces más, y se registró el valor cuando el número de golpes no difería en más de uno entre ambas repeticiones. Se determinaron los límites líquidos en intervalos de 0 a 15, 15 a 25, 25 a 35 y de 35 a 45 golpes. Una vez completado el ensayo, se tomó una muestra representativa del suelo en la zona de unión, dividiéndola en cuatro partes y extrayendo muestras de las dos partes que se unieron. Posteriormente, se determinó el contenido de humedad de estas muestras.

Figura 6. Ensayo de límite líquido



Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Límite Plástico**

Para su ejecución se aplicó la norma AASHTO T 90 2016. Se procedió de forma similar al límite líquido, se generó una mezcla homogénea de agua y suelo pulverizado. Se elaboró un rollo con un diámetro de 3 mm y una longitud de aproximadamente 5 cm. Para esto, se utilizó una muestra representativa de

alrededor de 100 gramos que había pasado el tamiz #40. Esta muestra se colocó en una cápsula de porcelana, y se agregó agua hasta obtener una masa consistente y moldeable. Se verificó que la masa de suelo no se adhería a la palma de la mano, asegurando la consistencia deseada. Luego, se tomó una pequeña porción y se procedió a amasar la muestra sobre una placa de vidrio mediante movimientos giratorios, con una velocidad de 80 a 90 recorridos por minuto, hasta alcanzar las dimensiones indicadas.

Este procedimiento se llevó a cabo bajo la premisa siguiente: si la masa de suelo presentaba fisuras, se repetiría el ensayo ajustando la cantidad de agua, ya sea incrementándola o reduciéndola, hasta alcanzar las dimensiones mencionadas. Se repitió el ensayo hasta obtener 5 muestras, con las cuales se determinó el contenido de humedad.

Figura 7. Ensayo de Límite Plástico



Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Gravedad específica**

El ensayo de gravedad específica fue llevado a cabo de acuerdo con la norma AASHTO T 100-2015. Se han pesado 50 gramos de suelo que pasaron a través del tamiz #40 (4.75mm). Se llenó un picnómetro hasta la marca de aforo con agua y se registró su peso en una balanza electrónica. A continuación, se agregó la muestra de

suelo al picnómetro utilizando un embudo, alcanzando 1/3 o 2/3 de su capacidad. Luego, se volvió a llenar con agua y se registró el nuevo peso, junto con la medición de temperatura. Mediante un baño maría, se eliminaron las burbujas de aire presentes en el picnómetro, y se volvió a medir su peso. La muestra de suelo se sometió a un proceso de secado en un horno a temperaturas entre 105 °C y 110 °C durante 24 horas. Se empleó la siguiente fórmula:

$$G_s = \frac{W_s}{W_{(p+w)} + W_s - W_{(p+w+s)}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

G_s = Gravedad específica

W_s =Peso del suelo

$W_{(p+w)}$ =Peso del picnómetro más agua

$W_{(p+w+s)}$ =Peso del picnómetro más agua más suelo

Figura 8. Ensayo de gravedad específica



Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Proctor Modificado Tipo B**

Según la normativa AASHTO T-180 de 2018, se procedió a la toma de una muestra de 6000 gramos de suelo que supera el tamiz #4. Utilizando un palustre, se añadió un porcentaje de agua entre el 3% y el 4% a la muestra de suelo, marcando así el primer punto en la curva Proctor. Se realizaron mediciones del molde Proctor con un calibrador pie de rey para determinar con mayor precisión el volumen a compactar. Se pesó el molde sin collarín en una balanza mecánica, se añadieron 5 capas de suelo de manera equitativa, y se golpeó con un martillo 56 veces por capa. Posteriormente, se retiró el collarín, se niveló la muestra y se pesó el molde con el suelo compactado. Se extrajeron 2 muestras de suelo para determinar el contenido de humedad real, ya que la muestra de suelo experimenta pérdida de agua durante el proceso. Este procedimiento se repitió para los 3 puntos restantes de la curva Proctor incrementando progresivamente el porcentaje de agua en cada punto, manteniendo un control del nivel de humedad de la muestra para evitar llegar al estado lodoso.

Figura 9. Ensayo Proctor modificado tipo B



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Los datos obtenidos de los ensayos se procesaron en el software Microsoft Excel de licencia estudiantil.

- **Relación de Soporte de California (CBR)**

Se llevó a cabo el procedimiento establecido en la Norma AASHTO T-193 de 2013 utilizando 15000 gramos de suelo representativo, previamente secado y que había pasado por el tamiz #4. Además, se contó con los datos obtenidos en el ensayo de Proctor modificado, como la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo. El desarrollo del ensayo fue el siguiente: 5000 gramos de muestra se colocaron en una bandeja y se añadió un porcentaje de agua equivalente a la humedad óptima obtenida en el ensayo de Proctor modificado. Se mezcló la muestra con el agua usando un palustre hasta obtener una mezcla uniforme, que luego se colocó en el molde para proceder con la compactación. El procedimiento de compactación fue similar al del Proctor modificado, con la colocación de 5 capas y compactación mediante golpes con un martillo. La diferencia en el ensayo de CBR radicó en el número de golpes, utilizando la humedad óptima y tres moldes. En cada molde se colocaron 5 capas de muestra, variando el número de golpes para cada molde: 7, 11 y 56 golpes respectivamente. Una vez concluida la compactación en cada molde, se extrajeron dos muestras para determinar el contenido de humedad.

Se retiró la retorta en cada molde, se giró el molde y se colocaron pesas en el espacio resultante. Luego, los moldes se sumergieron durante 72 horas. Posteriormente, se retiraron cuidadosamente los moldes saturados y se dejaron secar durante 40 minutos. Una vez secos, se realizaron ensayos en el equipo CBR (Multispeed), que proporcionó datos en forma de gráfica de esfuerzo vs deformación. Al concluir el ensayo, se extrajeron dos muestras, una de la parte superior y otra de la parte inferior del molde, con el objetivo de determinar el contenido de humedad después de saturar la muestra.

$$CBR = \frac{CARGA\ UNITARIA\ DEL\ ENSAYO}{CARGA\ UNITARIA\ PATRON} * 100\% \quad (\text{Ecuación 3})$$

Figura 10. Ensayo CBR



Fuente: Alexander Nauque Villacís

2.2.2. Fase 2



En la fase 2, se adoptó un enfoque de investigación analítica y comparativa, centrándose en la correlación entre el CBR de laboratorio, el ensayo DCP y las propiedades índice y mecánicas de las 12 muestras de suelos recolectadas. Este análisis se llevó a cabo mediante correlaciones múltiples que consideraron tres variables, las cuales podían adoptar formas lineales, potenciales, exponenciales o logarítmicas según la naturaleza del fenómeno estudiado. A continuación, se presenta el formato para calcular las diversas correlaciones.

- **Correlación Múltiple Lineal**

$$Z = a_0 + a_1x + a_2y$$

(Ecuación 4)

Tabla 1. Formato para correlación múltiple lineal



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CORRELACIONES 							
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
CORRELACIÓN MÚLTIPLE LINEAL							
N° Muestra	Variable	xz	yz	xy	x ²	y ²	z ²
	x y z						

Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Correlación Múltiple Potencial**

$$\log Z = \log a_0 + a_1 \log x + a_2 \log y \quad (\text{Ecuación 5})$$

Tabla 2. Formato para correlación múltiple exponencial



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CORRELACIONES 										
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”										
CORRELACIÓN MÚLTIPLE POTENCIAL										
N° Muestra	Variable	x'=log(x)	y'=log(y)	z'=log(z)	xz	yz	xy	x ²	y ²	z ²
	x y z									

Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Correlación Múltiple Exponencial**

$$\ln Z = \ln a_0 + a_1 x + a_2 y \quad (\text{Ecuación 6})$$

Tabla 3. Formato para correlación múltiple exponencial



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CORRELACIONES 								
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”								
CORRELACIÓN MÚLTIPLE EXPONENCIAL								
N° Muestra	Variable	$z'=\log(z)$	xz'	yz'	xy	x^2	y^2	z^2
	x y z							

Fuente: Alexander Nauque Villacís

- **Correlación Múltiple Logarítmica**

$$Z = a_0 + \log a_1 x' + a_2 y \quad (\text{Ecuación 7})$$

Tabla 4. Formato para correlación múltiple logarítmica

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CORRELACIONES 								
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”								
CORRELACIÓN MÚLTIPLE LOGARÍTMICA								
N° Muestra	Variable	$x'=\log(x)$	$x'z$	yz	$x'y$	x'^2	y^2	z^2
	x y z							



Fuente: Alexander Nauque Villacís

2.2.3. Fase 3

En la fase 3 se aplicó la investigación cuantitativa y cualitativa para obtener datos numéricos y explorar percepciones y opiniones. Se diseñó la estructura de pavimento flexible bajo el Método AASHTO 93 en base a los resultados del CBR de laboratorio, así como de las correlaciones de las propiedades de los suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi, aplicando la investigación analítica.

Para dar cumplimiento a lo anterior, se determinó el Tráfico Futuro Diario Anual, por ello se realizó el conteo vehicular durante doce horas consecutivas (6 A.M a 18 P.M) por 7 días. La vía escogida para el diseño de la estructura de pavimento flexible fue la de mayor flujo vehicular de entre varias vías analizadas. El conteo vehicular se lo realizó siguiendo el siguiente formato:

Tabla 5. Formato de conteo de tráfico

 									
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO									
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”									
Elaborado por:				Sentido:					
Vía:				Día:		Fecha:			
HORA	LIVIANOS	BUSES	MOTOS	PESADOS			Total	TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB			

Fuente: Alexander Nauque Villacís

Los resultados obtenidos del TPDA, combinados con los resultados de la fase 2, que incluyen el valor de CBR de laboratorio y el valor de CBR derivado de las correlaciones, junto con los parámetros descritos a continuación, se emplearán en el proceso de diseño de la estructura de pavimento bajo la metodología AASHTO 93.

2.2.3.1. Parámetros para el diseño de estructura de Pavimento

Flexible

2.2.3.1.1. Tráfico Promedio Diario Anual TPDA

Se lo determinó por el método de la 30^{va} hora, de acuerdo con [13].

$$TPDA = \frac{VHP * FPH}{k} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

Donde:

VHP: Volumen de vehículos en la hora pico

FHP: Factor de hora pico

k: valor esperado de la relación entre el volumen de la 30^{va} hora máxima seleccionada y el TPDA proyectado. Se considera k=15% para zonas rurales.

- **Factor de hora pico**

$$FHP = \frac{VHMD}{4Q_{m\acute{a}x}} \quad (\text{Ecuaci3n 9})$$

Donde:

FHP= Factor Hora Pico

VHMD= Volumen de máxima demanda

Q_{máx}=Maximo valor de tráfico en 15 minutos.

- **Volumen de máxima demanda**

$$VHMD = Acumulado_{(A-B)} = \sum \text{Periodos contados dentro de la hora}$$

(Ecuaci3n 10)

Donde A-B es el intervalo de la hora de mayor demanda

2.2.3.1.2. TPDA Total

$$TPDA_T = TPDA_{Actual} + T_{At} + T_G + T_D \quad (\text{Ecuaci3n 11})$$

Donde:

TAt: Tráfico atraído

TG: Tráfico generado

TD: Tráfico desarrollado

2.2.3.1.3. Tráfico futuro

$$T_f = TPDA_T(1 + i)^n \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde:

i: Tasa de crecimiento de tránsito.

n: Periodo de diseño

Tabla 6. Tasa de crecimiento anual de tráfico

Tasa de crecimiento anual de tráfico (%)			
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: Las Normas del Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003 [14]

2.2.3.2. Diseño de la estructura de Pavimento Flexible por el Método AASHTO 93

El diseño del pavimento flexible, conforme al Método AASHTO 93, se fundamenta en la determinación del Número Estructural "SN", el cual debe ser capaz de soportar el nivel de carga especificado por el proyecto. [15]

La determinación de estos números se efectuó mediante una hoja de cálculo en Microsoft Excel, con licencia estudiantil. La misma solicita algunos datos como puede apreciarse en la Tabla 7. Éstos se determinaron mediante los apartados siguientes.

El número estructura requerido total se calculó con ayuda del software Ecuación AASHTO 93 de licencia libre.

Tabla 7. Hoja de cálculo para diseño de pavimento flexible

Diseño de pavimentos flexibles			
Método AASHTO 1993			
Datos de entrada:			
1. Características de materiales			
a. Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (ksi)			-
b. Módulo de elasticidad de la base granular (ksi)			-
c. Módulo de elasticidad de la subbase (ksi)			-
2. Datos de tráfico y propiedades de la subrasante			
a. Número de ejes equivalentes total (w18)			-
b. Factor de confiabilidad (r)			-
Desviación estándar normal (Zr)			-
Desviación estándar global (So)			-
c. Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr, ksi)			-
d. Serviciabilidad inicial (Pi)			-
e. Serviciabilidad final (Pt)			-
f. Periodo de diseño (años)			-
3. Datos para estructuración del refuerzo			
a. Coeficientes estructurales de capa			
Concreto asfáltico convencional (a ₁)			-
Base granular (a ₂)			-
Subbase (a ₃)			-
b. Coeficientes de drenaje de capa			
Base granular (m ₂)			-
Subbase (m ₃)			-
Datos de salida:			
Número estructural requerido total (SN _{req})			-
Número estructural carpeta asfáltica (SN _{ca})			-
Número estructural base granular (SN _{bg})			-
Número estructural subbase (SN _{sb})			-
Estructura del pavimento			
	Teórico	Propuesta	
		Espesor	SN*
Espesor carpeta asfáltica (cm)	-	-	-
Espesor base granular (cm)	-	-	-
Espesor subbase granular (cm)	-	-	-
Espesor total (cm)		-	-

Fuente: Alexander Nauque Villacís

2.2.3.3. Periodo de diseño

Se lo calculó con los valores de la Tabla 8 proporcionada.

Tabla 8. Periodo de diseño recomendado según el tipo de carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado	30-50
Interurbana de tránsito elevado	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10-20

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993* [16]

2.2.3.4. Número de Ejes Equivalentes

Se refiere al deterioro generado por diversas configuraciones de ejes y cargas, expresado como un número equivalente de repeticiones de un eje simple con rueda doble de 18 kips (80 kN o 8,2 toneladas), que causará un daño comparable al provocado por toda la combinación de tráfico. [15] Este se calculó siguiendo la siguientes fórmula:

$$W_{18} = F_d * F_c * TPDA * 365 \quad (\text{Ecuación 13})$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes.

Fd: Factor de distribución direccional.

Fc: Factor de distribución por carril. (Tabla 9)

TPDA: Tráfico promedio diario anual.

Tabla 9. Factor de distribución por carril

No. Carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kip en el carril de diseño (F_c)
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993* [16]

El factor de daño se determinó con ayuda de la matriz expuesta en la Tabla 10.

Tabla 10. Formato para determinación del factor de daño

Factores de daño según el tipo de vehículo									
Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Trídem		Factor de daño
	Toneladas	($P/6.6$) ⁴	Toneladas	($P/8.2$) ⁴	Toneladas	($P/15$) ⁴	Toneladas	($P/23$) ⁴	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Alexander Nauque Villacís

Los datos de los pesos se tomaron de la Tabla 11.

Tabla 11. Tabla nacional de pesos y dimensiones

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

Fuente: Norma para estudios y diseños viales NEVI-12-MTOP (2013)[17]

2.2.3.5. Factor de Confiabilidad

Se trata de la posibilidad de que el pavimento diseñado exhiba un rendimiento aceptable a lo largo de su vida útil del proyecto, ante las demandas de carga y las condiciones climáticas, o la probabilidad de que los problemas relacionados con deformaciones y

fallos se mantengan por debajo de los límites permitidos. [15] Se procedió tomando los datos de la Tabla 12.

Tabla 12. Valores del factor de confiabilidad R

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Carreteras de primer orden	80-99	75-95
Carreteras secundarias	80-95	75-95
Caminos vecinales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

Para ello se requirió de los datos presentes en la Tabla 13.

Tabla 13. Tipo de carretera de acuerdo con el TPDA

Función	Clase de carretera	TPDA
Corredor arterial	RI ó RII	>8000
	I	3000-8000
Colectora	II	1000-3000
	III	300-1000
Vecinal	IV	100-300
	V	<100

Fuente: Las Normas del Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003 [14]

2.2.3.6. Desviación estándar normal (Z_r)

Se calculó en base al factor de confiabilidad y con los datos de la Tabla 14.

Tabla 14. Desviación estándar normal

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

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

2.2.3.7. Desviación Estándar global (S_0)

Se calculó con los datos presentes en la Tabla 15.

Tabla 15. Desviación Estándar Global

Desviación Estándar Global S_0	
Pavimentos rígidos	0.3-0.4
Pavimentos flexibles	0.4-0.5

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

2.2.3.8. Índice de Serviciabilidad

Se calculó con la (Ecuación 14) y los datos de las Tabla 16 y Tabla 17.

Tabla 16. PSI inicial

Tipo de pavimento	PSI inicial P_0
Rígido	4.5
Flexible	4.2

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

Tabla 17. PSI final

Clase de carretera	PSI final P_t
Carreteras principales	≥ 2.5
Carreteras de importancia baja	2

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Donde:

ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad

$PSI_{inicial}$: Serviciabilidad inicial

PSI_{final} : Serviciabilidad final

2.2.3.9. Módulo de resiliencia (M_r)

Se lo calculó en función del CBR y de acuerdo con lo estipulado en [16], siguiendo las siguientes fórmulas:

$$M_r[psi] = 1500CBR \quad CBR \leq 7\% \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$M_r[psi] = 3000CBR^{0.65} \quad 7\% < CBR \leq 20\% \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$M_r[psi] = 4326 \ln CBR + 241 \quad CBR > 20\% \quad (\text{Ecuación 17})$$

2.2.3.10. Coeficientes estructurales de las capas del paquete estructural

Los espesores de las capas de la estructura del pavimento se obtuvieron del valor del número estructural SN.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (\text{Ecuación 18})$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 : Coeficientes estructurales

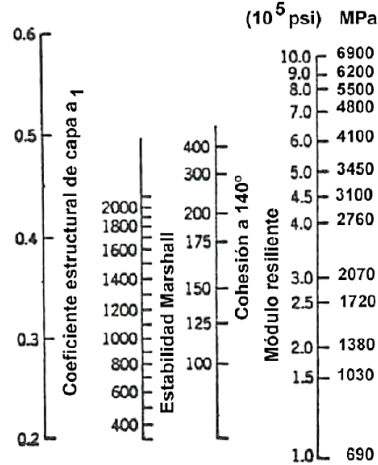
D_1, D_2, D_3 : Espesores de subbase, base y capa de rodadura, respectivamente

m_2, m_3 : Coeficientes de drenaje

2.2.3.10.1. Coeficiente estructural de la capa asfáltica (a_1)

El coeficiente estructural a_1 se calculó con los datos de la Figura 11.

Figura 11. Ábaco para estimar el número estructural de la carpeta asfáltica a_1

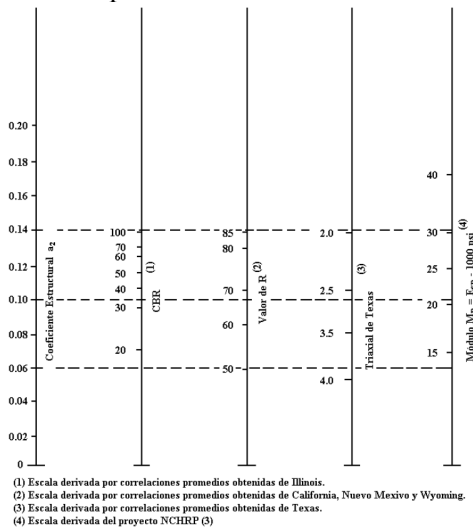


Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

2.2.3.10.2. Coeficiente estructural de la base (a_2)

El coeficiente estructural a_1 se calculó con los datos de la Figura 12.

Figura 12. Ábaco para estimar el número estructural de la capa base “ a_2 ”



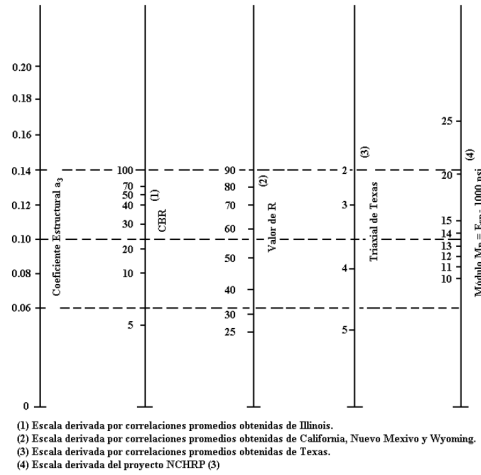
- (1) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

2.2.3.10.3. Coeficiente estructural de la subbase (a₃)

El coeficiente estructural a₃ se calculó con los datos de la Figura 13 y Figura 11.

Figura 13. Ábaco para estimar el número estructural de la capa subbase “a₃”



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

2.2.3.10.4. Coeficientes de drenaje (m₂, m₃)

Se obtuvo el coeficiente de drenaje de la estación más cercana dentro de los anuarios meteorológicos elaborados por el INAMHI, siendo ésta la estación M0362 Las Pampas. Con este dato se puede determinar la calidad de drenaje en base a los datos de la Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 18. Capacidad de drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993 [16]

Tabla 19. Coeficientes de drenaje

Capacidad de drenaje	Porcentaje de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menor a 1%	de 1% a 5%	de 5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993* [16]

2.2.3.11. Espesores del paquete estructural

2.2.3.11.1. Espesores mínimos

Se obtuvieron en función del número de ejes equivalentes, de acuerdo con el método AASHTO 93 utilizando la Tabla 20.

Tabla 20. Espesores mínimos en función del número de ejes equivalentes

Eje W8.2	Carpeta asfáltica D1 (cm)	Capa base D2 (cm)
< 50 000	3.0	10.0
50 0001 a 150 000	5.0	10.0
150 001 a 500 000	6.5	10.0
500 001 a 2000 000	7.5	15.0
2000 001 a 7000 000	9.0	15.0
> 7000 000	10.0	15.0

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993* [16]

Las siguientes expresiones se ingresaron la hoja de cálculo de la Tabla 7 para la obtención de los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento.

2.2.3.11.2. Espesor de la carpeta asfáltica

Se obtuvo de la siguiente ecuación que relaciona el número estructural de la carpeta asfáltica con su espesor mínimo.

$$SN_1 = a_1 * D_1 \quad (\text{Ecuación 19})$$

Donde:

D_1 =Espesor mínimo de la carpeta asfáltica

a_1 =Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

2.2.3.11.3. Espesor de la base

Se obtuvo de la siguiente ecuación que relaciona el número estructural de la base, su espesor mínimo y su coeficiente de drenaje.

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2 \quad (\text{Ecuación 20})$$

Donde:

D_2 =Espesor mínimo de la base

a_2 =Coeficiente estructural de la base

m_2 =Coeficiente de drenaje

2.2.3.11.4. Espesor de la subbase

Se calculó con la siguiente ecuación que relaciona el número estructural de la subbase, su espesor mínimo y su coeficiente de drenaje.

$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3 \quad (\text{Ecuación 21})$$

Donde:

D_3 =Espesor mínimo de la base

a_3 =Coeficiente estructural de la base

m_3 =Coeficiente de drenaje

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos, descritos de acuerdo con las etapas previamente mencionadas.

3.1. Análisis y discusión de resultados

3.1.1. Fase 1

Se exponen los resultados de los ensayos in situ y de laboratorio realizados para determinar las propiedades índice y mecánicas de las 12 muestras representativas de los suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos.

3.1.1.1. Resultados de los ensayos in situ

3.1.1.1.1. Cono Dinámico de Penetración DCP

La Tabla 21 refleja valores del ensayo DCP que oscilan entre 8.997 y 59.047 mm/golpe, como se puede apreciar. En varios casos, se observan similitudes en los valores de puntos adyacentes, fenómeno atribuible a las similitudes en las características del suelo en tramos específicos.

Tabla 21. Resultados del ensayo DCP

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	DCP
			DN (mm/golpe)
1	Saguambi-Río Negro	M1	13.956
		M2	18.204
		M3	19.770
2	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	17.672
		M5	25.569
		M6	50.649
3	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	59.047
		M8	19.302
		M9	18.916
4	Las Minas-Palo Quemado	M10	8.997
		M11	26.597
		M12	18.916

Fuente: Alexander Nauque Villacís

En 2018, Muhammed y Abdella [18] a través de su investigación llevada a cabo en Jimma, suroeste de Etiopía, con condiciones climáticas subtropicales similares a las de las parroquias en estudio, se obtuvieron valores de DCP que variaron entre 28 y 92 mm/golpe. La variabilidad en estos resultados podría atribuirse al hecho de que la investigación se llevó a cabo utilizando un conjunto más extenso de muestras, siendo este igual a 36.

3.1.1.1.2. Densidad de campo (Método del Cono y Arena de Ottawa)

La Tabla 22 presenta los resultados obtenidos del ensayo de densidad de campo, proporcionando los valores de densidad seca in situ, los cuales variaron en un rango entre 1.028 y 1.801 g/cm³. Según Das [19], densidades secas en el intervalo de 1.15 a 1.45 g/cm³ indican arcillas blandas, mientras que una densidad seca de 1.7 g/cm³ se correlaciona con arcilla dura. La arena limosa se caracteriza por valores de densidad en el rango de 1.9 a 1.6 g/cm³.

En la misma tabla, se observan valores de relación de vacíos comprendidos entre 0.387 y 1.335. Siguiendo la referencia del autor mencionado en el párrafo anterior, un valor de relación de vacíos igual a 0.4 sugiere la presencia de arenas limosas, mientras que valores entre 0.9 y 1.4 se asocian con arcillas blandas [19].

Tabla 22. Resultados del ensayo de Densidad de campo

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Densidad de Campo					
			Densidad húmeda in situ γ_m (g/cm ³)	Densidad seca in situ γ_d (g/cm ³)	Relación de vacíos e	Porosidad n%	Grado de saturación del agua Gw%	Grado de saturación del aire Ga%
1	Saguambi-Río Negro	M1	1.575	1.304	0.820	45.055	59.416	40.584
		M2	1.216	1.028	1.335	57.164	32.109	67.891
		M3	1.436	1.197	0.990	49.745	48.016	51.984
2	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	1.351	1.106	1.082	51.960	45.188	54.812
		M5	1.902	1.663	0.387	27.926	82.037	17.963
		M6	1.757	1.455	0.689	40.807	72.536	27.464
3	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	1.689	1.346	0.665	39.926	85.008	14.992
		M8	2.024	1.801	0.448	30.929	69.263	30.737
		M9	2.000	1.769	0.469	31.949	70.611	29.389
4	Las Minas-Palo Quemado	M10	2.002	1.683	0.474	32.147	99.205	0.795
		M11	1.603	1.047	1.250	55.552	99.756	0.244
		M12	1.993	1.762	0.411	29.122	78.785	21.215

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.1.1.2. Resultados de los ensayos de laboratorio

3.1.1.2.1. Contenido de humedad natural

Se obtuvieron los datos de contenido de humedad natural expuestos en la Tabla 23, los mismos presentaron valores comprendidos entre 12.72% y 66.977%. En 2021 Bakala y Thanappan [20], mediante su investigación basada en la resistencia al corte y algunas de las propiedades índice en suelos cohesivos de Etiopia, encontraron valores de contenido de humedad natural superiores a 35% con límite en 47.79%, considerando un total de 30 muestras.

Por su parte, en 2022, Faluyi, Amu y Adetoro [21] llevaron a cabo una investigación centrada en el índice de propiedades de los suelos para la construcción de carreteras en el suroeste de Nigeria. En este estudio, determinaron valores de contenido de humedad natural que variaron entre 3.02% y 15.21%, utilizando un total de 54 muestras. Estos suelos, presentes en un clima tropical caracterizado por su humedad constante a lo largo del año, fueron mayoritariamente clasificados como arcillosos, así como limo o grava arcillosa y arena.

Tabla 23. Resultados del ensayo de contenido de humedad natural

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Contenido de humedad natural
			ω %
1	Saguambi-Río Negro	M1	21.333
		M2	15.949
		M3	17.407
2	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	23.642
		M5	13.807
		M6	38.148
3	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	26.156
		M8	12.720
		M9	13.045
4	Las Minas-Palo Quemado	M10	19.305
		M11	66.977
		M12	12.596

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.1.1.2.2. Gravedad específica

Los valores de gravedad específica, detallados en la Tabla 24, varían entre 2.321 y 2.608. Estos resultados pueden ser comparados con los obtenidos en 2022 por Reta y Jote [22], quienes, en su investigación sobre las propiedades de 10 muestras de suelos para material de subrasante en Etiopía, clasificaron los suelos como arcillosos, limosos, y limo o grava arcillosa y arena, con valores de gravedad específica entre 2.40 y 2.84.

Contrastando con [20], se observaron valores de gravedad específica entre 2.58 y 2.69, con una dispersión mínima y similares a los citados en [22], lo que podría atribuirse a un muestreo realizado en el mismo país y en puntos adyacentes en ambas investigaciones. Por otro lado, en [21] se registraron valores de gravedad específica entre 2.05 y 2.89, presentando una dispersión mayor debido a un muestreo realizado con mayor holgura.

Tabla 24. Resultados del ensayo de gravedad específica

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Gravedad específica
			Gs
1	Saguambi-Río Negro	M1	2.379
		M2	2.410
		M3	2.382
2	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	2.324
		M5	2.321
		M6	2.469
3	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	2.247
		M8	2.620
		M9	2.608
4	Las Minas-Palo Quemado	M10	2.480
		M11	2.360
		M12	2.488

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.1.1.2.3. Granulometría

Los datos presentados en la Tabla 25 proporcionan los valores del porcentaje que pasa el tamiz #200. Este valor nos permite determinar si la muestra ensayada es un suelo fino, cuando el porcentaje es mayor al 50%, o un suelo grueso, cuando el porcentaje es menor al 50%. Los porcentajes determinados oscilan entre su valor más bajo, que es 3.88, y un único valor que supera el límite del 50%, clasificando así a la muestra M11 como la única catalogada como suelo fino.

En [21] se encontraron diversos valores del porcentaje que pasa el tamiz #200, que van desde valores tan bajos como 0.74 hasta otros tan altos como 56.68. Esto permite afirmar que, dentro de un mismo estudio y entre las muestras ensayadas, existen suelos tanto muy finos como gruesos.

De acuerdo con Juárez y Rico [23] los suelos con un coeficiente de uniformidad menor a 3 son considerados uniformes. Si este coeficiente se encuentra fuera de este rango, el suelo se clasifica como bien graduado. Al contrastar con los resultados de las

muestras de suelo analizadas, podemos afirmar que la mayoría de ellas exhiben características de suelos con buena granulometría.

Tabla 25. Resultados del ensayo de granulometría

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Granulometría		
			Cu	Cc	% que pasa tamiz #200
1	Saguambi-Río Negro	M1	13.857	0.713	10.49
		M2	16.222	3.571	3.88
		M3	20.583	1.215	5.92
2	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	25.727	2.960	7.00
		M5	94.600	0.518	13.90
		M6	18.250	3.362	6.04
3	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	8.077	0.659	5.09
		M8	106.000	3.406	21.02
		M9	60.500	1.492	21.66
4	Las Minas-Palo Quemado	M10	78.000	0.462	32.15
		M11	12.000	0.750	50.52
		M12	68.500	1.182	21.85

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.1.1.2.4. Límites de Atterberg

Dentro de la Tabla 26 se presentan los resultados de los ensayos de Límites de Atterberg. En el límite líquido, se registraron valores que varían desde 19.295 y 37.366, con una dispersión significativa en uno igual a 68.869. En cuanto al límite plástico, se obtuvieron valores que oscilan entre 18.591 y 64.252, también con cierta variabilidad. A partir de estos resultados, se determinó, de las 12 muestras sometidas al ensayo, 11 presentan baja plasticidad al exhibir un límite plástico inferior al 50%. Por su parte, el índice plástico presenta valores comprendidos entre 0.351 y 7.937.

En [22], se identificaron valores de límite líquido en el rango de 35.5 a 63.2, límite plástico de 20.6 a 45.2, y un índice plástico que abarca desde 4 hasta 28.6. Por otro lado, en [21], con un mayor muestreo, se encontraron valores de límite líquido que van desde 26.5 hasta 58.2. En relación con el límite plástico, se observaron desde suelos

no plásticos hasta valores de 8.24 a 41.31. Los valores de índice plástico abarcan desde no plásticos hasta valores comprendidos entre 8.41 y 29.8.

La variabilidad observada en estos resultados sugiere la presencia de diversos tipos de suelos con características distintas en un estudio llevado a cabo en la misma zona. Dentro de este ensayo, se reflejan diferentes valores de contenido de humedad que son necesarios para el cambio de consistencia de una muestra, en el caso del límite líquido y límite plástico. Asimismo, se evidencia la variación en el intervalo de contenido de humedad en el cual la muestra mantiene su plasticidad, en el caso del índice plástico.

Tabla 26. Resultados de los ensayos de Límites de Atterberg

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Límites de Atterberg		
			LL%	LP%	IP%
1	Saguambi-Río Negro	M1	19.295	18.591	0.703
		M2	21.303	19.472	1.831
		M3	27.324	26.008	1.316
2	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	20.596	20.245	0.351
		M5	24.383	16.445	7.937
		M6	36.932	31.296	5.636
3	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	37.366	30.820	6.546
		M8	24.600	21.382	3.218
		M9	25.404	24.312	1.092
4	Las Minas-Palo Quemado	M10	26.208	24.528	1.680
		M11	68.869	64.252	4.617
		M12	25.519	24.103	1.415

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.1.1.2.5. Proctor modificado tipo “B”

En la Tabla 27 se puede encontrar los resultados del ensayo Proctor, con valores de contenido óptimo de humedad en un rango comprendido entre 8% y 39.5% y densidad seca máxima de entre 1.18 y 2.09.

En la investigación basada en la correlación entre propiedades físicas y mecánicas de suelos granulares de la sierra norte y centro de Ecuador publicada en 2022 por Portilla

[12] se encontraron valores de densidad seca máxima entre 1.076 y 1.855 y humedad óptima de 10.8 y 29.7%, valores muy cercanos a los determinados en este estudio. Estos resultados muestran una notable cercanía con los obtenidos en el presente estudio. Se puede confirmar que esta similitud se atribuye a que ambos estudios fueron llevados a cabo en suelos de la sierra ecuatoriana.

Se puede observar un grado de compactación superior al 100%, esto puede deberse a la variabilidad de la energía de compactación utilizada en laboratorio.

Tabla 27. Resultados del ensayo Proctor modificado tipo "B"

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Proctor Modificado "B"		
			ω % Óptimo	Densidad seca máxima γ_d (g/cm ³)	Grado de compactación Gc %
1	Saguambi-Río Negro	M1	12.340	1.865	69.91%
		M2	12.640	1.675	61.40%
		M3	8.800	2.020	59.25%
2	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	11.600	1.840	60.13%
		M5	15.000	1.600	103.96%
		M6	15.820	1.990	73.10%
3	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	15.500	1.635	82.31%
		M8	9.900	2.063	87.32%
		M9	8.000	2.005	88.22%
4	Las Minas-Palo Quemado	M10	11.200	1.958	85.95%
		M11	39.500	1.180	88.71%
		M12	8.000	2.090	84.32%

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.1.1.2.6. Relación de Soporte de California CBR

En la Tabla 28 se encuentran los valores producto del ensayo CBR, con datos oscilantes de un CBR máximo entre 4.460 y 35.4. Al igual que en el ensayo Proctor, son valores próximos a los obtenidos en [12] que fueron de 4.8 y 53.8. Debido a esto se puede atribuir dicha similitud a la realización de ambos estudios en suelos de la sierra ecuatoriana.

Tabla 28. Resultados del ensayo CBR

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	CBR %				
			90% γ_d máx		95% γ_d máx		Máximo
			0.1 in	0.2 in	0.1 in	0.2 in	
1	Saguambi-Río Negro	M1	24.11	26.75	31.66	35.89	35.89
		M2	10.49	11.43	12.92	14.93	14.93
		M3	5.81	6.22	8.92	9.22	9.22
2	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	12.70	12.95	34.05	35.39	35.39
		M5	5.27	5.39	5.92	6.09	6.09
		M6	19.68	18.14	22.29	20.69	22.29
3	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	3.70	3.53	4.46	4.43	4.46
		M8	7.55	8.54	21.31	23.35	23.35
		M9	6.31	7.66	9.80	11.90	11.90
4	Las Minas-Palo Quemado	M10	5.38	6.52	9.54	11.26	11.26
		M11	11.64	12.39	15.11	16.15	16.15
		M12	9.52	11.58	10.46	12.63	12.63

Fuente: Alexander Nauque Villacís

Se puede apreciar un resumen de los valores de las propiedades índice en la Tabla 29 y de las propiedades mecánicas en la Tabla 30, los mismos se emplearon en la determinación de las correlaciones.

Tabla 29. Resumen de Propiedades Índice

N° Punto	Vía	Muestra	Contenido de humedad ω % Natural	Granulometría			Límites de Atterberg			Gravedad específica Gs	Densidad de campo					
				Coefficiente de uniformidad Cu	Coefficiente de curvatura Cc	Porcentaje que pasa el tamiz #200	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice plástico (%)		Relación de vacíos e	Porosidad n (%)	Grado de saturación del agua Gw (%)	Grado de saturación del aire Ga (%)	Densidad húmeda in situ γ_m (g/cm ³)	Densidad seca in situ γ_d (g/cm ³)
1	Saguambi-Río Negro	M1	21.333	13.857	0.713	10.488	19.295	18.591	0.703	2.379	0.820	45.055	59.416	40.584	1.575	1.304
		M2	15.949	16.222	3.571	3.880	21.303	19.472	1.831	2.410	1.335	57.164	32.109	67.891	1.216	1.028
		M3	17.407	20.583	1.215	5.920	27.324	26.008	1.316	2.382	0.990	49.745	48.016	51.984	1.436	1.197
3	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	23.642	25.727	2.960	7.000	20.596	20.245	0.351	2.324	1.082	51.960	45.188	54.812	1.351	1.106
		M5	13.807	94.600	0.518	13.904	24.383	16.445	7.937	2.321	0.387	27.926	82.037	17.963	1.902	1.663
		M6	38.148	18.250	3.362	6.041	36.932	31.296	5.636	2.469	0.689	40.807	72.536	27.464	1.757	1.455
4	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	26.156	8.077	0.659	5.089	37.366	30.820	6.546	2.247	0.665	39.926	85.008	14.992	1.689	1.346
		M8	12.720	106.000	3.406	21.023	24.600	21.382	3.218	2.620	0.448	30.929	69.263	30.737	2.024	1.801
		M9	13.045	60.500	1.492	21.659	25.404	24.312	1.092	2.608	0.469	31.949	70.611	29.389	2.000	1.769
5	Las Minas-Palo Quemado	M10	19.305	78.000	0.462	32.151	26.208	24.528	1.680	2.480	0.474	32.147	99.205	0.795	2.002	1.683
		M11	66.977	12.000	0.750	50.517	68.869	64.252	4.617	2.360	1.250	55.552	99.756	0.244	1.603	1.047
		M12	12.596	68.500	1.182	21.850	25.519	24.103	1.415	2.488	0.411	29.122	78.785	21.215	1.993	1.762

Fuente: Alexander Nauque Villacís

Tabla 30. Resumen de Propiedades Mecánicas

N° Punto	Vía	Muestra	COMPACTACIÓN PROCTOR			CBR %				DCP	
			ω% ÓPTIMO	PESO VOLUMÉTRICO SECO γ _d (g/cm ³)	GRADO DE COMPACTACIÓN G _c (%)	90 % γ _d máx.		95 % γ _d máx.		MÁXIMO	DN mm/golpe
						0.1 in	0.2 in	0.1 in	0.2 in		
1	Saguambi-Río Negro	M1	12.340	1.865	69.91%	24.110	26.750	31.660	35.890	35.890	13.956
		M2	12.640	1.675	61.40%	10.490	11.430	12.920	14.930	14.930	18.204
		M3	8.800	2.020	59.25%	5.810	6.220	8.920	9.220	9.220	19.770
3	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	M4	11.600	1.840	60.13%	12.700	12.950	34.050	35.390	35.390	17.672
		M5	15.000	1.600	103.96%	5.270	5.390	5.920	6.090	6.090	25.569
		M6	15.820	1.990	73.10%	19.680	18.140	22.290	20.690	22.290	50.649
4	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	15.500	1.635	82.31%	3.700	3.530	4.460	4.430	4.460	59.047
		M8	9.900	2.063	87.32%	7.550	8.540	21.310	23.350	23.350	19.302
		M9	8.000	2.005	88.22%	6.310	7.660	9.800	11.900	11.900	18.916
5	Las Minas-Palo Quemado	M10	11.200	1.958	85.95%	5.380	6.520	9.540	11.260	11.260	8.997
		M11	39.500	1.180	88.71%	11.640	12.390	15.110	16.150	16.150	26.597
		M12	8.000	2.090	84.32%	9.520	11.580	10.460	12.630	12.630	18.916

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.2. Fase 2

En esta fase se efectuaron las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de las muestras de suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, considerándose como válidas aquellas con un coeficiente de correlación R^2 mayor a 0.70. Es importante señalar la notación y las unidades de las variables derivadas de este trabajo experimental, las mismas se encuentran detalladas en la Tabla 31.

Tabla 31. Nomenclatura de las variables utilizadas para las correlaciones

N°	Notación	Descripción	Unidad
1	$\omega\%$ Nat.	Contenido de humedad natural	%
2	Cu	Coeficiente de uniformidad	-
3	Cc	Coeficiente de curvatura	-
4	%#200	Porcentaje que pasa el tamiz #200	%
5	LL	Límite Líquido	%
6	LP	Límite Plástico	%
7	IP	Índice Plástico	%
8	Gs	Gravedad Específica	-
9	e'	Relación de Vacíos	-
10	n	Porosidad	%
11	Gw	Grado de Saturación del Agua	%
12	Ga	Grado de Saturación del Aire	%
13	γ_m	Densidad húmeda in situ	g/cm^3
14	γ_d	Densidad seca in situ	g/cm^3
15	$\omega\%$ Ópt.	Contenido de humedad óptimo	%
16	γ_d Proctor	Peso volumétrico seco	g/cm^3
17	Gc	Grado de compactación	%
18	CBR	CBR máximo	%
19	DN	Índice de penetración	mm/golpe

Fuente: Alexander Nauque Villacís

Con el fin de evitar confusiones con el número de Euler representado como e y utilizado en las correlaciones de tipo exponencial, se optó por designar la relación de vacíos como e'.

Las correlaciones producto del presente trabajo experimental se exponen en la Tabla 32. En ésta se detalla si la correlación encontrada y aceptada en función del coeficiente R² se trata de una lineal, exponencial, potencial, logarítmica o polinómica.

Tabla 32. Resumen de correlaciones aceptables

Nº	Tipo de Correlación	Ecuación	Coefficiente de determinación R ²	Nº de muestras
Correlaciones entre Propiedades Índice				
1	Exponencial	LL % = 17.482e ^(0.0215% #200)	0.809	10
2	Polinómica	LP % = 0.0061LL % ² + 0.3808LL % + 8.9756	0.976	12
3	Logarítmica	n% = 23.777ln(e') + 50.026	0.999	12
4	Polinómica	Gw % = -0.0751n% ² + 4.6121n% + 9.8389	0.797	10
5	Polinómica	ym [g/cm ³] = -0.0003Ga % ² + 0.0102Ga % + 1.7947	0.710	12
6	Polinómica	yd [g/cm ³] = 0.9411ym [g/cm ³] ² - 2.1261ym [g/cm ³] + 2.2434	0.933	12
7	Polinómica	% #200 = -0.003(Cu) ² + 0.5024(Cu) - 0.7645	0.779	10
8	Exponencial	ω% Ópt. = 7.0176e ^(0.0251ω% Nat.)	0.932	12
9	Polinómica	IP % = -0.0064LL % ² + 0.6742LL % - 10.351	0.775	11
10	Lineal	Gw % = -54.498e' + 105.55	0.776	10
11	Potencial	Ga % = 43.151e' ^(1.489)	0.779	10
12	Logarítmica	ym [g/cm ³] = -0.577ln(e') + 1.4939	0.858	12
13	Logarítmica	yd [g/cm ³] = -0.643ln(e') + 1.1866	0.949	12
14	Logarítmica	LL % = 2.035 - 1.687log (Cc) + 1.044LP %	0.969	12
15	Logarítmica	ym [g/cm ³] = -0.577 + 0.696log (Gw (%)) + 0.712yd [g/cm ³]	0.991	12
Correlaciones entre Propiedades Mecánicas				
16	Logarítmica	ω% Ópt. = 40.994 - 111.294log (yd Proctor [g/cm ³]) + 0.095CBR %	0.840	12
Correlaciones entre Propiedades Índice y Mecánicas				
17	Logarítmica	ω% Ópt. = 64.277 + 17.535log (ym [g/cm ³]) - 29.697yd Proctor [g/cm ³]	0.787	12
18	Lineal	ym [g/cm ³] = 0.318 + 0.005Gw (%) + 0.748yd [g/cm ³]	0.990	12
Correlaciones entre CBR y Propiedades Índice				
19	Polinómica	CBR % = -98.345e' ² + 175.75e' - 45.296	0.732	10
20	Polinómica	CBR % = 0.1625LL % ² - 10.824LL % + 182.44	0.715	10
Correlaciones entre DCP y Propiedades Índice				
21	Exponencial	DN [mm/golpe] = 12.308e ^(0.2148IP %)	0.877	11
22	Exponencial	DN [mm/golpe] = 3.6867e ^(0.0704LL %)	0.940	10
Correlaciones entre DCP y Propiedades Mecánicas				
23	Polinómica	DN [mm/golpe] = 1.4002ω% Ópt. ² - 29.609ω% Ópt. + 168.81	0.808	11

Fuente: Alexander Nauque Villacís

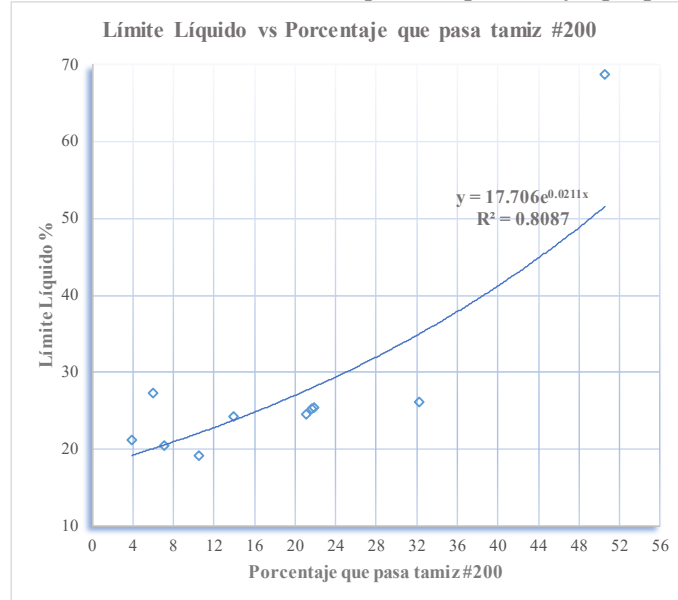
En el estudio publicado en 2019 por Hamma y Jabar [24] basado en correlaciones entre las características de compactación y las propiedades índice del suelo, se identificaron coeficientes de determinación R^2 notablemente bajos, inferiores al 1%, los cuales se asociaron con una ecuación lineal que no se ajusta a los datos obtenidos. Como resultado de este análisis, se llegó a la conclusión de que las propiedades índice del suelo no son adecuadas para proporcionar una estimación precisa de las características de compactación. Esta falta de ajuste se traduce en la inexistencia de una correlación aceptable entre las mencionadas propiedades.

Por su parte, en 2018, Muhammed y Abdella [18] identificaron correlaciones entre las propiedades mecánicas del suelo mediante un ajuste exponencial, evidenciando valores de R^2 superiores al 80%. Además, se observó otra correlación de tipo lineal entre las propiedades índice y las propiedades mecánicas con un R^2 igual a 71.5%, lo que demuestra que un ajuste adecuado puede resultar en una correlación aceptable.

3.2.1. Correlaciones analizadas

3.2.1.1. Límite líquido vs porcentaje que pasa el tamiz #200

Figura 14. Correlación límite líquido vs porcentaje que pasa el tamiz #200



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$LL \% = 17.482e^{0.0215(\% \#200)} \quad (\text{Ecuación 22})$$

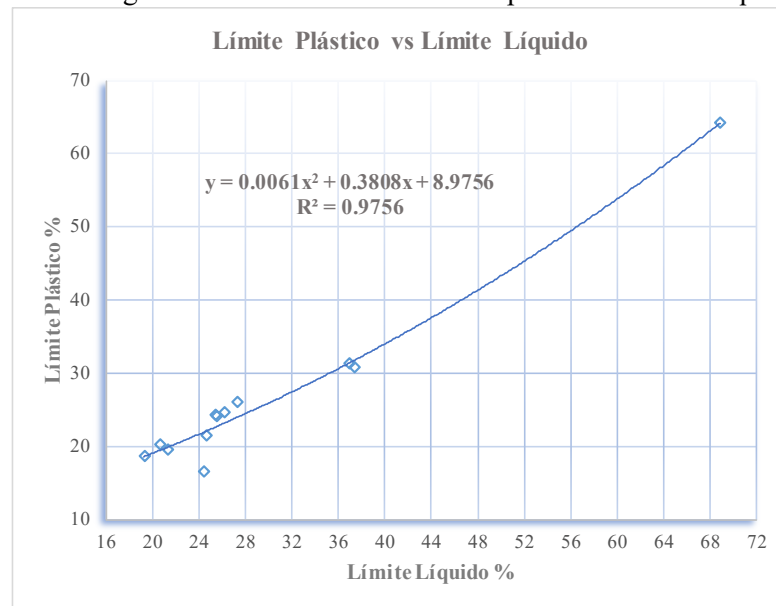
Coefficiente de determinación $R^2=80.87\%$

Análisis e interpretación:

Se realizó la correlación de tipo exponencial entre propiedades índice en lo que respecta al límite líquido vs límite plástico considerando 10 muestras, de la cual se obtuvo un coeficiente de determinación igual a 80.87% siendo este un indicativo de una buena correlación entre las variables analizadas. En la Figura 14 puede apreciarse que los datos analizados obtuvieron un comportamiento cuasi óptimo para ajustarse a la forma de la línea de tendencia, como se sabe los ensayos de límites de Atterberg se realizan con el suelo que pasa el tamiz #40. Se puede inferir que a medida que aumenta el porcentaje que pasa el tamiz #200, el límite líquido de la muestra también experimentará un incremento.

3.2.1.2. Límite plástico vs límite líquido

Figura 15. Correlación límite plástico vs límite líquido



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$LP \% = 0.0061LL \%^2 + 0.3808LL \% + 8.9756 \quad (\text{Ecuación 23})$$

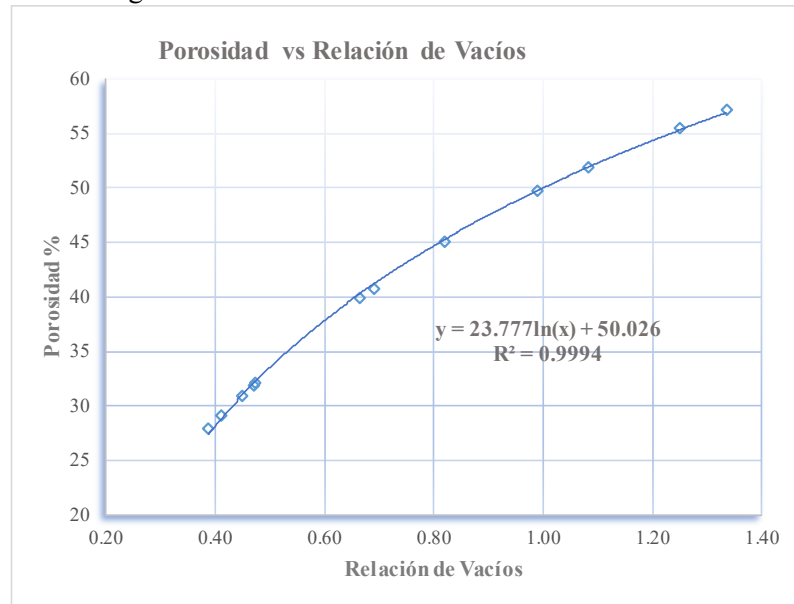
Coefficiente de determinación $R^2=97.56\%$

Análisis e interpretación:

La correlación aceptable efectuada entre propiedades índice para esta relación resultó en la de tipo polinómica, en ésta se analizaron las 12 muestras y se obtuvo un coeficiente de determinación igual a 97.6% siendo un indicativo de una correlación alta entre las variables analizadas. En la Figura 15 puede apreciarse que los datos analizados obtuvieron un buen ajuste a la línea de tendencia, lo que puede deberse a la relación existente entre ambas variables. A partir de esta observación, se puede definir que a medida que aumenta el límite líquido de la muestra, también se incrementa el límite plástico.

3.2.1.3. Porosidad vs relación de vacíos

Figura 16. Correlación Porosidad vs relación de vacíos



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$n\% = 23.777\ln(e') + 50.026 \quad (\text{Ecuación 24})$$

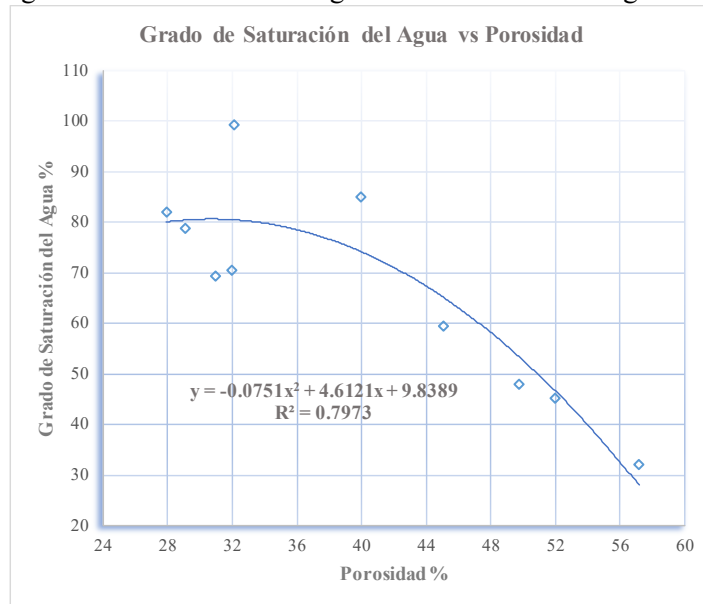
Coefficiente de determinación $R^2=99.94\%$

Análisis e interpretación:

Se evaluaron las 12 muestras, y al aplicar una correlación de tipo logarítmica, se obtuvo un coeficiente de determinación del 99.94%, evidenciando así una fuerte correlación entre las variables analizadas. La Figura 16 confirma el buen comportamiento de los datos analizados, en concordancia con la línea de tendencia. Este comportamiento se atribuye a que ambas variables se derivan del ensayo de densidad in situ, y, por lo tanto, fueron obtenidas bajo las mismas condiciones. Además, se evidencia que, al aumentar la relación de vacíos, la porosidad también experimentará un incremento.

3.2.1.4. Grado de saturación del agua vs porosidad

Figura 17. Correlación grado de saturación del agua vs Porosidad



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$Gw \% = -0.0751(n\%)^2 + 4.6121(n\%) + 9.8389 \quad (\text{Ecuación 25})$$

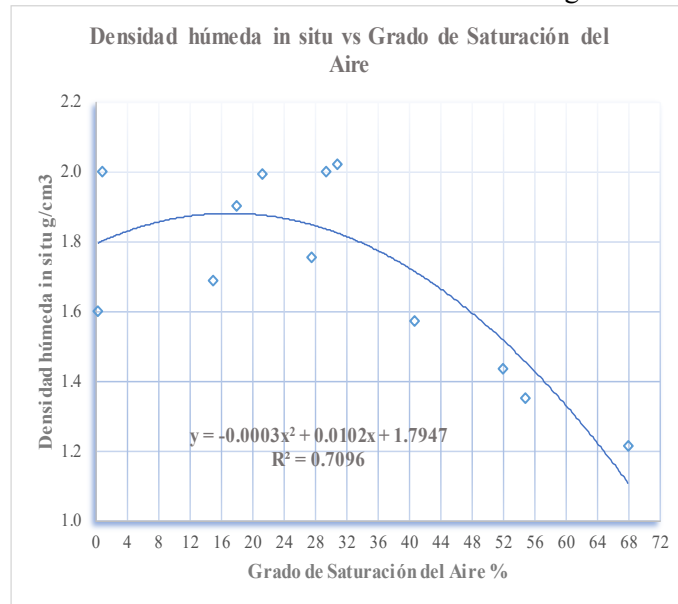
Coefficiente de determinación $R^2=79.73\%$

Análisis e interpretación:

En el análisis de esta correlación, se tomaron en cuenta 10 muestras, logrando un coeficiente de determinación del 79.73% mediante una correlación de tipo polinómica. Esto indica una buena conexión entre las variables estudiadas. La Figura 17 ilustra el comportamiento de los datos analizados ajustados a la línea de tendencia. Similar al caso anterior, esta consistencia se atribuye al hecho de que ambas variables provienen del mismo ensayo y, por lo tanto, fueron adquiridas bajo las mismas condiciones. Asimismo, es posible observar que a medida que la porosidad aumenta, el grado de saturación del agua tiende a disminuir.

3.2.1.5. Densidad húmeda in situ vs grado de saturación del aire

Figura 18. Correlación densidad húmeda in situ vs grado de saturación del aire



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\gamma m \left[\frac{g}{cm^3} \right] = -0.0003(Ga\%)^2 + 0.0102(Ga\%) + 1.7947 \quad (\text{Ecuación 26})$$

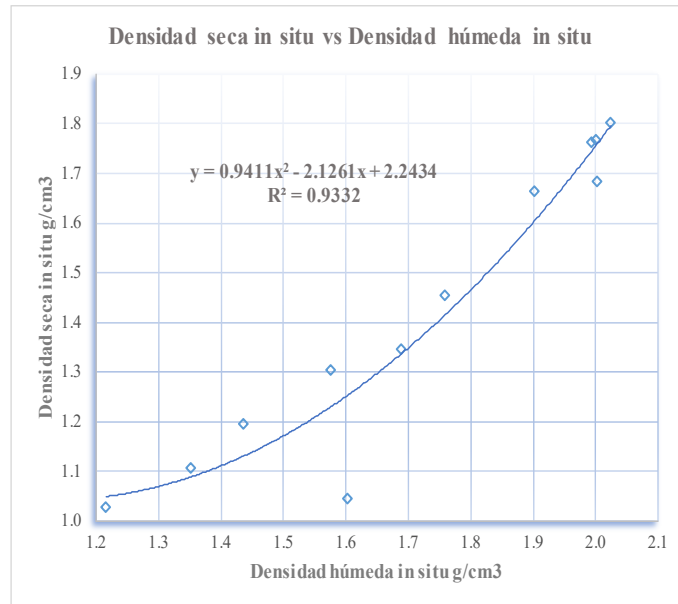
Coefficiente de determinación $R^2 = 70.96\%$

Análisis e interpretación:

En esta instancia, se evaluaron las 12 muestras y, mediante el uso de una función de tipo polinómica, se calculó un coeficiente de determinación del 70.96%. Este valor sugiere una correlación aceptable entre las variables analizadas. En la Figura 18, se aprecian los datos cuyo comportamiento se ajusta a una parábola, fenómeno atribuible al hecho de que ambas variables provienen de muestras ensayadas bajo condiciones naturales y son resultado del mismo ensayo. Es posible observar, además, que a medida que aumenta el grado de saturación del aire, la densidad húmeda in situ tiende a disminuir.

3.2.1.6. Densidad seca in situ vs densidad húmeda in situ

Figura 19. Correlación densidad seca in situ vs densidad húmeda in situ



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\gamma d_{\left[\frac{g}{cm^3}\right]} = 0.9411\gamma m_{\left[\frac{g}{cm^3}\right]}^2 - 2.1261\gamma m_{\left[\frac{g}{cm^3}\right]} + 2.2434 \quad (\text{Ecuación 27})$$

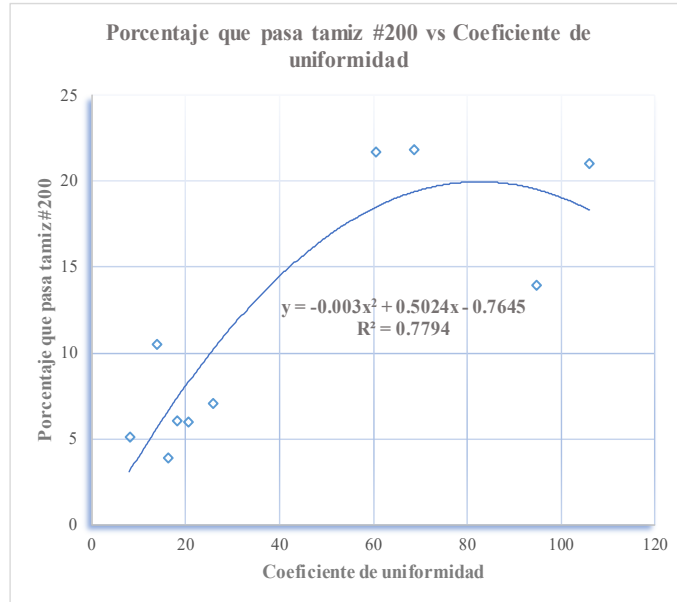
Coeficiente de determinación $R^2 = 93.32\%$

Análisis e interpretación:

En esta correlación, se logró un coeficiente de determinación del 93.32% mediante un ajuste polinómico. Al haber tomado en cuenta las 12 muestras, se evidencia una excelente relación entre las variables analizadas. La Figura 19 ilustra cómo las variables siguen una tendencia parabólica, posiblemente debido a que, como es conocido, la densidad seca se calcula en función de la densidad húmeda, bajo una relación directamente proporcional. Esta última observación implica que a medida que la densidad húmeda in situ aumenta, la densidad seca también lo hace.

3.2.1.7. Porcentaje que pasa el tamiz #200 vs coeficiente de uniformidad

Figura 20. Correlación porcentaje que pasa el tamiz número 200 vs el coeficiente de uniformidad



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\% 200 = -0.003(Cu)^2 + 0.5024(Cu) - 0.7645 \quad (\text{Ecuación 28})$$

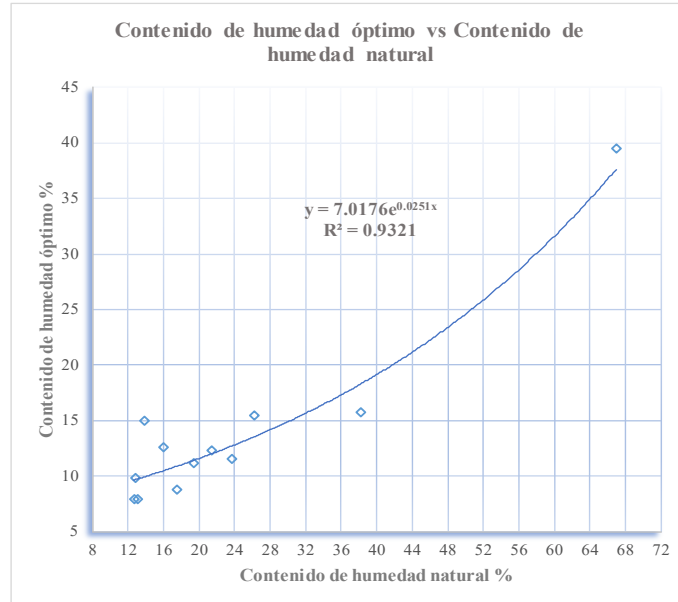
Coeficiente de determinación $R^2 = 77.94\%$

Análisis e interpretación:

En la Figura 20 se observa el comportamiento de los datos, ajustados a una parábola. En esta correlación, se logró un coeficiente de determinación del 77.94% mediante un ajuste polinómico. Al haber considerado 10 muestras, se evidencia una relación aceptable entre las variables analizadas. La correlación existente entre estas variables puede deberse a que ambas proceden del ensayo de granulometría. Además, se observa una relación directamente proporcional entre ambas variables.

3.2.1.8. Contenido de humedad óptimo vs contenido de humedad natural

Figura 21. Correlación contenido de humedad óptimo vs contenido de humedad natural



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\omega\% \text{ Ópt.} = 7.0176e^{0.0251(\omega\% \text{ Nat.})} \quad (\text{Ecuación 29})$$

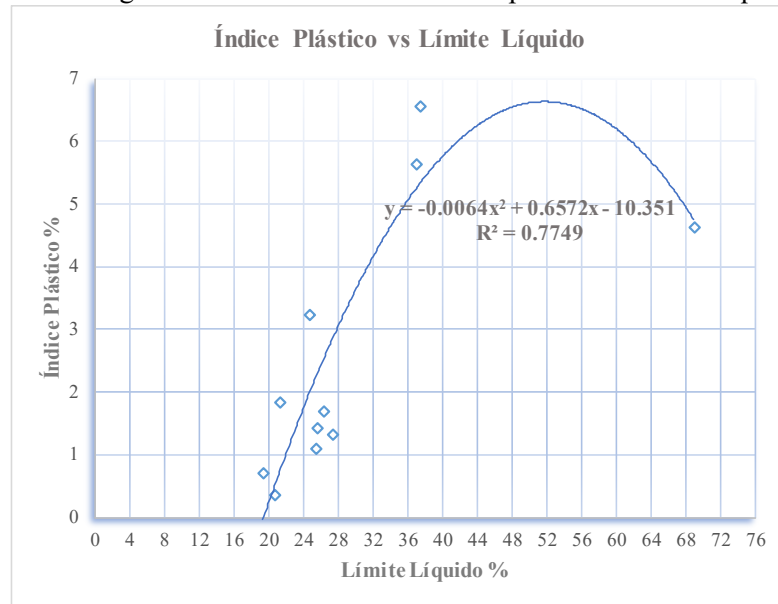
Coefficiente de determinación $R^2=93.21\%$

Análisis e interpretación:

En la Figura 21 se observa como los datos analizados se comportan similar a una función exponencial con un coeficiente de terminación igual a 93.21%. Esto sumado al hecho de haber considerado las 12 muestras, evidencia una excelente relación entre las variables. Esta última resulta en una buena herramienta que permitiría obtener el contenido de humedad necesario para una compactación óptima a partir de un ensayo tan simple como el contenido de humedad natural. Por otro lado, se puede observar una relación directamente proporcional entre ambas variables, en la que si el contenido de humedad natural incrementa, el contenido de humedad óptimo también.

3.2.1.9. Índice plástico vs límite líquido

Figura 22. Correlación Índice plástico vs límite líquido



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$IP \% = -0.0064 (LL\%)^2 + 0.6742(LL\%) - 10.351 \quad (\text{Ecuación 30})$$

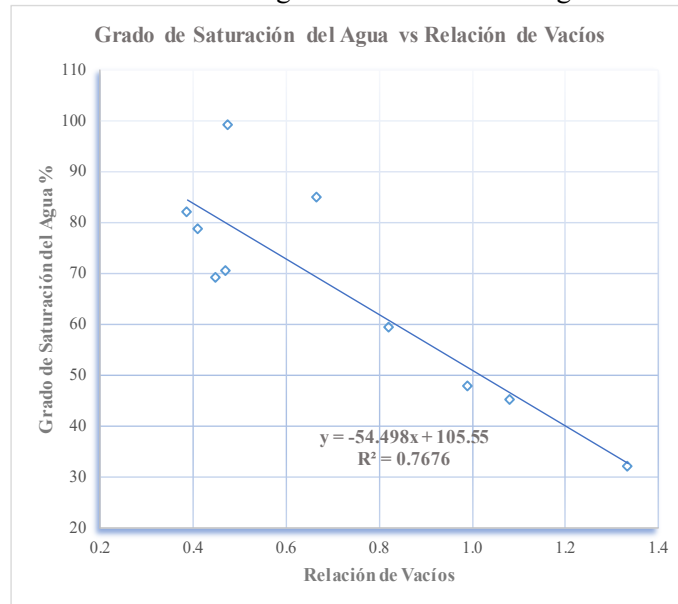
Coefficiente de determinación $R^2 = 77.49\%$

Análisis e interpretación:

En la Figura 22 se observa como los datos analizados se ajustaron a una función polinómica de segundo grado. Para este caso se consideraron 11 muestras y se obtuvo un coeficiente de determinación de 77.49%. Demostrando así una buena relación entre las variables. Este comportamiento podría deberse a que el índice plástico se calcula en función del límite líquido.

3.2.1.10. Grado de saturación del agua vs relación de vacíos

Figura 23. Correlación grado de saturación del agua vs relación de vacíos



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$Gw \% = -54.498e' + 105.55 \quad (\text{Ecuación 31})$$

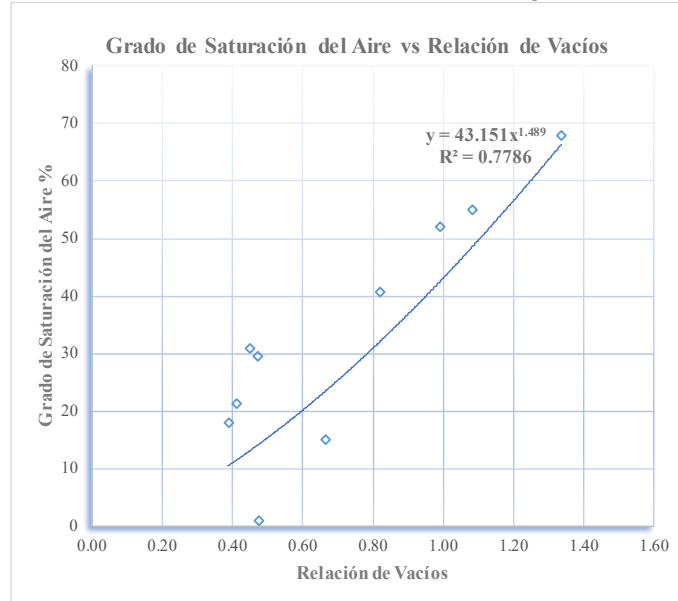
Coefficiente de determinación $R^2=76.76\%$

Análisis e interpretación:

En la Figura 23 se observa como los datos analizados se ajustaron a una función lineal, con un coeficiente de determinación igual a 76.76%. Para este caso se consideraron 11 muestras, demostrando una relación aceptable entre las variables analizadas. Esto podría deberse a que ambas variables proceden de un mismo ensayo, siendo este la densidad in situ. También puede observarse una relación inversamente proporcional, en la que, si incrementa la relación de vacíos, el grado de saturación del agua disminuye.

3.2.1.11. Relación de vacíos vs grado de saturación del aire

Figura 24. Correlación relación de vacíos vs grado de saturación del aire



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$Ga \% = 43.151e^{(1.489)} \quad (\text{Ecuación 32})$$

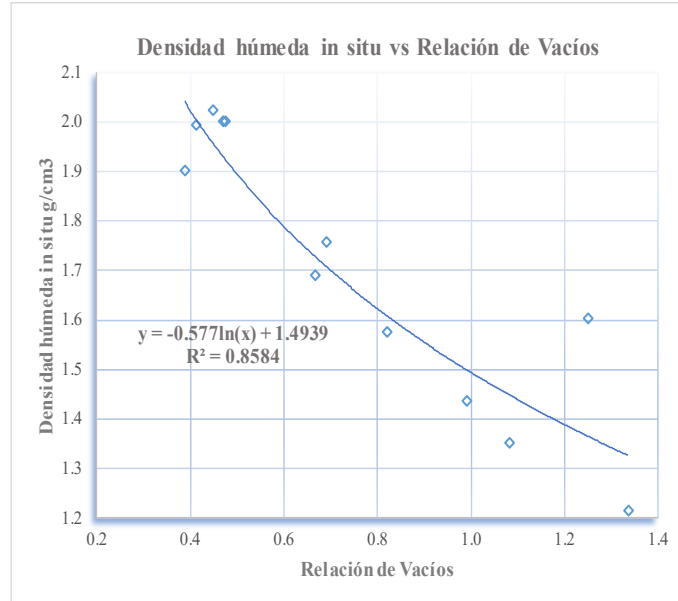
Coefficiente de determinación $R^2 = 77.86\%$

Análisis e interpretación:

Para este caso se consideraron 11 muestras y se obtuvo un coeficiente de determinación igual a 77.8%, demostrando que, la buena relación entre las variables podría deberse a que ambas variables proceden del ensayo de densidad de campo. En la Figura 24 se observa como los datos analizados se comportaron como una función potencial correspondiente al tipo correlación determinada. También, se puede apreciar como el grado de saturación del aire incrementa conforme incrementa la relación de vacíos.

3.2.1.12. Densidad húmeda in situ vs Relación de vacíos

Figura 25. Correlación densidad húmeda in situ vs relación de vacíos



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\gamma_m \left[\frac{g}{cm^3} \right] = -0.577 \ln(e') + 1.4939 \quad (\text{Ecuación 33})$$

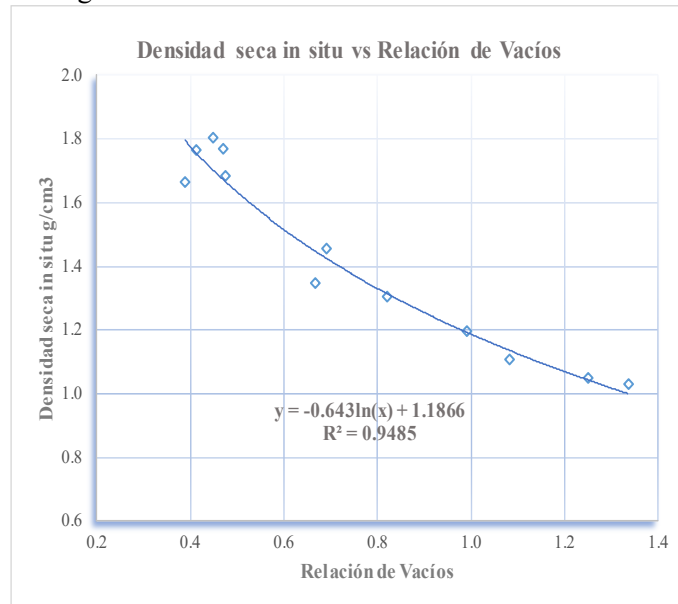
Coefficiente de determinación $R^2=85.84\%$

Análisis e interpretación:

En este escenario, se evaluaron las 12 muestras, obteniendo un coeficiente de determinación del 85.84%. Esto demuestra que la buena relación entre las variables podría atribuirse al hecho de que ambas provienen del ensayo de densidad de campo. En la Figura 25, se observa cómo los datos analizados se comportaron bajo una función potencial, correspondiente a la correlación determinada y una relación inversamente proporcional en la que si incrementa la relación de vacíos, la densidad húmeda in situ disminuye.

3.2.1.13. Densidad seca in situ vs relación de vacíos

Figura 26. Densidad seca in situ vs relación de vacíos



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\gamma d \left[\frac{g}{cm^3} \right] = -0.643 \ln(e') + 1.1866 \quad (\text{Ecuación 34})$$

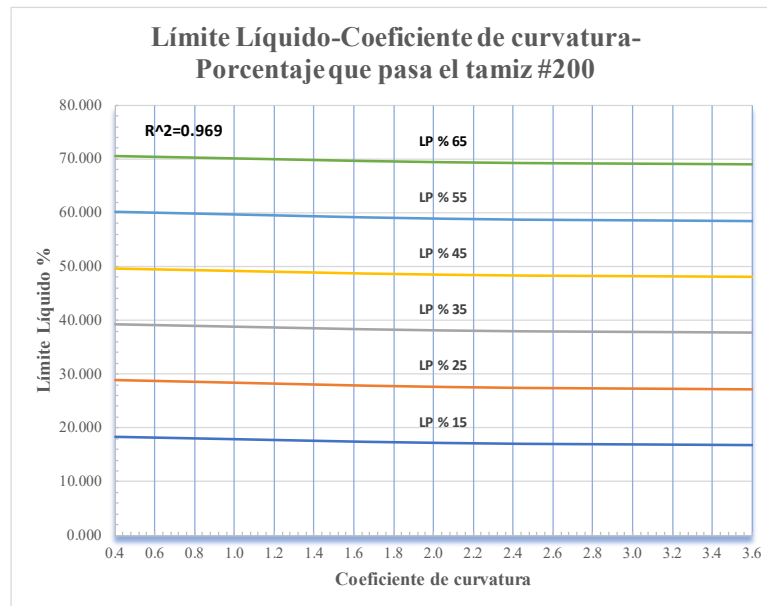
Coefficiente de determinación $R^2 = 84.85\%$

Análisis e interpretación:

En la Figura 26 se aprecia cómo los datos analizados se comportaron como una función potencial, propia de la correlación determinada. Se debe tener en cuenta que ambas variables son producto de un mismo ensayo y al haber obtenido un coeficiente de determinación del 85.84% tras evaluar las 12 muestras, se pudo definir una buena correlación entre ambas variables. Se observa además que, conforme incrementa la relación de vacíos, la densidad seca in situ tiende a disminuir.

3.2.1.14. Límite líquido – coeficiente de curvatura – límite plástico

Figura 27. Correlación Límite líquido-coeficiente de curvatura-límite plástico



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$LL \% = 2.035 - 1.687\log(Cc) + 1.044LP \% \quad (\text{Ecuación 35})$$

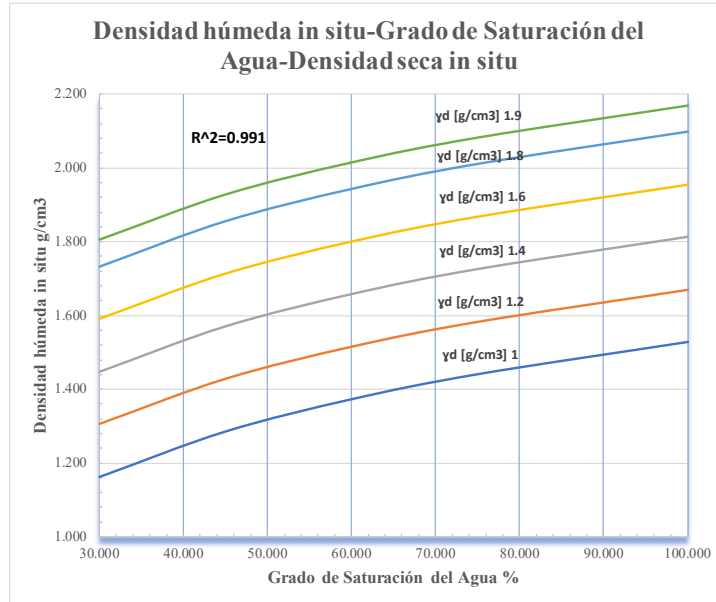
Coeficiente de determinación $R^2=96.90\%$

Análisis e interpretación:

En la Figura 27 se puede observar que los datos analizados cumplieron con una función logarítmica. Se debe recordar que las variables límite líquido y límite plástico corresponden a los ensayos de límites de Atterberg, ensayados con suelo el suelo que pasa el tamiz #40. Además, puede observarse una relación directamente proporcional entre los límites de Atterberg. Debido a esto se puede asegurar que la correlación entre ambas variables, cuyo coeficiente de terminación es de 96.90% con las 12 muestras consideradas, no es producto de una coincidencia.

3.2.1.15. Densidad húmeda in situ – grado de saturación del agua – densidad seca in situ

Figura 28. Correlación densidad húmeda in situ-grado de saturación del agua- densidad seca in situ



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\gamma m_{[g/cm^3]} = -0.577 + 0.696 \log(Gw (\%)) + 0.712 \gamma d_{[g/cm^3]} \quad (\text{Ecuación 36})$$

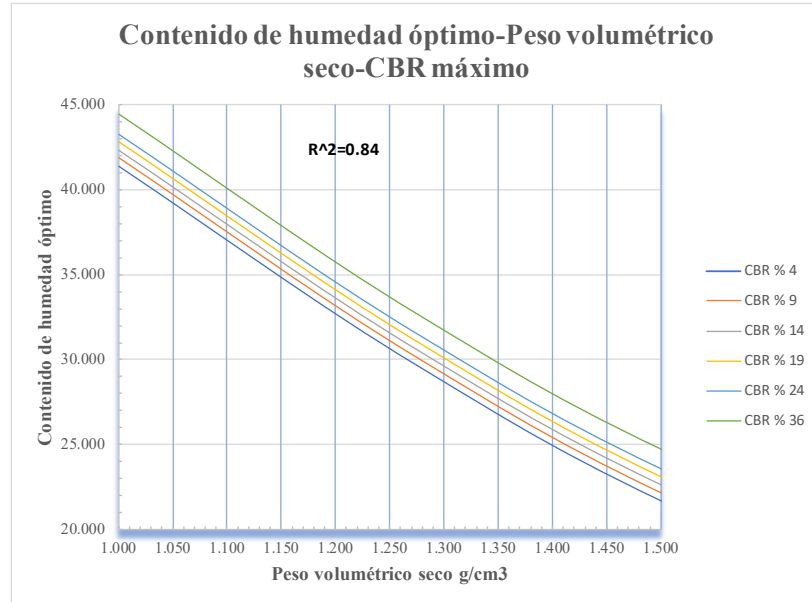
Coefficiente de determinación $R^2=99.10\%$

Análisis e interpretación:

En la Figura 28 se puede observar la correlación logarítmica existente entre las variables analizadas. Se puede notar que existe una relación directamente proporcional entre las variables producto del ensayo de densidad de campo. Lo que puede confirmarse al notar que conforme el grado de saturación del agua aumente, la densidad húmeda lo hará. Además, la densidad seca se la calcula en función de la húmeda y entre las dos existe ya una relación directamente proporcional. Se obtuvo un coeficiente de terminación es de 99.10% tras analizar las 12 muestras. esto sumado a las premisas anteriores demuestra la excelente correlación entre las variables.

3.2.1.16. Contenido de humedad óptimo – peso volumétrico seco – CBR

Figura 29. Correlación contenido de humedad óptimo-peso volumétrico seco-CBR



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\omega\%_{\text{ópt.}} = 40.994 - 111.294 \log \left(\gamma d_{\text{Proctor}} \left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right] \right) + 0.095 \text{CBR}\% \quad (\text{Ecuación 37})$$

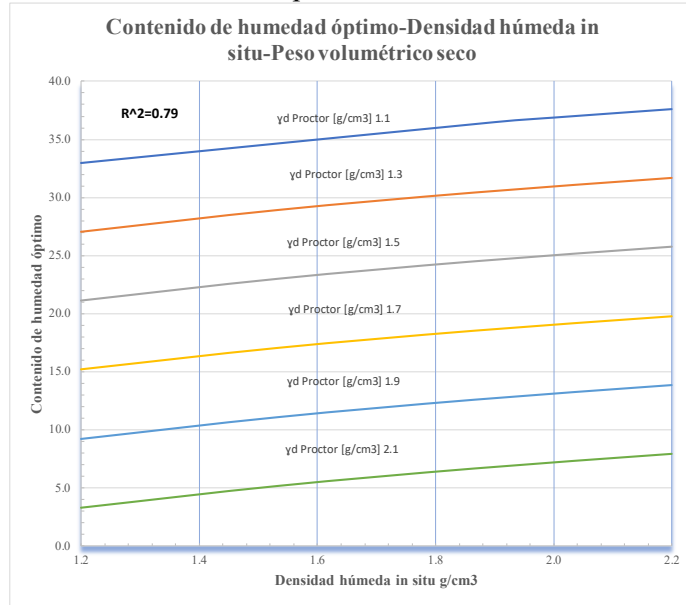
Coefficiente de determinación $R^2 = 84\%$

Análisis e interpretación:

Se puede notar en la Figura 29 una función logarítmica que presenta una relación inversamente proporcional entre el contenido de humedad y el peso volumétrico seco. Se debe recordar que ambas variables derivan del mismo ensayo de laboratorio, y que el primero se calcula en función del segundo bajo una expresión inversamente proporcional. Por otro lado, el CBR respecto al contenido de humedad presenta una relación directamente proporcional. Se puede definir una buena correlación con un coeficiente de terminación del 84% tras analizar las 12 muestras.

3.2.1.17. Contenido de humedad óptimo – densidad húmeda in situ – peso volumétrico seco

Figura 30. Correlación contenido de humedad óptimo-densidad húmeda in situ- peso volumétrico seco



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\omega_{\%opt.} = 64.277 + 17.535 \log \left(\gamma_m \left[\frac{g}{cm^3} \right] \right) - 29.697 \gamma_{dProctor} \left[\frac{g}{cm^3} \right] \quad (\text{Ecuación 38})$$

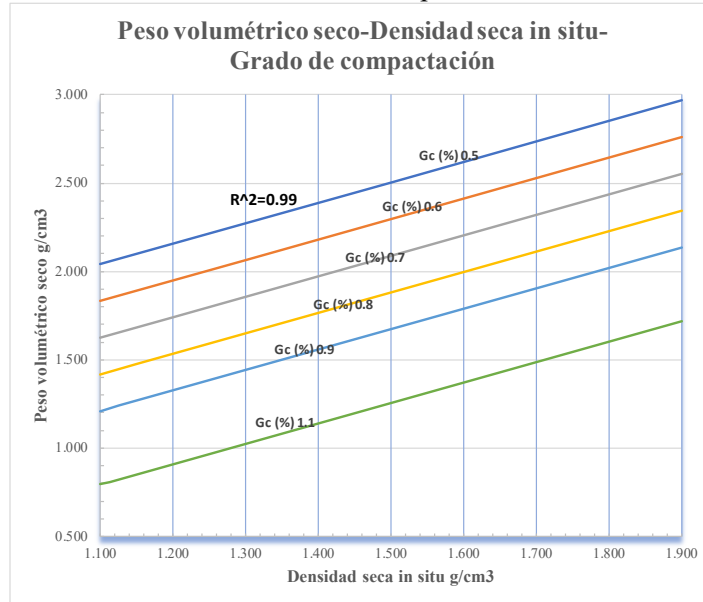
Coefficiente de determinación $R^2 = 79\%$

Análisis e interpretación:

Se puede notar en la Figura 30 una función logarítmica que presenta una relación inversamente proporcional entre las variables producto del ensayo Proctor. Esto debido a que el peso volumétrico seco se calcula en función del contenido de humedad bajo una expresión inversamente proporcional. Por su parte, la densidad húmeda in situ resulta de un ensayo realizado con un suelo en condiciones naturales. La densidad húmeda y el contenido de humedad presentan una relación directamente proporcional pues a mayor contenido de humedad en la muestra, la densidad húmeda será mayor.

3.2.1.18. Peso volumétrico seco – densidad húmeda in situ – grado de compactación

Figura 31. Correlación peso volumétrico seco-densidad húmeda in situ-grado de compactación



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$\gamma d_{Proctor} \left[\frac{g}{cm^3} \right] = 1.815 + 1.155 \gamma d \left[\frac{g}{cm^3} \right] - 2.083 Gc(\%) \quad (\text{Ecuación 39})$$

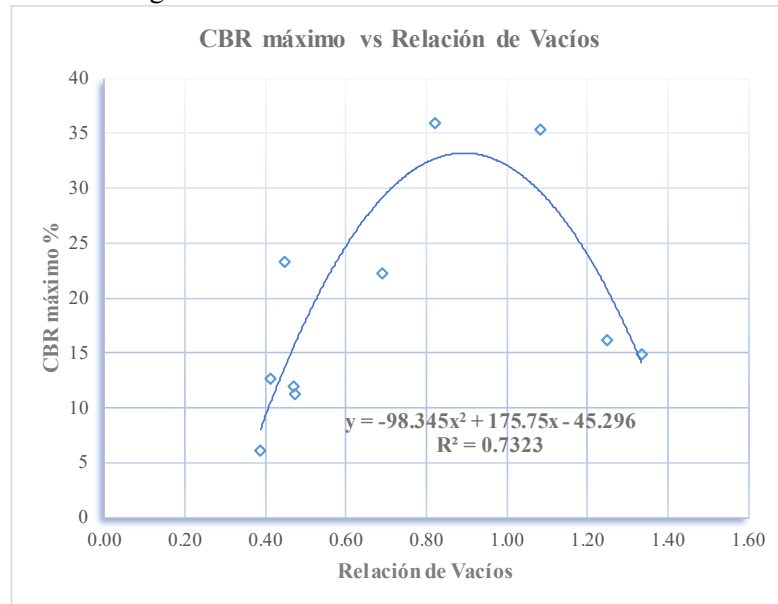
Coefficiente de determinación $R^2 = 99\%$

Análisis e interpretación:

En la Figura 31, se observa una función lineal que evidencia una relación inversamente proporcional entre el grado de compactación y el peso específico seco. Cabe destacar que existe una conexión directa entre estas tres variables, ya que el grado de compactación se calcula a partir de las otras dos. Se puede notar también que, a medida que aumenta la densidad seca in situ, también lo hace el grado de compactación. Es por este motivo que, al incluir las 12 muestras, existe un coeficiente de determinación igual al 99%.

3.2.1.19. CBR vs relación de vacíos

Figura 32. Correlación CBR vs relación de vacíos



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$CBR \% = -98.345e'^2 + 175.75e' - 45.296 \quad (\text{Ecuación 40})$$

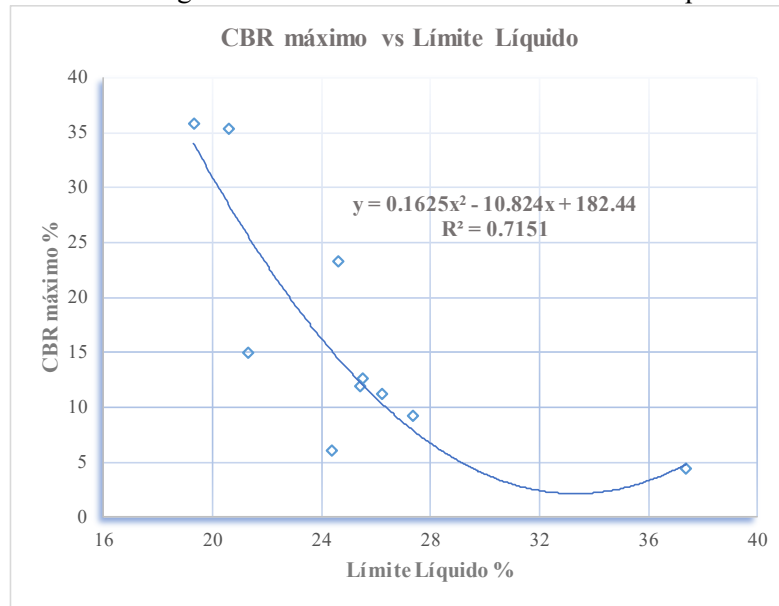
Coefficiente de determinación $R^2 = 73.23\%$

Análisis e interpretación:

Se analizaron 10 muestras y se obtuvo una correlación de tipo polinómica entre las siguientes variables: CBR, un ensayo realizado bajo condiciones óptimas del suelo, y la relación de vacíos, un dato que resulta de un ensayo realizado en sitio. Se obtuvo un coeficiente de determinación igual a 73.23% siendo éste un indicativo de una correlación aceptable entre las variables analizadas. Además, en la Figura 32 puede apreciarse que los datos analizados obtuvieron un comportamiento a penas ajustable a la forma de la línea de tendencia.

3.2.1.20. CBR vs límite líquido

Figura 33. Correlación CBR vs límite líquido



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$CBR\% = 0.1625 (LL\%)^2 - 10.824LL\% + 182.44 \quad (\text{Ecuación 41})$$

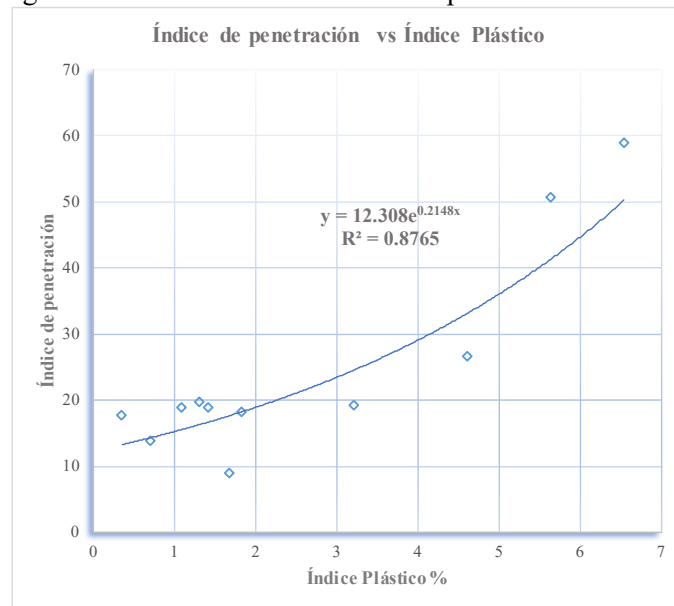
Coefficiente de determinación $R^2=71.51\%$

Análisis e interpretación:

Se analizaron 10 muestras y se obtuvo una correlación de tipo polinómica entre las siguientes variables: CBR, un ensayo realizado bajo condiciones óptimas del suelo, y el límite líquido, en el cual se debe utilizar el suelo que pasa el tamiz #40. Se obtuvo un coeficiente de determinación igual a 71.51% siendo este un indicativo de una correlación aceptable entre las variables analizadas. Además, en la Figura 33 puede apreciarse que conforme el límite líquido incrementa el CBR disminuye. Esto último puede deberse a que un exceso de agua puede reducir la capacidad portante del suelo, lo que se reflejaría en una disminución del CBR.

3.2.1.21. Índice de penetración vs índice plástico

Figura 34. Correlación Índice de penetración vs índice plástico



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$DN_{[mm/golpe]} = 12.308e^{0.2148(IP \%)} \quad (\text{Ecuación 42})$$

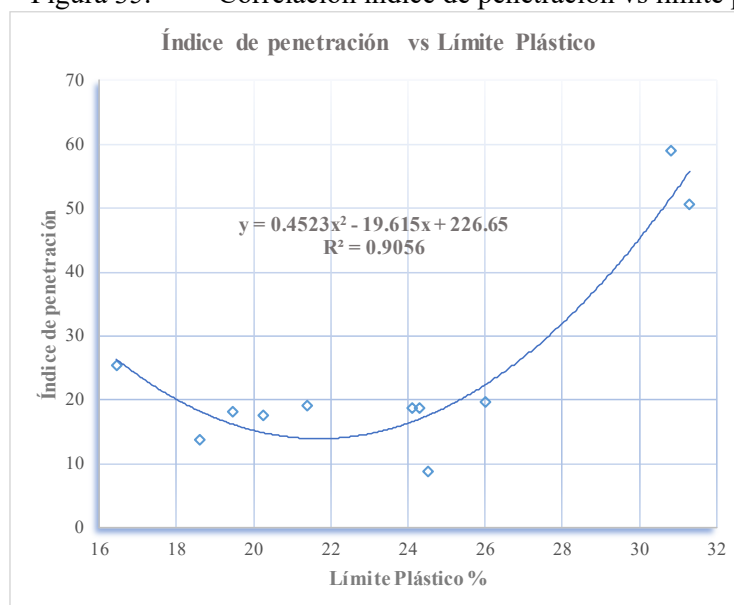
Coefficiente de determinación $R^2 = 87.65\%$

Análisis e interpretación:

Se examinaron 11 muestras, revelando una correlación de naturaleza exponencial entre dos variables: el índice de penetración, medido in situ y, por ende, en condiciones naturales, y el índice plástico, para el cual se emplea el suelo que pasa a través del tamiz #40. Se logró un coeficiente de determinación del 87.65%, indicativo de una buena correlación entre las variables estudiadas. Además, la Figura 34 muestra una relación directamente proporcional, posiblemente explicada por el hecho de que, si un suelo es más cohesivo debido a un índice plástico más elevado, exhibirá un mayor índice de penetración.

3.2.1.22. Índice de penetración vs límite plástico

Figura 35. Correlación índice de penetración vs límite plástico



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$DN_{\left[\frac{mm}{golpe}\right]} = 0.4523LP \%^2 - 19.615LP \% + 226.65 \quad (\text{Ecuación 43})$$

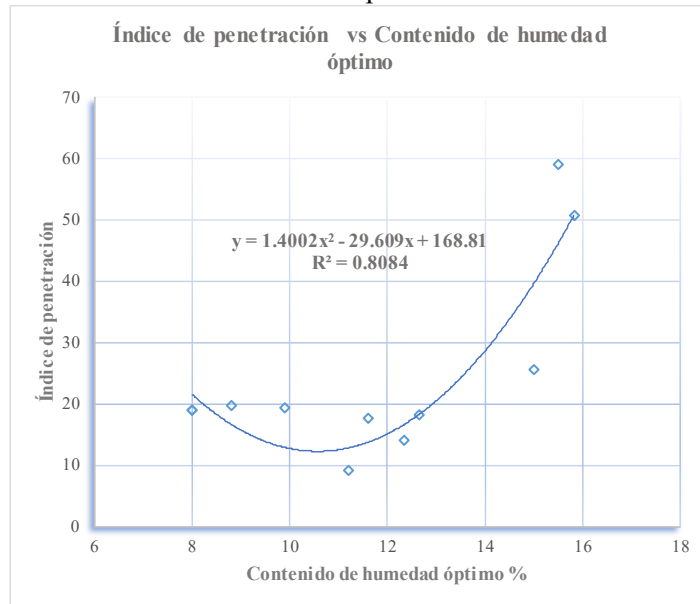
Coefficiente de determinación $R^2=90.56\%$

Análisis e interpretación:

Se analizaron 10 muestras, evidenciando una correlación de tipo polinómica. Al igual que en la sección previa, se evaluó el índice de penetración, medido en condiciones naturales, y el límite plástico, utilizando el suelo que pasa a través del tamiz #40. Se obtuvo un coeficiente de determinación del 90.56%, señalando una correlación excelente entre las variables examinadas. Asimismo, la Figura 35 muestra una relación directamente proporcional, posiblemente atribuible al hecho de que ambas variables están afectadas por el contenido de agua del suelo. Un aumento en este contenido podría incrementar la plasticidad del suelo y, al mismo tiempo, intensificar el índice de penetración.

3.2.1.23. Índice de penetración vs contenido de humedad óptimo

Figura 36. Correlación Índice de penetración vs contenido de humedad óptimo



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Ecuación:

$$DN_{\left[\frac{mm}{golpe}\right]} = 1.4002\omega\% \acute{O}pt.^2 - 29.609\omega\% \acute{O}pt. + 168.81 \quad (\text{Ecuación 44})$$

Coefficiente de determinación $R^2 = 80.84\%$

Análisis e interpretación:

Se examinaron 11 muestras, revelando una correlación de tipo polinómica. Al igual que en la sección anterior, se analizó el índice de penetración, medido en condiciones naturales, y el contenido de humedad óptimo en un suelo tratado. Se logró un coeficiente de determinación del 80.84%, indicando una correlación destacada entre las variables evaluadas. Además, la Figura 36 ilustra una relación directamente proporcional, posiblemente atribuible al hecho de que ambas variables son influenciadas por el contenido de agua del suelo. Un aumento en este contenido podría aumentar el índice de penetración.

3.3. Fase 3

Se realizó el diseño preliminar de la estructura de pavimento flexible siguiendo el Método AASHTO 93 en base a los resultados de los ensayos de laboratorio y las correlaciones de las propiedades de los suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos. El diseño se lo realizó para la vía Galápagos – Las Minas, que une ambas parroquias estudiadas. Para esto cual se cumplieron los siguientes apartados.

3.3.1. Tráfico promedio diario anual

3.3.1.1. Conteo e identificación vehicular

Se realizó el conteo vehicular durante 7 días en un lapso de 12 horas, comprendidas entre las 6 A.M y las 6 P.M. Se determinó que el día de mayor afluencia vehicular es el jueves, tal como se aprecia en la Tabla 33.


Tabla 33. Resumen del conteo vehicular

Día	Livianos	Buses	Pesados	Total día
Lunes	146	2	6	154
Martes	164	2	5	171
Miércoles	170	2	5	177
Jueves	182	2	10	194
Viernes	177	2	3	182
Sábado	181	2	3	186
Domingo	107	2	2	111
Total	1127	14	34	1175

Fuente: Alexander Nauque Villacís

La Tabla 34 presenta los datos del conteo de tráfico correspondientes a la hora de mayor flujo del día de mayor circulación vehicular, este dato corresponde a la hora de máxima demanda de volumen vehicular.

Tabla 34. Conteo de tráfico del día de mayor demanda

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO									
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
Elaborado por:		Alexander Nauque Villacís			Sentido:		Ambos sentidos		
Vía:		Galápagos-Las Minas			Día:	Jueves	Fecha:	7-dic-23	
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	Total		
6:00:00	6:15:00	6	0	2	0	0	2	8	-
6:15:00	6:30:00	7	0	2	0	1	3	10	-
6:30:00	6:45:00	7	0	0	0	0	0	7	-
6:45:00	7:00:00	8	0	0	0	0	0	8	33
7:00:00	7:15:00	10	0	2	1	0	3	13	38
7:15:00	7:30:00	11	0	0	0	1	1	12	40
7:30:00	7:45:00	12	0	1	0	1	2	14	47
7:45:00	8:00:00	9	0	0	0	0	0	9	48
8:00:00	8:15:00	2	0	0	0	0	0	2	37
8:15:00	8:30:00	9	0	0	0	0	0	9	34
8:30:00	8:45:00	8	0	1	1	1	3	11	31
8:45:00	9:00:00	7	0	0	0	0	0	7	29
9:00:00	9:15:00	5	0	0	0	0	0	5	32
9:15:00	9:30:00	4	1	0	0	0	0	5	28
9:30:00	9:45:00	1	0	0	0	0	0	1	18
9:45:00	10:00:00	4	0	0	0	0	0	4	15
10:00:00	10:15:00	5	0	0	1	0	1	6	16
10:15:00	10:30:00	4	0	1	0	1	2	6	17
10:30:00	10:45:00	5	0	0	0	0	0	5	21
10:45:00	11:00:00	3	0	0	0	0	0	3	20
11:00:00	11:15:00	2	0	0	0	0	0	2	16
11:15:00	11:30:00	1	0	0	0	0	0	1	11
11:30:00	11:45:00	3	0	0	0	0	0	3	9
11:45:00	12:00:00	1	0	0	0	0	0	1	7
12:00:00	12:15:00	2	0	0	0	0	0	2	7
12:15:00	12:30:00	1	0	0	0	0	0	1	7
12:30:00	12:45:00	0	0	0	0	0	0	0	4
12:45:00	13:00:00	1	0	0	0	0	0	1	4
13:00:00	13:15:00	2	1	0	0	0	0	3	5
13:15:00	13:30:00	4	0	0	0	0	0	4	8
13:30:00	13:45:00	1	0	0	0	0	0	1	9
13:45:00	14:00:00	3	0	0	0	0	0	3	11
14:00:00	14:15:00	2	0	0	0	0	0	2	10
14:15:00	14:30:00	1	0	0	0	0	0	1	7
14:30:00	14:45:00	2	0	0	0	0	0	2	8
14:45:00	15:00:00	2	0	0	0	0	0	2	7
15:00:00	15:15:00	3	0	0	0	0	0	3	8
15:15:00	15:30:00	4	0	0	0	0	0	4	11
15:30:00	15:45:00	2	0	0	0	0	0	2	11
15:45:00	16:00:00	3	0	0	0	0	0	3	12
16:00:00	16:15:00	0	0	0	0	0	0	0	9
16:15:00	16:30:00	2	0	0	0	0	0	2	7
16:30:00	16:45:00	3	0	0	0	0	0	3	8
16:45:00	17:00:00	2	0	0	1	0	1	3	8
17:00:00	17:15:00	1	0	1	1	1	3	4	12
17:15:00	17:30:00	1	0	0	0	0	0	1	11
17:30:00	17:45:00	3	0	0	0	0	0	3	11
17:45:00	18:00:00	3	0	0	0	0	0	3	11

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.3.1.2. Tráfico acumulado por horas

El tráfico del total acumulado por horas se lo determinó aplicando la (Ecuación 10), se sumaron los 4 valores totales de cada sección de la hora de mayor demanda.

Tabla 35. Tráfico acumulado para la hora de mayor demanda

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	Total		
7:00:00	7:15:00	10	0	2	1	0	3	13	48
7:15:00	7:30:00	11	0	0	0	1	1	12	
7:30:00	7:45:00	12	0	1	0	1	2	14	
7:45:00	8:00:00	9	0	0	0	0	0	9	
TOTAL		42	0	3	1	2	6	48	

Fuente: Alexander Nauque Villacís

$$VHMD = Acumulado_{(7:00-8:00)} = 13 + 12 + 14 + 9 = 48$$

3.3.1.3. Factor Hora Pico

El factor horario de la demanda máxima se lo determinó con la (Ecuación 9)

$$FHP = \frac{48}{4(13)} = 0.923$$

3.3.1.4. TPDA

Se lo calculó utilizando la (Ecuación 8) con los valores determinados en la hora pico, dentro de esta última se encontró la circulación de vehículos livianos y pesados.

Al aplicar la ecuación mencionada y multiplicar el volumen de vehículos durante la hora pico por el factor correspondiente a dicha franja horaria, es evidente que el valor resultante disminuirá, ya que el factor es inferior a uno. Por esta razón, y con el fin de garantizar la precisión en el cálculo, se optó por considerar el volumen de vehículos al 100%.

$$TPDA_{livianos} = \frac{(42)(100\%)}{15\%} = 280 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{pesados} = \frac{(6)(100\%)}{15\%} = 40 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{actual} = TPDA_{livianos} + TPDA_{pesados}$$

$$TPDA_{actual} = 280 + 40$$

$$TPDA_{actual} = 320 \text{ veh/día}$$

3.3.1.5. Tráfico atraído

Cal y Mayor en su libro de Ingeniería vial [13] estipulan que la cantidad de tráfico atraído está vinculada a la capacidad de las carreteras ya existentes, si estas están saturadas, la atracción a una carretera nueva será mayor. El tráfico atraído considerado en la vía estudiada fue del 10% del tráfico actual, pues no se trata de una carretera nueva.

$$T_{At} = 10\%TPDA_{actual}$$

$$T_{At_{livianos}} = 0.10(280) = 28 \text{ veh/día}$$

$$T_{At_{pesados}} = 0.10(40) = 4 \text{ veh/día}$$

3.3.1.6. Tráfico generado

Cal y Mayor en [13] habla de tráfico generado solo cuando se trata de una carretera nueva, por tal motivo en el presente trabajo experimental este tráfico se lo consideró nulo.

3.3.1.7. Tráfico desarrollado

En [13] se recomienda un estimado de un tráfico desarrollado igual al 5% del TPDA actual.

$$T_D = 5\%TPDA_{actual}$$

$$T_{D_{livianos}} = 0.05(280) = 14 \text{ veh/día}$$

$$T_{D_{pesados}} = 0.05(40) = 2 \text{ veh/día}$$

3.3.1.8. TPDA Total

Se calculó con la (Ecuación 11) y corresponde a la suma de TPDA actual, tráfico atraído, tráfico desarrollado y tráfico generado.

$$TPDA_{T_{livianos}} = 280 + 28 + 14 = 322 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{T_{pesados}} = 40 + 4 + 2 = 46 \text{ veh/día}$$

3.3.1.9. TPDA Futuro

Se lo calculó con la (Ecuación 12) y los datos de tasa de crecimiento vehicular de la Tabla 6. Por su parte el periodo de diseño se lo obtuvo de la Tabla 8 y se lo consideró igual a 15 años, tomando un promedio entre los valores recomendados para una carretera de baja intensidad pavimentada con grava.

$$T_{f_{livianos}} = 322 \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^{15} = 521 \text{ veh/día}$$

$$T_{f_{\text{pesados}}} = 59 \left(1 + \frac{1.58}{100} \right)^{15} = 59 \text{ veh/día}$$

$$T_f = (521 + 59) \text{ veh/día}$$

$$T_f = 580 \text{ veh/día}$$

El Tráfico Promedio Diario Anual para el año de proyecto fue de 580 vehículos por día, se realizó un contraste con la clasificación presentada por [14] en la Tabla 13 del presente trabajo y se definió la vía estudiada como de clase III.

3.3.1.10. Diseño de la estructura del pavimento

3.3.1.10.1. Factor de daño (Fd)

Se identificó el vehículo de mayor peso que circula por la vía durante la hora de mayor demanda, siendo este el tipo 2DB y con ayuda de la Tabla 10 y los datos expuestos en la Tabla 11 se determinó el factor de daño presente en la Tabla 36.

Tabla 36. Factor de daño para vehículo 2DB

Factores de daño según el tipo de vehículo									
Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Trídem		Factor de daño
	ton	(P/6.6) ⁴	ton	(P/8.2) ⁴	ton	(P/15) ⁴	ton	(P/23) ⁴	
2DB	7	1.265	11	3.238	-	-	-	-	4.503

Fuente: Alexander Nauque Villacís

$$Fd_{2DB} = \left(\frac{7}{6.6} \right)^4 + \left(\frac{11}{8.2} \right)^4 = 4.503$$

3.3.1.10.2. Factor de distribución por carril

Se lo determinó igual a 100% apoyándose en los valores de la Tabla 9 y basado en que para cada dirección de circulación existe un carril.

3.3.1.10.3. Número de ejes equivalentes W_{18}

Se determinó con la (Ecuación 13) con una proyección igual al periodo de diseño de 15 años.

$$W_{18} = 4.503(1)(59)(365) = 96972.11$$

- **W_{18} Acumulado**

$$W_{18_{acumulado}} = \sum_1^{20} W_{18_i} = 75605.37 + 77248.965 \dots + 96972.11$$

$$W_{18_{acumulado}} = 1375689$$

- **W_{18} Por sentido**

Se calculó considerando un factor de distribución igual a 0.50.

$$W_{18_{por\ sentido}} = W_{18} * F_c$$

$$W_{18_{por\ sentido}} = 1375689(0.50)$$

$$W_{18_{por\ sentido}} = 687844.51$$

Tabla 37. Número de ejes equivalentes por sentido

Año	Tasa de crecimiento (%)		TPDA futuro		TPDA futuro total	W18	W18 Acumulado	W18 por sentido
	Tipo de vehículo		Tipo de vehículo					
	Livianos	Pesados	Livianos	Pesados				
2023	3.57	1.74	322	46	368	75605.37	75605.37	37802.685
2024	3.57	1.74	334	47	381	77248.965	152854.34	76427.168
2025	3.25	1.58	344	48	392	78892.56	231746.9	115873.45
2026	3.25	1.58	355	49	404	80536.155	312283.05	156141.53
2027	3.25	1.58	366	49	415	80536.155	392819.21	196409.6
2028	3.25	1.58	378	50	428	82179.75	474998.96	237499.48
2029	3.25	1.58	391	51	442	83823.345	558822.3	279411.15
2030	3.25	1.58	403	52	455	85466.94	644289.24	322144.62
2031	3.25	1.58	416	53	469	87110.535	731399.78	365699.89
2032	3.25	1.58	430	53	483	87110.535	818510.31	409255.16
2033	3.25	1.58	444	54	498	88754.13	907264.44	453632.22
2034	3.25	1.58	458	55	513	90397.725	997662.17	498831.08
2035	3.25	1.58	473	56	529	92041.32	1089703.5	544851.74
2036	3.25	1.58	489	57	546	93684.915	1183388.4	591694.2
2037	3.25	1.58	504	58	562	95328.51	1278716.9	639358.46
2038	3.25	1.58	521	59	580	96972.105	1375689	687844.51

Fuente: Alexander Nauque Villacís

3.3.1.10.4. Factor de Confiabilidad R

Se tomó el promedio de los valores presentes en la Tabla 12, resultantes al considerar una carretera secundaria ubicada en una zona rural. De este modo la confiabilidad resultó en $R=85$.

3.3.1.10.5. Desviación estándar normal Zr

Se determinó con los datos de la Tabla 14 y basados en el valor del factor de confiabilidad, determinando un $Z_r=-1.037$.

3.3.1.10.6. Desviación estándar global S₀

Se determinó un $S_0=0.45$, tras considerar el promedio de los valores expuestos en la Tabla 15, resultantes de un pavimento flexible.

3.3.1.10.7. Índice de serviciabilidad

Se calculó con la (Ecuación 14) y los datos de las Tabla 16, tratándose de un pavimento flexible y Tabla 17, tratándose de una carretera de importancia baja considerada así por su TPDA.

$$\Delta PSI = 4.2 - 2 = 2.2$$

3.3.1.10.8. Módulo de resiliencia de la subrasante

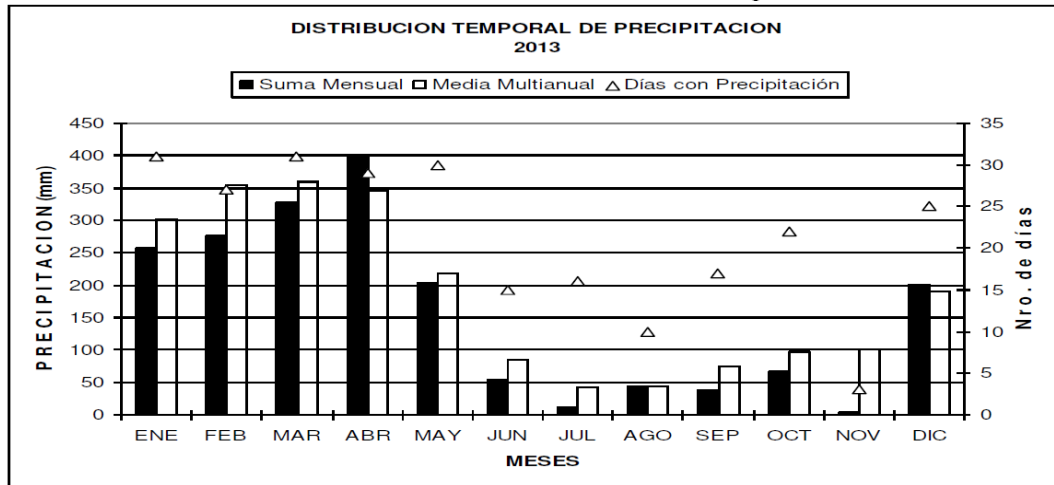
Se utilizó la (Ecuación 15), expresión dada en función del CBR y aplicable a un valor de CBR menor a 7%. Esto último debido a que dentro de la vía analizada se determinaron tres valores de CBR, de los cuales por seguridad y por tratarse de un diseño preliminar de la estructura de un pavimento flexible, se consideró como válido el valor más bajo, siendo este CBR=4.46%.

$$M_r = 1500(4.46) = 6690 \text{ psi}$$

3.3.1.10.9. Coeficiente de drenaje

Los datos para determinar los valores de coeficiente de drenaje se tomaron del anuario meteorológico del INAMI [25], considerando la estación meteorológica más cercana al proyecto, siendo esta la estación M0362 Las Pampas.

Figura 37. Distribución temporal de precipitación para el año 2013 en la estación M0362 Las Pampas



Fuente: Anuario meteorológico INAMHI [25]

Se puede observar en la Figura 37 que existe presencia de precipitaciones durante todo el año, por ello se estima una calidad de drenaje buena con un tiempo de evacuación de 1 día. Con ayuda de la Tabla 18 y Tabla 19 se definió una calidad de drenaje buena.

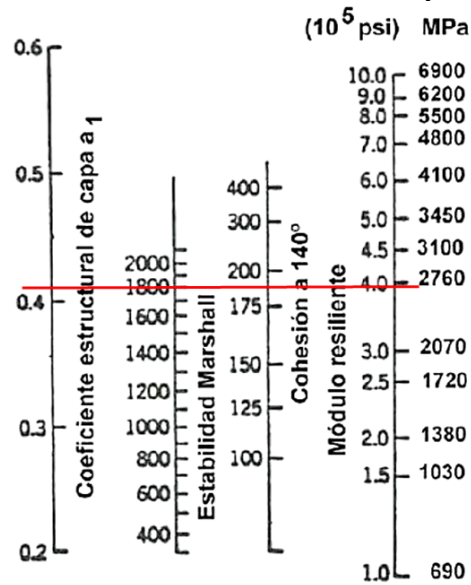
3.3.1.10.10. Espesores mínimos

Los espesores mínimos se definieron con los datos de la Tabla 20, considerando un número de ejes equivalentes superior a 500 mil, pero inferior a 2 millones. Los resultados fueron un espesor mínimo de 7.5 cm para la carpeta asfáltica y 15 cm para la capa base. Sin embargo, se consideró un espesor final de 10 cm en la carpeta asfáltica.

3.3.1.10.11. Coeficiente estructural a_1

La norma MTOP 2003 en su apartado de especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes [26] indica que la calidad del material asfáltico debe cumplir con una estabilidad Marshall mínima de 1800 lb. De este modo y con ayuda de la Figura 11 se determinó $a_1=0.41$ y $M_r= 399000$ psi.

Figura 38. Determinación del coeficiente a_1 y M_r de la mezcla asfáltica

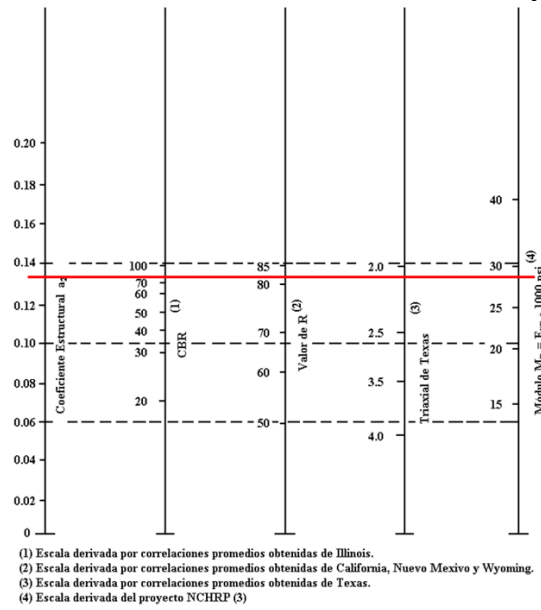


Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993* [16]

3.3.1.10.12. Coeficiente estructural a_2

Dado que se trata de un diseño preliminar, se tuvo en cuenta el valor mínimo de CBR permitido para una base, según lo establecido por la norma MTOP 2003 [26] en sus especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. Este valor es del 80%. De acuerdo con la normativa NEVI [27], para el TPDA proyectado se recomienda una base clase 4. Con el valor de CBR se ingresó a la Figura 12 y se obtuvo un coeficiente $a_2=0.135$ y M_r de la base igual a 28500 psi.

Figura 39. Determinación del coeficiente a_2 y M_r de la base

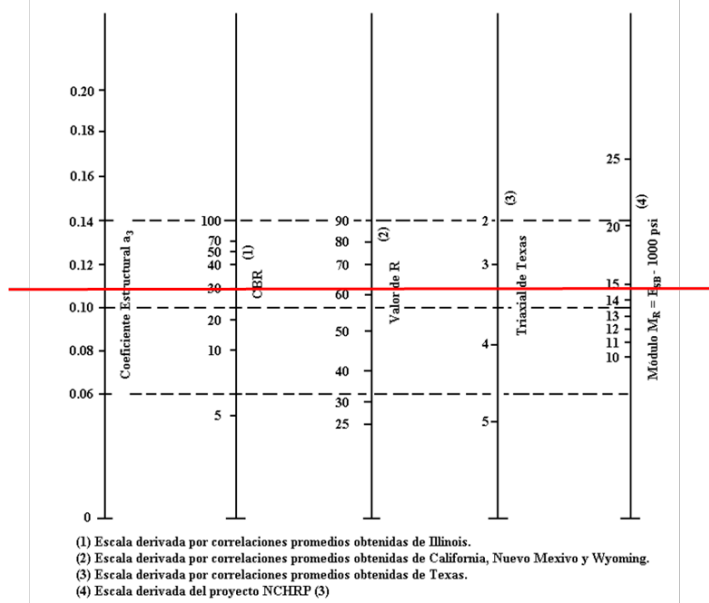


Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993* [16]

3.3.1.10.13. Coeficiente estructural a_3

Al igual que en el apartado anterior, se tuvo en cuenta el valor mínimo de CBR permitido para una subbase al tratarse de un diseño preliminar, de acuerdo con la norma MTOP 2003 en sus especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes [26] este valor es del 30%. Para la importancia de la vía se ha considerado una subbase clase 3. Con el dato de CBR se ingresó a la Figura 13 y se obtuvo un coeficiente $a_3=0.11$ y M_r de la subbase igual a 14900 psi.

Figura 40. Determinación del coeficiente a_3 y M_r de la subbase



Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993* [16]

3.3.1.10.1. Diseño de la estructura con CBR de laboratorio

En la Tabla 38 se puede apreciar un resumen de los datos obtenidos, los mismos fueron ingresados en la hoja de cálculo de la Tabla 7 y se obtuvieron los espesores de la estructura del pavimento de la Tabla 39. El número estructural requerido total se calculó en el software Ecuación AASHTO 93 y con los datos de la subrasante, como puede apreciarse en la Figura 41.

Figura 41. Número estructural total en diseño con CBR de laboratorio

Fuente: Ecuación AASHTO 93

Tabla 38. Resumen de los datos necesarios para realizar el diseño de la estructura del pavimento flexible

Datos para el diseño de la estructura del pavimento flexible		
Clasificación de la vía		III
Tráfico promedio diario anual para el periodo de diseño		580 veh/día
Periodo de diseño		15 años
Descripción	Símbolo	Valores
W_{18} Diseño	W_{18}	687844.508
CBR Laboratorio	CBR %	4.46
Confiabilidad	R %	85.00
Desviación estándar normal	Zr	-1.037
Desviación estándar global	S_0	0.45
Serviciabilidad inicial	P_0	4.2
Serviciabilidad final	P_t	2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [psi]	6690
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr [psi]	399000
Módulo de resiliencia de la base	Mr [psi]	28500
Módulo de resiliencia de la subbase	Mr [psi]	14900
Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica	a_1	0.41
Coeficiente estructural de la base	a_2	0.135
Coeficiente estructural de la subbase	a_3	0.11
Coeficientes de drenaje	m_2	1
	m_3	1

Fuente: Alexander Nauque Villacís

Tabla 39. Estructura del pavimento con CBR de laboratorio

Diseño de pavimentos flexibles Método AASHTO 1993			
Datos de entrada:			
1. Características de materiales			
a. Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (ksi)			399.00
b. Módulo de elasticidad de la base granular (ksi)			28.50
c. Módulo de elasticidad de la subbase (ksi)			14.90
2. Datos de tráfico y propiedades de la subrasante			
a. Número de ejes equivalentes total (w18)			687,844.51
b. Factor de confiabilidad (r)			85%
Desviación estándar normal (Zr)			-1.037
Desviación estándar global (So)			0.45
c. Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr, ksi)			6.69
d. Serviciabilidad inicial (Pi)			4.2
e. Serviciabilidad final (Pt)			2.0
f. Periodo de diseño (años)			15
3. Datos para estructuración del refuerzo			
a. Coeficientes estructurales de capa			
Concreto asfáltico convencional (a ₁)			0.410
Base granular (a ₂)			0.135
Subbase (a ₃)			0.110
b. Coeficientes de drenaje de capa			
Base granular (m ₂)			1.000
Subbase (m ₃)			1.000
Datos de salida:			
Número estructural requerido total (SN _{req})			3.15
Número estructural carpeta asfáltica (SN _{ca})			1.85
Número estructural base granular (SN _{bg})			0.51
Número estructural subbase (SN _{sb})			0.79
Estructura del pavimento			
		Teórico	Propuesta
			Espesor SN
Esesor carpeta asfáltica (cm)		11.5 cm	10.0 cm 1.61
Esesor base granular (cm)		9.6 cm	15.0 cm 0.80
Esesor subbase granular (cm)		18.2 cm	20.0 cm 0.87
Esesor total (cm)			45.0 cm 3.28

Fuente: Alexander Nauque Villacís

En la Tabla 39 se observa que el espesor considerado para la carpeta asfáltica es de 10 cm. No obstante, puede considerarse un espesor inicial de 5 cm. Esta elección se basa en la previsión de que, en la etapa inicial, el paquete estructural no estará sometido al peso completo del tráfico proyectado. Se contempla la posibilidad de completar el espesor de la carpeta asfáltica mediante un recapeo en un momento oportuno. Este enfoque busca garantizar que el pavimento alcance su período de diseño de manera efectiva.

3.3.1.10.1. Diseño de la estructura con CBR de correlación

El siguiente cálculo se efectuó utilizando el valor CBR derivado de la correlación detallada en la sección 3.2.1.20 CBR vs límite líquido. Aunque existe una correlación con un coeficiente de determinación R^2 un poco más elevado, en este caso no fue posible emplearla, ya que para dicha correlación se consideraron 10 muestras, entre las cuales no se incluye la muestra M7. Esta última fue utilizada en la sección 3.3.1.10.8 para el diseño del pavimento, empleando los valores de CBR obtenidos en el laboratorio y por ello el valor resultante de la correlación sería uno muy alejado de la realidad.

Para la vía estudiada Galápagos-Las Minas, se disponen de los datos de la variable independiente LL%, los cuales se detallan en la Tabla 40. Asimismo, en dicha tabla se encuentran registrados los valores de CBR correspondientes a cada nivel de límite líquido, obtenidos en laboratorio.

Tabla 40. Valores de CBR obtenidos mediante la correlación seleccionada para el diseño del pavimento

Vía	Identificación de muestra	Límites de Atterberg	CBR (real)	CBR (correlación)
		LL%		
Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	M7	37.366	4.460	4.875
	M8	24.600	23.350	14.507
	M9	25.404	11.900	12.338

Fuente: Alexander Nauque Villacís

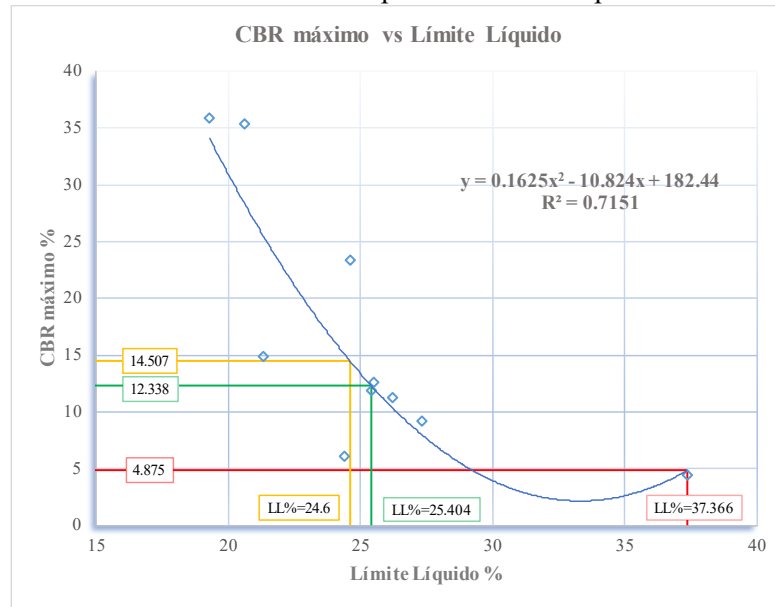
$$CBR\%_{M7} = 0.1625(37.366)^2 - 10.824(37.366) + 182.44 = 4.875$$

$$CBR\%_{M8} = 0.1625(24.600)^2 - 10.824(24.600) + 182.44 = 14.507$$

$$CBR\%_{M9} = 0.1625(25.404)^2 - 10.824(25.404) + 182.44 = 12.338$$

Además, la obtención gráfica de los valores CBR mediante la correlación seleccionada se detallan en la Figura 42.

Figura 42. Determinación gráfica del CBR obtenidos mediante la correlación seleccionada para el diseño del pavimento



Fuente: Alexander Nauque Villacís

Al igual que como se realizó en el apartado 3.3.1.10.8, por motivos de seguridad en el cálculo del módulo resiliente M_r de la subrasante se consideró el valor CBR más bajo, siendo este igual a 4.875%. Se utilizó la (Ecuación 15) que, como ya se mencionó, es aplicable cuando el CBR es menor al 7%.

$$M_r = 1500(4.875) = 7312.5 \text{ psi}$$

Los datos necesarios para el cálculo de la estructura se observan en la Tabla 41. Como puede observarse en la Figura 43; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el número estructural requerido total se calculó en el software Ecuación AASHTO 93 y con los datos de la subrasante.

Figura 43. Número estructural total en diseño con CBR de correlación

Fuente: Ecuación AASHTO 93

Tabla 41. Datos para el diseño del pavimento con CBR de correlación

Datos para el diseño de la estructura del pavimento flexible		
Clasificación de la vía		III
Tráfico promedio diario anual para el periodo de diseño		580 veh/día
Periodo de diseño		15 años
Descripción	Símbolo	Valores
W_{18} Diseño	W_{18}	687844.508
CBR Laboratorio	CBR %	4.875
Confiabilidad	R %	85.00
Desviación estándar normal	Zr	-1.037
Desviación estándar global	S_0	0.45
Serviciabilidad inicial	P_0	4.2
Serviciabilidad final	P_t	2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [psi]	7312.5
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr [psi]	399000
Módulo de resiliencia de la base	Mr [psi]	28500
Módulo de resiliencia de la subbase	Mr [psi]	14900
Coficiente estructural de la carpeta asfáltica	a_1	0.41
Coficiente estructural de la base	a_2	0.135
Coficiente estructural de la subbase	a_3	0.11
Coficientes de drenaje	m_2	1
	m_3	1

Fuente: Alexander Nauque Villacís

De este modo, los espesores resultantes se registran en la Tabla 42.

Tabla 42. Estructura del pavimento con CBR de correlación

Diseño de pavimentos flexibles Método AASHTO 1993			
Datos de entrada:			
1. Características de materiales			
a. Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (ksi)			399.00
b. Módulo de elasticidad de la base granular (ksi)			28.50
c. Módulo de elasticidad de la subbase (ksi)			14.90
2. Datos de tráfico y propiedades de la subrasante			
a. Número de ejes equivalentes total (w18)			687,845
b. Factor de confiabilidad (r)			85%
Desviación estándar normal (Zr)			-1.037
Desviación estándar global (So)			0.45
c. Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr, ksi)			7.31
d. Serviciabilidad inicial (Pi)			4.2
e. Serviciabilidad final (Pt)			2.0
f. Periodo de diseño (años)			15
3. Datos para estructuración del refuerzo			
a. Coeficientes estructurales de capa			
Concreto asfáltico convencional (a ₁)			0.410
Base granular (a ₂)			0.135
Subbase (a ₃)			0.110
b. Coeficientes de drenaje de capa			
Base granular (m ₂)			1.000
Subbase (m ₃)			1.000
Datos de salida:			
Número estructural requerido total (SN _{req})			3.06
Número estructural carpeta asfáltica (SN _{ca})			1.85
Número estructural base granular (SN _{bg})			0.51
Número estructural subbase (SN _{sb})			0.70
Estructura del pavimento			
		Teórico	Propuesta
			Espesor
			SN
-			
Espesor carpeta asfáltica (cm)		11.5 cm	10.0 cm 1.61
Espesor base granular (cm)		9.6 cm	15.0 cm 0.80
Espesor subbase granular (cm)		16.2 cm	20.0 cm 0.87
Espesor total (cm)			45.0 cm 3.28

Fuente: Alexander Nauque Villacís

Al igual que en el diseño estructural con CBR de laboratorio, en la Tabla 42 se observa que el espesor considerado para la carpeta asfáltica es de 10 cm. No obstante, puede optarse por un espesor inicial de 5 cm, considerando que, en la fase inicial, el paquete estructural no estará sometido al peso del tráfico proyectado. Se anticipa que el espesor

de la carpeta asfáltica podrá completarse mediante un recapeo en un momento oportuno, asegurando así que el diseño alcance su período de diseño.

3.4. Verificación de hipótesis

3.4.1. Hipótesis

Puede encontrarse una correlación entre los valores de CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas en los suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado del cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi.

3.4.2. Verificación

Mediante la ejecución de un muestreo de los suelos en las parroquias mencionadas, la realización de los distintos ensayos tanto en campo como en laboratorio, y el análisis estadístico de los datos recopilados, no se lograron determinar correlaciones válidas entre el CBR y DCP de los suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado, cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, debido a sus bajos valores de coeficiente de determinación.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinaron las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias Las Pampas y Palo Quemado. A pesar de presentar similitudes visuales y valores de densidad semejantes, exhiben variaciones significativas que se manifiestan especialmente en aspectos como los límites de Atterberg, la granulometría, así como los valores de CBR y DCP.
- Las correlaciones con coeficientes de determinación R^2 superiores al 70% fueron consideradas como válidas. Sin embargo, la hipótesis inicial no fue confirmada debido a la baja correlación obtenida entre CBR y DCP.
- La correlación entre DCP y CBR no se consideró dentro de las correlaciones aceptables al encontrarse su coeficiente de determinación para fuera del rango de aceptación. La baja correlación observada podría deberse al hecho de que el ensayo DCP se lleva a cabo en condiciones naturales, mientras que el CBR se realiza bajo condiciones óptimas controladas de densidad y humedad.
- Se identificaron en total 23 correlaciones que se consideraron aceptables, con coeficientes de determinación R^2 que varían entre el 71% y el 99.9%. Aunque la correlación entre el CBR y el límite líquido tuvo un coeficiente de determinación de 71.5%, ubicándose apenas en el rango aceptable, se destaca como la correlación más relevante debido a su aplicación directa en el diseño preliminar de la estructura del pavimento flexible.
- Se aplicaron los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental para el diseño de la estructura del pavimento flexible bajo el Método AASHTO 93. Este diseño se basó tanto en el CBR de laboratorio como en el CBR obtenido mediante una correlación seleccionada. En el resultado de este proceso se

determinaron espesores para la carpeta asfáltica, la base granular y la subbase, siendo estos de 10 cm, 15 cm y 20 cm, respectivamente. Pudiéndose optar por un espesor inicial de carpeta asfáltica de 5 cm.

- Se identificó que los valores de los espesores del paquete estructural producto del diseño del pavimento flexible, no presentan variaciones al trabajar con el CBR de laboratorio en comparación con el CBR obtenido mediante la correlación seleccionada.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda ampliar el muestreo para el estudio estadístico con la finalidad de disminuir el error resultante al aplicar las correlaciones entre las propiedades de los suelos.
- Se recomienda aplicar las ecuaciones obtenidas en este trabajo experimental exclusivamente en suelos que compartan similitudes con las características analizadas en esta investigación.
- Se recomienda para el ensayo de Proctor modificado garantizar que la muestra esté completamente seca, con el objetivo de evitar errores en la determinación del contenido de humedad, optimizando además el tiempo de trabajo.
- Se recomienda llevar a cabo los ensayos in situ y tomar las muestras en las mismas condiciones climáticas y, preferiblemente, en el mismo día. Esto con el propósito de obtener resultados consistentes, evitando posibles variaciones causadas por condiciones climáticas cambiantes.
- Se recomienda, para zonas de bajo flujo vehicular, realizar el diseño de la estructura del pavimento con espesores mínimo a fin de disminuir costos

iniciales y garantizar que el cálculo alcanzará el periodo para el cual fue diseñado.

- Se sugiere a la Universidad Técnica de Ambato dotar de equipos a los ya existentes en el laboratorio de mecánica de suelos, con el fin de agilizar el desarrollo de tesis que integren el estudio de suelos en su contenido.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Makwana and R. Kumar, “Correlative Study of LWD, DCP and CBR for sub-grade,” *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 67, no. 9, pp. 89–98, Sep. 2019, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V67I9P215.
- [2] S. Permatasari, “HUBUNGAN NILAI CBR LABORATORIUM DAN DCP PADA TANAH YANG DIPADATKAN PADA RUAS JALAN DESA SEMISIR KABUPATEN KOTABARU,” *TAPAK*, vol. 10, no. 2, p. 133, 2021, [Online]. Available: <http://u.lipi.go.id/1320332466>
- [3] E. Erny, “Analisis Korelasi Tahanan Konus Dengan Nilai Cbr Laboratorium dan Cbr Hasil Uji Dcp Studi Kasus Indragiri Hulu dan Pekanbaru,” *Jurnal Health Sains*, vol. 3, no. 3, pp. 490–505, Mar. 2022, doi: 10.46799/jsa.v3i3.407.
- [4] B. Lantabur and J. Aba, “HUBUNGAN EMPIRIS DAYA DUKUNG TANAH DASAR MENGGUNAKAN ALAT DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) DAN CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) RENDAMAN UNTUK DISAIN TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA,” *Jurnal Teknik Sipil*, 2018.
- [5] O. De Freitas Neto, G. De Oliveira Souza, and B. M. M Souza, “Correlation Study Between CBR and DCP Indexes of Two Tropical Soils from the Brazilian Northeast as an Instrument for In Situ Technological Control,” *INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING*, 2021, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/363233774>
- [6] E. A. Sandoval Vallejo and W. A. Rivera Mena, “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfínada,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, no. 1, pp. 135–152, Aug. 2019, doi: 10.18359/RCIN.3478.

- [7] V. Emre Uz, M. Saltan, and İ. Gökalp, “Comparison of DCP, CBR, and RLT Test Results for Granular Pavement Materials and Subgrade with Structural Perspective View project Comparison of DCP, CBR, and RLT Test Results for Granular Pavement Materials and Subgrade with Structural Perspective,” *International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering*, 2015, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/282811843>
- [8] K. Meshram, “Estimation of field CBR from DCP for subgrade soils,” *Arabian Journal of Geosciences*, vol. 15, no. 9, May 2022, doi: 10.1007/s12517-022-10048-y.
- [9] K. S. Gill, P. Kaur, and B. S. Walia, “CORRELATION BETWEEN SOAKED CBR VALUE AND CBR VALUE OBTAINED WITH DYNAMIC CONE PENETROMETER,” *International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences*, Feb. 2012, Accessed: Oct. 22, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/265285287_CORRELATION_BETWEEN_SOAKED_CBR_VALUE_AND_CBR_VALUE_OBTAINED_WITH_DYNAMIC_CONE_PENETROMETER
- [10] N. NTIRENGANYA, B. Basher, E. Suliman Ahmed, and Dr. M. Shallal, “Development of Correlation between Soaked CBR and In-Situ CBR Determined by DCP for Soil in the Southern Province of Rwanda,” *International Journal of Scientific Research and Management*, vol. 8, no. 01, pp. 314–318, Jan. 2020, doi: 10.18535/ijstrm/v8i01.ec02.
- [11] J. J. García Vincés, J. R. Gilces Delgado, C. A. Mejía Vera, and E. H. Ortiz Hernández, “Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de Valor de Soporte de California (CBR) y Cono Dinámico de Penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí.,” *REVISTA RIEMAT*, 2019.

- [12] F. P. Portilla Yandún, “Correlación entre el CBR de laboratorio, el índice DCP y propiedades físicas y mecánicas de suelos granulares,” *Conciencia Digital*, vol. 5, no. 4.1, pp. 45–59, Nov. 2022, doi: 10.33262/concienciadigital.v5i4.1.2396.
- [13] R. Cal y Mayor Reyes Spíndola and James. Cárdenas Grisales, *Ingeniería de tránsito : fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega, 1994.
- [14] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, *NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS - 2003*. Quito, 2003.
- [15] Universidad Mayor de San Simón and Facultad de Ciencias y Tecnología, *PAVIMENTOS Texto Guía*. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón, 2004.
- [16] American Association of State Highway and Transportation Officials, “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993 -.” Accessed: May 31, 2023. [Online]. Available:
<https://books.google.com.ec/books?id=1HRB12tBQNM&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- [17] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, *LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOP*, vol. 2. Quito, 2013.
- [18] J. J. Muhammed and M. M. Abdella, “EVALUATION OF SUBGRADE CAPACITY OF JIMMA SOILS USING DCP TEST: A CORRELATION OF CBR AND DCPI,” *Malaysian Journal of Civil Engineering*, vol. 30, no. 3, Nov. 2018, doi: 10.11113/MJCE.V30N3.520.
- [19] B. M. Das, *Fundamentos de ingeniería geotécnica*, 4th ed. Cengage Learning, 2015. [Online]. Available: <http://estudiantesingcivil.blogspot.mx/>

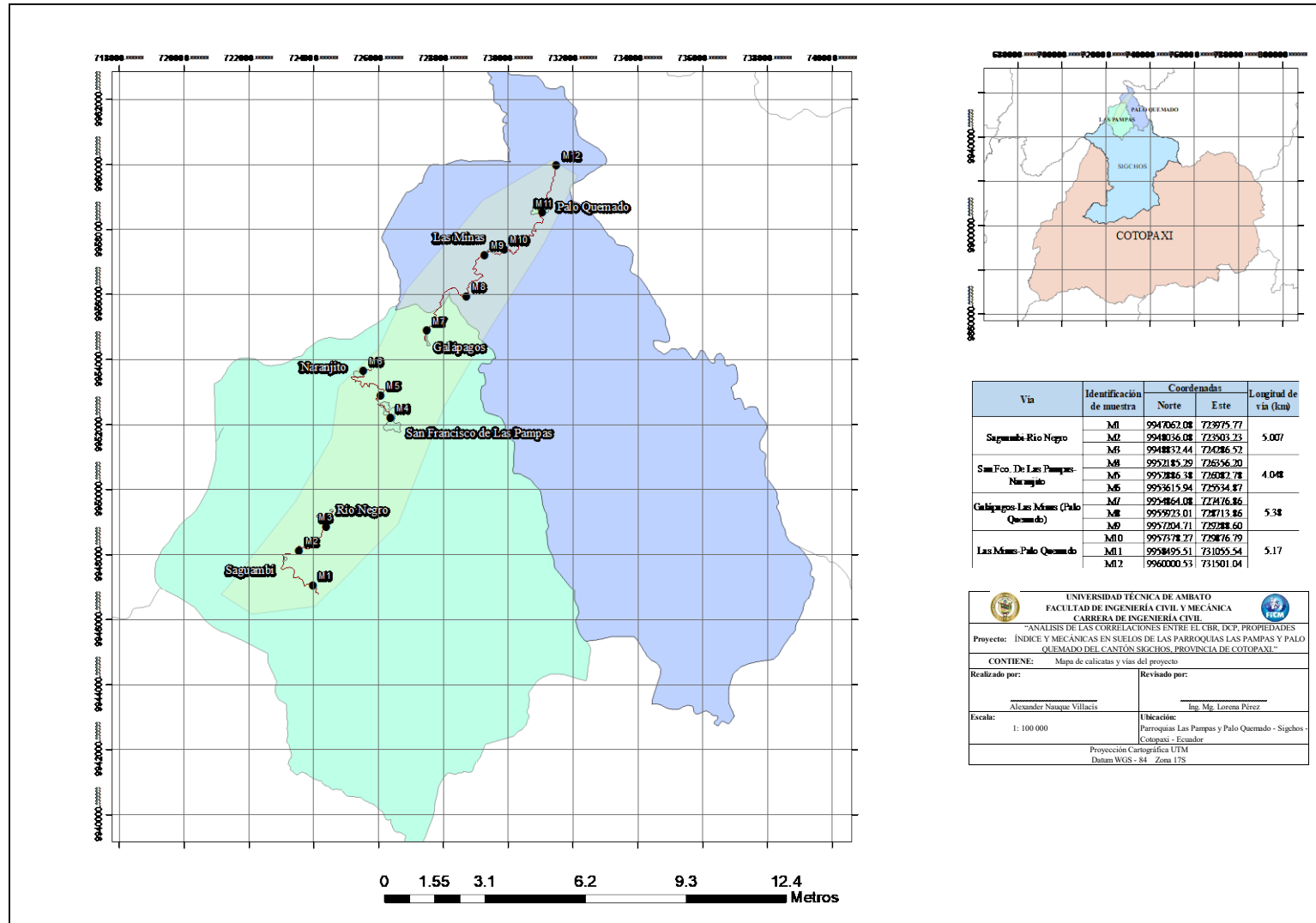
- [20] T. T. Bakala and S. Thanappan, “Study on the shear strength and some of index properties of cohesive soil,” *INTERNATIONAL JOURNAL FOR RESEARCH & DEVELOPMENT IN TECHNOLOGY*, vol. 15, no. 2, pp. 65–72, 2021, Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/358478597_Study_on_the_shear_strength_and_some_of_index_properties_of_cohesive_soil
- [21] S. O. Faluyi, O. O. Amu, and A. E. Adetoro, “Index Properties of Road Construction Soils in Southwestern Nigeria,” *International Journal of Basic Science and Technology*, vol. 8, no. 3, pp. 70–81, 2022, Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/371732680_Index_Properties_of_Road_Construction_Soils_in_Southwestern_Nigeria
- [22] T. Reta Mesfin and T. Jote Denbi, “Investigating The Index and Physical Properties of Soils to Be Used as Subgrade Material (In Case of Gilgel-Beles, Ethiopia),” *The Peerian Journal*, vol. 3, pp. 18–29, 2022, Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/358899616_Investigating_The_Index_and_Physical_Properties_of_Soils_to_Be_Used_as_Subgrade_Material_In_Case_of_Gilgel-Beles_Ethiopia
- [23] E. Juárez Badillo and A. Rico Rodríguez, *Mecánica de Suelos*. Ciudad de México: Limusa, 2005.
- [24] H. F. Hama Ali, A. Jabar HamaRash, M. Izat Hamakareem, and D. A. Muhedin, “A Correlation between Compaction Characteristics and Soil Index Properties for Fine-grained Soils,” *Polytechnic Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 93–99, Dec. 2019, doi: 10.25156/PTJ.V9N2Y2019.PP93-99.

- [25] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, “ANUARIO METEOROLÓGICO,” Quito, 2017.
- [26] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, “MOP-001-F 2002 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES,” 2002.
- [27] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “NORMA ECUATORIANA VIAL ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES,” 2013.

ANEXOS

UBICACIÓN

Figura 44. Mapa de calicatas y vías del proyecto



ENSAYO DCP

Tabla 43. Ensayo DCP Muestra 1

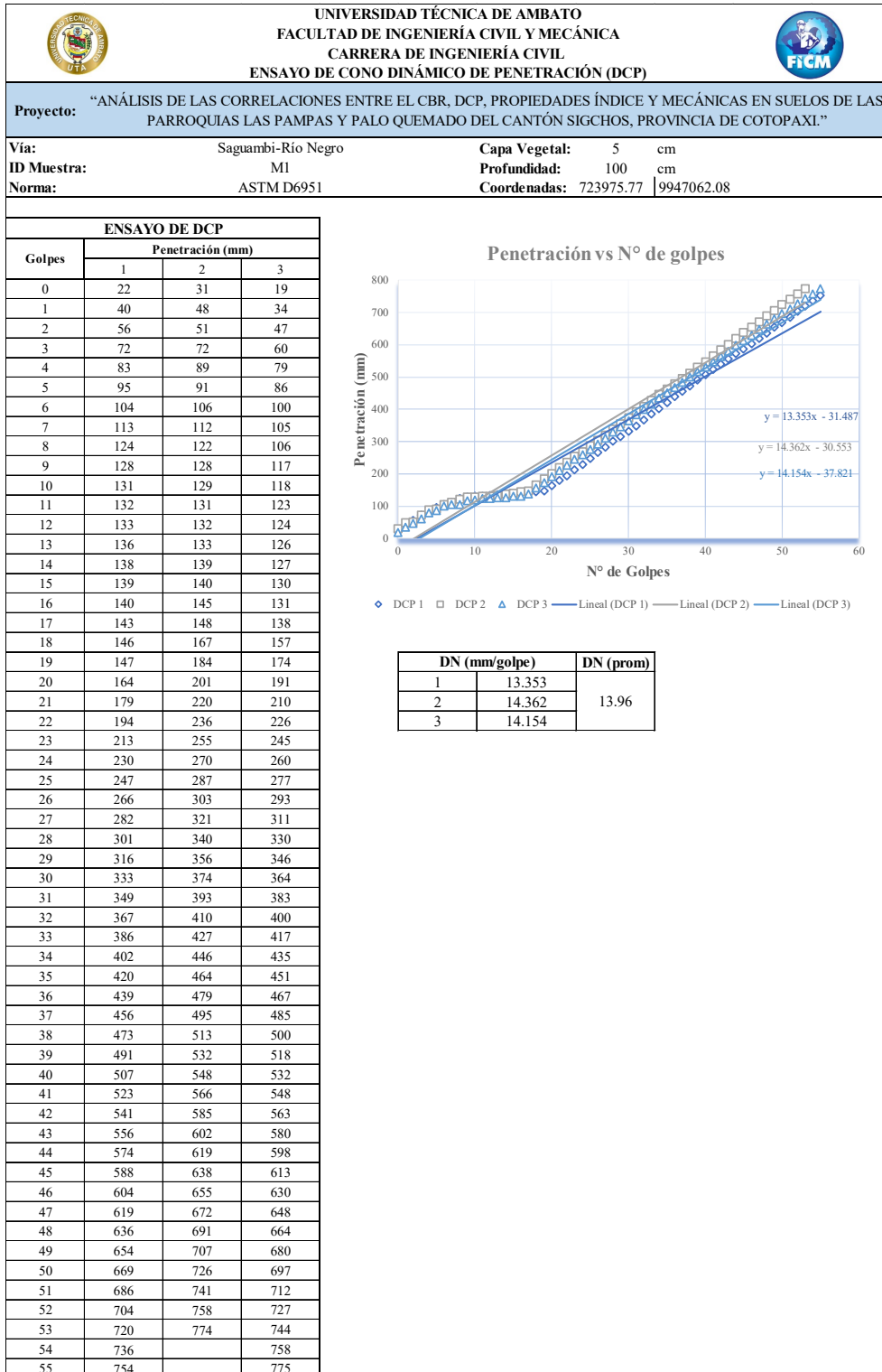


Tabla 44. Ensayo DCP Muestra 2

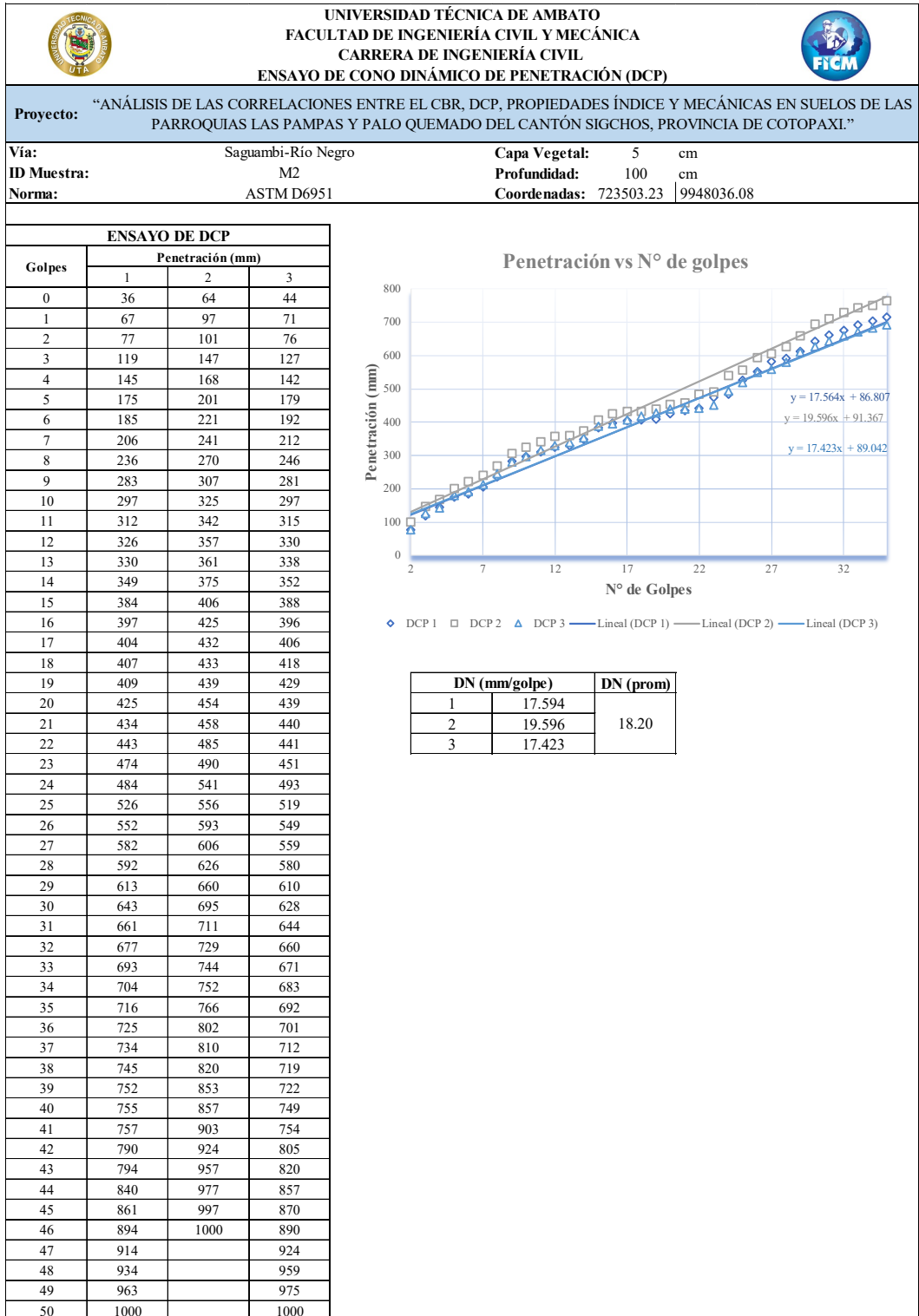


Tabla 45. Ensayo DCP Muestra 3

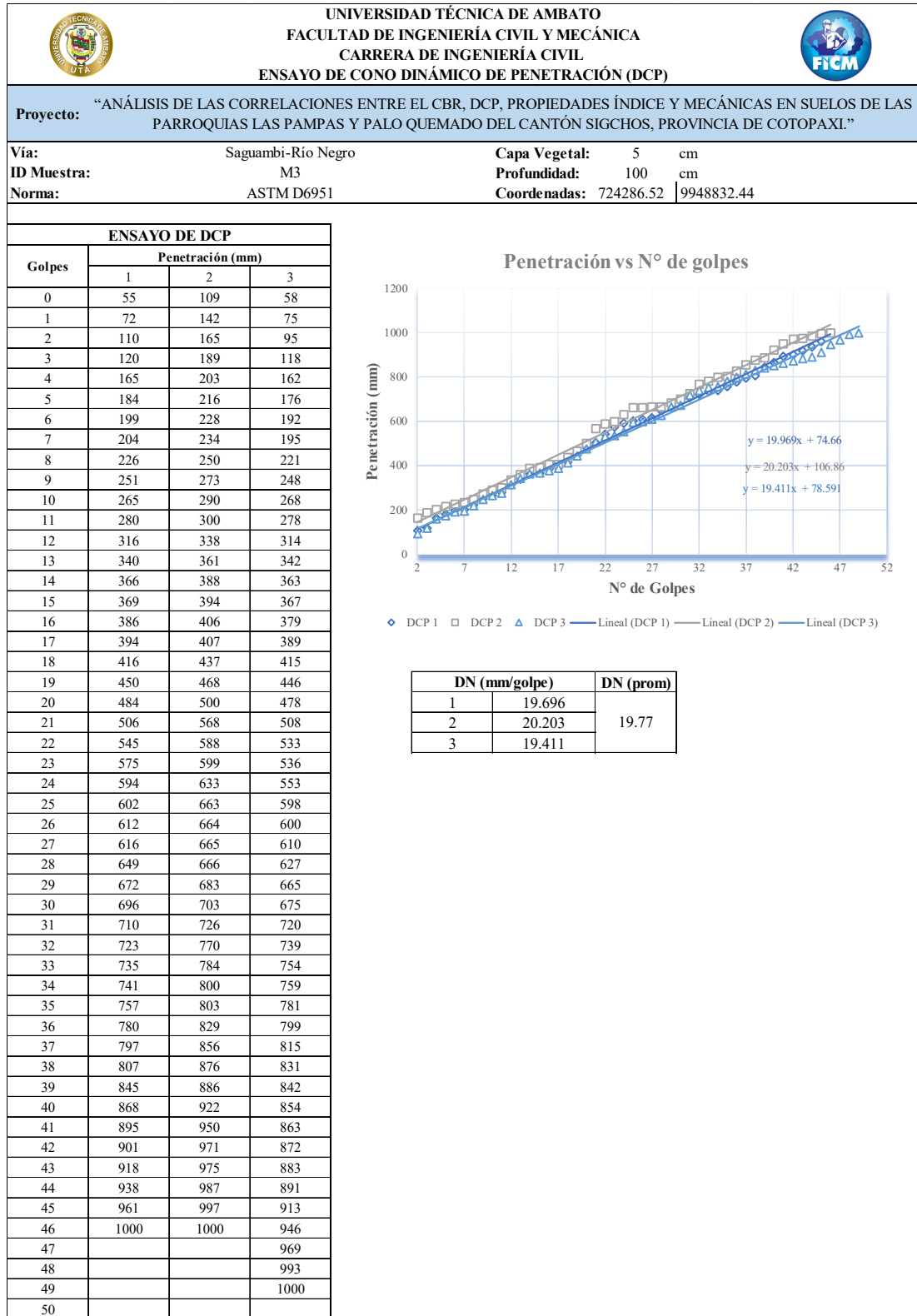


Tabla 46. Ensayo DCP Muestra 4

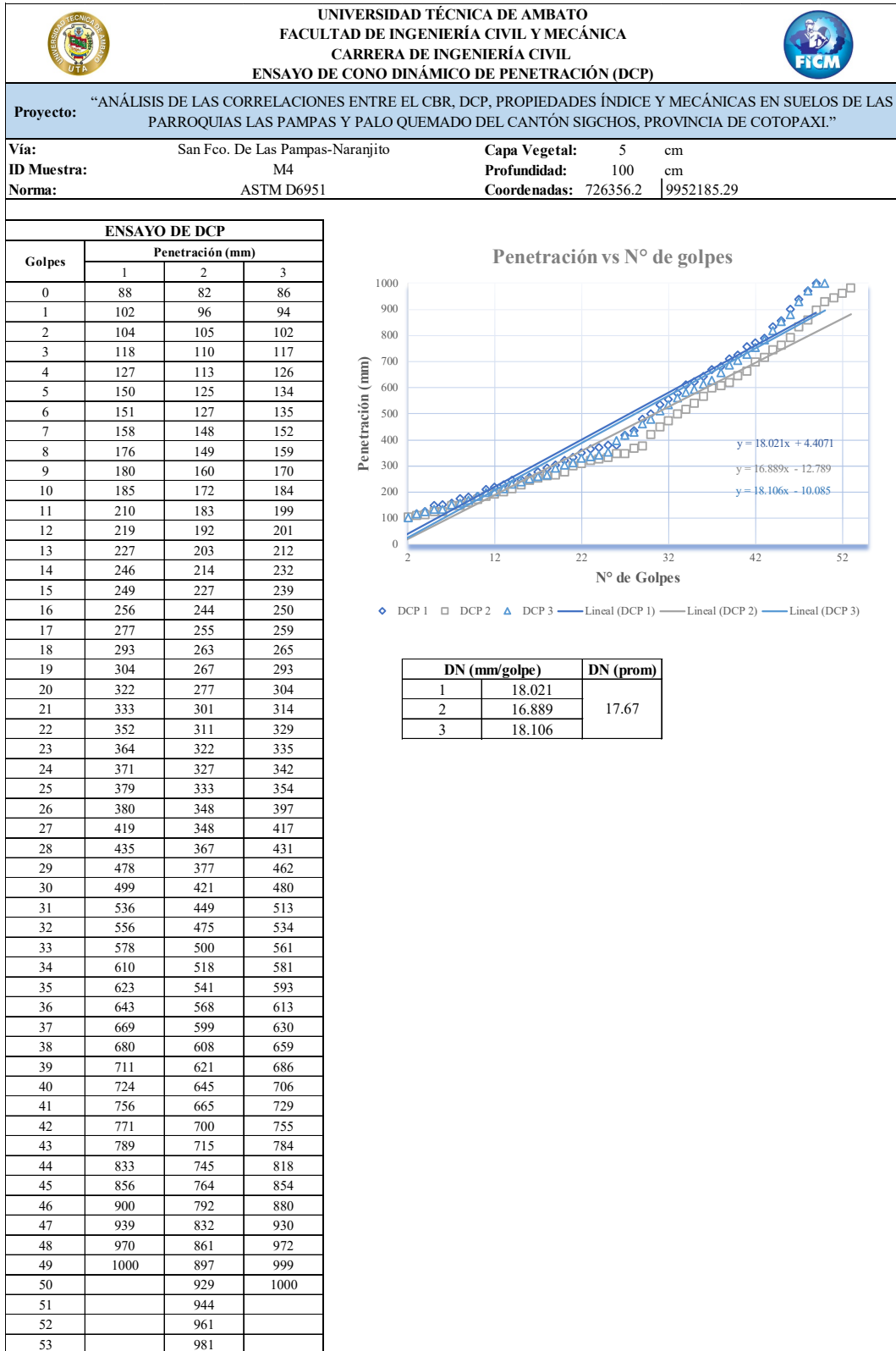


Tabla 47. Ensayo DCP Muestra 5

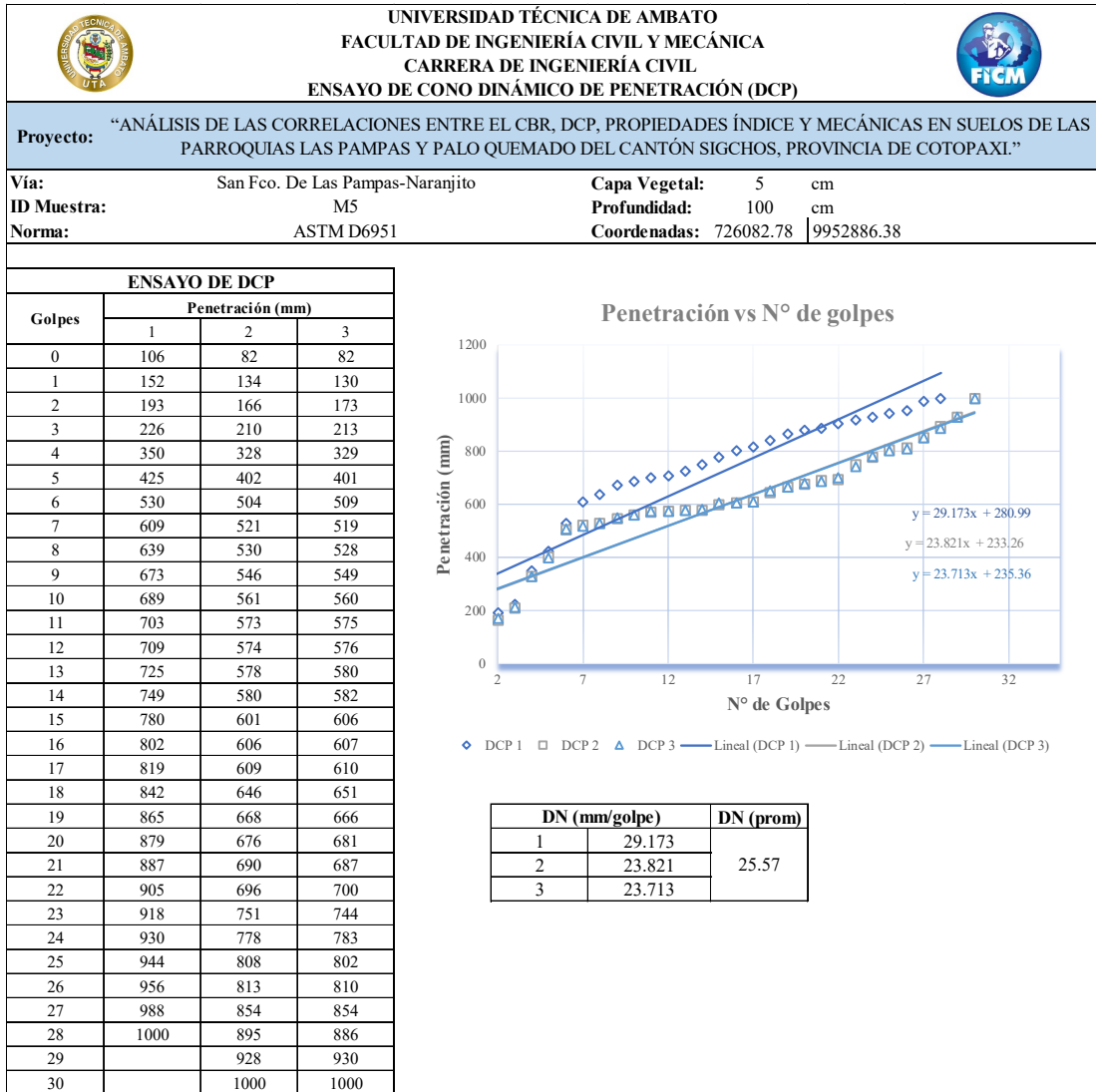


Tabla 48. Ensayo DCP Muestra 6

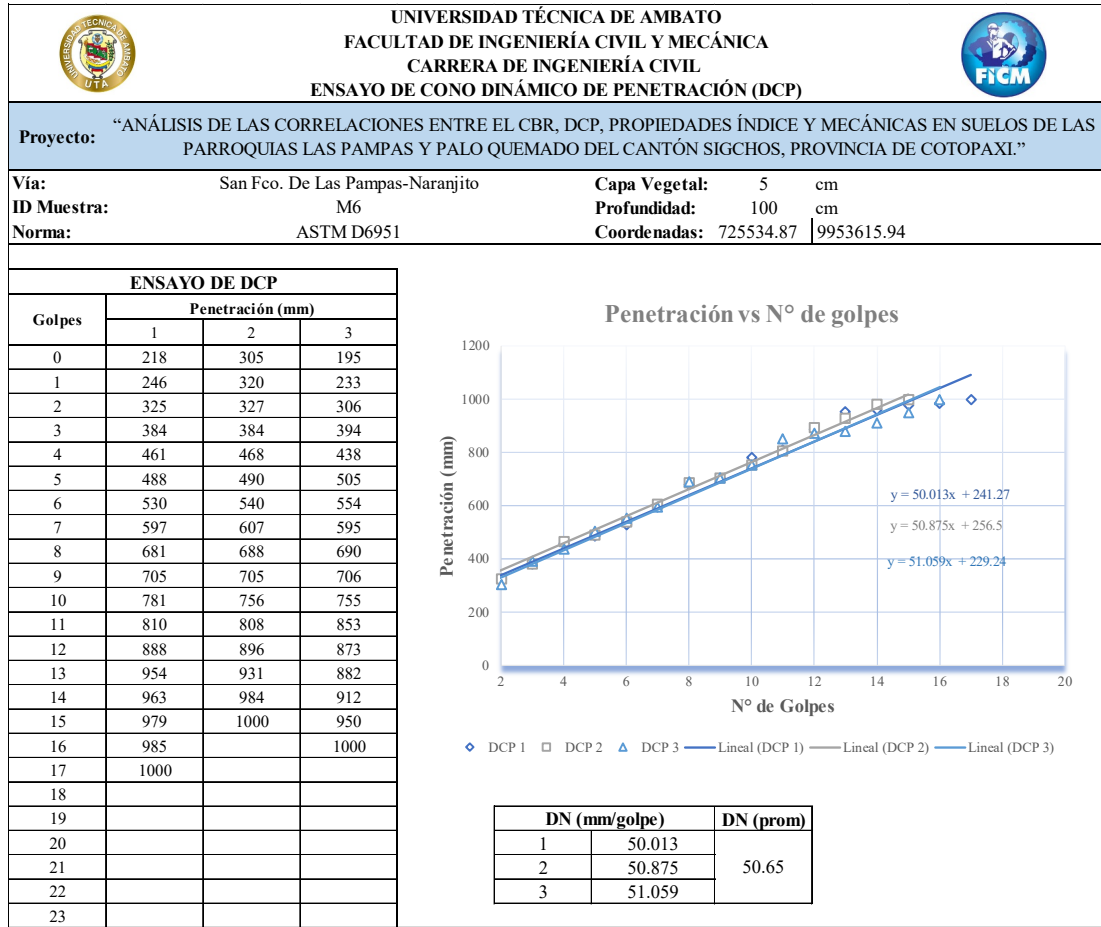


Tabla 49. Ensayo DCP Muestra 7

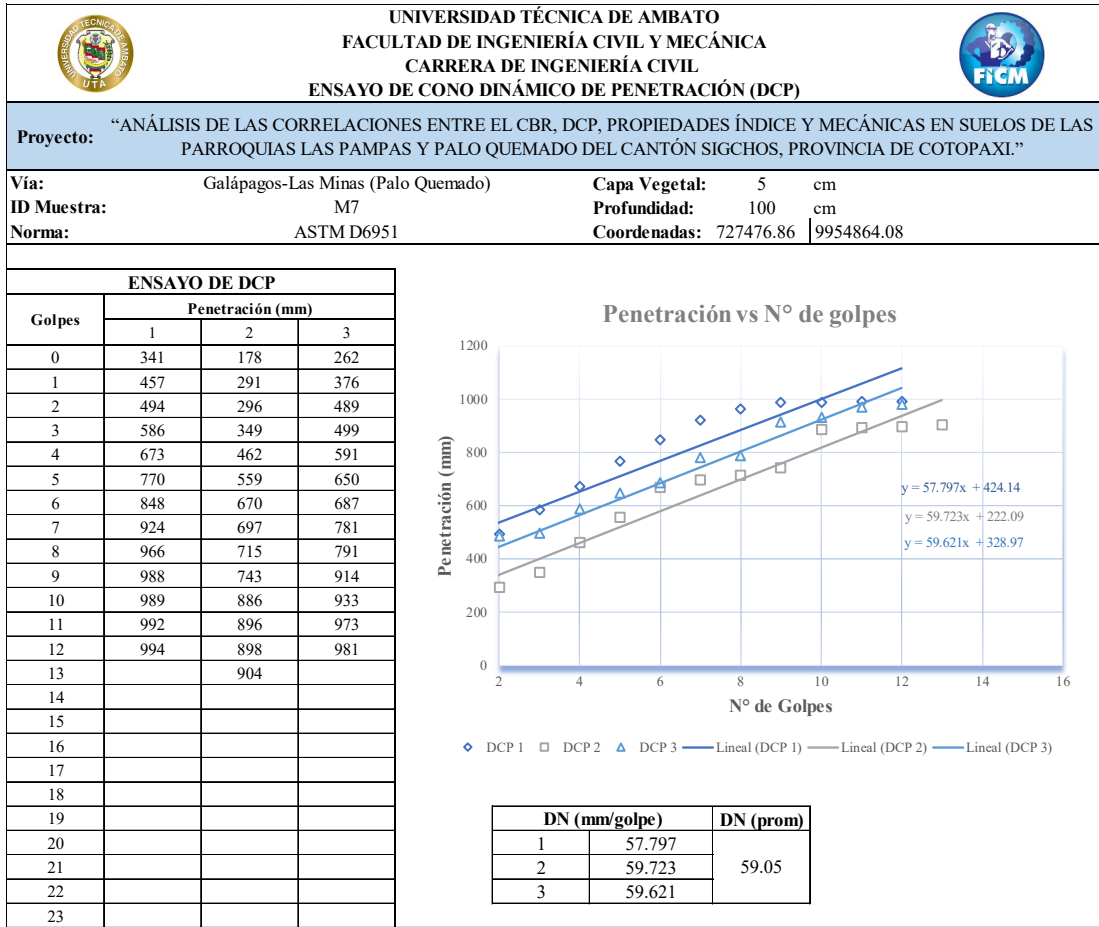


Tabla 50. Ensayo DCP Muestra 8

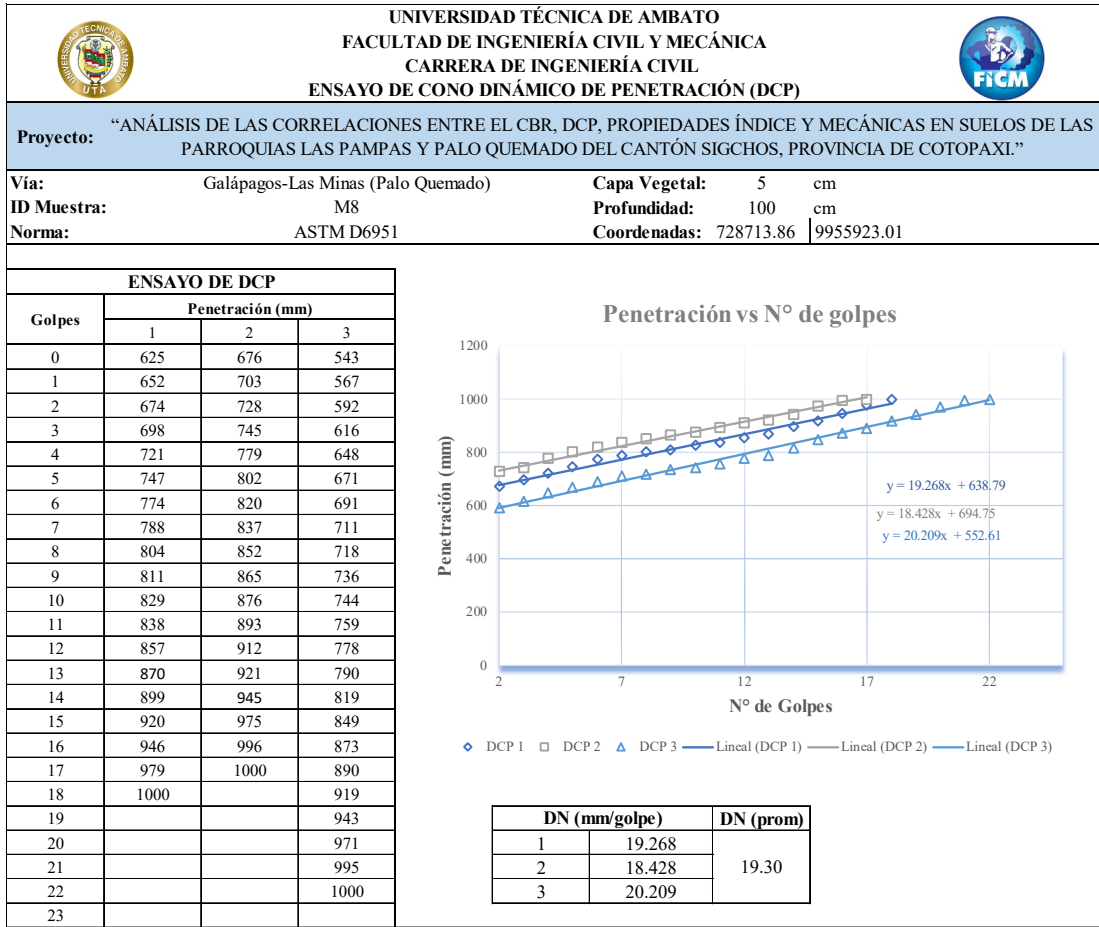


Tabla 51. Ensayo DCP Muestra 9

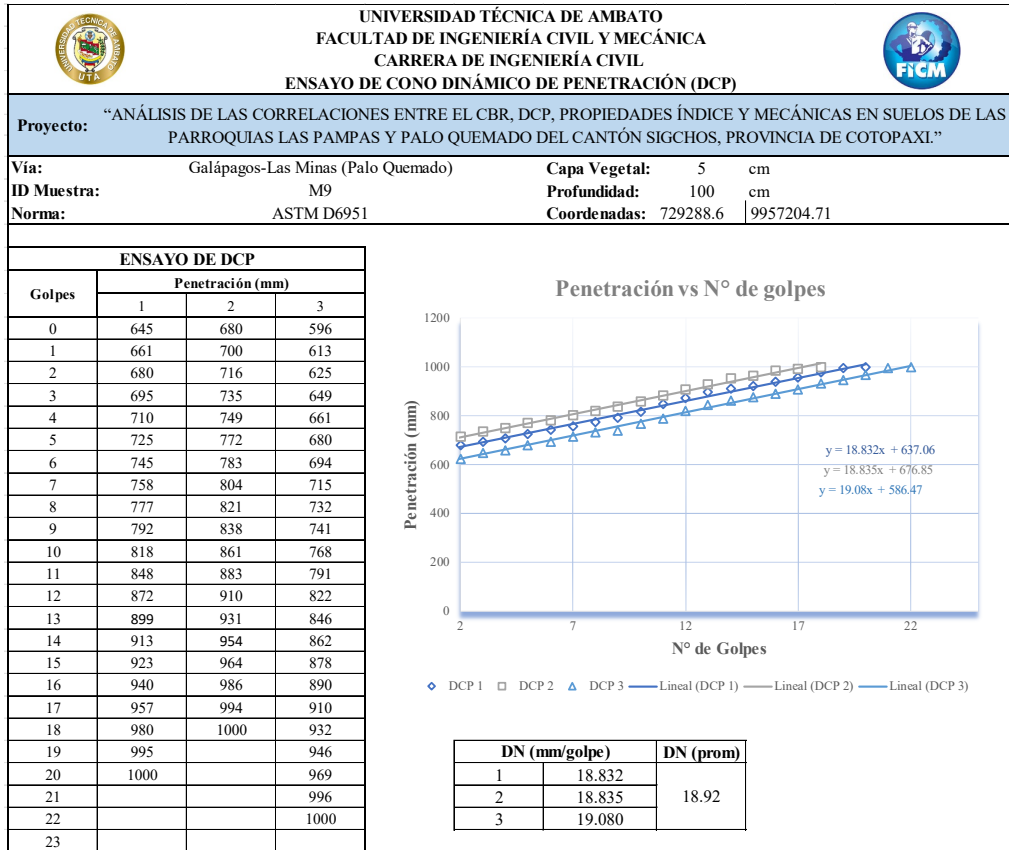


Tabla 52. Ensayo DCP Muestra 10

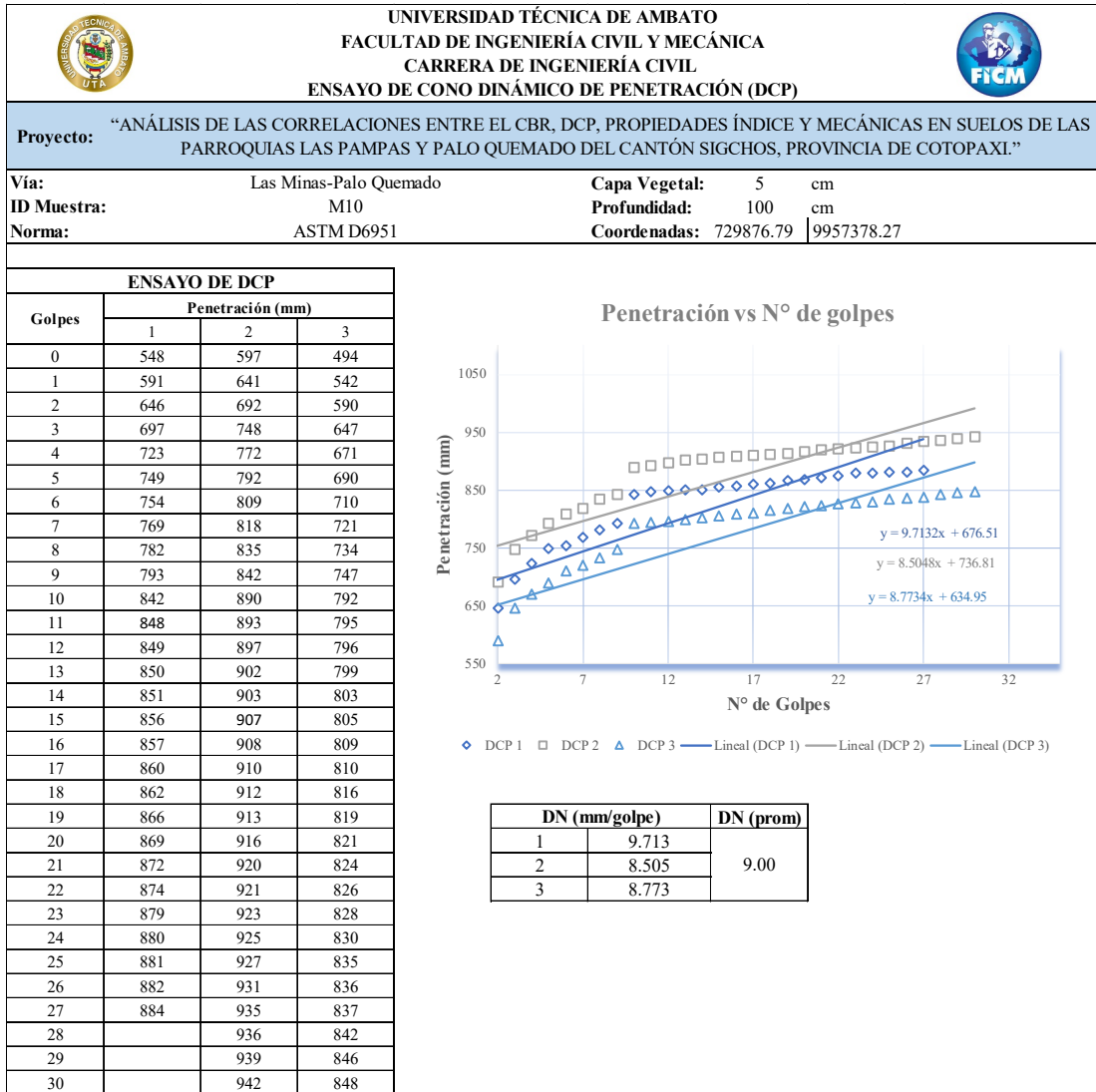


Tabla 53. Ensayo DCP Muestra 11

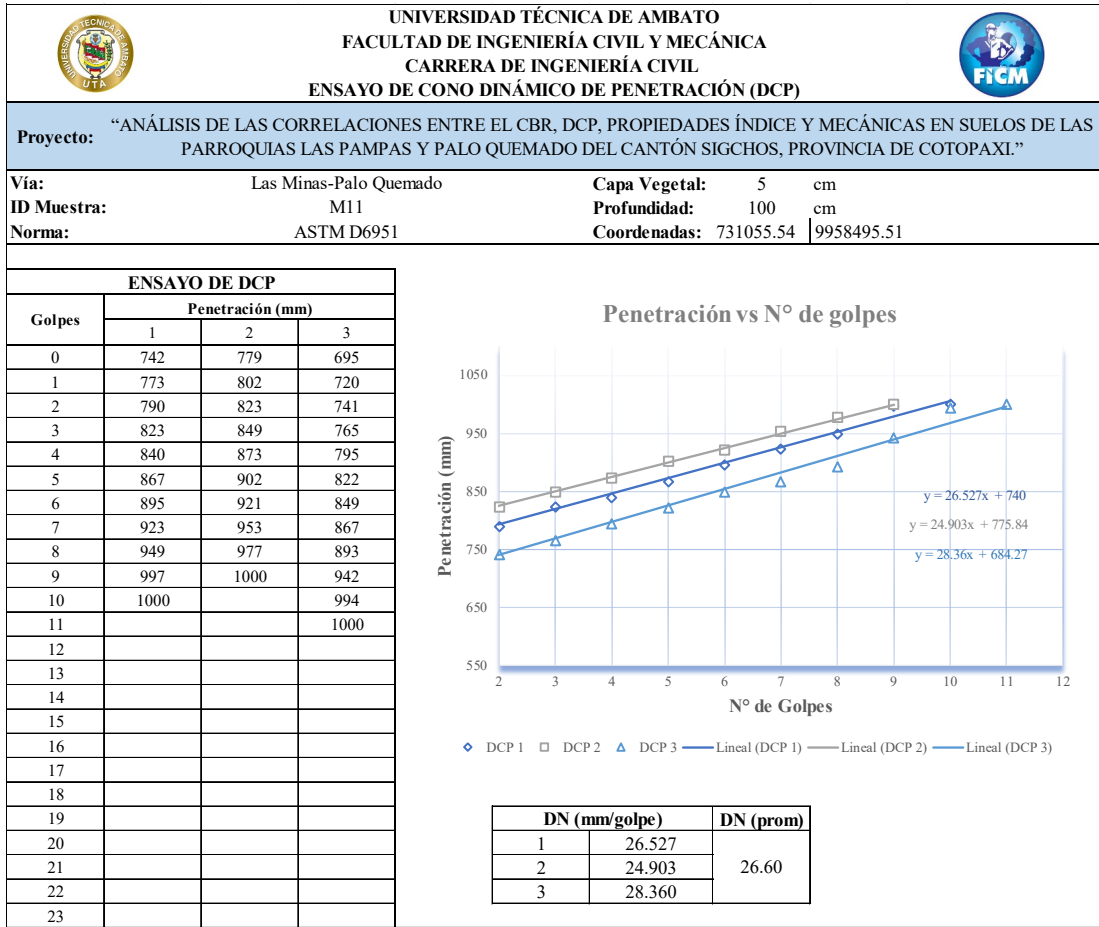
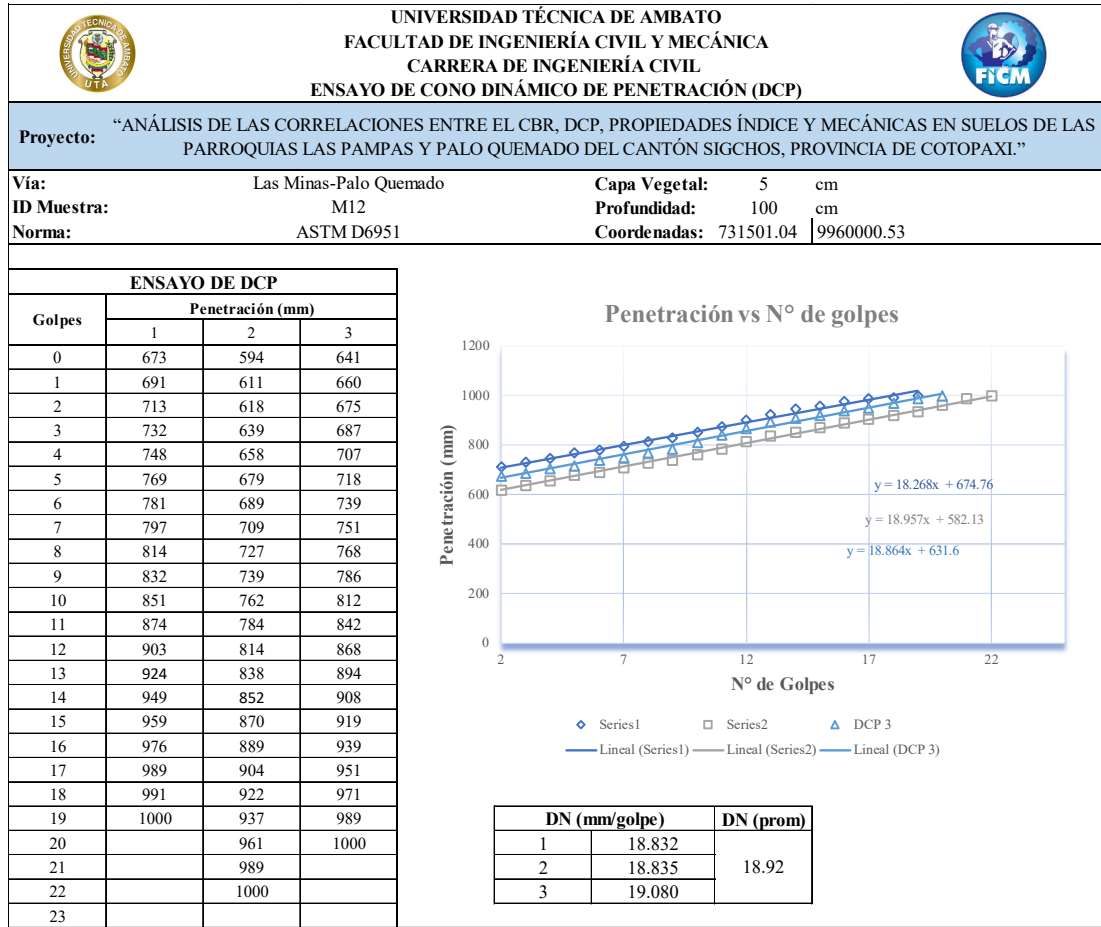


Tabla 54. Ensayo DCP Muestra 12



ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

Tabla 55. Ensayo densidad de campo Muestra 1



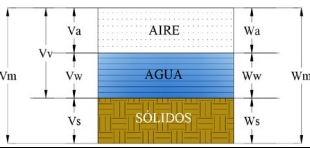
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M1	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	723975.77	9947062.08		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente			2084.42		g	
Peso de recipiente (funda plastica)			1.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			2082.92		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena			7345.15		g	
Peso final frasco + cono + arena			3623.75		g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)			1629		g	
Peso de la arena en el hueco			2092.4		g	
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)			1.582		g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm			1322.63		cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		N1	N2		-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		156.96	151.20		g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		135.06	130.37		g	
Peso del agua (Ww)		21.90	20.83		g	
Peso del recipiente (Wr)		31.17	28.66		g	
Peso de la muestra seca (Ws)		103.89	101.71		g	
Contenido de humedad (ω)		21.08	20.48		%	
Promedio contenido de humedad (ω)		20.78			%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	35.06		-	
		Va	14.23	Wa	0.00	
		Vw	20.83	Ww	20.83	
		Vs	42.75	Ws	101.71	
Vm	77.81	Wm	122.54			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.575			g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)		1.304			g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		20.78			%	
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		0.82			-	
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		45.06			%	
Grado de saturación de agua ($G_w = W_w / V_v$)		59.42			%	
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		40.58			%	

Tabla 56. Ensayo densidad de campo Muestra 2



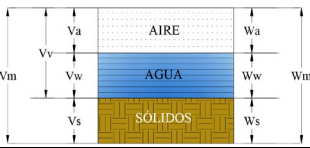
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M2	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	723503.23	9948036.08		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente			1607.62		g	
Peso de recipiente (funda plastica)			1.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			1606.12		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena			7346.3		g	
Peso final frasco + cono + arena			3627.57		g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)			1629		g	
Peso de la arena en el hueco			2089.73		g	
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)			1.582		g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm			1320.94		cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		N3	N4	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		173.07	148.16		g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		147.14	130.12		g	
Peso del agua (Ww)		25.93	18.04		g	
Peso del recipiente (Wr)		8.35	28.66		g	
Peso de la muestra seca (Ws)		138.79	101.46		g	
Contenido de humedad (ω)		18.68	17.78		%	
Promedio contenido de humedad (ω)		18.23			%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	56.18		-	
		Va	38.14	Wa	0.00	
		Vw	18.04	Ww	18.04	
		Vs	42.10	Ws	101.46	
Vm	98.28	Wm	119.50			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)			1.216		g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)			1.028		g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)			18.23		%	
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)			1.33		-	
Porosidad ($n = V_v / V_m$)			57.16		%	
Grado de saturación de agua ($G_w = V_w / V_v$)			32.11		%	
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)			67.89		%	

Tabla 57. Ensayo densidad de campo Muestra 3



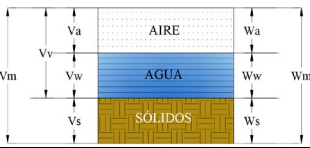
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M3	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	724286.52	9948832.44		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente			1784.57		g	
Peso de recipiente (funda plastica)			1.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			1783.07		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena			6510.99		g	
Peso final frasco + cono + arena			2917.55		g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)			1629		g	
Peso de la arena en el hueco			1964.44		g	
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)			1.582		g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm			1241.74		cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		N5	N6	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		143.18	114.72		g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		124.44	100.47		g	
Peso del agua (Ww)		18.74	14.25		g	
Peso del recipiente (Wr)		30.77	29.05		g	
Peso de la muestra seca (Ws)		93.67	71.42		g	
Contenido de humedad (ω)		20.01	19.95		%	
Promedio contenido de humedad (ω)		19.98			%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	29.68		-	
		Va	15.43	Wa	0.00	
		Vw	14.25	Ww	14.25	
		Vs	29.98	Ws	71.42	
Vm	59.66	Wm	85.67			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)			1.436		g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)			1.197		g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)			19.98		%	
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)			0.99		-	
Porosidad ($n = V_v / V_m$)			49.74		%	
Grado de saturación de agua ($G_w = W_w / V_v$)			48.02		%	
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)			51.98		%	

Tabla 58. Ensayo densidad de campo Muestra 4



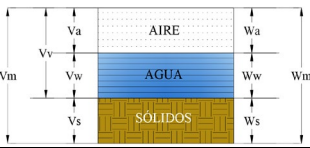
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."						
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M4	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	726356.2	9952185.29		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente			1771.86		g	
Peso de recipiente (funda plastica)			1.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			1770.36		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena			5897.24		g	
Peso final frasco + cono + arena			2195.54		g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)			1629		g	
Peso de la arena en el hueco			2072.7		g	
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)			1.582		g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm			1310.18		cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		N7	N8	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		108.67	109.49		g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		89.71	91.83		g	
Peso del agua (Ww)		18.96	17.66		g	
Peso del recipiente (Wr)		8.03	7.86		g	
Peso de la muestra seca (Ws)		81.68	83.97		g	
Contenido de humedad (ω)		23.21	21.03		%	
Promedio contenido de humedad (ω)		22.12			%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	39.08		-	
		Va	21.42	Wa	0.00	
		Vw	17.66	Ww	17.66	
		Vs	36.13	Ws	83.97	
Vm	75.21	Wm	101.63			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.351			g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)		1.106			g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		22.12			%	
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		1.08			-	
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		51.96			%	
Grado de saturación de agua ($G_w = V_w / V_v$)		45.19			%	
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		54.81			%	

Tabla 59. Ensayo densidad de campo Muestra 5



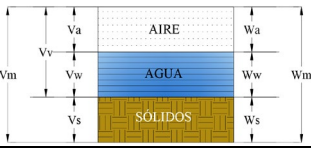
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M5	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	726082.78	9952886.38		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente			1772.26		g	
Peso de recipiente (funda plastica)			1.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			1770.76		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena			6898.68		g	
Peso final frasco + cono + arena			3796.79		g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)			1629		g	
Peso de la arena en el hueco			1472.89		g	
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)			1.582		g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm			931.03		cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		N9	N10		-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		197.30	156.89		g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		172.65	138.99		g	
Peso del agua (Ww)		24.65	17.90		g	
Peso del recipiente (Wr)		8.19	8.29		g	
Peso de la muestra seca (Ws)		164.46	130.71		g	
Contenido de humedad (ω)		14.99	13.69		%	
Promedio contenido de humedad (ω)		14.34			%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	21.82		-	
		Va	3.92	Wa	0.00	
		Vw	17.90	Ww	17.90	
		Vs	56.31	Ws	130.71	
Vm	78.13	Wm	148.61			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)			1.902		g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)			1.663		g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)			14.34		%	
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)			0.39		-	
Porosidad ($n = V_v / V_m$)			27.93		%	
Grado de saturación de agua ($G_w = W_w / V_v$)			82.04		%	
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)			17.96		%	

Tabla 60. Ensayo densidad de campo Muestra 6



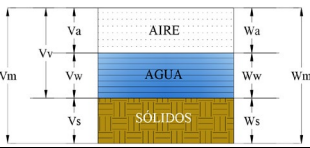
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."						
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M6	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	725534.87	9953615.94		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente			1652.44		g	
Peso de recipiente (funda plastica)			1.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			1650.94		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena			5525.39		g	
Peso final frasco + cono + arena			2410.29		g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)			1629		g	
Peso de la arena en el hueco			1486.1		g	
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)			1.582		g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm			939.38		cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		N10	N11		-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		102.82	155.30		g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		86.90	129.39		g	
Peso del agua (Ww)		15.92	25.91		g	
Peso del recipiente (Wr)		8.29	8.15		g	
Peso de la muestra seca (Ws)		78.62	121.24		g	
Contenido de humedad (ω)		20.25	21.37		%	
Promedio contenido de humedad (ω)		20.81			%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	21.95		-	
		Va	6.03	Wa	0.00	
		Vw	15.92	Ww	15.92	
		Vs	31.84	Ws	78.62	
Vm	53.79	Wm	94.54			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.757			g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)		1.455			g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		20.81			%	
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		0.69			-	
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		40.81			%	
Grado de saturación de agua ($G_w = V_w / V_v$)		72.54			%	
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		27.46			%	

Tabla 61. Ensayo densidad de campo Muestra 7



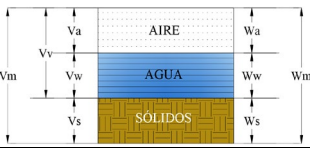
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”				
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5 cm	
ID Muestra:	M7	Profundidad:	100 cm	
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	727476.86 9954864.08	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente		1472.81	g	
Peso de recipiente (funda plastica)		1.5	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1471.31	g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena		5967.56	g	
Peso final frasco + cono + arena		2960.67	g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)		1629	g	
Peso de la arena en el hueco		1377.89	g	
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)		1.582	g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm		870.98	cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número		N12	N13	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		152.75	131.20	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		122.91	106.40	
Peso del agua (Ww)		29.84	24.80	
Peso del recipiente (Wr)		7.68	7.77	
Peso de la muestra seca (Ws)		115.23	98.63	
Contenido de humedad (ω)		25.90	25.14	
Promedio contenido de humedad (ω)		25.52		
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
	Volúmenes (cm³)		Pesos (g)	
	Vv	29.17	-	
	Va	4.37	Wa	0.00
	Vw	24.80	Ww	24.80
	Vs	43.89	Ws	98.63
Vm	73.07	Wm	123.43	
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.689	g/cm ³	
Densidad seca (γ_d)		1.346	g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		25.52	%	
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		0.66	-	
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		39.93	%	
Grado de saturación de agua ($G_w = V_w / V_v$)		85.01	%	
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		14.99	%	

Tabla 62. Ensayo densidad de campo Muestra 8



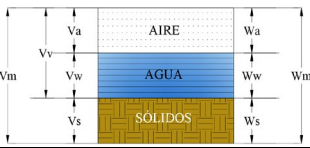
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M8	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	728713.86	9955923.01		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente		1447.65		g		
Peso de recipiente (funda plastica)		1.5		g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1446.15		g		
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena		3517.45		g		
Peso final frasco + cono + arena		758.04		g		
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)		1629		g		
Peso de la arena en el hueco		1130.41		g		
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)		1.582		g/cm ³		
Volumen del hueco de la masa Vm		714.54		cm ³		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		N14	AN1	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		341.92	331.62	g		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		303.81	296.73	g		
Peso del agua (Ww)		38.11	34.89	g		
Peso del recipiente (Wr)		7.33	2.00	g		
Peso de la muestra seca (Ws)		296.49	294.73	g		
Contenido de humedad (ω)		12.85	11.84	%		
Promedio contenido de humedad (ω)		12.35		%		
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	50.37		-	
		Va	15.48	Wa	0.00	
		Vw	34.89	Ww	34.89	
		Vs	112.49	Ws	294.73	
Vm	162.87	Wm	329.62			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		2.024		g/cm ³		
Densidad seca (γ_d)		1.801		g/cm ³		
Contenido de humedad (ω)		12.35		%		
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		0.45		-		
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		30.93		%		
Grado de saturación de agua ($G_w = V_w / V_v$)		69.26		%		
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		30.74		%		

Tabla 63. Ensayo densidad de campo Muestra 9



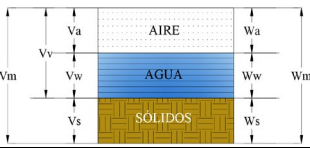
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M9	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	729288.6	9957204.71		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente		1474.57	g			
Peso de recipiente (funda plastica)		1.5	g			
Peso de la masa del suelo (Wm)		1473.07	g			
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena		3564.45	g			
Peso final frasco + cono + arena		770.47	g			
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)		1629	g			
Peso de la arena en el hueco		1164.98	g			
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)		1.582	g/cm ³			
Volumen del hueco de la masa Vm		736.40	cm ³			
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		AN2	AN3	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		363.92	347.84	g		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		320.94	308.84	g		
Peso del agua (Ww)		42.98	39.00	g		
Peso del recipiente (Wr)		2.02	2.02	g		
Peso de la muestra seca (Ws)		318.92	306.82	g		
Contenido de humedad (ω)		13.48	12.71	%		
Promedio contenido de humedad (ω)		13.09		%		
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	55.23	-		
		Va	16.23	Wa	0.00	
		Vw	39.00	Ww	39.00	
		Vs	117.65	Ws	306.82	
Vm	172.88	Wm	345.82			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		2.000	g/cm ³			
Densidad seca (γ_d)		1.769	g/cm ³			
Contenido de humedad (ω)		13.09	%			
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		0.47	-			
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		31.95	%			
Grado de saturación de agua ($G_w = V_w / V_v$)		70.61	%			
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		29.39	%			

Tabla 64. Ensayo densidad de campo Muestra 10



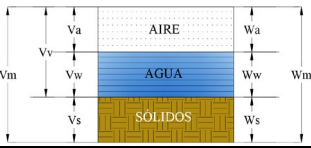
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M10	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	729876.79	9957378.27		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente			1135.92		g	
Peso de recipiente (funda plastica)			1.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			1134.42		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena			3528.42		g	
Peso final frasco + cono + arena			1002.84		g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)			1629		g	
Peso de la arena en el hueco			896.58		g	
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)			1.582		g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm			566.74		cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		AN4	AN5		-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		351.84	329.36		g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		296.19	277.21		g	
Peso del agua (Ww)		55.65	52.15		g	
Peso del recipiente (Wr)		2.05	2.04		g	
Peso de la muestra seca (Ws)		294.13	275.17		g	
Contenido de humedad (ω)		18.92	18.95		%	
Promedio contenido de humedad (ω)		18.94			%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	52.57		-	
		Va	0.42	Wa		0.00
		Vw	52.15	Ww		52.15
		Vs	110.96	Ws		275.17
Vm	163.52	Wm		327.32		
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		2.002			g/cm ³	
Densidad seca (γd)		1.683			g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		18.94			%	
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		0.47			-	
Porosidad (n = Vv/Vm)		32.15			%	
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)		99.20			%	
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)		0.80			%	

Tabla 65. Ensayo densidad de campo Muestra 11



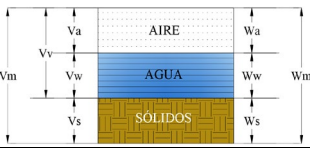


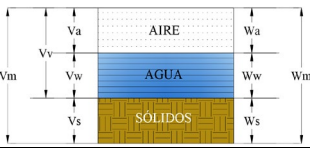
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M11	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	731055.54	9958495.51		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente			1005.92		g	
Peso de recipiente (funda plastica)			1.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			1004.42		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena			3645.82		g	
Peso final frasco + cono + arena			1025.64		g	
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)			1629		g	
Peso de la arena en el hueco			991.18		g	
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)			1.582		g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm			626.54		cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		AN6	AN7	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		273.21	265.20		g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		178.73	174.22		g	
Peso del agua (Ww)		94.48	90.98		g	
Peso del recipiente (Wr)		2.02	2.00		g	
Peso de la muestra seca (Ws)		176.70	172.21		g	
Contenido de humedad (ω)		53.47	52.83		%	
Promedio contenido de humedad (ω)		53.15			%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	91.20		-	
		Va	0.22	Wa	0.00	
		Vw	90.98	Ww	90.98	
		Vs	72.97	Ws	172.21	
Vm	164.17	Wm	263.19			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1.603			g/cm ³	
Densidad seca (γd)		1.047			g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		53.15			%	
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		1.25			-	
Porosidad (n = Vv/Vm)		55.55			%	
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)		99.76			%	
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)		0.24			%	

Tabla 66. Ensayo densidad de campo Muestra 12

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO				
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5	cm		
ID Muestra:	M12	Profundidad:	100	cm		
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	731501.04	9960000.53		
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO						
Peso de la masa del suelo + recipiente		1471.83		g		
Peso de recipiente (funda plastica)		1.5		g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1470.33		g		
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO						
Peso inicial frasco + cono + arena		3562.78		g		
Peso final frasco + cono + arena		766.59		g		
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)		1629		g		
Peso de la arena en el hueco		1167.19		g		
Densidad de la arena de Ottawa γ_{sand} (Calibración de la arena)		1.582		g/cm ³		
Volumen del hueco de la masa Vm		737.79		cm ³		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número		N1	N2	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		389.64	355.07	g		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		347.96	317.49	g		
Peso del agua (Ww)		41.68	37.58	g		
Peso del recipiente (Wr)		31.17	28.66	g		
Peso de la muestra seca (Ws)		316.79	288.83	g		
Contenido de humedad (ω)		13.16	13.01	%		
Promedio contenido de humedad (ω)		13.08		%		
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
		Volúmenes (cm³)		Pesos (g)		
		Vv	47.70		-	
		Va	10.12	Wa	0.00	
		Vw	37.58	Ww	37.58	
		Vs	116.09	Ws	288.83	
Vm	163.79	Wm	326.41			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)		1.993		g/cm ³		
Densidad seca (γ_d)		1.762		g/cm ³		
Contenido de humedad (ω)		13.08		%		
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)		0.41		-		
Porosidad ($n = V_v / V_m$)		29.12		%		
Grado de saturación de agua ($G_w = V_w / V_v$)		78.78		%		
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$)		21.22		%		

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NATURAL**

Tabla 67. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 1



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M1	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	723975.77 9947062.08
Recipiente Número		N13	N14
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		154.12	117.29
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		128.70	97.60
Peso del agua (Ww) (gr)		25.42	19.69
Peso del recipiente (Wr) (gr)		7.41	6.90
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		121.29	90.70
Contenido de humedad (ω) (%)		20.96	21.71
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		21.33	

Tabla 68. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 2



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M2	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	723503.23 9948036.08
Recipiente Número		69	11
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		193.32	137.03
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		170.66	122.59
Peso del agua (Ww) (gr)		22.66	14.44
Peso del recipiente (Wr) (gr)		30.69	30.67
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		139.97	91.92
Contenido de humedad (ω) (%)		16.19	15.71
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		15.95	

Tabla 69. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 3



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M3	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	724286.52 9948832.44
Recipiente Número		78	74
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		112.55	134.97
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		100.62	119.24
Peso del agua (Ww) (gr)		11.93	15.73
Peso del recipiente (Wr) (gr)		30.50	30.86
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		70.12	88.38
Contenido de humedad (ω) (%)		17.01	17.80
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		17.41	

Tabla 70. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 4



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M4	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	726356.2 9952185.29
Recipiente Número		77	N1
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		127.13	124.00
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		108.80	106.07
Peso del agua (Ww) (gr)		18.33	17.93
Peso del recipiente (Wr) (gr)		30.54	30.92
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		78.26	75.14
Contenido de humedad (ω) (%)		23.42	23.86
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		23.64	

Tabla 71. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 5



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M5	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	726082.78 9952886.38
Recipiente Número		N2	N3
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		183.20	196.51
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		166.31	171.41
Peso del agua (Ww) (gr)		16.89	25.10
Peso del recipiente (Wr) (gr)		28.59	7.88
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		137.72	163.53
Contenido de humedad (ω) (%)		12.26	15.35
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		13.81	

Tabla 72. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 6



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M6	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	725534.87 9953615.94
Recipiente Número		N4	N5
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		124.30	134.49
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		97.99	105.64
Peso del agua (Ww) (gr)		26.31	28.85
Peso del recipiente (Wr) (gr)		28.45	30.63
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		69.54	75.01
Contenido de humedad (ω) (%)		37.83	38.46
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		38.15	

Tabla 73. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 7



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M7	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	727476.86 9954864.08
Recipiente Número		N6	N7
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		160.95	147.39
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		134.01	117.89
Peso del agua (Ww) (gr)		26.94	29.50
Peso del recipiente (Wr) (gr)		28.67	7.55
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		105.34	110.34
Contenido de humedad (ω) (%)		25.58	26.74
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		26.16	

Tabla 74. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 8



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M8	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	728713.86 9955923.01
Recipiente Número		11	74
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		203.56	209.67
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		184.49	189.04
Peso del agua (Ww) (gr)		19.07	20.63
Peso del recipiente (Wr) (gr)		30.67	30.86
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		153.82	158.18
Contenido de humedad (ω) (%)		12.40	13.04
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		12.72	

Tabla 75. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 9



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M9	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	729288.6 9957204.71
Recipiente Número		74	69
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		172.66	178.17
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		156.47	160.97
Peso del agua (Ww) (gr)		16.19	17.20
Peso del recipiente (Wr) (gr)		30.86	30.69
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		125.61	130.28
Contenido de humedad (ω) (%)		12.89	13.20
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		13.05	

Tabla 76. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 10



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M10	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	729876.79 9957378.27
Recipiente Número		AN7	AN8
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		187.51	198.41
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		164.22	173.62
Peso del agua (Ww) (gr)		23.29	24.79
Peso del recipiente (Wr) (gr)		43.74	45.04
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		120.48	128.58
Contenido de humedad (ω) (%)		19.33	19.28
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		19.31	

Tabla 77. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 11





 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M11	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	731055.54 9958495.51
Recipiente Número		N10	N5
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		134.25	166.22
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		82.47	113.01
Peso del agua (Ww) (gr)		51.78	53.21
Peso del recipiente (Wr) (gr)		7.82	30.63
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		74.65	82.38
Contenido de humedad (ω) (%)		69.36	64.59
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		66.98	

Tabla 78. Ensayo contenido de humedad natura Muestra 12

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	M12	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	731501.04 9960000.53
Recipiente Número		AN6	AN8
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)		132.42	129.97
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)		117.70	115.73
Peso del agua (Ww) (gr)		14.72	14.24
Peso del recipiente (Wr) (gr)		1.60	1.93
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)		116.10	113.80
Contenido de humedad (ω) (%)		12.68	12.51
Promedio contenido de humedad (ω) (%)		12.60	

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

Tabla 79. Ensayo de gravedad específica Muestra 1



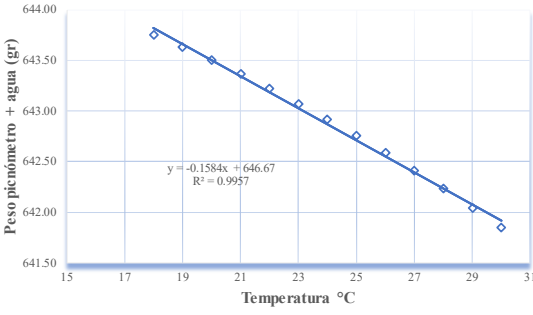
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal: 5 cm																														
ID Muestra:	MI	Profundidad: 100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas: 723975.77 9947062.08																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente Número</td><td style="text-align: right;">71</td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td><td style="text-align: right;">22.70</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td><td style="text-align: right;">192.25</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td><td style="text-align: right;">142.40</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td><td style="text-align: right;">49.85</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)</td><td style="text-align: right;">643.50</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)</td><td style="text-align: right;">693.35</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td><td style="text-align: right;">672.41</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td><td style="text-align: right;">20.94</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td style="text-align: right;">0.99940</td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td style="text-align: right;">2.379</td></tr> </table>		Recipiente Número	71	Temperatura del agua + suelo (°C)	22.70	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	192.25	Peso del recipiente (Wr) (gr)	142.40	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.85	Peso picnómetro + agua (W _{bw}) (gr)	643.50	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{bw}) (gr)	693.35	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	672.41	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	20.94	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99940	Gravedad específica (Gs)	2.379									
Recipiente Número	71																															
Temperatura del agua + suelo (°C)	22.70																															
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	192.25																															
Peso del recipiente (Wr) (gr)	142.40																															
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.85																															
Peso picnómetro + agua (W _{bw}) (gr)	643.50																															
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{bw}) (gr)	693.35																															
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	672.41																															
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	20.94																															
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99940																															
Gravedad específica (Gs)	2.379																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>643.75</td></tr> <tr><td>19</td><td>643.63</td></tr> <tr><td>20</td><td>643.50</td></tr> <tr><td>21</td><td>643.36</td></tr> <tr><td>22</td><td>643.22</td></tr> <tr><td>23</td><td>643.07</td></tr> <tr><td>24</td><td>642.91</td></tr> <tr><td>25</td><td>642.75</td></tr> <tr><td>26</td><td>642.59</td></tr> <tr><td>27</td><td>642.41</td></tr> <tr><td>28</td><td>642.23</td></tr> <tr><td>29</td><td>642.05</td></tr> <tr><td>30</td><td>641.85</td></tr> </tbody> </table>			Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	643.75	19	643.63	20	643.50	21	643.36	22	643.22	23	643.07	24	642.91	25	642.75	26	642.59	27	642.41	28	642.23	29	642.05	30	641.85
Calibración Picnómetro																																
Temperatura °C	Masa (g)																															
18	643.75																															
19	643.63																															
20	643.50																															
21	643.36																															
22	643.22																															
23	643.07																															
24	642.91																															
25	642.75																															
26	642.59																															
27	642.41																															
28	642.23																															
29	642.05																															
30	641.85																															
<p>Curva de calibración de picnómetro</p> 																																

Tabla 80. Ensayo de gravedad específica Muestra 2



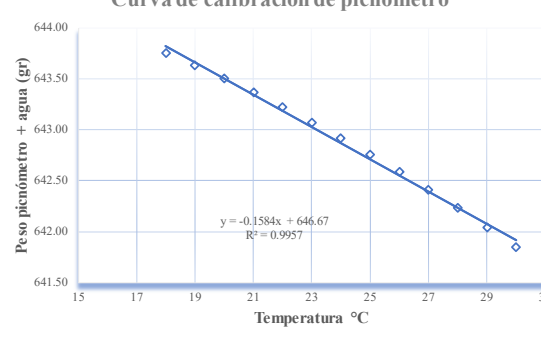
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																															
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																
Vía: Saguambi-Río Negro ID Muestra: M2 Norma: AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Capa Vegetal: 5 cm Profundidad: 100 cm Coordenadas: 723503.23 9948036.08																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente Número</td><td style="text-align: right;">42</td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td><td style="text-align: right;">22.60</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td><td style="text-align: right;">160.19</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (W_r) (gr)</td><td style="text-align: right;">110.30</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (W_s) (gr)</td><td style="text-align: right;">49.89</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)</td><td style="text-align: right;">643.50</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)</td><td style="text-align: right;">693.39</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bw_s}) (gr)</td><td style="text-align: right;">672.70</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (D_w) (gr)</td><td style="text-align: right;">20.69</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td style="text-align: right;">0.99943</td></tr> <tr><td>Gravedad específica (G_s)</td><td style="text-align: right;">2.410</td></tr> </table>			Recipiente Número	42	Temperatura del agua + suelo (°C)	22.60	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.19	Peso del recipiente (W _r) (gr)	110.30	Peso del suelo seco (W _s) (gr)	49.89	Peso picnómetro + agua (W _{bw}) (gr)	643.50	Peso del suelo seco (W _s) + picnómetro + agua (W _{bw}) (gr)	693.39	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bw_s}) (gr)	672.70	Desplazamiento de agua (D _w) (gr)	20.69	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99943	Gravedad específica (G _s)	2.410								
Recipiente Número	42																															
Temperatura del agua + suelo (°C)	22.60																															
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.19																															
Peso del recipiente (W _r) (gr)	110.30																															
Peso del suelo seco (W _s) (gr)	49.89																															
Peso picnómetro + agua (W _{bw}) (gr)	643.50																															
Peso del suelo seco (W _s) + picnómetro + agua (W _{bw}) (gr)	693.39																															
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bw_s}) (gr)	672.70																															
Desplazamiento de agua (D _w) (gr)	20.69																															
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99943																															
Gravedad específica (G _s)	2.410																															
<table border="1" style="width: 80%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura ° C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>643.75</td></tr> <tr><td>19</td><td>643.63</td></tr> <tr><td>20</td><td>643.50</td></tr> <tr><td>21</td><td>643.36</td></tr> <tr><td>22</td><td>643.22</td></tr> <tr><td>23</td><td>643.07</td></tr> <tr><td>24</td><td>642.91</td></tr> <tr><td>25</td><td>642.75</td></tr> <tr><td>26</td><td>642.59</td></tr> <tr><td>27</td><td>642.41</td></tr> <tr><td>28</td><td>642.23</td></tr> <tr><td>29</td><td>642.05</td></tr> <tr><td>30</td><td>641.85</td></tr> </tbody> </table>			Calibración Picnómetro		Temperatura ° C	Masa (g)	18	643.75	19	643.63	20	643.50	21	643.36	22	643.22	23	643.07	24	642.91	25	642.75	26	642.59	27	642.41	28	642.23	29	642.05	30	641.85
Calibración Picnómetro																																
Temperatura ° C	Masa (g)																															
18	643.75																															
19	643.63																															
20	643.50																															
21	643.36																															
22	643.22																															
23	643.07																															
24	642.91																															
25	642.75																															
26	642.59																															
27	642.41																															
28	642.23																															
29	642.05																															
30	641.85																															
<p>Curva de calibración de picnómetro</p> 																																

Tabla 81. Ensayo de gravedad específica Muestra 3



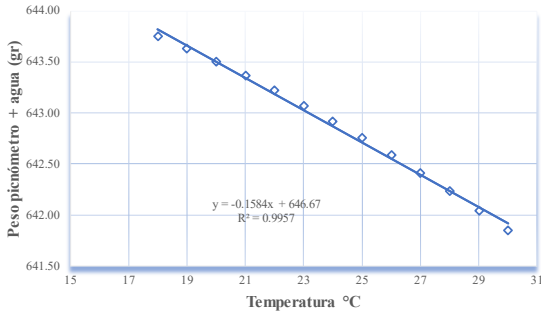
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M3	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	724286.52 9948832.44																														
<table border="1"> <tr><td>Recipiente Número</td><td>45</td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td><td>22.70</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td><td>157.21</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td><td>108.40</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td><td>48.81</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td><td>643.50</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{sw}) (gr)</td><td>692.31</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bw2}) (gr)</td><td>671.83</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td><td>20.48</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td>0.99940</td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td>2.382</td></tr> </table>				Recipiente Número	45	Temperatura del agua + suelo (°C)	22.70	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	157.21	Peso del recipiente (Wr) (gr)	108.40	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	48.81	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	643.50	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{sw}) (gr)	692.31	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bw2}) (gr)	671.83	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	20.48	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99940	Gravedad específica (Gs)	2.382								
Recipiente Número	45																																
Temperatura del agua + suelo (°C)	22.70																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	157.21																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	108.40																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	48.81																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	643.50																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{sw}) (gr)	692.31																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bw2}) (gr)	671.83																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	20.48																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99940																																
Gravedad específica (Gs)	2.382																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>643.75</td></tr> <tr><td>19</td><td>643.63</td></tr> <tr><td>20</td><td>643.50</td></tr> <tr><td>21</td><td>643.36</td></tr> <tr><td>22</td><td>643.22</td></tr> <tr><td>23</td><td>643.07</td></tr> <tr><td>24</td><td>642.91</td></tr> <tr><td>25</td><td>642.75</td></tr> <tr><td>26</td><td>642.59</td></tr> <tr><td>27</td><td>642.41</td></tr> <tr><td>28</td><td>642.23</td></tr> <tr><td>29</td><td>642.05</td></tr> <tr><td>30</td><td>641.85</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	643.75	19	643.63	20	643.50	21	643.36	22	643.22	23	643.07	24	642.91	25	642.75	26	642.59	27	642.41	28	642.23	29	642.05	30	641.85
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	643.75																																
19	643.63																																
20	643.50																																
21	643.36																																
22	643.22																																
23	643.07																																
24	642.91																																
25	642.75																																
26	642.59																																
27	642.41																																
28	642.23																																
29	642.05																																
30	641.85																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p> 																																	

Tabla 82. Ensayo de gravedad específica Muestra 4



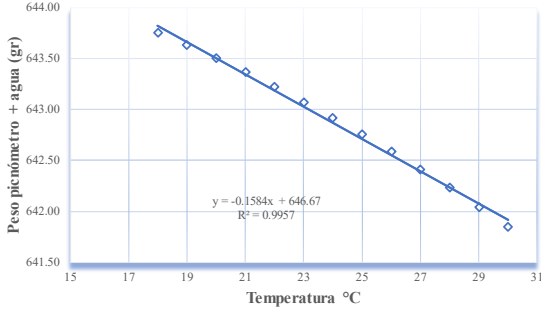
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M4	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	726356.2 9952185.29																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>EA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td> <td>22.50</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td> <td>164.31</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td> <td>114.60</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td> <td>49.71</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>643.50</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>693.21</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td> <td>671.84</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td> <td>21.37</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>0.99945</td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.324</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	EA	Temperatura del agua + suelo (°C)	22.50	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.31	Peso del recipiente (Wr) (gr)	114.60	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.71	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	643.50	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	693.21	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	671.84	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	21.37	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99945	Gravedad específica (Gs)	2.324								
Recipiente Número	EA																																
Temperatura del agua + suelo (°C)	22.50																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	164.31																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	114.60																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.71																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	643.50																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	693.21																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	671.84																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	21.37																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99945																																
Gravedad específica (Gs)	2.324																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>643.75</td></tr> <tr><td>19</td><td>643.63</td></tr> <tr><td>20</td><td>643.50</td></tr> <tr><td>21</td><td>643.36</td></tr> <tr><td>22</td><td>643.22</td></tr> <tr><td>23</td><td>643.07</td></tr> <tr><td>24</td><td>642.91</td></tr> <tr><td>25</td><td>642.75</td></tr> <tr><td>26</td><td>642.59</td></tr> <tr><td>27</td><td>642.41</td></tr> <tr><td>28</td><td>642.23</td></tr> <tr><td>29</td><td>642.05</td></tr> <tr><td>30</td><td>641.85</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	643.75	19	643.63	20	643.50	21	643.36	22	643.22	23	643.07	24	642.91	25	642.75	26	642.59	27	642.41	28	642.23	29	642.05	30	641.85
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	643.75																																
19	643.63																																
20	643.50																																
21	643.36																																
22	643.22																																
23	643.07																																
24	642.91																																
25	642.75																																
26	642.59																																
27	642.41																																
28	642.23																																
29	642.05																																
30	641.85																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p> 																																	

Tabla 83. Ensayo de gravedad específica Muestra 5



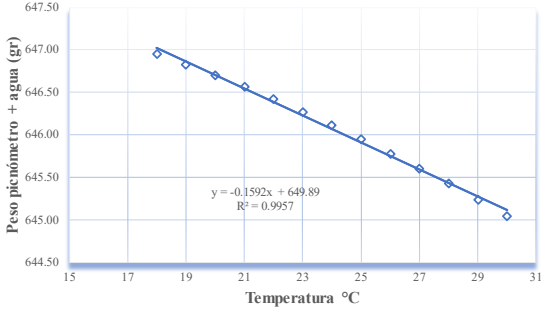
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M5	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	726082.78 9952886.38																														
<table border="1"> <tr><td>Recipiente Número</td><td>71</td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td><td>21.60</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td><td>191.40</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td><td>142.40</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td><td>49.00</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td><td>646.70</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td><td>695.70</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td><td>674.60</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td><td>21.10</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td>0.99966</td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td>2.321</td></tr> </table>				Recipiente Número	71	Temperatura del agua + suelo (°C)	21.60	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	191.40	Peso del recipiente (Wr) (gr)	142.40	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.00	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	695.70	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	674.60	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	21.10	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99966	Gravedad específica (Gs)	2.321								
Recipiente Número	71																																
Temperatura del agua + suelo (°C)	21.60																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	191.40																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	142.40																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.00																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	695.70																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	674.60																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	21.10																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99966																																
Gravedad específica (Gs)	2.321																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>646.95</td></tr> <tr><td>19</td><td>646.83</td></tr> <tr><td>20</td><td>646.70</td></tr> <tr><td>21</td><td>646.56</td></tr> <tr><td>22</td><td>646.42</td></tr> <tr><td>23</td><td>646.27</td></tr> <tr><td>24</td><td>646.11</td></tr> <tr><td>25</td><td>645.95</td></tr> <tr><td>26</td><td>645.78</td></tr> <tr><td>27</td><td>645.61</td></tr> <tr><td>28</td><td>645.43</td></tr> <tr><td>29</td><td>645.24</td></tr> <tr><td>30</td><td>645.04</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	646.95	19	646.83	20	646.70	21	646.56	22	646.42	23	646.27	24	646.11	25	645.95	26	645.78	27	645.61	28	645.43	29	645.24	30	645.04
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	646.95																																
19	646.83																																
20	646.70																																
21	646.56																																
22	646.42																																
23	646.27																																
24	646.11																																
25	645.95																																
26	645.78																																
27	645.61																																
28	645.43																																
29	645.24																																
30	645.04																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p>  <p style="text-align: center;"> $y = -0.1592x + 649.89$ $R^2 = 0.9957$ </p>																																	

Tabla 84. Ensayo de gravedad específica Muestra 6



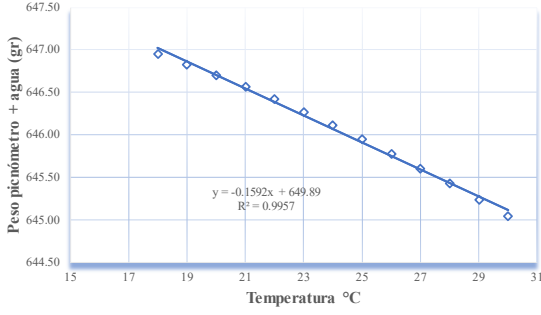
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M6	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	725534.87 9953615.94																														
<table border="1"> <tr><td>Recipiente Número</td><td>42</td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td><td>21.00</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td><td>168.90</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td><td>110.30</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td><td>58.60</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td><td>646.70</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td><td>705.30</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td><td>681.57</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td><td>23.73</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td>0.99979</td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td>2.469</td></tr> </table>				Recipiente Número	42	Temperatura del agua + suelo (°C)	21.00	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	168.90	Peso del recipiente (Wr) (gr)	110.30	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	58.60	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	705.30	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	681.57	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	23.73	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979	Gravedad específica (Gs)	2.469								
Recipiente Número	42																																
Temperatura del agua + suelo (°C)	21.00																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	168.90																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	110.30																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	58.60																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	705.30																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	681.57																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	23.73																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99979																																
Gravedad específica (Gs)	2.469																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>646.95</td></tr> <tr><td>19</td><td>646.83</td></tr> <tr><td>20</td><td>646.70</td></tr> <tr><td>21</td><td>646.56</td></tr> <tr><td>22</td><td>646.42</td></tr> <tr><td>23</td><td>646.27</td></tr> <tr><td>24</td><td>646.11</td></tr> <tr><td>25</td><td>645.95</td></tr> <tr><td>26</td><td>645.78</td></tr> <tr><td>27</td><td>645.61</td></tr> <tr><td>28</td><td>645.43</td></tr> <tr><td>29</td><td>645.24</td></tr> <tr><td>30</td><td>645.04</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	646.95	19	646.83	20	646.70	21	646.56	22	646.42	23	646.27	24	646.11	25	645.95	26	645.78	27	645.61	28	645.43	29	645.24	30	645.04
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	646.95																																
19	646.83																																
20	646.70																																
21	646.56																																
22	646.42																																
23	646.27																																
24	646.11																																
25	645.95																																
26	645.78																																
27	645.61																																
28	645.43																																
29	645.24																																
30	645.04																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p> 																																	

Tabla 85. Ensayo de gravedad específica Muestra 7



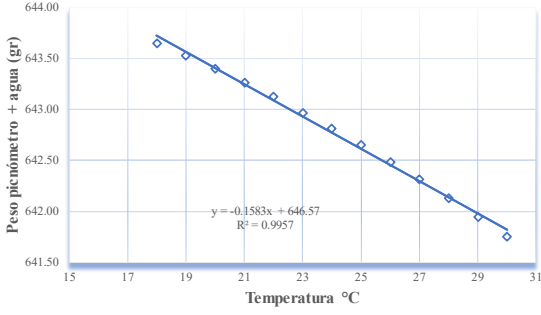
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M7	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	727476.86 9954864.08																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>45</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td> <td>22.00</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td> <td>158.99</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td> <td>108.40</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td> <td>50.59</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>643.40</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>693.99</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td> <td>671.48</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td> <td>22.51</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>0.99957</td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.247</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número	45	Temperatura del agua + suelo (°C)	22.00	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	158.99	Peso del recipiente (Wr) (gr)	108.40	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	50.59	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	643.40	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	693.99	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	671.48	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	22.51	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957	Gravedad específica (Gs)	2.247										
Recipiente Número	45																																
Temperatura del agua + suelo (°C)	22.00																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	158.99																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	108.40																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	50.59																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	643.40																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	693.99																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	671.48																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	22.51																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99957																																
Gravedad específica (Gs)	2.247																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>643.65</td></tr> <tr><td>19</td><td>643.53</td></tr> <tr><td>20</td><td>643.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>643.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>643.12</td></tr> <tr><td>23</td><td>642.97</td></tr> <tr><td>24</td><td>642.81</td></tr> <tr><td>25</td><td>642.65</td></tr> <tr><td>26</td><td>642.49</td></tr> <tr><td>27</td><td>642.31</td></tr> <tr><td>28</td><td>642.13</td></tr> <tr><td>29</td><td>641.95</td></tr> <tr><td>30</td><td>641.75</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	643.65	19	643.53	20	643.40	21	643.26	22	643.12	23	642.97	24	642.81	25	642.65	26	642.49	27	642.31	28	642.13	29	641.95	30	641.75
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	643.65																																
19	643.53																																
20	643.40																																
21	643.26																																
22	643.12																																
23	642.97																																
24	642.81																																
25	642.65																																
26	642.49																																
27	642.31																																
28	642.13																																
29	641.95																																
30	641.75																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p> 																																	

Tabla 86. Ensayo de gravedad específica Muestra 8



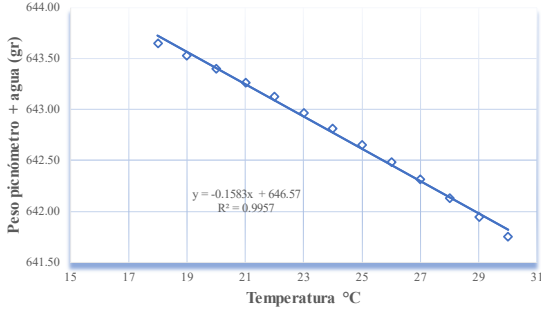
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M8	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	728713.86 9955923.01																														
<table border="1"> <tr><td>Recipiente Número</td><td>73</td></tr> <tr><td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td><td>24.80</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td><td>191.59</td></tr> <tr><td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td><td>142.20</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td><td>49.39</td></tr> <tr><td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td><td>643.40</td></tr> <tr><td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td><td>692.79</td></tr> <tr><td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td><td>673.96</td></tr> <tr><td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td><td>18.83</td></tr> <tr><td>Factor de corrección por temperatura (K)</td><td>0.99889</td></tr> <tr><td>Gravedad específica (Gs)</td><td>2.620</td></tr> </table>				Recipiente Número	73	Temperatura del agua + suelo (°C)	24.80	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	191.59	Peso del recipiente (Wr) (gr)	142.20	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.39	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	643.40	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	692.79	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	673.96	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	18.83	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99889	Gravedad específica (Gs)	2.620								
Recipiente Número	73																																
Temperatura del agua + suelo (°C)	24.80																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	191.59																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	142.20																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.39																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	643.40																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	692.79																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	673.96																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	18.83																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99889																																
Gravedad específica (Gs)	2.620																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>643.65</td></tr> <tr><td>19</td><td>643.53</td></tr> <tr><td>20</td><td>643.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>643.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>643.12</td></tr> <tr><td>23</td><td>642.97</td></tr> <tr><td>24</td><td>642.81</td></tr> <tr><td>25</td><td>642.65</td></tr> <tr><td>26</td><td>642.49</td></tr> <tr><td>27</td><td>642.31</td></tr> <tr><td>28</td><td>642.13</td></tr> <tr><td>29</td><td>641.95</td></tr> <tr><td>30</td><td>641.75</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	643.65	19	643.53	20	643.40	21	643.26	22	643.12	23	642.97	24	642.81	25	642.65	26	642.49	27	642.31	28	642.13	29	641.95	30	641.75
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	643.65																																
19	643.53																																
20	643.40																																
21	643.26																																
22	643.12																																
23	642.97																																
24	642.81																																
25	642.65																																
26	642.49																																
27	642.31																																
28	642.13																																
29	641.95																																
30	641.75																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p>  <p style="text-align: center;"> $y = -0.1583x + 646.57$ $R^2 = 0.9957$ </p>																																	

Tabla 87. Ensayo de gravedad específica Muestra 9



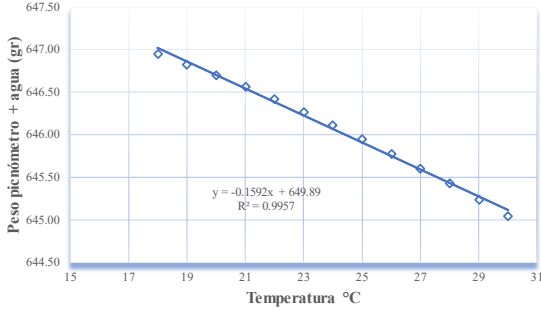
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M9	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	729288.6 9957204.71																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>71</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td> <td>24.70</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td> <td>192.08</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td> <td>142.40</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td> <td>49.68</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>646.70</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>696.38</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td> <td>677.35</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td> <td>19.03</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>0.99892</td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.608</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	71	Temperatura del agua + suelo (°C)	24.70	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	192.08	Peso del recipiente (Wr) (gr)	142.40	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.68	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	696.38	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	677.35	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	19.03	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99892	Gravedad específica (Gs)	2.608								
Recipiente Número	71																																
Temperatura del agua + suelo (°C)	24.70																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	192.08																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	142.40																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.68																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	696.38																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	677.35																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	19.03																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99892																																
Gravedad específica (Gs)	2.608																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>646.95</td></tr> <tr><td>19</td><td>646.83</td></tr> <tr><td>20</td><td>646.70</td></tr> <tr><td>21</td><td>646.56</td></tr> <tr><td>22</td><td>646.42</td></tr> <tr><td>23</td><td>646.27</td></tr> <tr><td>24</td><td>646.11</td></tr> <tr><td>25</td><td>645.95</td></tr> <tr><td>26</td><td>645.78</td></tr> <tr><td>27</td><td>645.61</td></tr> <tr><td>28</td><td>645.43</td></tr> <tr><td>29</td><td>645.24</td></tr> <tr><td>30</td><td>645.04</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	646.95	19	646.83	20	646.70	21	646.56	22	646.42	23	646.27	24	646.11	25	645.95	26	645.78	27	645.61	28	645.43	29	645.24	30	645.04
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	646.95																																
19	646.83																																
20	646.70																																
21	646.56																																
22	646.42																																
23	646.27																																
24	646.11																																
25	645.95																																
26	645.78																																
27	645.61																																
28	645.43																																
29	645.24																																
30	645.04																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p>  <p style="text-align: center;"> $y = -0.1592x + 649.89$ $R^2 = 0.9957$ </p>																																	

Tabla 88. Ensayo de gravedad específica Muestra 10



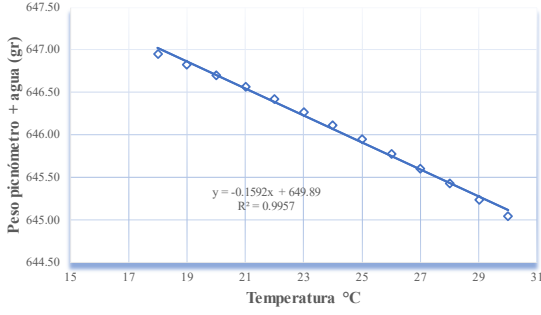
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M10	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	729876.79 9957378.27																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td> <td>24.50</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td> <td>160.28</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td> <td>110.30</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td> <td>49.98</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>646.70</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>696.68</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td> <td>676.54</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td> <td>20.14</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>0.99897</td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.480</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número		Temperatura del agua + suelo (°C)	24.50	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.28	Peso del recipiente (Wr) (gr)	110.30	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.98	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	696.68	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	676.54	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	20.14	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99897	Gravedad específica (Gs)	2.480										
Recipiente Número																																	
Temperatura del agua + suelo (°C)	24.50																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	160.28																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	110.30																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.98																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	696.68																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	676.54																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	20.14																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99897																																
Gravedad específica (Gs)	2.480																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>646.95</td></tr> <tr><td>19</td><td>646.83</td></tr> <tr><td>20</td><td>646.70</td></tr> <tr><td>21</td><td>646.56</td></tr> <tr><td>22</td><td>646.42</td></tr> <tr><td>23</td><td>646.27</td></tr> <tr><td>24</td><td>646.11</td></tr> <tr><td>25</td><td>645.95</td></tr> <tr><td>26</td><td>645.78</td></tr> <tr><td>27</td><td>645.61</td></tr> <tr><td>28</td><td>645.43</td></tr> <tr><td>29</td><td>645.24</td></tr> <tr><td>30</td><td>645.04</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	646.95	19	646.83	20	646.70	21	646.56	22	646.42	23	646.27	24	646.11	25	645.95	26	645.78	27	645.61	28	645.43	29	645.24	30	645.04
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	646.95																																
19	646.83																																
20	646.70																																
21	646.56																																
22	646.42																																
23	646.27																																
24	646.11																																
25	645.95																																
26	645.78																																
27	645.61																																
28	645.43																																
29	645.24																																
30	645.04																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p>  <p style="text-align: center;"> $y = -0.1592x + 649.89$ $R^2 = 0.9957$ </p>																																	

Tabla 89. Ensayo de gravedad específica Muestra 11



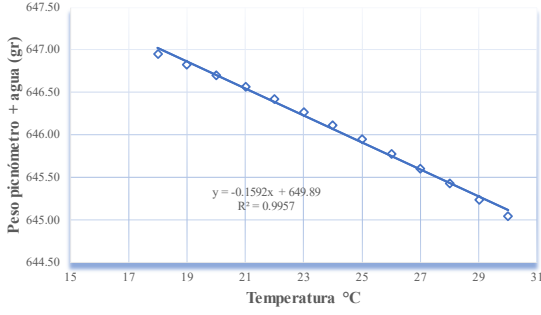


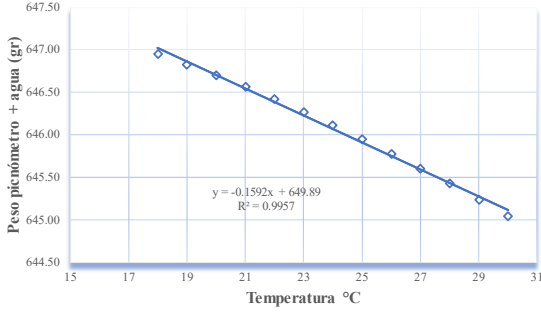
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M11	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	731055.54 9958495.51																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td> <td>24.70</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td> <td>158.55</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td> <td>108.40</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td> <td>50.15</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>646.70</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>696.85</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td> <td>675.62</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td> <td>21.23</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>0.99892</td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.360</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número		Temperatura del agua + suelo (°C)	24.70	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	158.55	Peso del recipiente (Wr) (gr)	108.40	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	50.15	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	696.85	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	675.62	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	21.23	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99892	Gravedad específica (Gs)	2.360										
Recipiente Número																																	
Temperatura del agua + suelo (°C)	24.70																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	158.55																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	108.40																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	50.15																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	696.85																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	675.62																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	21.23																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99892																																
Gravedad específica (Gs)	2.360																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>646.95</td></tr> <tr><td>19</td><td>646.83</td></tr> <tr><td>20</td><td>646.70</td></tr> <tr><td>21</td><td>646.56</td></tr> <tr><td>22</td><td>646.42</td></tr> <tr><td>23</td><td>646.27</td></tr> <tr><td>24</td><td>646.11</td></tr> <tr><td>25</td><td>645.95</td></tr> <tr><td>26</td><td>645.78</td></tr> <tr><td>27</td><td>645.61</td></tr> <tr><td>28</td><td>645.43</td></tr> <tr><td>29</td><td>645.24</td></tr> <tr><td>30</td><td>645.04</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	646.95	19	646.83	20	646.70	21	646.56	22	646.42	23	646.27	24	646.11	25	645.95	26	645.78	27	645.61	28	645.43	29	645.24	30	645.04
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	646.95																																
19	646.83																																
20	646.70																																
21	646.56																																
22	646.42																																
23	646.27																																
24	646.11																																
25	645.95																																
26	645.78																																
27	645.61																																
28	645.43																																
29	645.24																																
30	645.04																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p> 																																	

Tabla 90. Ensayo de gravedad específica Muestra 12

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA																																	
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																	
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5 cm																														
ID Muestra:	M12	Profundidad:	100 cm																														
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	Coordenadas:	731501.04 9960000.53																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo (°C)</td> <td>24.40</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco (gr)</td> <td>159.98</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (Wr) (gr)</td> <td>110.30</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) (gr)</td> <td>49.68</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>646.70</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{pw}) (gr)</td> <td>696.38</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)</td> <td>676.43</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (Dw) (gr)</td> <td>19.95</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (K)</td> <td>0.99899</td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (Gs)</td> <td>2.488</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente Número		Temperatura del agua + suelo (°C)	24.40	Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.98	Peso del recipiente (Wr) (gr)	110.30	Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.68	Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70	Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	696.38	Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	676.43	Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	19.95	Factor de corrección por temperatura (K)	0.99899	Gravedad específica (Gs)	2.488										
Recipiente Número																																	
Temperatura del agua + suelo (°C)	24.40																																
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	159.98																																
Peso del recipiente (Wr) (gr)	110.30																																
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	49.68																																
Peso picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	646.70																																
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W _{pw}) (gr)	696.38																																
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W _{bws}) (gr)	676.43																																
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	19.95																																
Factor de corrección por temperatura (K)	0.99899																																
Gravedad específica (Gs)	2.488																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>646.95</td></tr> <tr><td>19</td><td>646.83</td></tr> <tr><td>20</td><td>646.70</td></tr> <tr><td>21</td><td>646.56</td></tr> <tr><td>22</td><td>646.42</td></tr> <tr><td>23</td><td>646.27</td></tr> <tr><td>24</td><td>646.11</td></tr> <tr><td>25</td><td>645.95</td></tr> <tr><td>26</td><td>645.78</td></tr> <tr><td>27</td><td>645.61</td></tr> <tr><td>28</td><td>645.43</td></tr> <tr><td>29</td><td>645.24</td></tr> <tr><td>30</td><td>645.04</td></tr> </tbody> </table>				Calibración Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	646.95	19	646.83	20	646.70	21	646.56	22	646.42	23	646.27	24	646.11	25	645.95	26	645.78	27	645.61	28	645.43	29	645.24	30	645.04
Calibración Picnómetro																																	
Temperatura °C	Masa (g)																																
18	646.95																																
19	646.83																																
20	646.70																																
21	646.56																																
22	646.42																																
23	646.27																																
24	646.11																																
25	645.95																																
26	645.78																																
27	645.61																																
28	645.43																																
29	645.24																																
30	645.04																																
<p style="text-align: center;">Curva de calibración de picnómetro</p> 																																	

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

Tabla 91. Ensayo de granulometría Muestra 1

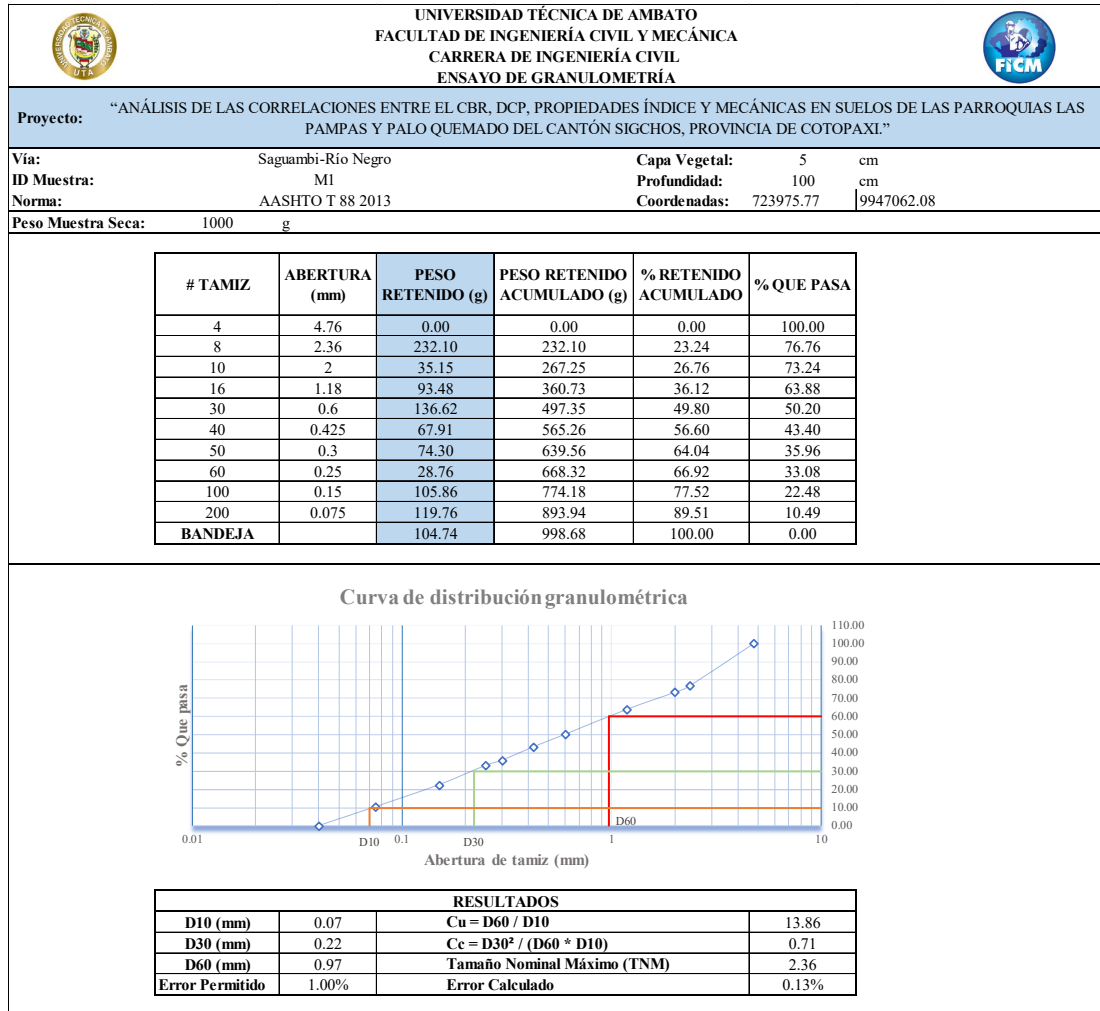


Tabla 92. Ensayo de granulometría Muestra 2

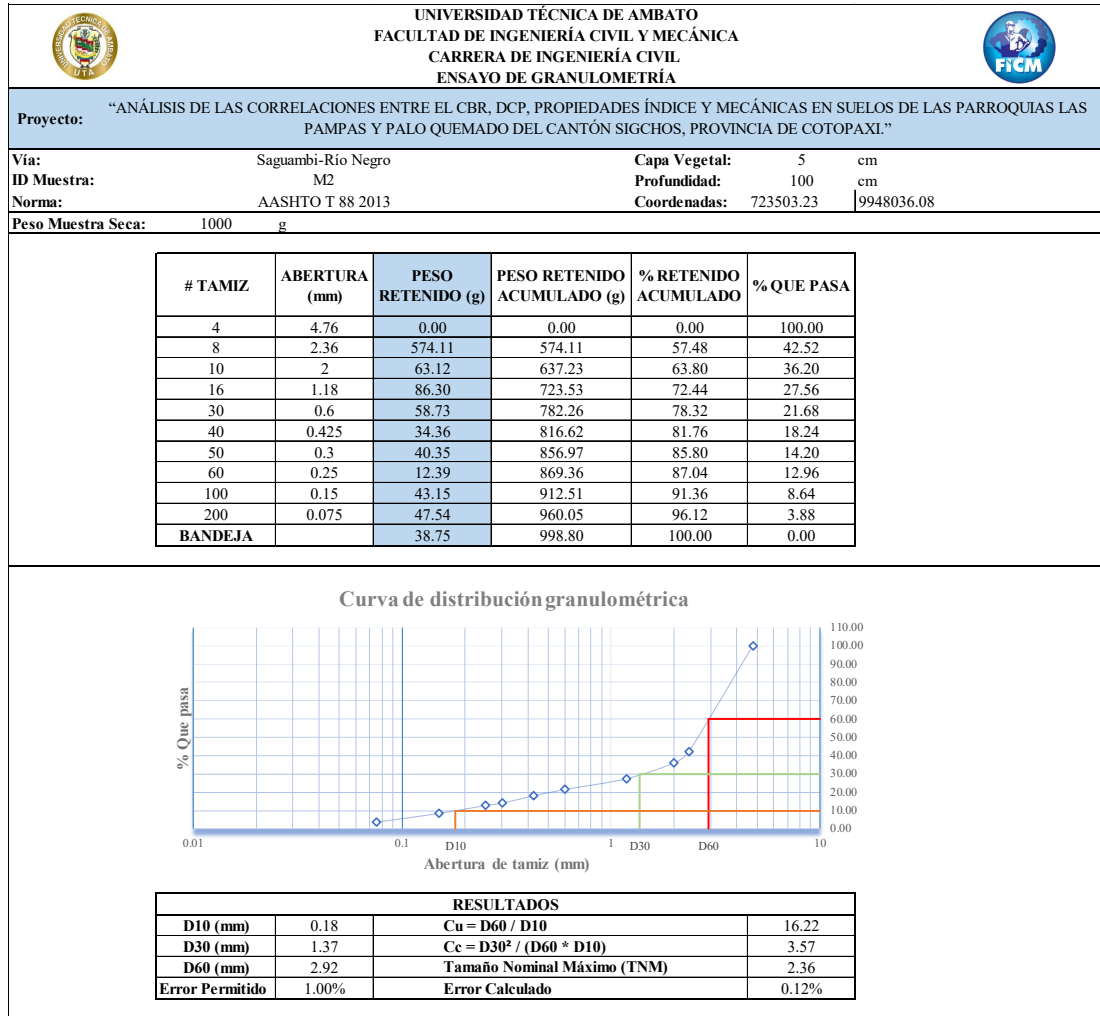


Tabla 93. Ensayo de granulometría Muestra 3

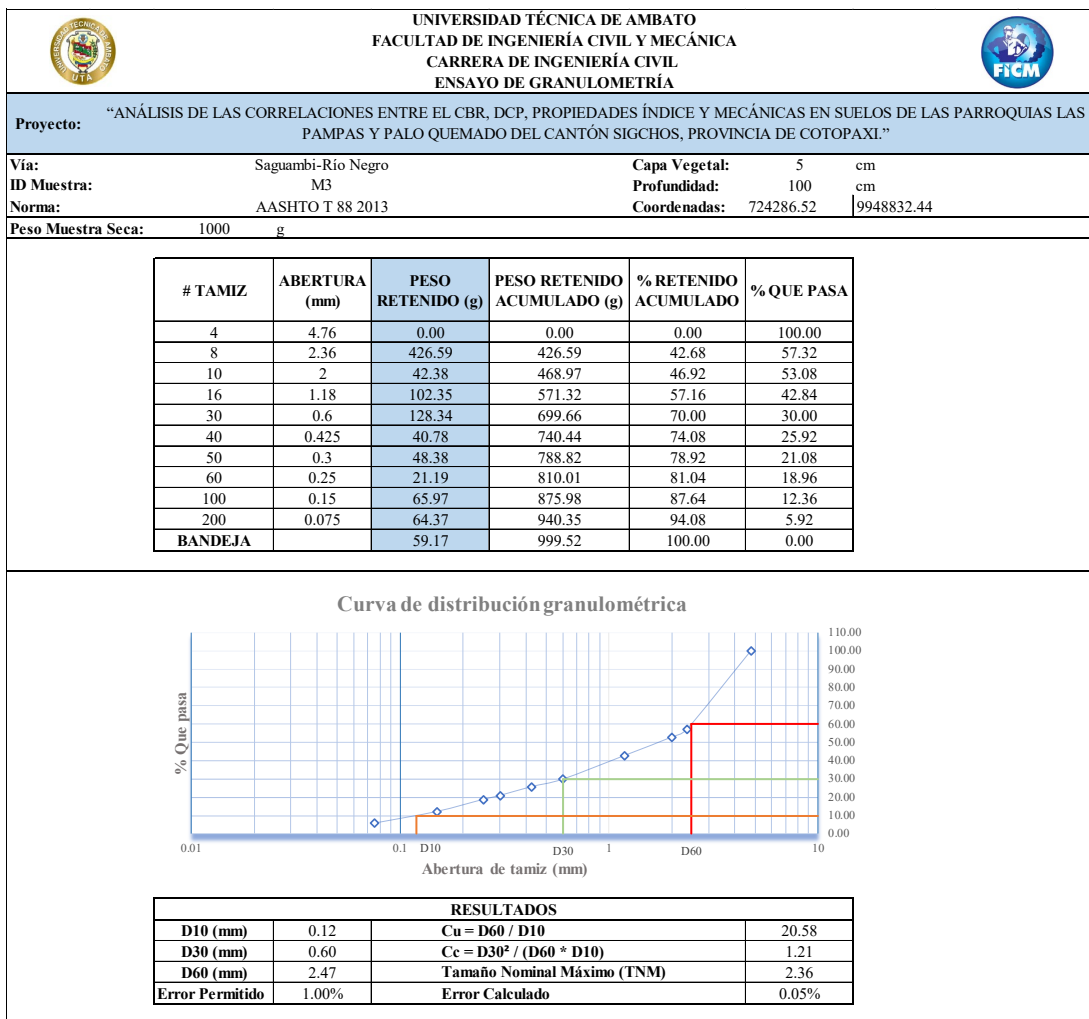


Tabla 94. Ensayo de granulometría Muestra 4

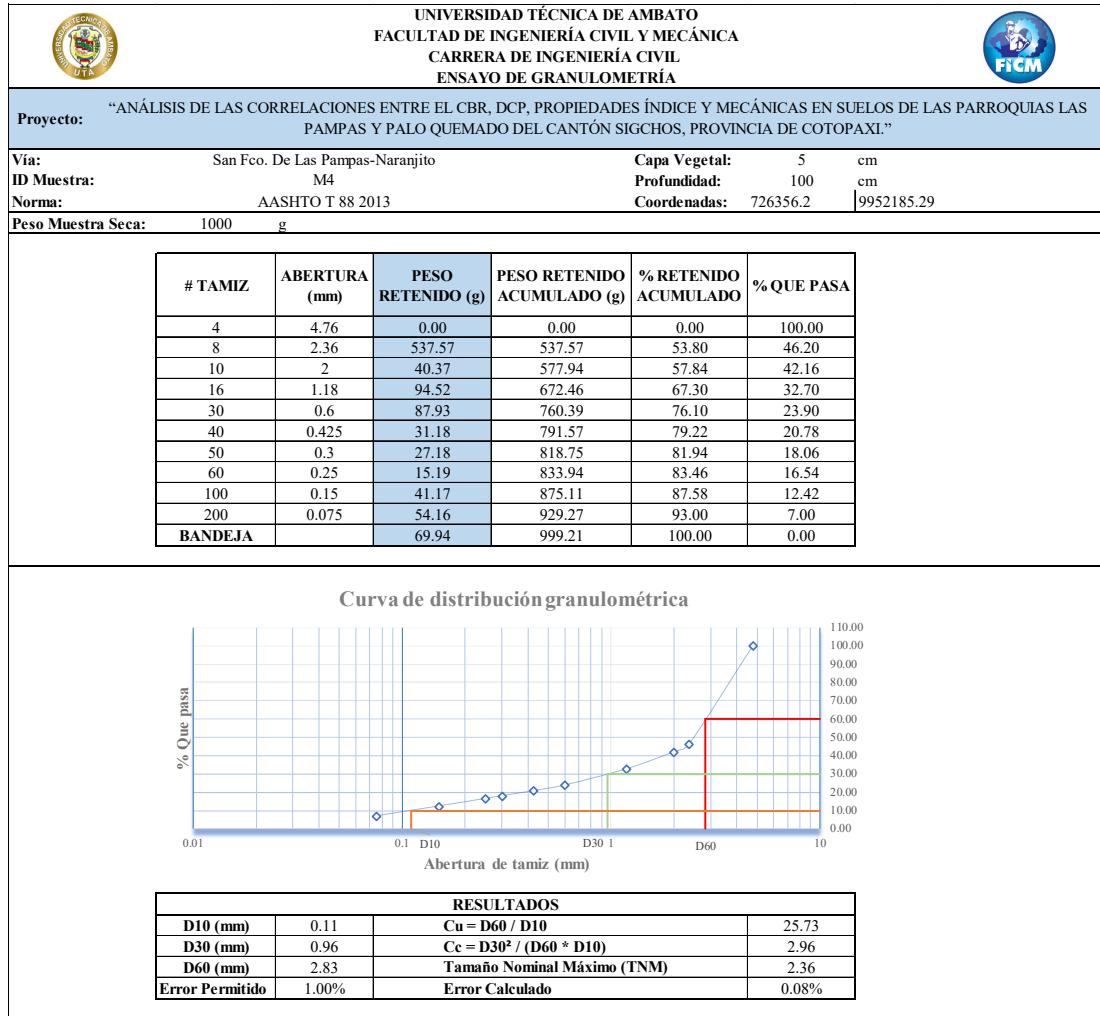


Tabla 95. Ensayo de granulometría Muestra 5

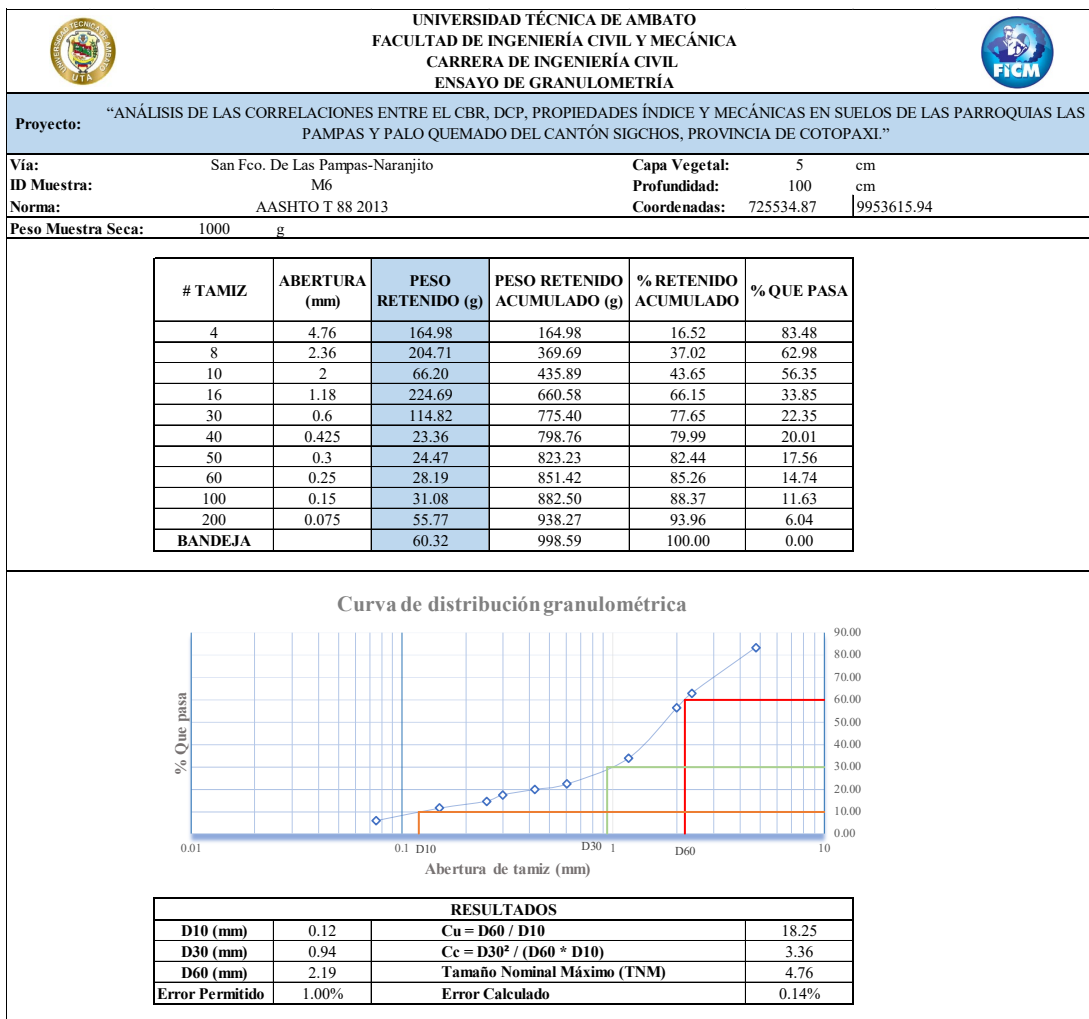


Tabla 96. Ensayo de granulometría Muestra 6

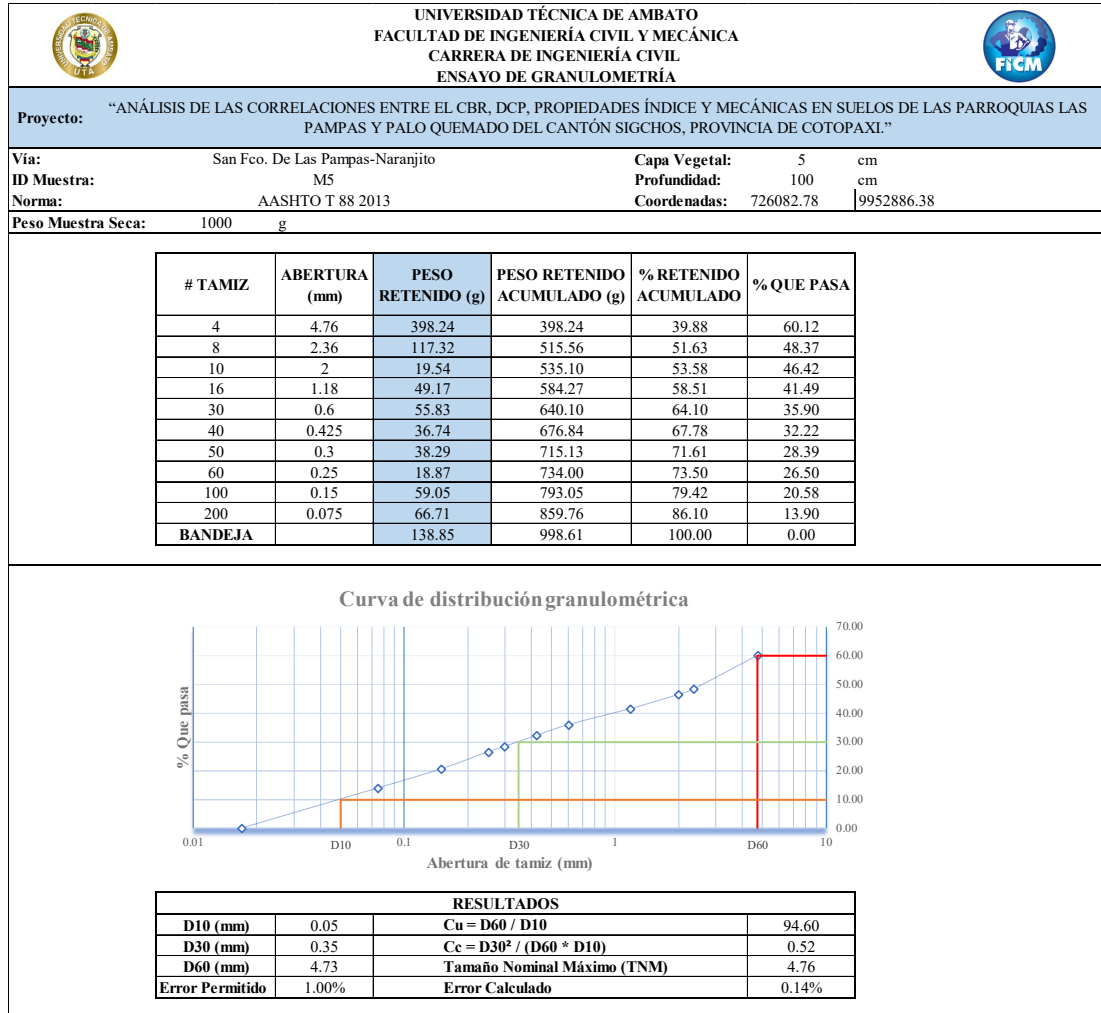


Tabla 97. Ensayo de granulometría Muestra 7

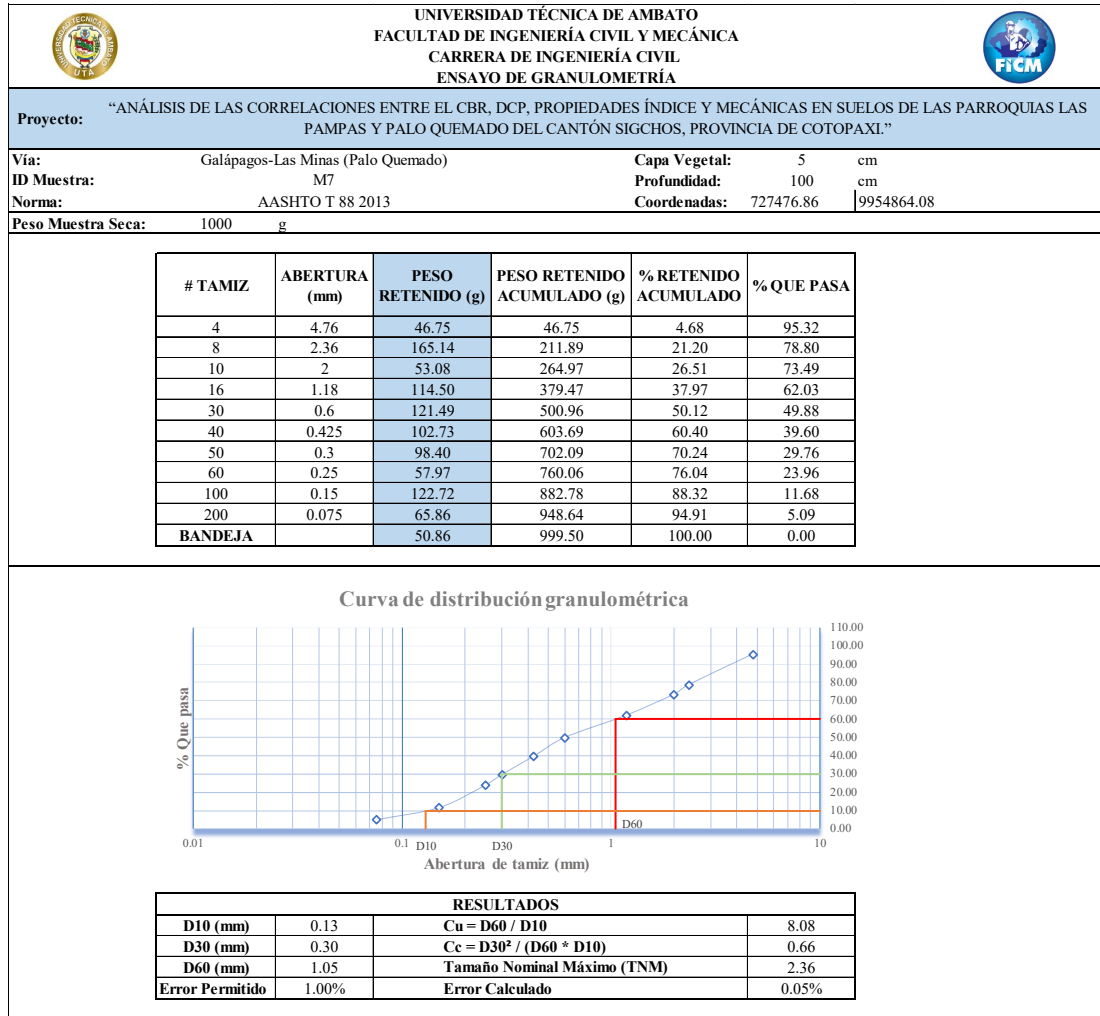


Tabla 98. Ensayo de granulometría Muestra 8

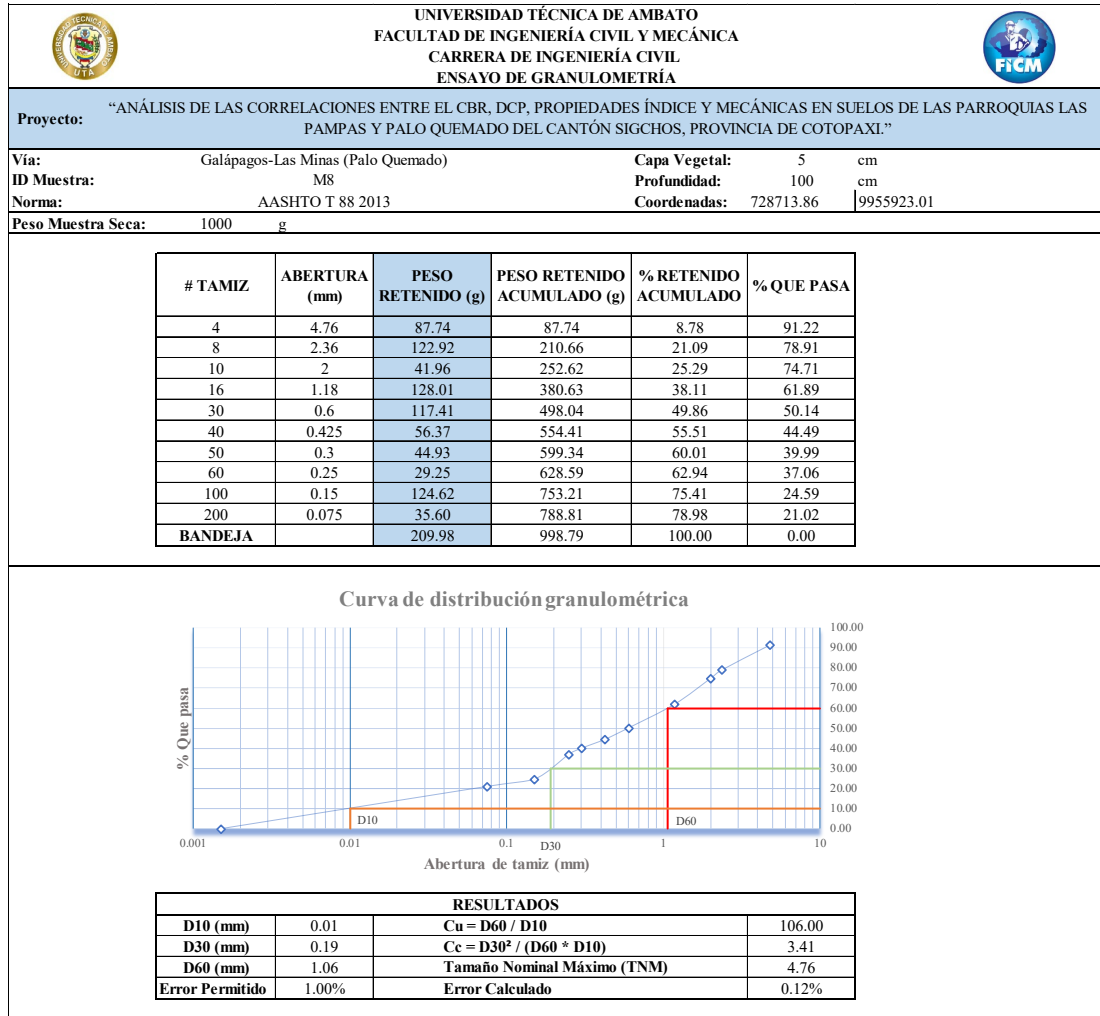


Tabla 99. Ensayo de granulometría Muestra 9

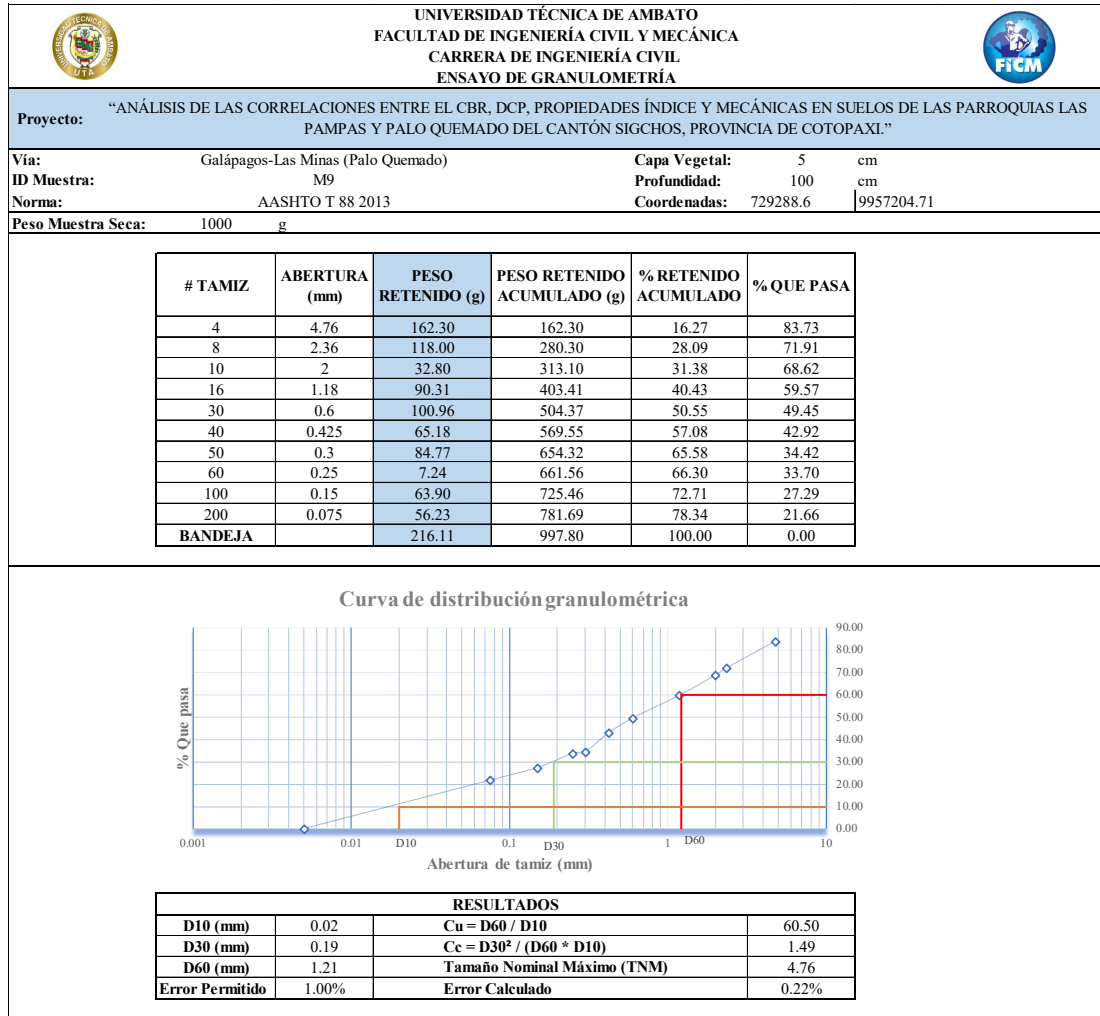


Tabla 100. Ensayo de granulometría Muestra 10

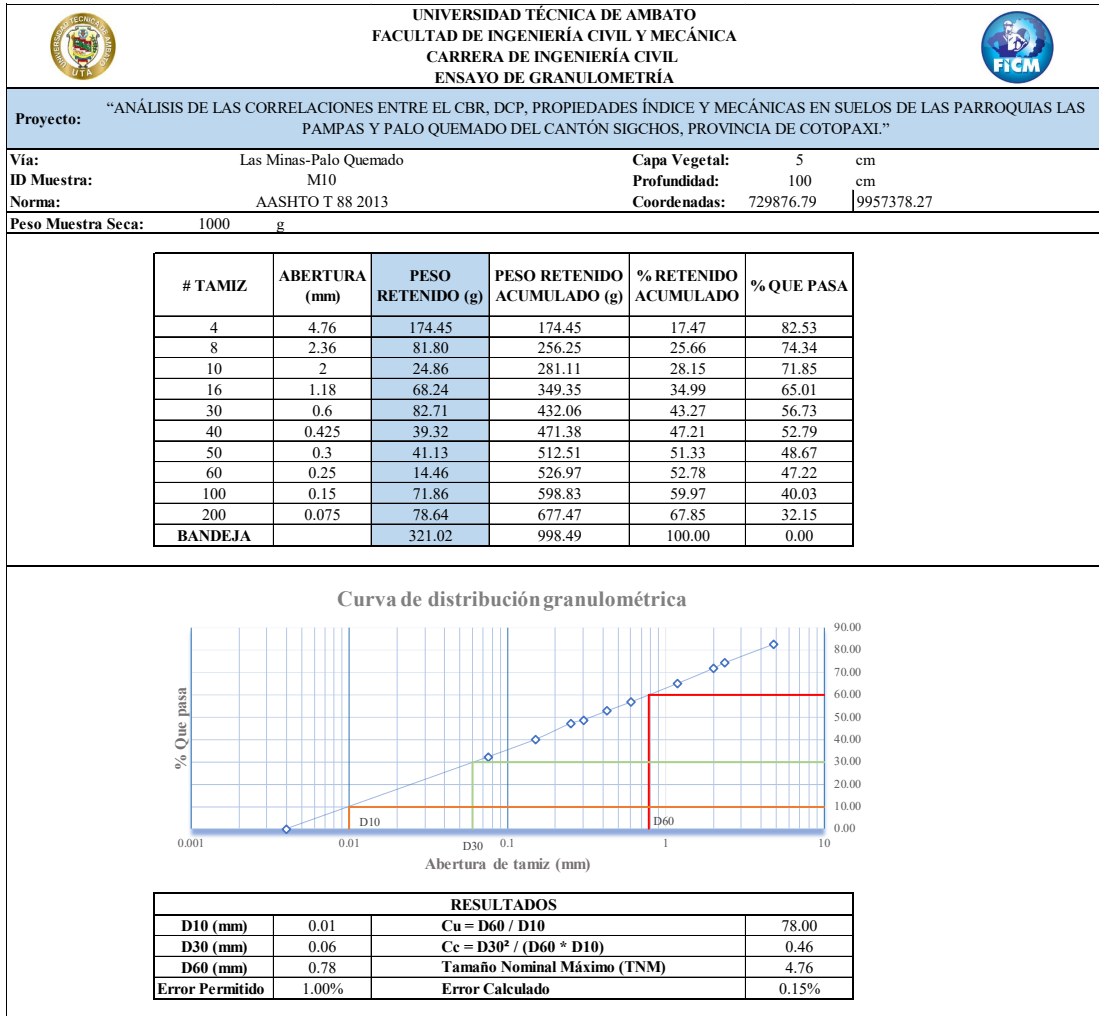


Tabla 101. Ensayo de granulometría Muestra 11

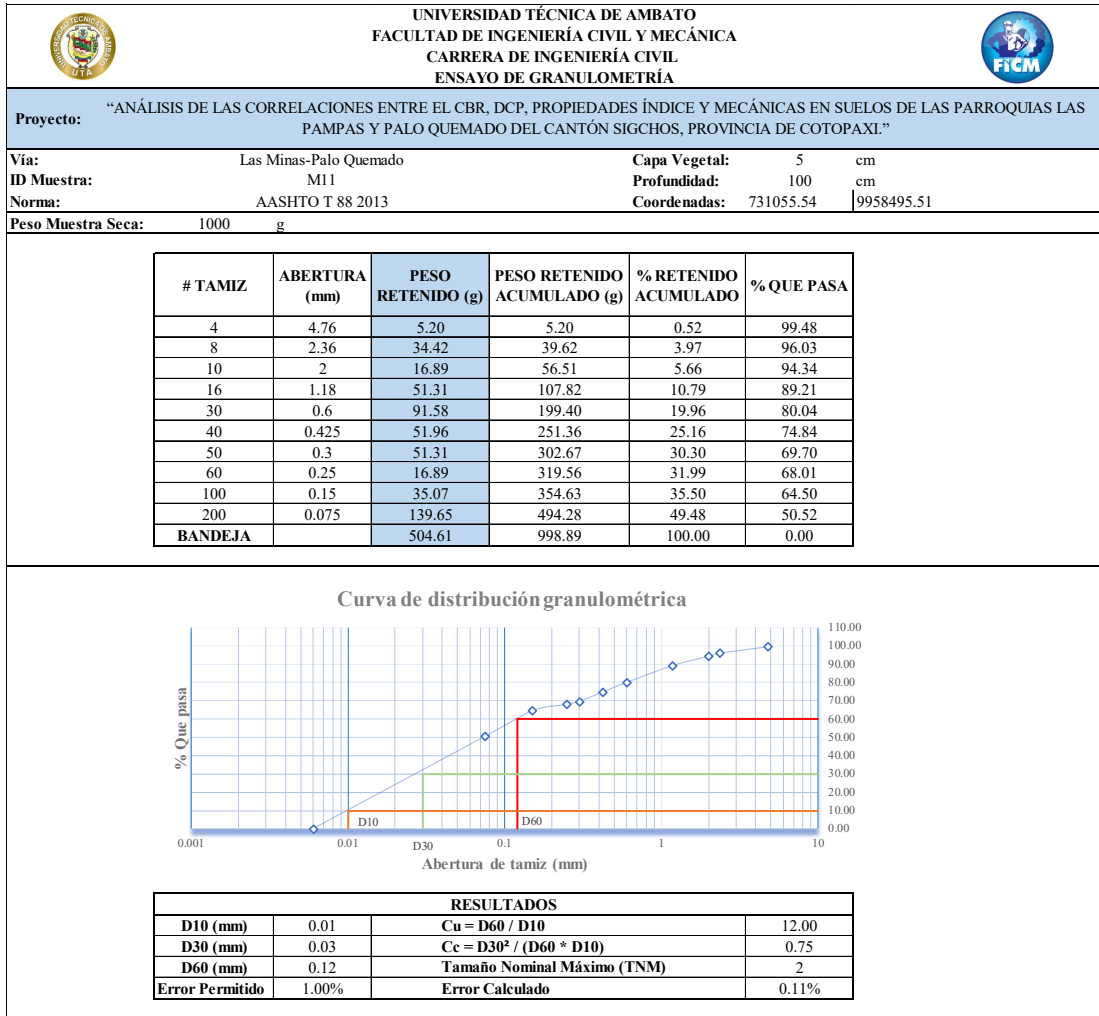
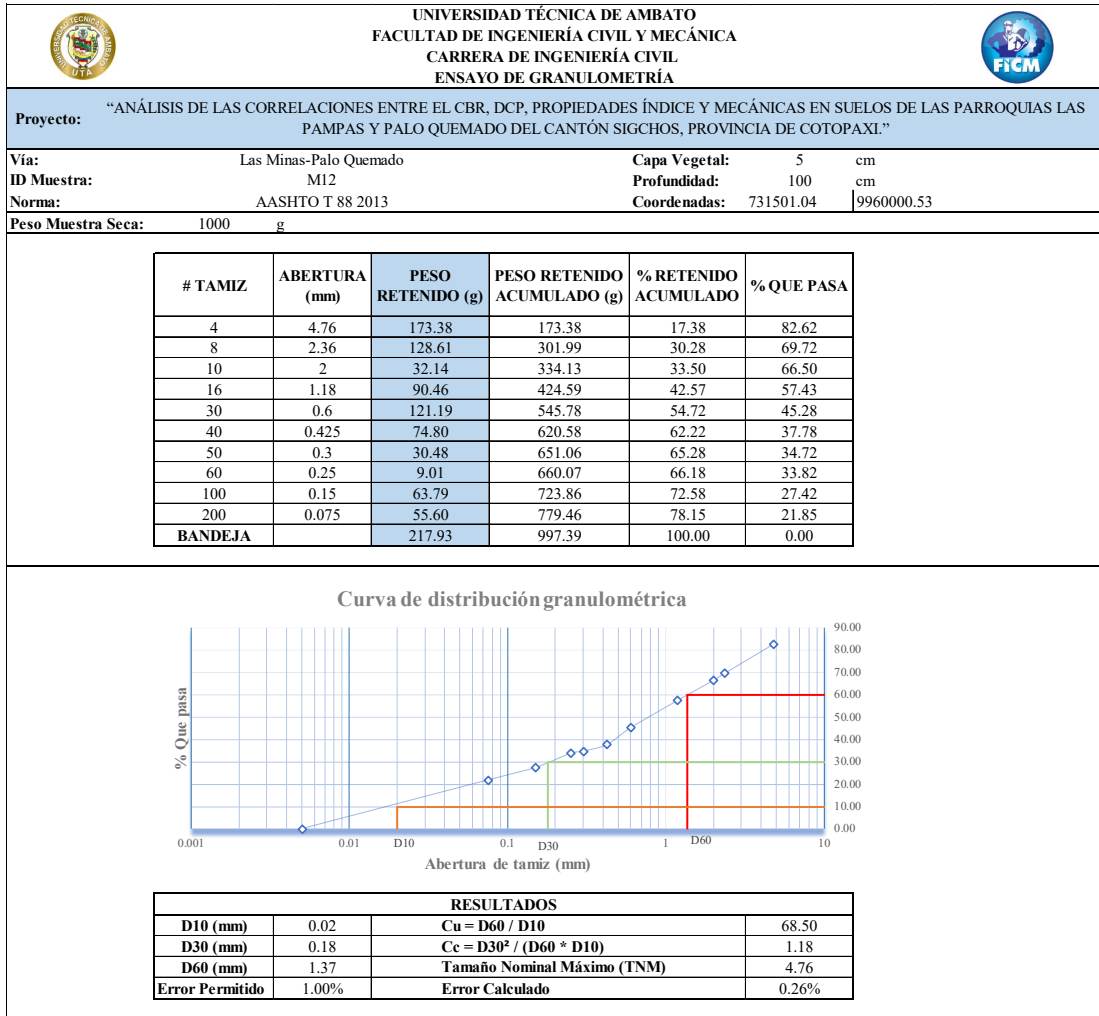


Tabla 102. Ensayo de granulometría Muestra 12



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

Tabla 103. Ensayo límite líquido Muestra 1

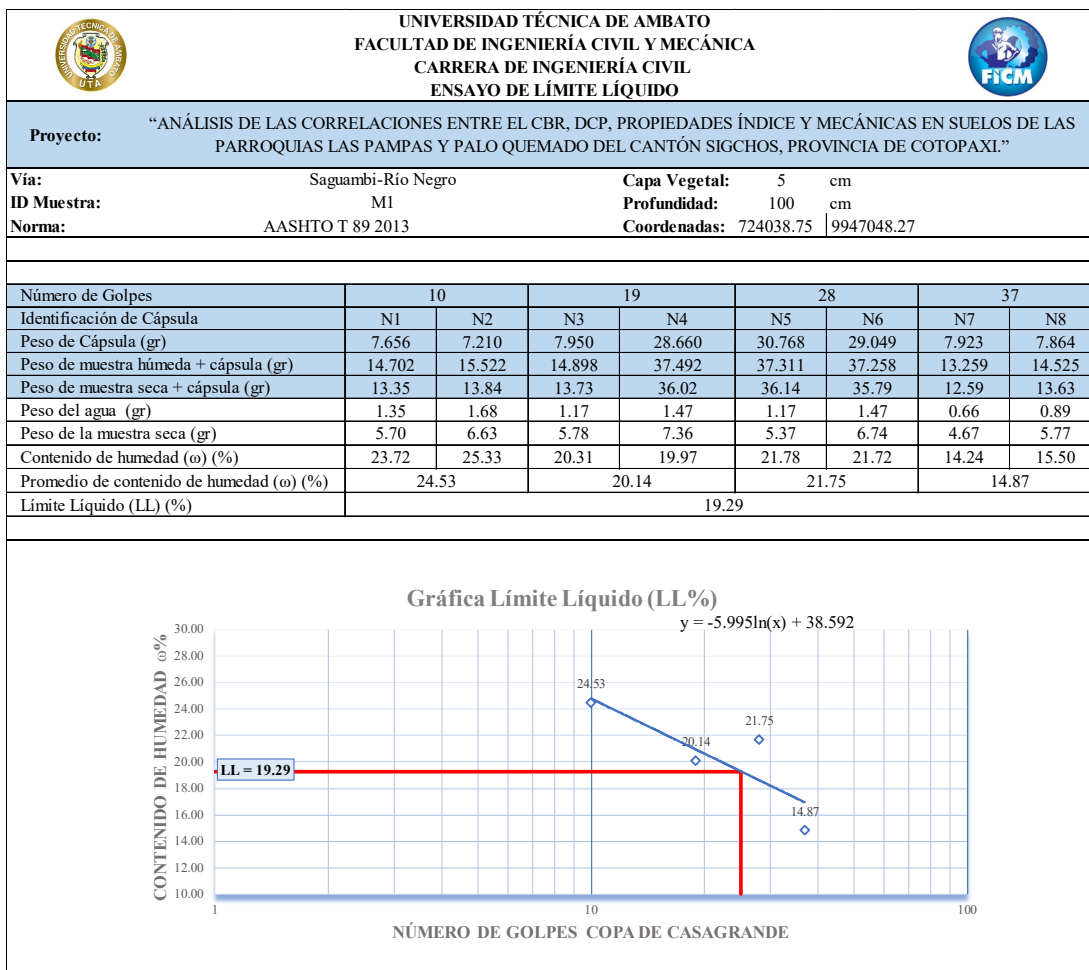


Tabla 104. Ensayo límite líquido Muestra 2

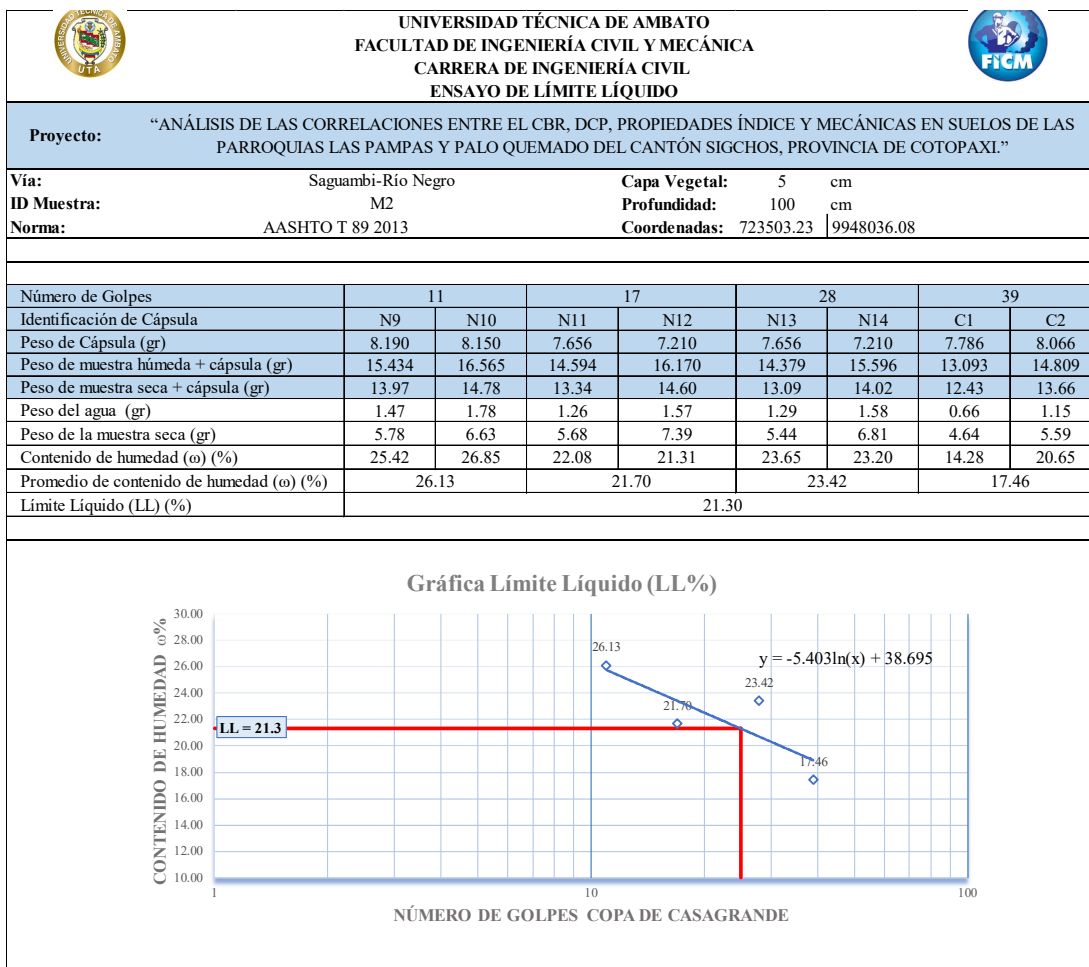


Tabla 105. Ensayo límite líquido Muestra 3

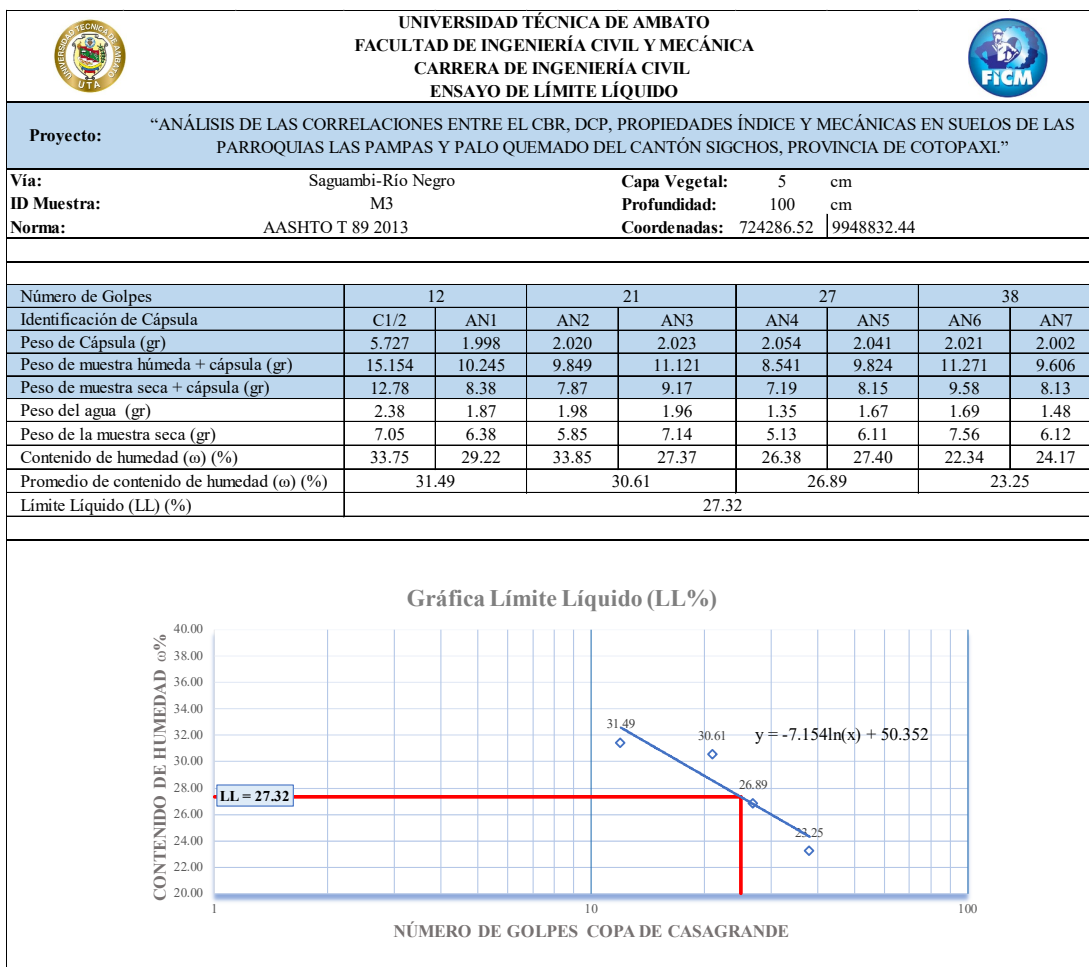


Tabla 106. Ensayo límite líquido Muestra 4

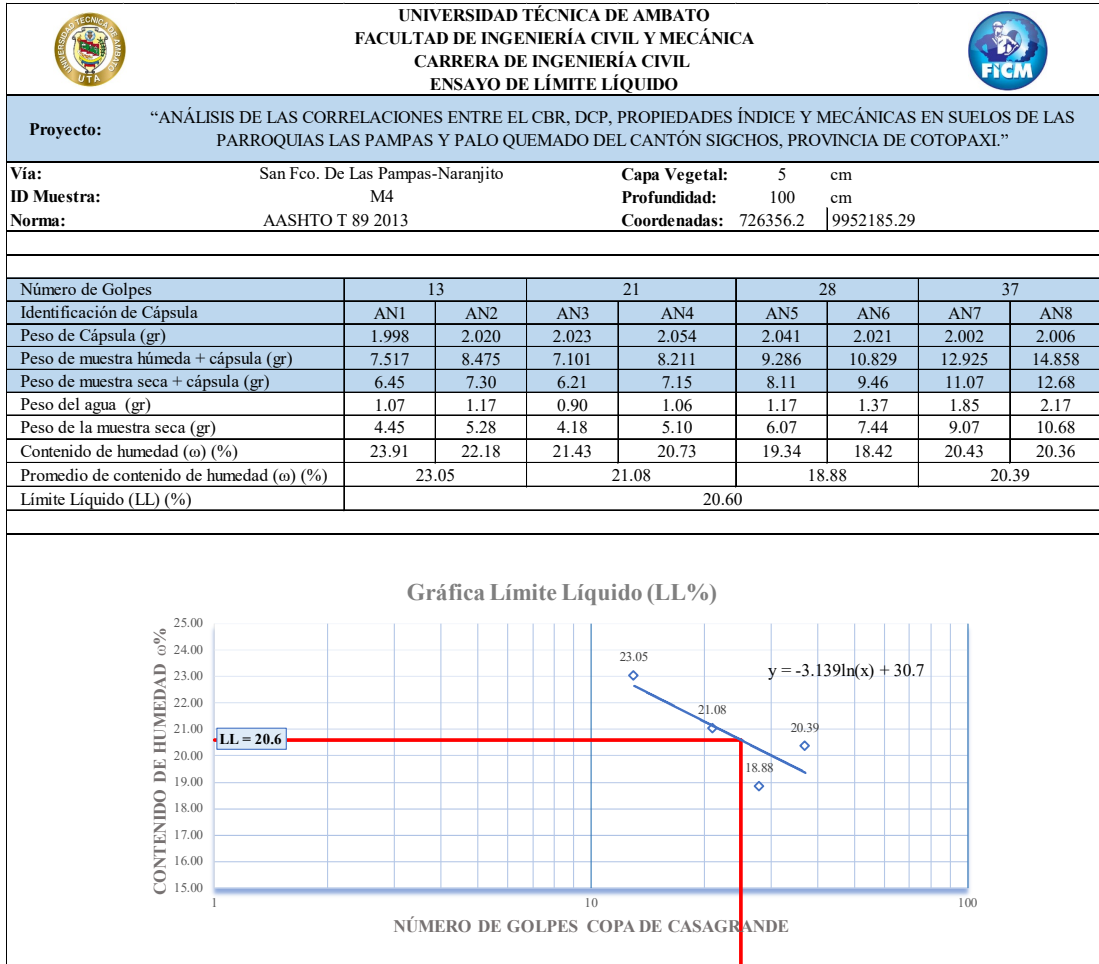


Tabla 107. Ensayo límite líquido Muestra 5

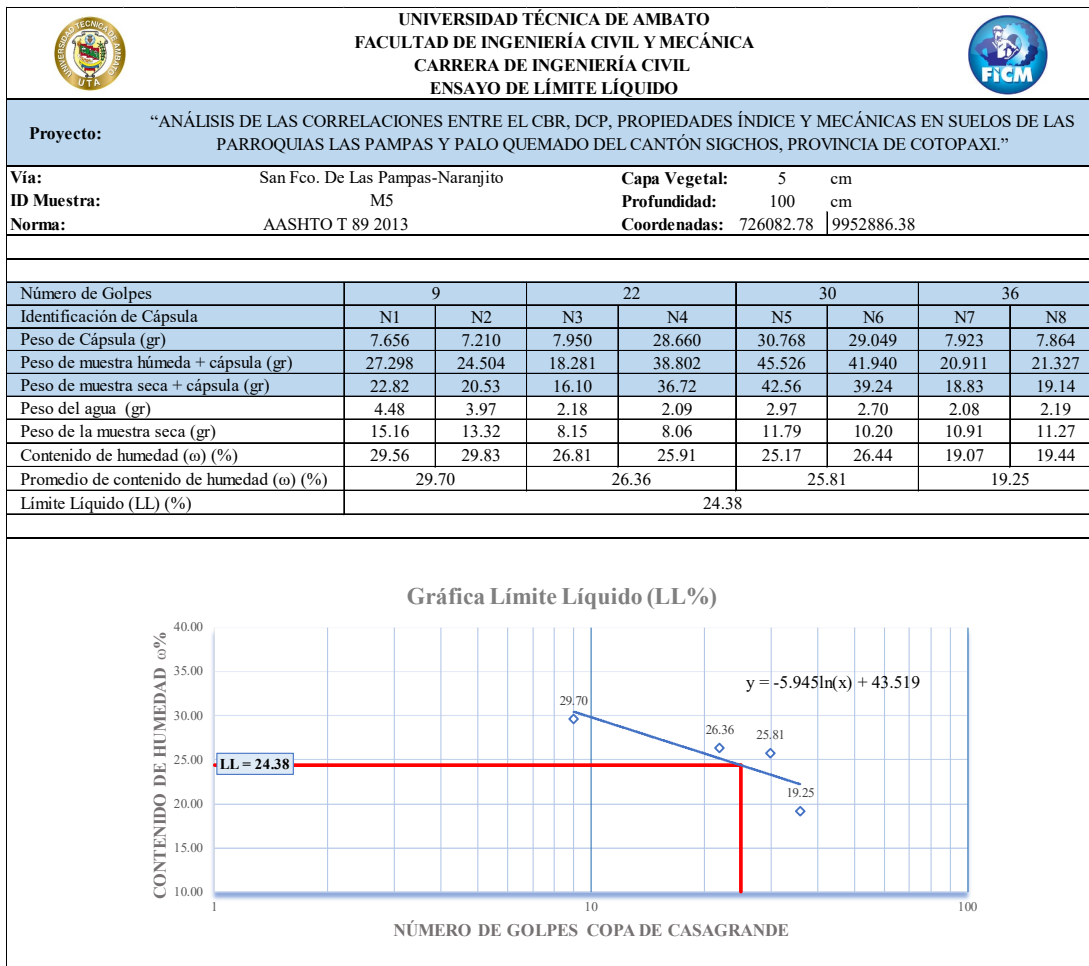


Tabla 108. Ensayo límite líquido Muestra 6

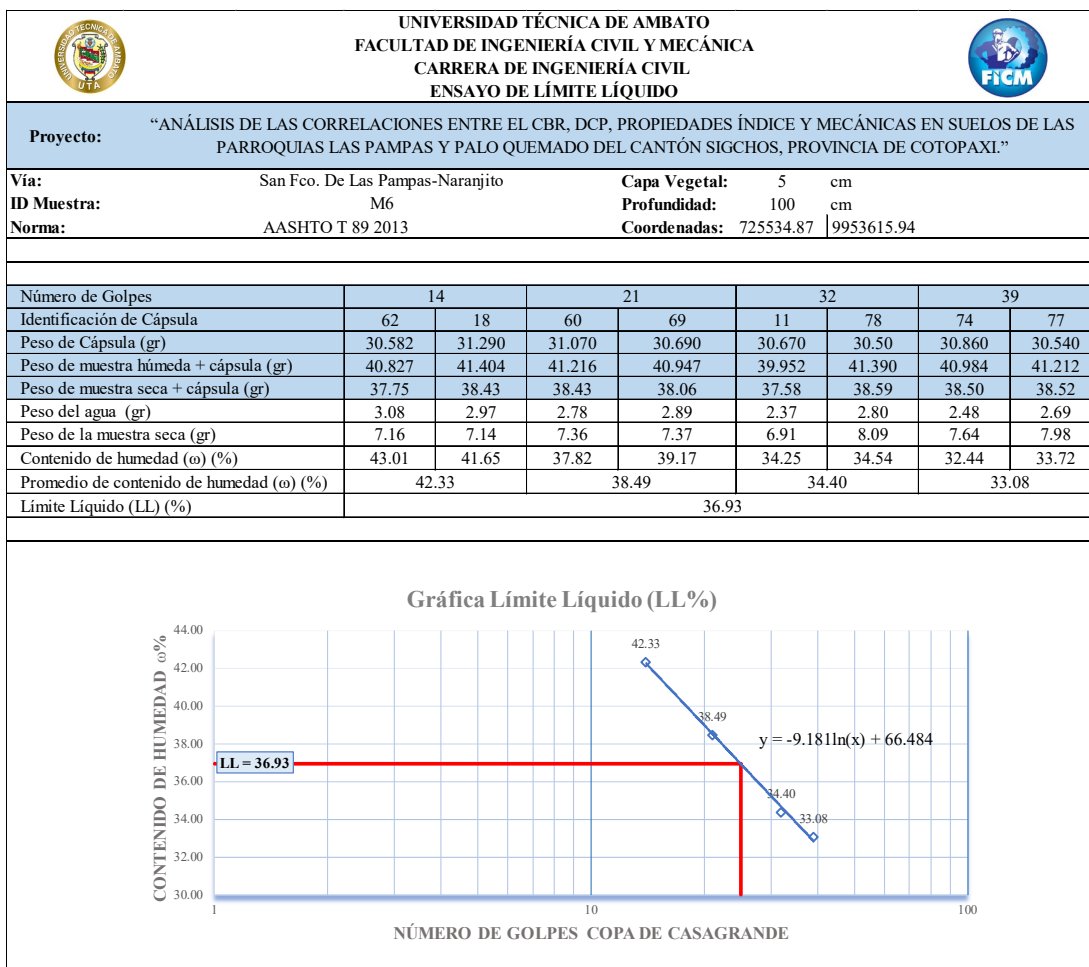


Tabla 109. Ensayo límite líquido Muestra 7

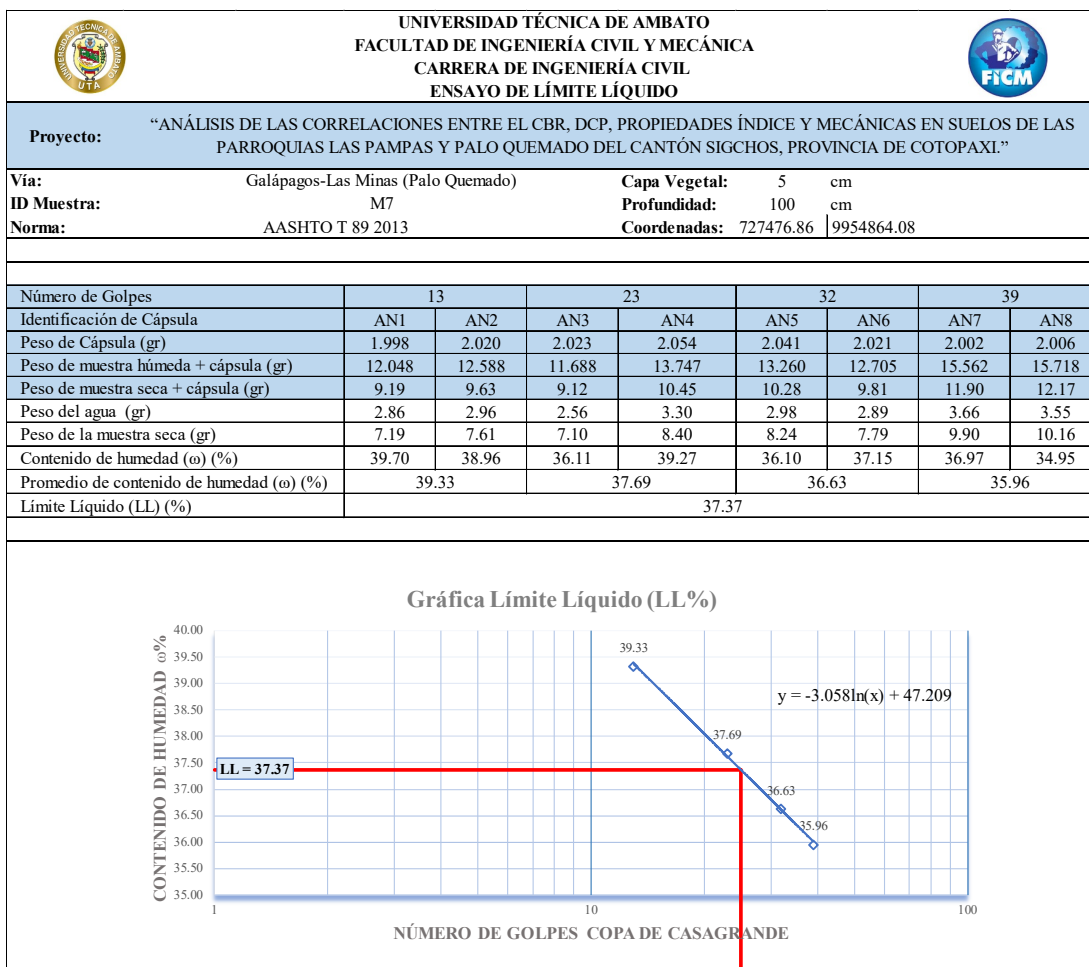


Tabla 110. Ensayo límite líquido Muestra 8

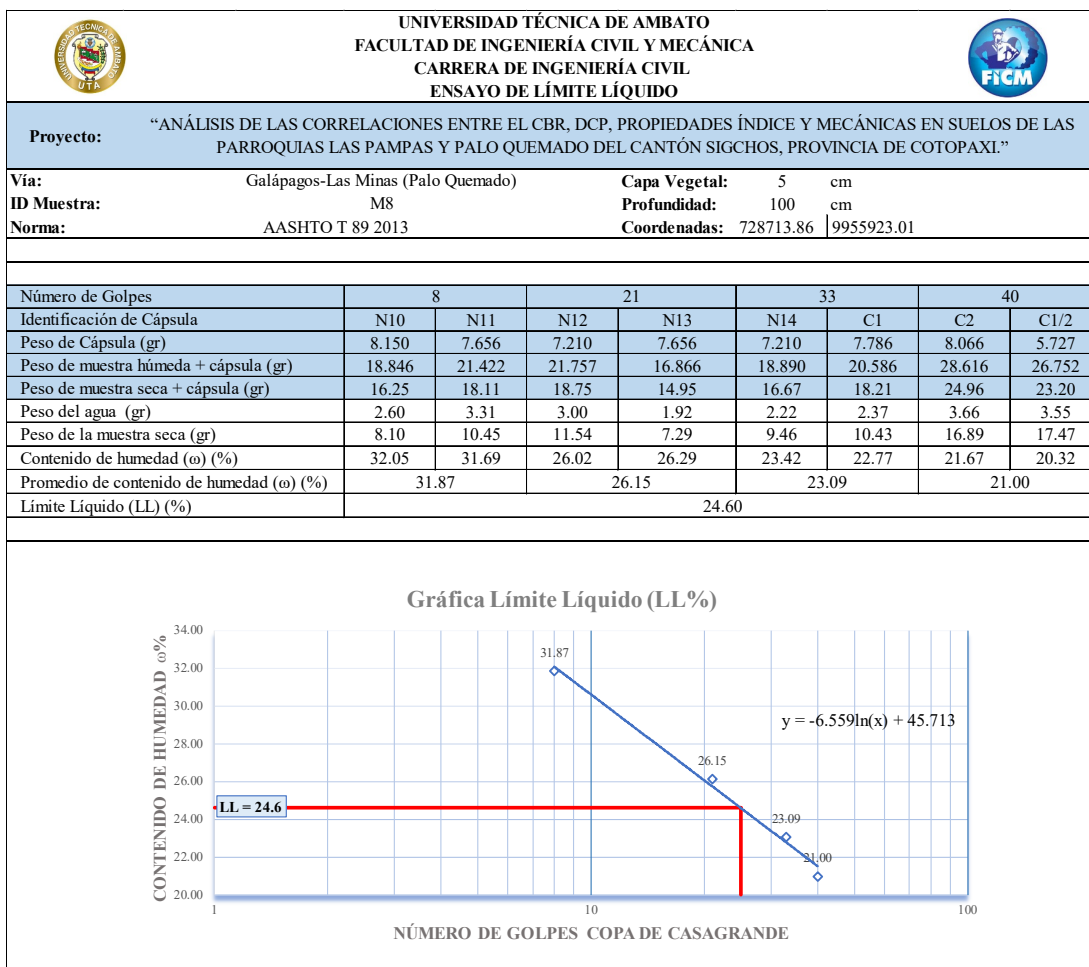


Tabla 111. Ensayo límite líquido Muestra 9

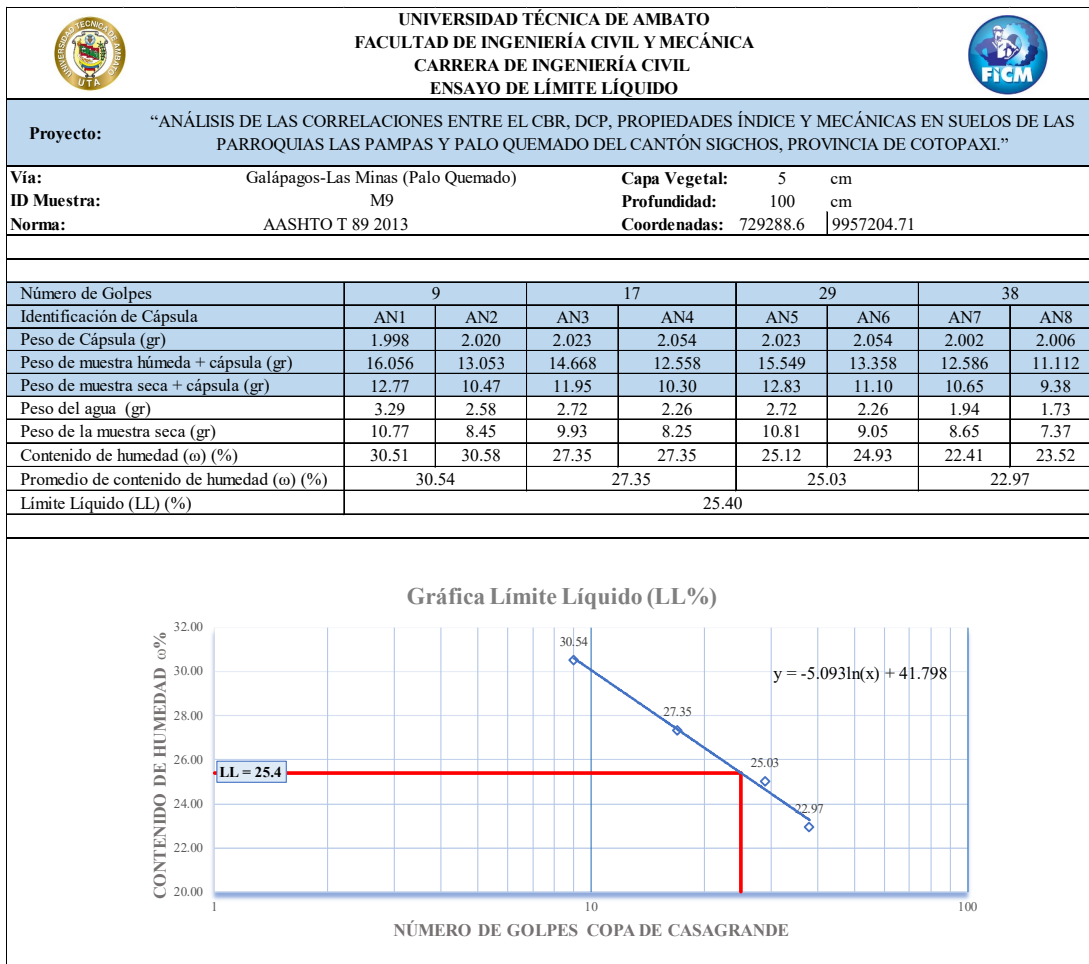


Tabla 112. Ensayo límite líquido Muestra 10

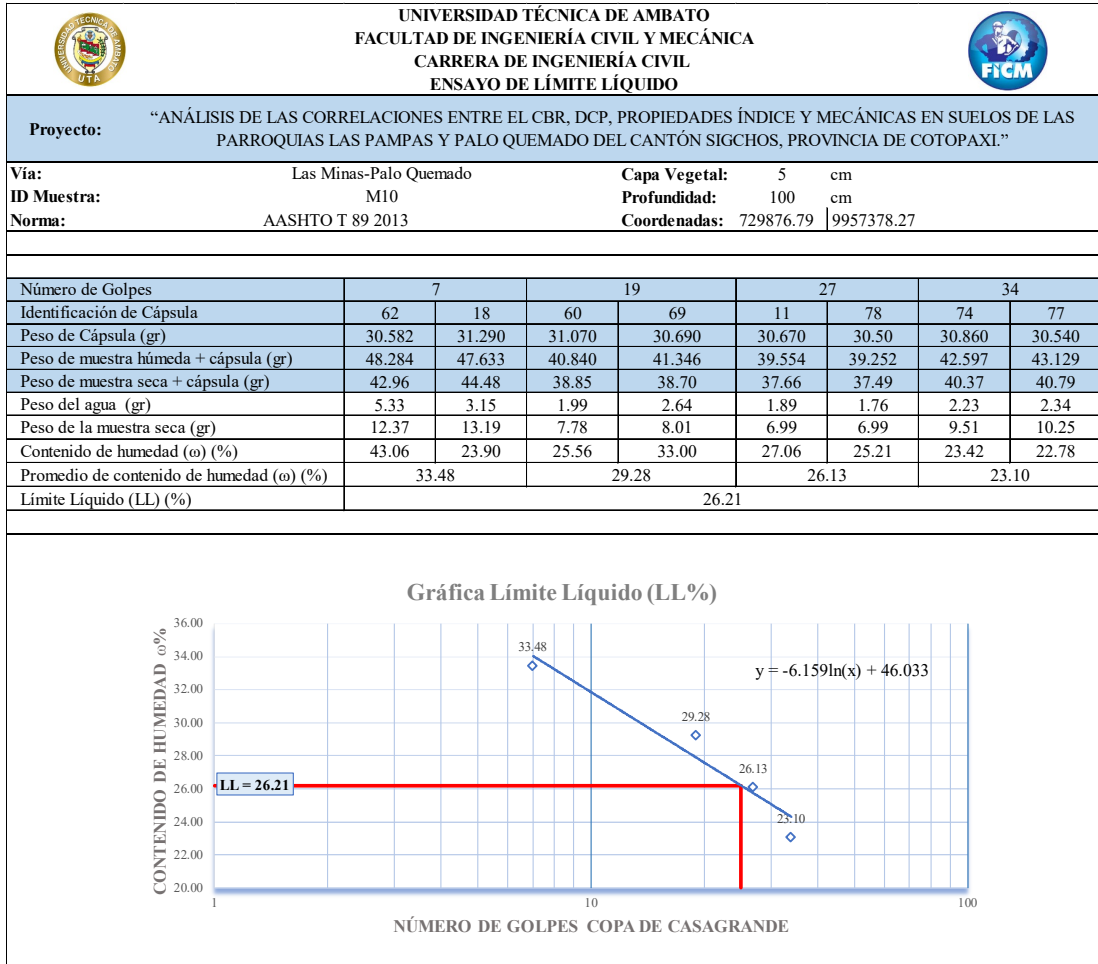


Tabla 113. Ensayo límite líquido Muestra 11

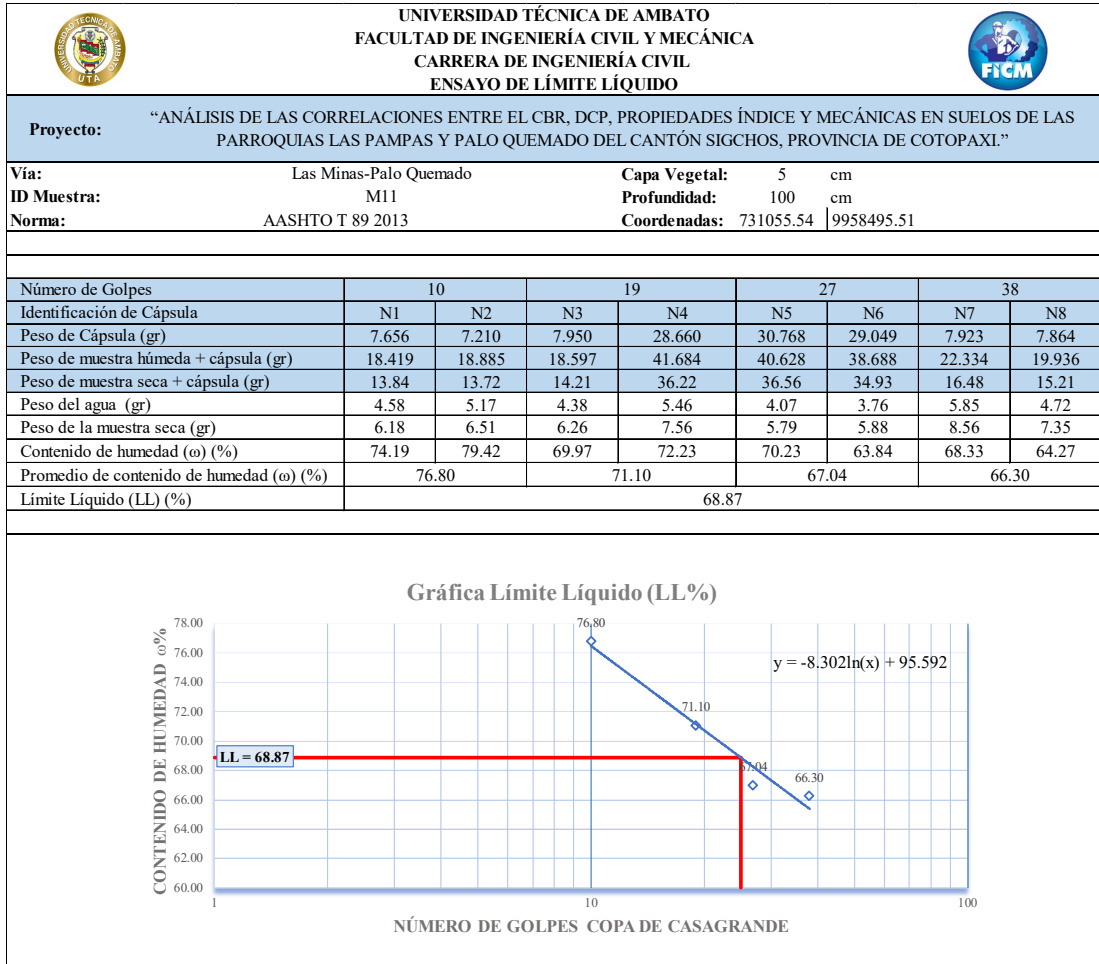
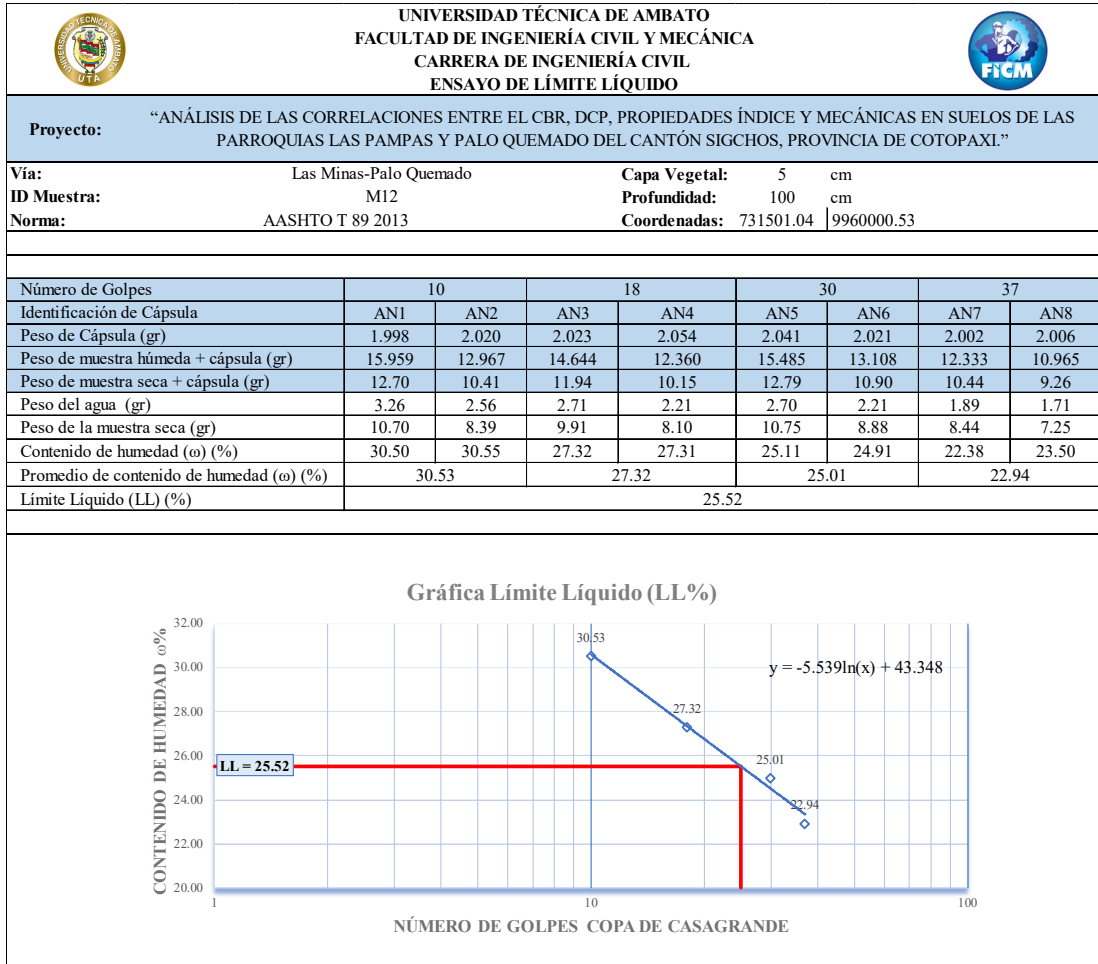


Tabla 114. Ensayo límite líquido Muestra 12



LÍMITE PLÁSTICO

Tabla 115. Ensayo límite plástico Muestra 1



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																					
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																					
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5 cm																																																																		
ID Muestra:	M1	Profundidad:	100 cm																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	723975.77 9947062.08																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>6</th> <th>17</th> <th>18</th> <th>33</th> <th>44</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>9.49</td> <td>8.00</td> <td>7.90</td> <td>8.73</td> <td>9.77</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>9.00</td> <td>7.71</td> <td>7.63</td> <td>8.34</td> <td>9.19</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.48</td> <td>0.29</td> <td>0.27</td> <td>0.39</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>6.20</td> <td>6.19</td> <td>6.19</td> <td>6.27</td> <td>6.14</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>2.81</td> <td>1.52</td> <td>1.44</td> <td>2.07</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>17.25</td> <td>18.92</td> <td>18.93</td> <td>18.93</td> <td>18.93</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">18.59</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">18.59</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">19.29</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">0.70</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	6	17	18	33	44	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	9.49	8.00	7.90	8.73	9.77	Peso muestra seca + recipiente (gr)	9.00	7.71	7.63	8.34	9.19	Peso del agua (gr)	0.48	0.29	0.27	0.39	0.58	Peso del recipiente (gr)	6.20	6.19	6.19	6.27	6.14	Peso de la muestra seca (gr)	2.81	1.52	1.44	2.07	3.05	Contenido de humedad (ω) (%)	17.25	18.92	18.93	18.93	18.93	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	18.59					Límite Plástico (LP) (%)	18.59					Límite Líquido (LL) (%)	19.29					Índice Plástico (IP) (%)	0.70				
Recipiente Número	6	17	18	33	44																																																																
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	9.49	8.00	7.90	8.73	9.77																																																																
Peso muestra seca + recipiente (gr)	9.00	7.71	7.63	8.34	9.19																																																																
Peso del agua (gr)	0.48	0.29	0.27	0.39	0.58																																																																
Peso del recipiente (gr)	6.20	6.19	6.19	6.27	6.14																																																																
Peso de la muestra seca (gr)	2.81	1.52	1.44	2.07	3.05																																																																
Contenido de humedad (ω) (%)	17.25	18.92	18.93	18.93	18.93																																																																
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	18.59																																																																				
Límite Plástico (LP) (%)	18.59																																																																				
Límite Líquido (LL) (%)	19.29																																																																				
Índice Plástico (IP) (%)	0.70																																																																				

Tabla 116. Ensayo límite plástico Muestran 2



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																					
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																					
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5 cm																																																																		
ID Muestra:	M2	Profundidad:	100 cm																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	723503.23 9948036.08																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN9</th> <th>AN10</th> <th>AN11</th> <th>AN12</th> <th>AN13</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>5.17</td> <td>3.73</td> <td>3.59</td> <td>4.34</td> <td>6.10</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>4.68</td> <td>3.44</td> <td>3.31</td> <td>3.94</td> <td>5.42</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.48</td> <td>0.29</td> <td>0.27</td> <td>0.39</td> <td>0.68</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.01</td> <td>1.99</td> <td>1.93</td> <td>1.97</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>2.67</td> <td>1.45</td> <td>1.38</td> <td>1.98</td> <td>3.42</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>18.13</td> <td>19.81</td> <td>19.81</td> <td>19.81</td> <td>19.81</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">19.47</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">19.47</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">21.30</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">1.83</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	AN9	AN10	AN11	AN12	AN13	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	5.17	3.73	3.59	4.34	6.10	Peso muestra seca + recipiente (gr)	4.68	3.44	3.31	3.94	5.42	Peso del agua (gr)	0.48	0.29	0.27	0.39	0.68	Peso del recipiente (gr)	2.01	1.99	1.93	1.97	2.00	Peso de la muestra seca (gr)	2.67	1.45	1.38	1.98	3.42	Contenido de humedad (ω) (%)	18.13	19.81	19.81	19.81	19.81	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	19.47					Límite Plástico (LP) (%)	19.47					Límite Líquido (LL) (%)	21.30					Índice Plástico (IP) (%)	1.83				
Recipiente Número	AN9	AN10	AN11	AN12	AN13																																																																
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	5.17	3.73	3.59	4.34	6.10																																																																
Peso muestra seca + recipiente (gr)	4.68	3.44	3.31	3.94	5.42																																																																
Peso del agua (gr)	0.48	0.29	0.27	0.39	0.68																																																																
Peso del recipiente (gr)	2.01	1.99	1.93	1.97	2.00																																																																
Peso de la muestra seca (gr)	2.67	1.45	1.38	1.98	3.42																																																																
Contenido de humedad (ω) (%)	18.13	19.81	19.81	19.81	19.81																																																																
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	19.47																																																																				
Límite Plástico (LP) (%)	19.47																																																																				
Límite Líquido (LL) (%)	21.30																																																																				
Índice Plástico (IP) (%)	1.83																																																																				

Tabla 117. Ensayo límite plástico Muestra 3



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																					
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																					
Vía:	Saguambi-Río Negro	Capa Vegetal:	5 cm																																																																		
ID Muestra:	M3	Profundidad:	100 cm																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	724286.52 9948832.44																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>A2</th> <th>115</th> <th>71</th> <th>66</th> <th>54</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>7.23</td> <td>8.59</td> <td>7.65</td> <td>7.12</td> <td>7.44</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>7.05</td> <td>8.11</td> <td>7.37</td> <td>6.92</td> <td>7.17</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.18</td> <td>0.49</td> <td>0.27</td> <td>0.19</td> <td>0.28</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>6.30</td> <td>6.25</td> <td>6.34</td> <td>6.19</td> <td>6.11</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>0.75</td> <td>1.85</td> <td>1.04</td> <td>0.73</td> <td>1.06</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>24.66</td> <td>26.34</td> <td>26.35</td> <td>26.34</td> <td>26.35</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">26.01</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">26.01</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">27.32</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">1.32</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	A2	115	71	66	54	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	7.23	8.59	7.65	7.12	7.44	Peso muestra seca + recipiente (gr)	7.05	8.11	7.37	6.92	7.17	Peso del agua (gr)	0.18	0.49	0.27	0.19	0.28	Peso del recipiente (gr)	6.30	6.25	6.34	6.19	6.11	Peso de la muestra seca (gr)	0.75	1.85	1.04	0.73	1.06	Contenido de humedad (ω) (%)	24.66	26.34	26.35	26.34	26.35	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	26.01					Límite Plástico (LP) (%)	26.01					Límite Líquido (LL) (%)	27.32					Índice Plástico (IP) (%)	1.32				
Recipiente Número	A2	115	71	66	54																																																																
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	7.23	8.59	7.65	7.12	7.44																																																																
Peso muestra seca + recipiente (gr)	7.05	8.11	7.37	6.92	7.17																																																																
Peso del agua (gr)	0.18	0.49	0.27	0.19	0.28																																																																
Peso del recipiente (gr)	6.30	6.25	6.34	6.19	6.11																																																																
Peso de la muestra seca (gr)	0.75	1.85	1.04	0.73	1.06																																																																
Contenido de humedad (ω) (%)	24.66	26.34	26.35	26.34	26.35																																																																
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	26.01																																																																				
Límite Plástico (LP) (%)	26.01																																																																				
Límite Líquido (LL) (%)	27.32																																																																				
Índice Plástico (IP) (%)	1.32																																																																				

Tabla 118. Ensayo límite plástico Muestra 4



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																					
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																					
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm																																																																		
ID Muestra:	M4	Profundidad:	100 cm																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	726356.2 9952185.29																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN1</th> <th>AN2</th> <th>AN3</th> <th>AN4</th> <th>AN5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>3.18</td> <td>3.73</td> <td>4.82</td> <td>3.78</td> <td>4.28</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>2.98</td> <td>3.44</td> <td>4.35</td> <td>3.49</td> <td>3.90</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.19</td> <td>0.29</td> <td>0.48</td> <td>0.29</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.00</td> <td>2.02</td> <td>2.02</td> <td>2.05</td> <td>2.04</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>0.99</td> <td>1.42</td> <td>2.33</td> <td>1.44</td> <td>1.86</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>19.37</td> <td>20.62</td> <td>20.43</td> <td>20.40</td> <td>20.40</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">20.24</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">20.24</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">20.60</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">0.35</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.18	3.73	4.82	3.78	4.28	Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.98	3.44	4.35	3.49	3.90	Peso del agua (gr)	0.19	0.29	0.48	0.29	0.38	Peso del recipiente (gr)	2.00	2.02	2.02	2.05	2.04	Peso de la muestra seca (gr)	0.99	1.42	2.33	1.44	1.86	Contenido de humedad (ω) (%)	19.37	20.62	20.43	20.40	20.40	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	20.24					Límite Plástico (LP) (%)	20.24					Límite Líquido (LL) (%)	20.60					Índice Plástico (IP) (%)	0.35				
Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5																																																																
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.18	3.73	4.82	3.78	4.28																																																																
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.98	3.44	4.35	3.49	3.90																																																																
Peso del agua (gr)	0.19	0.29	0.48	0.29	0.38																																																																
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.02	2.02	2.05	2.04																																																																
Peso de la muestra seca (gr)	0.99	1.42	2.33	1.44	1.86																																																																
Contenido de humedad (ω) (%)	19.37	20.62	20.43	20.40	20.40																																																																
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	20.24																																																																				
Límite Plástico (LP) (%)	20.24																																																																				
Límite Líquido (LL) (%)	20.60																																																																				
Índice Plástico (IP) (%)	0.35																																																																				

Tabla 119. Ensayo límite plástico Muestra 5



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																					
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																					
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm																																																																		
ID Muestra:	M5	Profundidad:	100 cm																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	726082.78 9952886.38																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN6</th> <th>AN7</th> <th>AN8</th> <th>AN9</th> <th>AN10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>4.19</td> <td>5.40</td> <td>3.21</td> <td>4.04</td> <td>4.62</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>3.90</td> <td>4.91</td> <td>3.04</td> <td>3.75</td> <td>4.24</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.28</td> <td>0.49</td> <td>0.17</td> <td>0.29</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.02</td> <td>2.00</td> <td>2.01</td> <td>2.01</td> <td>1.99</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1.88</td> <td>2.91</td> <td>1.03</td> <td>1.74</td> <td>2.25</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>15.11</td> <td>16.78</td> <td>16.78</td> <td>16.78</td> <td>16.78</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">16.45</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">16.45</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">24.38</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">7.94</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	AN6	AN7	AN8	AN9	AN10	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	4.19	5.40	3.21	4.04	4.62	Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.90	4.91	3.04	3.75	4.24	Peso del agua (gr)	0.28	0.49	0.17	0.29	0.38	Peso del recipiente (gr)	2.02	2.00	2.01	2.01	1.99	Peso de la muestra seca (gr)	1.88	2.91	1.03	1.74	2.25	Contenido de humedad (ω) (%)	15.11	16.78	16.78	16.78	16.78	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	16.45					Límite Plástico (LP) (%)	16.45					Límite Líquido (LL) (%)	24.38					Índice Plástico (IP) (%)	7.94				
Recipiente Número	AN6	AN7	AN8	AN9	AN10																																																																
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	4.19	5.40	3.21	4.04	4.62																																																																
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.90	4.91	3.04	3.75	4.24																																																																
Peso del agua (gr)	0.28	0.49	0.17	0.29	0.38																																																																
Peso del recipiente (gr)	2.02	2.00	2.01	2.01	1.99																																																																
Peso de la muestra seca (gr)	1.88	2.91	1.03	1.74	2.25																																																																
Contenido de humedad (ω) (%)	15.11	16.78	16.78	16.78	16.78																																																																
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	16.45																																																																				
Límite Plástico (LP) (%)	16.45																																																																				
Límite Líquido (LL) (%)	24.38																																																																				
Índice Plástico (IP) (%)	7.94																																																																				

Tabla 120. Ensayo límite plástico Muestra 6



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																					
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																					
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito	Capa Vegetal:	5 cm																																																																		
ID Muestra:	M6	Profundidad:	100 cm																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	725534.87 9953615.94																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN7</th> <th>AN8</th> <th>AN9</th> <th>AN10</th> <th>AN11</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>4.10</td> <td>3.21</td> <td>3.98</td> <td>4.04</td> <td>4.34</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>3.62</td> <td>2.92</td> <td>3.51</td> <td>3.54</td> <td>3.76</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.48</td> <td>0.29</td> <td>0.47</td> <td>0.49</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.00</td> <td>2.01</td> <td>2.01</td> <td>1.99</td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1.62</td> <td>0.91</td> <td>1.50</td> <td>1.56</td> <td>1.83</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>29.95</td> <td>31.61</td> <td>31.64</td> <td>31.64</td> <td>31.64</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">31.30</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">31.30</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">36.93</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">5.64</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	AN7	AN8	AN9	AN10	AN11	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	4.10	3.21	3.98	4.04	4.34	Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.62	2.92	3.51	3.54	3.76	Peso del agua (gr)	0.48	0.29	0.47	0.49	0.58	Peso del recipiente (gr)	2.00	2.01	2.01	1.99	1.93	Peso de la muestra seca (gr)	1.62	0.91	1.50	1.56	1.83	Contenido de humedad (ω) (%)	29.95	31.61	31.64	31.64	31.64	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	31.30					Límite Plástico (LP) (%)	31.30					Límite Líquido (LL) (%)	36.93					Índice Plástico (IP) (%)	5.64				
Recipiente Número	AN7	AN8	AN9	AN10	AN11																																																																
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	4.10	3.21	3.98	4.04	4.34																																																																
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.62	2.92	3.51	3.54	3.76																																																																
Peso del agua (gr)	0.48	0.29	0.47	0.49	0.58																																																																
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.01	2.01	1.99	1.93																																																																
Peso de la muestra seca (gr)	1.62	0.91	1.50	1.56	1.83																																																																
Contenido de humedad (ω) (%)	29.95	31.61	31.64	31.64	31.64																																																																
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	31.30																																																																				
Límite Plástico (LP) (%)	31.30																																																																				
Límite Líquido (LL) (%)	36.93																																																																				
Índice Plástico (IP) (%)	5.64																																																																				

Tabla 121. Ensayo límite plástico Muestra 7



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																			
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																			
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)																																																																		
ID Muestra:	M7																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Capa Vegetal:</td> <td>5</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Profundidad:</td> <td>100</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Coordenadas:</td> <td>727476.86</td> <td>9954864.08</td> </tr> </table>	Capa Vegetal:	5	cm	Profundidad:	100	cm	Coordenadas:	727476.86	9954864.08																																																									
Capa Vegetal:	5	cm																																																																	
Profundidad:	100	cm																																																																	
Coordenadas:	727476.86	9954864.08																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN1</th> <th>AN2</th> <th>AN3</th> <th>AN4</th> <th>AN5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>3.55</td> <td>3.60</td> <td>3.23</td> <td>4.14</td> <td>4.14</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>3.19</td> <td>3.22</td> <td>2.94</td> <td>3.65</td> <td>3.64</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.35</td> <td>0.37</td> <td>0.29</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.00</td> <td>2.02</td> <td>2.02</td> <td>2.05</td> <td>2.04</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1.19</td> <td>1.20</td> <td>0.92</td> <td>1.59</td> <td>1.60</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>29.65</td> <td>31.11</td> <td>31.12</td> <td>31.11</td> <td>31.10</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">30.82</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">30.82</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">37.37</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">6.55</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.55	3.60	3.23	4.14	4.14	Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.19	3.22	2.94	3.65	3.64	Peso del agua (gr)	0.35	0.37	0.29	0.50	0.50	Peso del recipiente (gr)	2.00	2.02	2.02	2.05	2.04	Peso de la muestra seca (gr)	1.19	1.20	0.92	1.59	1.60	Contenido de humedad (ω) (%)	29.65	31.11	31.12	31.11	31.10	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	30.82					Límite Plástico (LP) (%)	30.82					Límite Líquido (LL) (%)	37.37					Índice Plástico (IP) (%)	6.55				
Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5																																																														
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.55	3.60	3.23	4.14	4.14																																																														
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.19	3.22	2.94	3.65	3.64																																																														
Peso del agua (gr)	0.35	0.37	0.29	0.50	0.50																																																														
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.02	2.02	2.05	2.04																																																														
Peso de la muestra seca (gr)	1.19	1.20	0.92	1.59	1.60																																																														
Contenido de humedad (ω) (%)	29.65	31.11	31.12	31.11	31.10																																																														
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	30.82																																																																		
Límite Plástico (LP) (%)	30.82																																																																		
Límite Líquido (LL) (%)	37.37																																																																		
Índice Plástico (IP) (%)	6.55																																																																		

Tabla 122. Ensayo límite plástico Muestra 8



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																			
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																			
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)																																																																		
ID Muestra:	M8																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Capa Vegetal:</td> <td>5</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Profundidad:</td> <td>100</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Coordenadas:</td> <td>728713.86</td> <td>9955923.01</td> </tr> </table>	Capa Vegetal:	5	cm	Profundidad:	100	cm	Coordenadas:	728713.86	9955923.01																																																									
Capa Vegetal:	5	cm																																																																	
Profundidad:	100	cm																																																																	
Coordenadas:	728713.86	9955923.01																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN9</th> <th>AN10</th> <th>AN11</th> <th>AN12</th> <th>AN13</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>4.23</td> <td>4.33</td> <td>3.61</td> <td>4.13</td> <td>3.44</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>3.86</td> <td>3.92</td> <td>3.31</td> <td>3.75</td> <td>3.18</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.38</td> <td>0.42</td> <td>0.30</td> <td>0.39</td> <td>0.26</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.01</td> <td>1.99</td> <td>1.93</td> <td>1.97</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1.84</td> <td>1.93</td> <td>1.38</td> <td>1.78</td> <td>1.18</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>20.55</td> <td>21.59</td> <td>21.58</td> <td>21.59</td> <td>21.59</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">21.38</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">21.38</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">24.60</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">3.22</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente Número	AN9	AN10	AN11	AN12	AN13	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	4.23	4.33	3.61	4.13	3.44	Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.86	3.92	3.31	3.75	3.18	Peso del agua (gr)	0.38	0.42	0.30	0.39	0.26	Peso del recipiente (gr)	2.01	1.99	1.93	1.97	2.00	Peso de la muestra seca (gr)	1.84	1.93	1.38	1.78	1.18	Contenido de humedad (ω) (%)	20.55	21.59	21.58	21.59	21.59	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	21.38					Límite Plástico (LP) (%)	21.38					Límite Líquido (LL) (%)	24.60					Índice Plástico (IP) (%)	3.22				
Recipiente Número	AN9	AN10	AN11	AN12	AN13																																																														
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	4.23	4.33	3.61	4.13	3.44																																																														
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.86	3.92	3.31	3.75	3.18																																																														
Peso del agua (gr)	0.38	0.42	0.30	0.39	0.26																																																														
Peso del recipiente (gr)	2.01	1.99	1.93	1.97	2.00																																																														
Peso de la muestra seca (gr)	1.84	1.93	1.38	1.78	1.18																																																														
Contenido de humedad (ω) (%)	20.55	21.59	21.58	21.59	21.59																																																														
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	21.38																																																																		
Límite Plástico (LP) (%)	21.38																																																																		
Límite Líquido (LL) (%)	24.60																																																																		
Índice Plástico (IP) (%)	3.22																																																																		

Tabla 123. Ensayo límite plástico Muestra 9



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																					
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																					
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)	Capa Vegetal:	5 cm																																																																		
ID Muestra:	M9	Profundidad:	100 cm																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	729288.6 9957204.71																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>6</th> <th>18</th> <th>17</th> <th>66</th> <th>33</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>8.52</td> <td>7.38</td> <td>8.50</td> <td>8.42</td> <td>8.66</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>8.08</td> <td>7.14</td> <td>8.05</td> <td>7.98</td> <td>8.19</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.44</td> <td>0.24</td> <td>0.46</td> <td>0.44</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>6.20</td> <td>6.19</td> <td>6.19</td> <td>6.19</td> <td>6.27</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1.88</td> <td>0.96</td> <td>1.86</td> <td>1.79</td> <td>1.92</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>23.36</td> <td>24.56</td> <td>24.54</td> <td>24.55</td> <td>24.54</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">24.31</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">24.31</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">25.40</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">1.09</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	6	18	17	66	33	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	8.52	7.38	8.50	8.42	8.66	Peso muestra seca + recipiente (gr)	8.08	7.14	8.05	7.98	8.19	Peso del agua (gr)	0.44	0.24	0.46	0.44	0.47	Peso del recipiente (gr)	6.20	6.19	6.19	6.19	6.27	Peso de la muestra seca (gr)	1.88	0.96	1.86	1.79	1.92	Contenido de humedad (ω) (%)	23.36	24.56	24.54	24.55	24.54	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	24.31					Límite Plástico (LP) (%)	24.31					Límite Líquido (LL) (%)	25.40					Índice Plástico (IP) (%)	1.09				
Recipiente Número	6	18	17	66	33																																																																
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	8.52	7.38	8.50	8.42	8.66																																																																
Peso muestra seca + recipiente (gr)	8.08	7.14	8.05	7.98	8.19																																																																
Peso del agua (gr)	0.44	0.24	0.46	0.44	0.47																																																																
Peso del recipiente (gr)	6.20	6.19	6.19	6.19	6.27																																																																
Peso de la muestra seca (gr)	1.88	0.96	1.86	1.79	1.92																																																																
Contenido de humedad (ω) (%)	23.36	24.56	24.54	24.55	24.54																																																																
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	24.31																																																																				
Límite Plástico (LP) (%)	24.31																																																																				
Límite Líquido (LL) (%)	25.40																																																																				
Índice Plástico (IP) (%)	1.09																																																																				

Tabla 124. Ensayo límite plástico Muestra 10



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO																																																																					
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."																																																																					
Vía:	Las Minas-Palo Quemado	Capa Vegetal:	5 cm																																																																		
ID Muestra:	M10	Profundidad:	100 cm																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016	Coordenadas:	729876.79 9957378.27																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN6</th> <th>AN9</th> <th>AN10</th> <th>AN11</th> <th>AN12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>3.22</td> <td>2.73</td> <td>3.09</td> <td>3.02</td> <td>2.72</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>2.99</td> <td>2.59</td> <td>2.87</td> <td>2.80</td> <td>2.57</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.23</td> <td>0.14</td> <td>0.22</td> <td>0.22</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.02</td> <td>2.01</td> <td>1.99</td> <td>1.93</td> <td>1.97</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>0.97</td> <td>0.58</td> <td>0.88</td> <td>0.87</td> <td>0.61</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>23.12</td> <td>24.87</td> <td>24.89</td> <td>24.88</td> <td>24.88</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">24.53</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">24.53</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">26.21</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">1.68</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	AN6	AN9	AN10	AN11	AN12	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.22	2.73	3.09	3.02	2.72	Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.99	2.59	2.87	2.80	2.57	Peso del agua (gr)	0.23	0.14	0.22	0.22	0.15	Peso del recipiente (gr)	2.02	2.01	1.99	1.93	1.97	Peso de la muestra seca (gr)	0.97	0.58	0.88	0.87	0.61	Contenido de humedad (ω) (%)	23.12	24.87	24.89	24.88	24.88	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	24.53					Límite Plástico (LP) (%)	24.53					Límite Líquido (LL) (%)	26.21					Índice Plástico (IP) (%)	1.68				
Recipiente Número	AN6	AN9	AN10	AN11	AN12																																																																
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.22	2.73	3.09	3.02	2.72																																																																
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.99	2.59	2.87	2.80	2.57																																																																
Peso del agua (gr)	0.23	0.14	0.22	0.22	0.15																																																																
Peso del recipiente (gr)	2.02	2.01	1.99	1.93	1.97																																																																
Peso de la muestra seca (gr)	0.97	0.58	0.88	0.87	0.61																																																																
Contenido de humedad (ω) (%)	23.12	24.87	24.89	24.88	24.88																																																																
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	24.53																																																																				
Límite Plástico (LP) (%)	24.53																																																																				
Límite Líquido (LL) (%)	26.21																																																																				
Índice Plástico (IP) (%)	1.68																																																																				

Tabla 125. Ensayo límite plástico Muestra 11





 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																			
Proyecto:	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																		
Vía:	Las Minas-Palo Quemado																																																																		
ID Muestra:	M11																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Capa Vegetal:</td> <td>5</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Profundidad:</td> <td>100</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Coordenadas:</td> <td>731055.54</td> <td>9958495.51</td> </tr> </table>	Capa Vegetal:	5	cm	Profundidad:	100	cm	Coordenadas:	731055.54	9958495.51																																																									
Capa Vegetal:	5	cm																																																																	
Profundidad:	100	cm																																																																	
Coordenadas:	731055.54	9958495.51																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN1</th> <th>AN2</th> <th>AN3</th> <th>AN4</th> <th>AN5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>3.66</td> <td>4.51</td> <td>3.74</td> <td>3.56</td> <td>3.78</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>3.02</td> <td>3.53</td> <td>3.07</td> <td>2.97</td> <td>3.10</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.64</td> <td>0.98</td> <td>0.67</td> <td>0.59</td> <td>0.68</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.00</td> <td>2.02</td> <td>2.02</td> <td>2.05</td> <td>2.04</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1.02</td> <td>1.51</td> <td>1.04</td> <td>0.91</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>62.71</td> <td>64.66</td> <td>64.62</td> <td>64.66</td> <td>64.61</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">64.25</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">64.25</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">68.87</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">4.62</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.66	4.51	3.74	3.56	3.78	Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.02	3.53	3.07	2.97	3.10	Peso del agua (gr)	0.64	0.98	0.67	0.59	0.68	Peso del recipiente (gr)	2.00	2.02	2.02	2.05	2.04	Peso de la muestra seca (gr)	1.02	1.51	1.04	0.91	1.05	Contenido de humedad (ω) (%)	62.71	64.66	64.62	64.66	64.61	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	64.25					Límite Plástico (LP) (%)	64.25					Límite Líquido (LL) (%)	68.87					Índice Plástico (IP) (%)	4.62				
Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5																																																														
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.66	4.51	3.74	3.56	3.78																																																														
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.02	3.53	3.07	2.97	3.10																																																														
Peso del agua (gr)	0.64	0.98	0.67	0.59	0.68																																																														
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.02	2.02	2.05	2.04																																																														
Peso de la muestra seca (gr)	1.02	1.51	1.04	0.91	1.05																																																														
Contenido de humedad (ω) (%)	62.71	64.66	64.62	64.66	64.61																																																														
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	64.25																																																																		
Límite Plástico (LP) (%)	64.25																																																																		
Límite Líquido (LL) (%)	68.87																																																																		
Índice Plástico (IP) (%)	4.62																																																																		

Tabla 126. Ensayo límite plástico Muestra 12

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 																																																																			
Proyecto:	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																		
Vía:	Las Minas-Palo Quemado																																																																		
ID Muestra:	M12																																																																		
Norma:	AASHTO T90 2016																																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Capa Vegetal:</td> <td>5</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Profundidad:</td> <td>100</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Coordenadas:</td> <td>731501.04</td> <td>9960000.53</td> </tr> </table>	Capa Vegetal:	5	cm	Profundidad:	100	cm	Coordenadas:	731501.04	9960000.53																																																									
Capa Vegetal:	5	cm																																																																	
Profundidad:	100	cm																																																																	
Coordenadas:	731501.04	9960000.53																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>AN7</th> <th>AN8</th> <th>AN9</th> <th>AN10</th> <th>AN11</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente (gr)</td> <td>4.27</td> <td>3.16</td> <td>4.33</td> <td>4.21</td> <td>4.10</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente (gr)</td> <td>3.84</td> <td>2.94</td> <td>3.88</td> <td>3.78</td> <td>3.67</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.43</td> <td>0.23</td> <td>0.45</td> <td>0.44</td> <td>0.42</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (gr)</td> <td>2.00</td> <td>2.01</td> <td>2.01</td> <td>1.99</td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1.84</td> <td>0.93</td> <td>1.87</td> <td>1.79</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω) (%)</td> <td>23.27</td> <td>24.30</td> <td>24.32</td> <td>24.32</td> <td>24.31</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (ω) (%)</td> <td colspan="5">24.10</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP) (%)</td> <td colspan="5">24.10</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL) (%)</td> <td colspan="5">25.52</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP) (%)</td> <td colspan="5">1.42</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente Número	AN7	AN8	AN9	AN10	AN11	Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	4.27	3.16	4.33	4.21	4.10	Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.84	2.94	3.88	3.78	3.67	Peso del agua (gr)	0.43	0.23	0.45	0.44	0.42	Peso del recipiente (gr)	2.00	2.01	2.01	1.99	1.93	Peso de la muestra seca (gr)	1.84	0.93	1.87	1.79	1.74	Contenido de humedad (ω) (%)	23.27	24.30	24.32	24.32	24.31	Promedio contenido de humedad (ω) (%)	24.10					Límite Plástico (LP) (%)	24.10					Límite Líquido (LL) (%)	25.52					Índice Plástico (IP) (%)	1.42				
Recipiente Número	AN7	AN8	AN9	AN10	AN11																																																														
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	4.27	3.16	4.33	4.21	4.10																																																														
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.84	2.94	3.88	3.78	3.67																																																														
Peso del agua (gr)	0.43	0.23	0.45	0.44	0.42																																																														
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.01	2.01	1.99	1.93																																																														
Peso de la muestra seca (gr)	1.84	0.93	1.87	1.79	1.74																																																														
Contenido de humedad (ω) (%)	23.27	24.30	24.32	24.32	24.31																																																														
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	24.10																																																																		
Límite Plástico (LP) (%)	24.10																																																																		
Límite Líquido (LL) (%)	25.52																																																																		
Índice Plástico (IP) (%)	1.42																																																																		

ENSAYO PROCTOR

Tabla 127. Ensayo Proctor Muestra 1



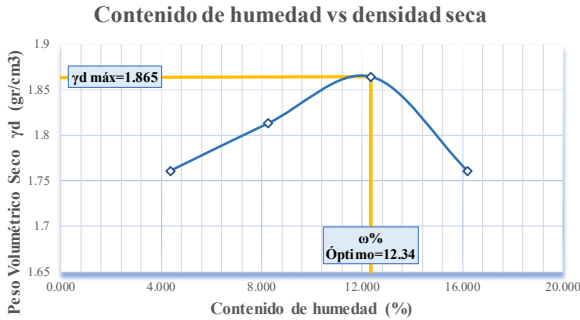
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."										
Vía:	Saguambi-Río Negro				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	M1				Profundidad:	100 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	723975.77 9947062.08				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16808	g	-			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2298.17	cm ³	-			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.3	h	12.5	cm		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4	-					
Humedad inicial añadida	4%	8%	12%	16%	%					
P. molde+Suelo húmedo	21032	21320	21622	21510	g					
Peso suelo húmedo Wm	4224	4512	4814	4702	g					
Peso unitario húmedo γm	1.838	1.963	2.095	2.046	g/cm ³					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	J1	J2	J3	J4	J5	J6	C1	C2	-	
Peso del recipiente Wr	2.16	2.13	2.09	2.14	2.19	2.24	9.56	9.97	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	123.398	110.092	111.903	114.157	120.639	133.084	167.124	153.65	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	118.519	105.410	103.338	105.793	107.884	118.433	144.652	134.074	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	116.36	103.28	101.25	103.65	105.69	116.19	135.09	124.10	g	
Peso del agua (Ww)	4.88	4.68	8.57	8.36	12.76	14.65	22.47	19.58	g	
Contenido de humedad (ω)	4.19	4.53	8.46	8.07	12.07	12.61	16.63	15.77	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	4.36		8.26		12.34		16.20			
Peso Volumétrico Seco γd	1.761		1.813		1.865		1.761			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad óptimo ω					12.340					%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					1.865					g/cm ³
 <p style="text-align: center;">Contenido de humedad vs densidad seca</p>										

Tabla 128. Ensayo Proctor Muestra 2



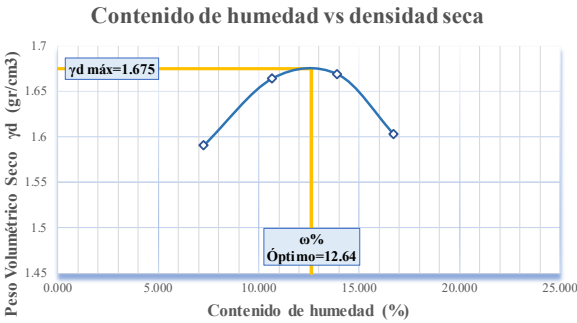
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."										
Vía:	Saguambi-Río Negro			Capa Vegetal:	5 cm					
ID Muestra:	M2			Profundidad:	100 cm					
Norma:	AASHTO T 180 2018			Coordenadas:	723503.23 9948036.08					
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16808	g	-			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2298.17	cm ³	-			
Energía de Compactación	55986		lb pie ³	Øint	15.3	h	12.5	cm		
Peso Inicial Deseado	6000		6000	6000	6000					g
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1		2	3	4		-			
Humedad inicial añadida	6%		9%	112%	15%		%			
P. molde+Suelo húmedo	20730		21042	21177	21108					g
Peso suelo húmedo Wm	3922		4234	4369	4300					g
Peso unitario húmedo γm	1.707		1.842	1.901	1.871					g/cm ³
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	C1	C2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-	
Peso del recipiente Wr	9.56	9.97	2.00	2.10	2.00	1.90	2.00	2.00	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	147.806	149.252	100.665	109.923	109.549	102.856	116.532	126.651	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	139.016	139.260	90.394	100.359	96.073	90.878	99.680	109.300	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	129.46	129.29	88.39	98.26	94.07	88.98	97.68	107.30	g	
Peso del agua (Ww)	8.79	9.99	10.27	9.56	13.48	11.98	16.85	17.35	g	
Contenido de humedad (ω)	6.79	7.73	11.62	9.73	14.33	13.46	17.25	16.17	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	7.26		10.68	13.89	16.71			%		
Peso Volumétrico Seco γd	1.591		1.665	1.669	1.603			g/cm ³		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad óptimo ω					12.640					%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					1.675					g/cm ³
										

Tabla 129. Ensayo Proctor Muestra 3



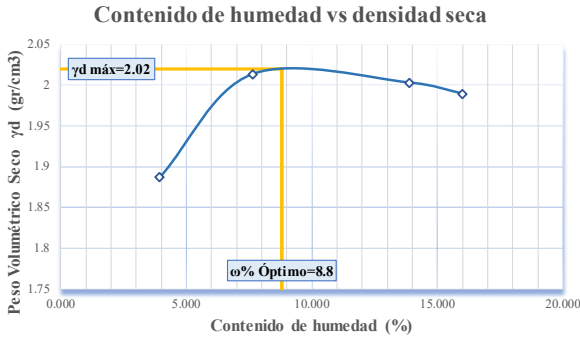
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."										
Vía:	Saguambi-Río Negro				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	M3				Profundidad:	100 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	724286.52 9948832.44				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16808	g	-			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2298.17	cm ³	-			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.3	h	12.5	cm		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4	-					
Humedad inicial añadida	3%	6%	12%	15%	%					
P. molde+Suelo húmedo	21317	21788	22050	22112	g					
Peso suelo húmedo Wm	4509	4980	5242	5304	g					
Peso unitario húmedo γm	1.962	2.167	2.281	2.308	g/cm ³					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	NV1	NV2	NV3	NV4	NV5	NV6	AN1	AN4	-	
Peso del recipiente Wr	31.16	28.64	30.51	29.55	28.77	29.04	1.98	1.98	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	180.988	166.6402	159.635	166.379	132.503	139.802	128.2259	137.151	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	175.857	160.904	149.786	157.433	120.333	125.831	110.959	118.384	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	144.70	132.26	119.28	127.88	91.56	96.79	108.98	116.40	g	
Peso del agua (Ww)	5.13	5.74	9.85	8.95	12.17	13.97	17.27	18.77	g	
Contenido de humedad (ω)	3.55	4.34	8.26	7.00	13.29	14.43	15.84	16.12	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	3.94		7.63		13.86		15.98			
Peso Volumétrico Seco γd	1.888		2.013		2.003		1.990			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad óptimo ω					8.800					%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					2.020					g/cm ³
 <p style="text-align: center;">Contenido de humedad vs densidad seca</p>										

Tabla 130. Ensayo Proctor Muestra 4



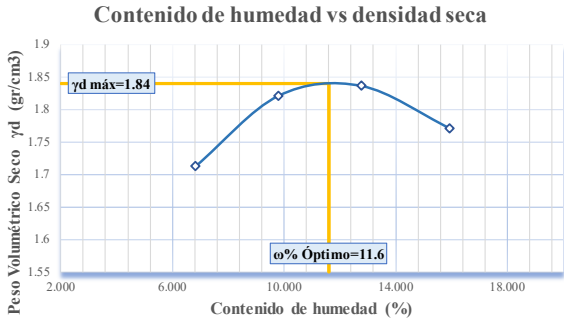
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 									
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito				Capa Vegetal:	5 cm			
ID Muestra:	M4				Profundidad:	100 cm			
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	726356.2 9952185.29			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16808	g	-		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2298.17	cm ³	-		
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.3	h	12.5	cm	
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4	-				
Humedad inicial añadida	6%	9%	12%	15%	%				
P. molde+Suelo húmedo	21014	21404	21568	21528	g				
Peso suelo húmedo Wm	4206	4596	4760	4720	g				
Peso unitario húmedo γm	1.830	2.000	2.071	2.054	g/cm ³				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NV1	NV2	-
Peso del recipiente Wr	2.00	2.10	2.00	1.90	2.00	2.00	31.16	28.64	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	117.661	154.267	139.67	169.465	129.856	169.657	216.979	231.763	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	110.385	144.398	127.589	154.288	115.986	149.894	191.053	204.242	g
Peso de la muestra seca (Ws)	108.39	142.30	125.59	152.39	113.99	147.89	159.89	175.60	g
Peso del agua (Ww)	7.28	9.87	12.08	15.18	13.87	19.76	25.93	27.52	g
Contenido de humedad (ω)	6.71	6.94	9.62	9.96	12.17	13.36	16.21	15.67	%
Promedio contenido de humedad (ω)	6.82		9.79		12.77		15.94		
Peso Volumétrico Seco γd	1.713		1.822		1.837		1.771		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω					11.600				%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					1.840				g/cm ³
									

Tabla 131. Ensayo Proctor Muestra 5



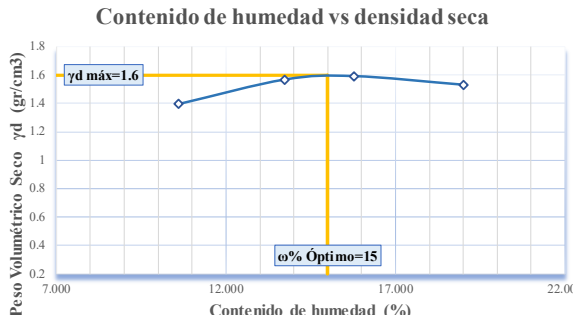
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 									
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito				Capa Vegetal:	5 cm			
ID Muestra:	M5				Profundidad:	100 cm			
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	726082.78 9952886.38			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16808	g	-		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2298.17	cm ³	-		
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15.3	h	12.5	cm	
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4	-				
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%	%				
P. molde+Suelo húmedo	20359	20912	21050	21001	g				
Peso suelo húmedo Wm	3551	4104	4242	4193	g				
Peso unitario húmedo γm	1.545	1.786	1.846	1.824	g/cm ³				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	AN1	AN10	AN4	AN7	AN12	AN13	NV3	NV4	-
Peso del recipiente Wr	1.98	1.98	1.98	1.97	1.94	1.98	30.51	29.55	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	51.649	54.523	41.532	43.81	37.076	38.863	60.82	60.884	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	46.920	49.446	36.791	38.721	32.345	33.780	56.074	55.787	g
Peso de la muestra seca (Ws)	44.94	47.47	34.81	36.75	30.41	31.80	25.56	26.24	g
Peso del agua (Ww)	4.73	5.08	4.74	5.09	4.73	5.08	4.75	5.10	g
Contenido de humedad (ω)	10.52	10.70	13.62	13.85	15.56	15.98	18.57	19.43	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10.61		13.73		15.77		19.00		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.397		1.570		1.594		1.533		g/cm ³
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω					15.000				%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					1.600				g/cm ³
 <p style="text-align: center;">Contenido de humedad vs densidad seca</p> <p style="text-align: center;">γd máx=1.6</p> <p style="text-align: center;">ω% Óptimo=15</p>									

Tabla 132. Ensayo Proctor Muestra 6



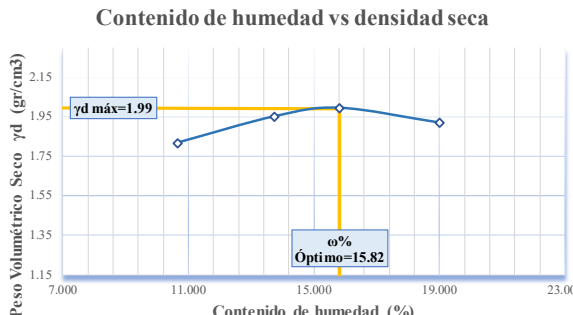
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."										
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	M6				Profundidad:	100 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	725534.87 9953615.94				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14137	g	-			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208.93	cm ³	-			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15	h	12.5	cm		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4	-					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%	%					
P. molde+Suelo húmedo	18581	19042	19239	19182	g					
Peso suelo húmedo Wm	4444	4905	5102	5045	g					
Peso unitario húmedo γm	2.012	2.221	2.310	2.284	g/cm ³					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	NV5	NV6	J1	J2	J3	J4	J5	J6	-	
Peso del recipiente Wr	28.77	29.04	2.16	2.13	2.09	2.14	2.19	2.24	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	164.283	151.266	103.712	124.376	157.188	168.152	97.147	109.01	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	151.339	139.417	91.523	109.490	136.254	145.219	82.272	91.635	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	122.57	110.38	89.36	107.36	134.16	143.08	80.08	89.40	g	
Peso del agua (Ww)	12.94	11.85	12.19	14.89	20.93	22.93	14.88	17.38	g	
Contenido de humedad (ω)	10.56	10.74	13.64	13.87	15.60	16.03	18.57	19.44	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	10.65		13.75		15.82		19.01			
Peso Volumétrico Seco γd	1.818		1.952		1.994		1.919			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad óptimo ω					15.820					%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					1.990					g/cm ³
 <p style="text-align: center;">Contenido de humedad vs densidad seca</p>										

Tabla 133. Ensayo Proctor Muestra 7



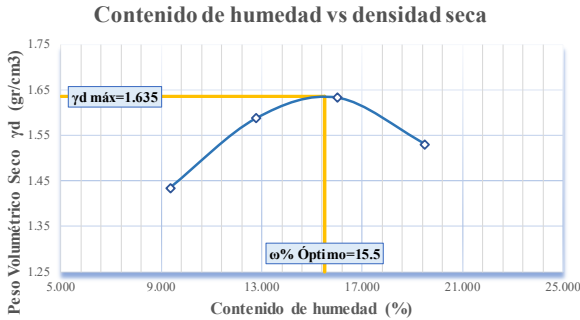
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."										
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	M7				Profundidad:	100 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	727476.86 9954864.08				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14137	g	-			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208.93	cm ³	-			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15	h	12.5	cm		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4	-					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%	%					
P. molde+Suelo húmedo	17603	18093	18324	18179	g					
Peso suelo húmedo Wm	3466	3956	4187	4042	g					
Peso unitario húmedo γm	1.569	1.791	1.895	1.830	g/cm ³					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	AN12	AN7	-	
Peso del recipiente Wr	2.00	2.10	2.00	1.90	2.00	2.00	1.94	1.97	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	128.1452	157.431	154.368	134.571	106.254	98.327	156.799	100.347	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	117.070	144.462	137.072	119.575	92.279	84.655	131.428	84.365	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	115.07	142.36	135.07	117.68	90.28	82.66	129.49	82.40	g	
Peso del agua (Ww)	11.08	12.97	17.30	15.00	13.98	13.67	25.37	15.98	g	
Contenido de humedad (ω)	9.62	9.11	12.81	12.74	15.48	16.54	19.59	19.40	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	9.37		12.77		16.01		19.50			
Peso Volumétrico Seco γd	1.435		1.588		1.634		1.531			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad óptimo ω					15.500					%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					1.635					g/cm ³
										

Tabla 134. Ensayo Proctor Muestra 8



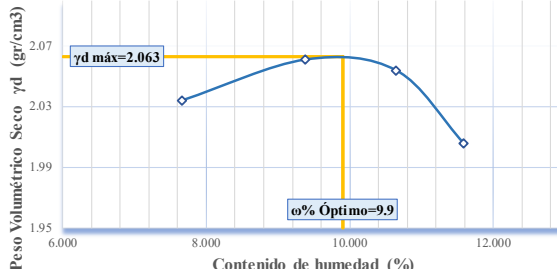
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 									
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)				Capa Vegetal:	5 cm			
ID Muestra:	M8				Profundidad:	100 cm			
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	728713.86 9955923.01			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16637	g	-		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208.93	cm ³	-		
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15	h	12.5	cm	
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4	-				
Humedad inicial añadida	6%	8%	10%	12%	%				
P. molde+Suelo húmedo	21475	21617	21657	21581	g				
Peso suelo húmedo Wm	4838	4980	5020	4944	g				
Peso unitario húmedo γm	2.190	2.254	2.273	2.238	g/cm ³				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	N12	N11	N8	N10	NV1	NV2	N13	N14	-
Peso del recipiente Wr	7.70	7.93	8.03	8.29	31.16	28.64	7.78	7.31	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	138.811	149.161	163.086	173.047	206.459	214.219	182.152	191.982	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	129.709	138.860	149.772	158.935	189.791	196.156	164.204	172.636	g
Peso de la muestra seca (Ws)	122.01	130.93	141.74	150.65	158.63	167.52	156.42	165.33	g
Peso del agua (Ww)	9.10	10.30	13.31	14.11	16.67	18.06	17.95	19.35	g
Contenido de humedad (ω)	7.46	7.87	9.39	9.37	10.51	10.78	11.47	11.70	%
Promedio contenido de humedad (ω)	7.66		9.38		10.65		11.59		
Peso Volumétrico Seco γd	2.034		2.061		2.054		2.006		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω					9.900				%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					2.063				g/cm ³
<p>Contenido de humedad vs densidad seca</p> 									

Tabla 135. Ensayo Proctor Muestra 9



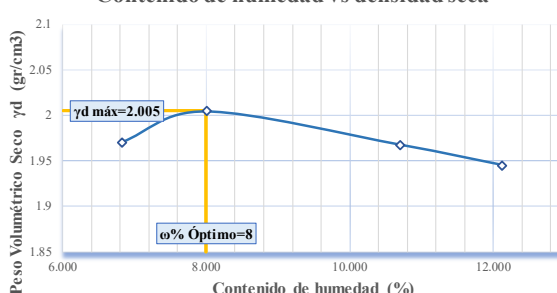
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."										
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	M9				Profundidad:	100 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	729288.6 9957204.71				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16637	g	-			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208.93	cm ³	-			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15	h	12.5	cm		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	g					
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4	-					
Humedad inicial añadida	6%	8%	10%	12%	%					
P. molde+Suelo húmedo	21287	21420	21449	21455	g					
Peso suelo húmedo Wm	4650	4783	4812	4818	g					
Peso unitario húmedo γm	2.105	2.165	2.178	2.181	g/cm ³					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	J1	J2	J3	J4	J5	J6	N3	N8	-	
Peso del recipiente Wr	2.16	2.13	2.09	2.14	2.19	2.24	8.35	8.03	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	133.587	143.466	95.809	105.975	115.658	125.608	88.173	98.183	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	125.271	134.351	88.934	98.203	104.714	113.664	79.579	88.390	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	123.11	132.22	86.84	96.06	102.52	111.42	71.23	80.36	g	
Peso del agua (Ww)	8.32	9.12	6.88	7.77	10.94	11.94	8.59	9.79	g	
Contenido de humedad (ω)	6.75	6.89	7.92	8.09	10.67	10.72	12.07	12.19	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	6.82		8.00		10.70		12.13			
Peso Volumétrico Seco γd	1.971		2.005		1.968		1.945			
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad óptimo ω					8.000					%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					2.005					g/cm ³
<p>Contenido de humedad vs densidad seca</p>  <p>El gráfico muestra una curva que representa la densidad seca (γd) en función del contenido de humedad (ω). El eje horizontal (X) es el 'Contenido de humedad (%)' con valores de 6.000, 8.000, 10.000 y 12.000. El eje vertical (Y) es el 'Peso Volumétrico Seco γd (gr/cm³)' con valores de 1.85, 1.9, 1.95, 2.0, 2.05 y 2.1. La curva comienza en aproximadamente (6.75, 1.971), alcanza un punto máximo en (8.00, 2.005) marcado con una línea amarilla y una etiqueta 'γd máx=2.005', y luego desciende a través de puntos como (10.67, 1.968) y (12.13, 1.945). Una etiqueta 'ω% Óptimo=8' indica el punto de máxima densidad.</p>										

Tabla 136. Ensayo Proctor Muestra 10



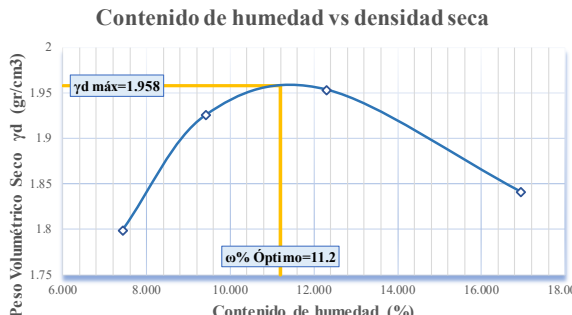
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 									
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
Vía:	Las Minas-Palo Quemado				Capa Vegetal:	5 cm			
ID Muestra:	M10				Profundidad:	100 cm			
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	729876.79 9957378.27			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16637	g	-		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208.93	cm ³	-		
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15	h	12.5	cm	
Peso Inicial Deseado	6000		6000	6000		6000 g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4	-				
Humedad inicial añadida	8%		10%		12%		16%		
P. molde+Suelo húmedo	20907		21291		21483		21394 g		
Peso suelo húmedo Wm	4270		4654		4846		4757 g		
Peso unitario húmedo γm	1.933		2.107		2.194		2.154 g/cm ³		
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	C1	C2	-
Peso del recipiente Wr	2.00	2.10	2.00	1.90	2.00	2.00	9.56	9.97	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	108.923	119.086	114.708	124.915	156.679	166.985	208.102	218.83	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	101.768	110.735	105.255	114.061	139.868	148.777	179.295	188.624	g
Peso de la muestra seca (Ws)	99.77	108.64	103.26	112.16	137.87	146.78	169.74	178.65	g
Peso del agua (Ww)	7.16	8.35	9.45	10.85	16.81	18.21	28.81	30.21	g
Contenido de humedad (ω)	7.17	7.69	9.16	9.68	12.19	12.41	16.97	16.91	%
Promedio contenido de humedad (ω)	7.43		9.42		12.30		16.94 %		
Peso Volumétrico Seco γd	1.799		1.926		1.954		1.842 g/cm ³		
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω						11.200		%	
Peso Volumétrico Seco máximo γd						1.958		g/cm ³	
<p>Contenido de humedad vs densidad seca</p> 									

Tabla 137. Ensayo Proctor Muestra 11



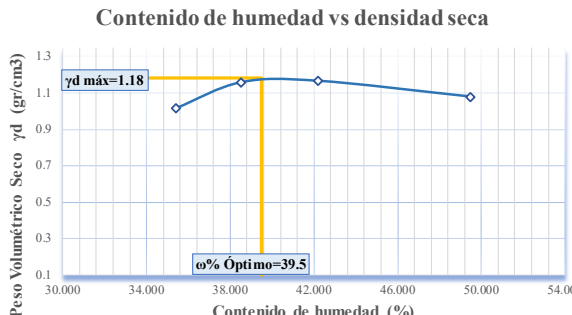


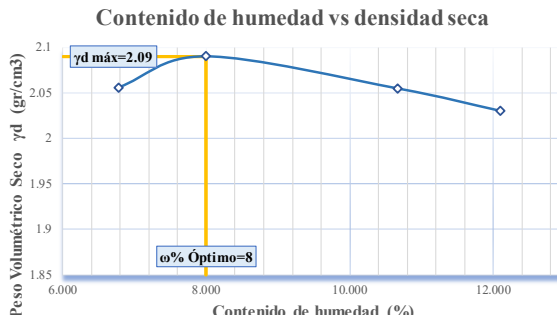


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 									
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
Vía:	Las Minas-Palo Quemado				Capa Vegetal:	5 cm			
ID Muestra:	M11				Profundidad:	100 cm			
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	731055.54 9958495.51			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16637	g	-		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208.93	cm ³	-		
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15	h	12.5	cm	
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g			
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4	-				
Humedad inicial añadida	34%	38%	42%	48%	%				
P. molde+Suelo húmedo	19674	20190	20309	20207	g				
Peso suelo húmedo Wm	3037	3553	3672	3570	g				
Peso unitario húmedo γm	1.375	1.608	1.662	1.616	g/cm ³				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	NV1	NV2	NV3	NV4	NV5	NV6	J1	J2	-
Peso del recipiente Wr	31.16	28.64	30.51	29.55	28.77	29.04	2.16	2.13	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	189.052	198.56	149.884	159.242	138.799	151.793	175.214	187.985	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	147.756	154.158	116.698	123.153	106.157	115.346	117.764	126.638	g
Peso de la muestra seca (Ws)	116.60	125.52	86.19	93.60	77.39	86.31	115.60	124.51	g
Peso del agua (Ww)	41.30	44.40	33.19	36.09	32.64	36.45	57.45	61.35	g
Contenido de humedad (ω)	35.42	35.38	38.50	38.56	42.18	42.23	49.70	49.27	%
Promedio contenido de humedad (ω)	35.40		38.53		42.21		49.48		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.015		1.161		1.169		1.081		g/cm ³
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω					39.500				%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					1.180				g/cm ³
 <p>Contenido de humedad vs densidad seca</p> <p>γd máx=1.18</p> <p>ω% Óptimo=39.5</p>									

Tabla 138. Ensayo Proctor Muestra 12

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B") 										
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."										
Vía:	Las Minas-Palo Quemado				Capa Vegetal:	5 cm				
ID Muestra:	M12				Profundidad:	100 cm				
Norma:	AASHTO T 180 2018				Coordenadas:	731501.04 9960000.53				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16637	g	-			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208.93	cm ³	-			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15	h	12.5	cm		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4	-					
Humedad inicial añadida	6%	8%	10%	12%	%					
P. molde+Suelo húmedo	21487	21624	21661	21665	g					
Peso suelo húmedo Wm	4850	4987	5024	5028	g					
Peso unitario húmedo γm	2.196	2.258	2.274	2.276	g/cm ³					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	AN1	AN4	-	
Peso del recipiente Wr	2.00	2.10	2.00	1.90	2.00	2.00	1.98	1.98	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	133.333	143.35	95.706	105.702	115.403	125.31	81.765	92.112	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	125.078	134.300	88.837	97.937	104.495	113.404	73.189	82.344	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	123.08	132.20	86.84	96.04	102.50	111.40	71.21	80.36	g	
Peso del agua (Ww)	8.26	9.05	6.87	7.77	10.91	11.91	8.58	9.77	g	
Contenido de humedad (ω)	6.71	6.85	7.91	8.09	10.64	10.69	12.04	12.15	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	6.78		8.00		10.66		12.10		%	
Peso Volumétrico Seco γd	2.056		2.090		2.055		2.031		g/cm ³	
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad óptimo ω					8.000					%
Peso Volumétrico Seco máximo γd					2.090					g/cm ³
 <p style="text-align: center;">Contenido de humedad vs densidad seca</p>										

ENSAYO CBR

Tabla 139. Ensayo CBR Muestra 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Saguambi-Río Negro			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	M1			Profundidad:	100	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	723975.77	9947062.08	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.865	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	12.34	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	4		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.3	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.6	Altura	12.5	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	17266		15144		16172		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4799		4389		3716		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.072		1.987		1.634		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	J1	J2	J3	J4	J5	J6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	93.80	107.00	69.03	103.83	117.31	111.63	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	83.37	95.07	61.64	92.56	104.76	99.87	g
Peso del agua (W _w)	10.43	11.93	7.39	11.27	12.55	11.76	g
Peso del recipiente (W _r)	2.19	2.15	2.11	2.17	2.24	2.25	g
Peso de la muestra seca (W _s)	81.18	92.92	59.53	90.39	102.52	97.62	g
Contenido de humedad (ω)	12.85	12.84	12.41	12.47	12.24	12.05	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12.85		12.44		12.15		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.836		1.767		1.457		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	17471		15263		16367		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	5004		4508		3911		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.160		2.041		1.720		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	101.312	88.668	115.429	101.119	76.402	90.995	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	87.783	77.117	98.085	87.165	65.338	75.930	g
Peso del agua (W _w)	13.529	11.551	17.344	13.954	11.064	15.065	g
Peso del recipiente (W _r)	2.050	2.150	2.030	1.930	2.010	2.050	g
Peso de la muestra seca (W _s)	85.73	74.97	96.06	85.24	63.33	73.88	g
Contenido de humedad (ω)	15.78	15.41	18.06	16.37	17.47	20.39	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.60		17.22		18.93		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Saguambi-Río Negro **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M1 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 723975.77 | 9947062.08

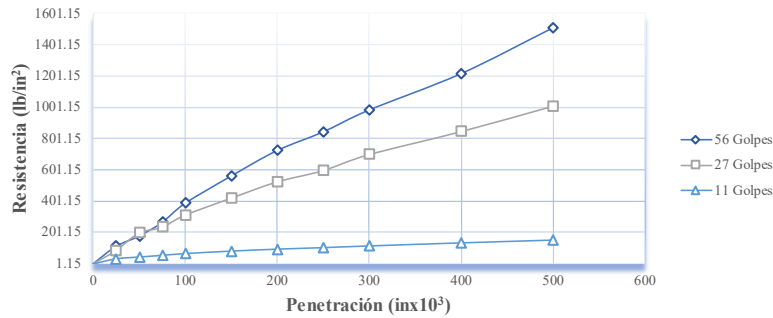
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
		Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
mm	in x10 ⁻³						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	336.0	112.0	256.0	85.3	96.0	32.0
1.27	50	534.8	178.3	591.8	197.3	130.3	43.4
1.91	75	794.4	264.8	702.9	234.3	161.5	53.8
2.54	100	1161.5	387.2	934.6	311.5	194.6	64.9
3.81	150	1685.5	561.8	1261.7	420.6	241.5	80.5
5.08	200	2176.2	725.4	1574.3	524.8	278.2	92.7
6.35	250	2534.6	844.9	1792.1	597.4	306.8	102.3
7.62	300	2955.3	985.1	2099.4	699.8	338.5	112.8
10.16	400	3654.6	1218.2	2541.3	847.1	396.1	132.0
12.7	500	4535.4	1511.8	3030.2	1010.1	448.6	149.5

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	387.2	311.5	64.9	38.72	31.15	6.49
0.2	1500	725.4	524.8	92.7	48.36	34.98	6.18

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

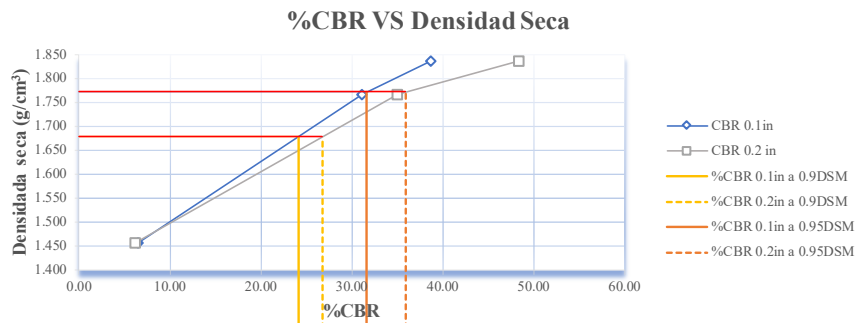


Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Sagumbi-Río Negro
ID Muestra: M1
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 723975.77 9947062.08



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	38.72	31.15	6.49
	0.2"	48.36	34.98	6.18
Densida Seca	g/cm3	1.836	1.767	1.457



Densidad seca máx :		1.865	g/cm ³
Densidad seca máx		%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in
90% DSM =	1.679	24.11	26.75
95% DSM =	1.772	31.66	35.89

CBR=35.89%

Tabla 140. Ensayo CBR Muestra 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Saguambi-Río Negro			Capa Vegetal:	5 cm		
ID Muestra:	M2			Profundidad:	100 cm		
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	723503.23 9948036.08		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.675	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	12.64	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	4		6		16		-
	Diámetro	15.3	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
DIMENSIONES	Altura		Altura		Altura		cm
	12.6		12.5		12.7		cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	17496		15324		16006		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	5029		4569		3550		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.171		2.068		1.561		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5	AN6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	106.35	98.11	125.03	162.62	142.14	109.16	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	94.21	86.58	110.45	144.17	125.78	96.09	g
Peso del agua (W _w)	12.14	11.53	14.58	18.45	16.36	13.07	g
Peso del recipiente (W _r)	2.03	2.06	2.02	2.07	2.06	2.06	g
Peso de la muestra seca (W _s)	92.18	84.52	108.43	142.10	123.72	94.03	g
Contenido de humedad (ω)	13.170	13.642	13.446	12.984	13.223	13.900	%
Promedio contenido de humedad (ω)	13.41		13.22		13.56		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.914		1.827		1.375		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	17805		15369		16105		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	5338		4614		3649		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.304		2.089		1.604		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	N1	N2	N3	N4	N5	N6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	113.16	174.21	183.15	173.47	136.59	121.54	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	101.22	149.65	156.20	150.31	116.30	104.56	g
Peso del agua (W _w)	11.94	24.56	26.95	23.16	20.29	16.98	g
Peso del recipiente (W _r)	31.19	28.68	30.55	29.58	28.78	29.08	g
Peso de la muestra seca (W _s)	70.03	120.97	125.65	120.73	87.52	75.48	g
Contenido de humedad (ω)	17.05	20.30	21.45	19.18	23.18	22.50	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18.68		20.32		22.84		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Saguambi-Río Negro **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M2 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 723503.23 | 9948036.08

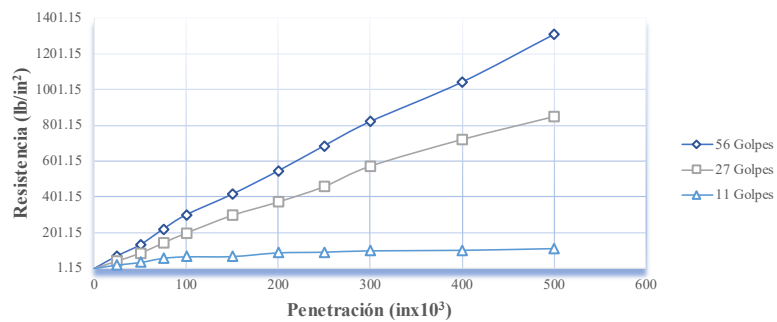
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in ²)	3	Velocidad de carga	1.270
			mm/min
			0.05
			in/min

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
		Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
mm	in x10 ⁻³						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	212.9	71.0	128.0	42.7	60.3	20.1
1.27	50	398.8	132.9	255.1	85.0	102.0	34.0
1.91	75	660.2	220.1	427.9	142.6	172.3	57.4
2.54	100	901.2	300.4	592.3	197.4	199.1	66.4
3.81	150	1247.1	415.7	889.0	296.3	203.1	67.7
5.08	200	1637.3	545.8	1114.6	371.5	264.8	88.3
6.35	250	2058.6	686.2	1372.0	457.3	277.1	92.4
7.62	300	2464.2	821.4	1712.2	570.7	299.9	100.0
10.16	400	3127.2	1042.4	2160.6	720.2	308.7	102.9
12.7	500	3927.5	1309.2	2544.2	848.1	337.5	112.5

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	300.4	197.4	66.4	30.04	19.74	6.64
0.2	1500	545.8	371.5	88.3	36.38	24.77	5.88

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

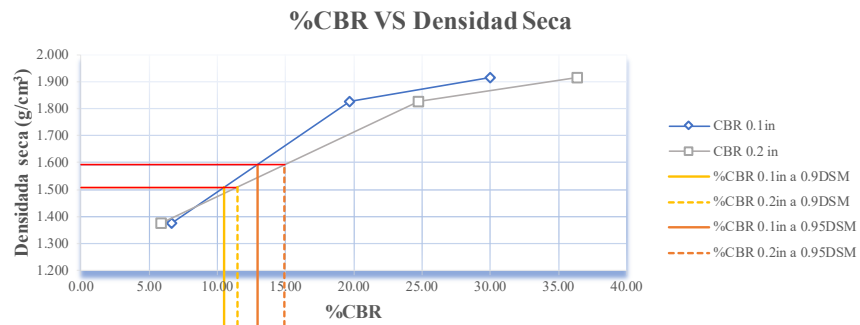


Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Sagumbi-Río Negro
ID Muestra: M2
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 723503.23 9948036.08

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	30.04	19.74	6.64
	0.2"	36.38	24.77	5.88
Densida Seca	g/cm3	1.914	1.827	1.375





Densidad seca máx :	1.675	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.508	10.49	11.43	11.43
95% DSM = 1.591	12.92	14.93	14.93

CBR=14.93%

Tabla 141. Ensayo CBR Muestra 3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Saguambi-Río Negro			Capa Vegetal:	5 cm		
ID Muestra:	M3			Profundidad:	100 cm		
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	724286.52	9948832.44	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	2.020	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	8.80	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	4		6		16		-
	Diámetro	15.3	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
DIMENSIONES	Altura		Altura		Altura		cm
	12.6		12.5		12.7		cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	18973		16285		16824		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	6506		5530		4368		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.808		2.503		1.921		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	139.29	161.12	83.98	138.06	94.07	133.88	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	128.13	148.15	77.59	126.86	86.98	124.10	g
Peso del agua (W _w)	11.16	12.97	6.39	11.20	7.09	9.78	g
Peso del recipiente (W _r)	2.05	2.15	2.03	1.93	2.01	2.05	g
Peso de la muestra seca (W _s)	126.08	146.00	75.56	124.93	84.97	122.05	g
Contenido de humedad (ω)	8.852	8.884	8.457	8.965	8.344	8.013	%
Promedio contenido de humedad (ω)	8.87		8.71		8.18		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	2.580		2.303		1.775		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	19526		17092		17536		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	7059		6337		5080		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	3.047		2.869		2.234		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	N7	N8	P1	N10	N11	N12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	89.85	153.59	154.65	152.19	115.79	100.19	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	77.91	129.03	127.71	129.03	95.50	83.22	g
Peso del agua (W _w)	11.94	24.56	26.94	23.16	20.29	16.97	g
Peso del recipiente (W _r)	7.88	8.06	2.05	8.30	7.98	7.74	g
Peso de la muestra seca (W _s)	70.03	120.97	125.66	120.73	87.52	75.48	g
Contenido de humedad (ω)	17.05	20.30	21.44	19.18	23.18	22.48	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18.68		20.31		22.83		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Saguambi-Río Negro **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M3 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 724286.52 | 9948832.44

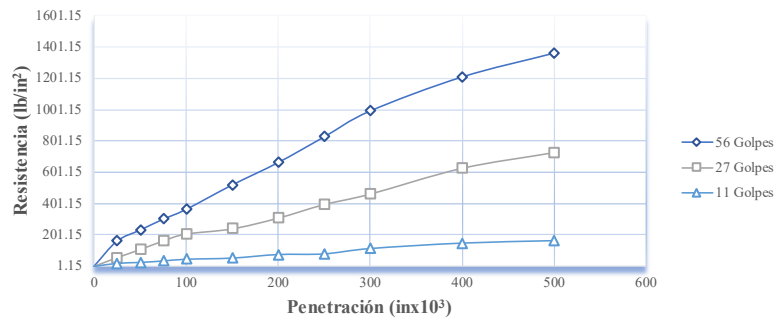
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
mm	in x10 ⁻³	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	483.8	161.3	166.6	55.5	57.6	19.2
1.27	50	696.6	232.2	321.9	107.3	75.3	25.1
1.91	75	904.2	301.4	487.2	162.4	102.3	34.1
2.54	100	1093.3	364.4	622.0	207.3	135.0	45.0
3.81	150	1561.3	520.4	720.6	240.2	156.8	52.3
5.08	200	1991.6	663.9	926.6	308.9	223.2	74.4
6.35	250	2484.3	828.1	1187.2	395.7	235.3	78.4
7.62	300	2982.2	994.1	1388.9	463.0	335.3	111.8
10.16	400	3636.4	1212.1	1885.3	628.4	437.5	145.8
12.7	500	4094.2	1364.7	2187.5	729.2	483.6	161.2

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	364.4	207.3	45.0	36.44	20.73	4.50
0.2	1500	663.9	308.9	74.4	44.26	20.59	4.96

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

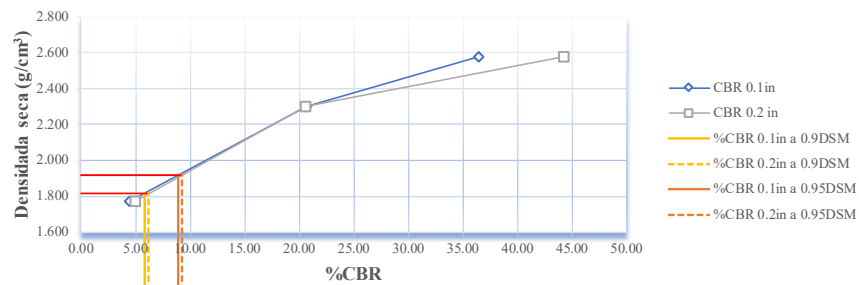


Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Saguambi-Rio Negro
ID Muestra: M3
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 724286.52 9948832.44

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	36.44	20.73	4.50
	0.2"	44.26	20.59	4.96
Densida Seca	g/cm ³	2.580	2.303	1.775

%CBR VS Densidad Seca





Densidad seca máx :	2.020	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.818	5.81	6.22	6.22
95% DSM = 1.919	8.92	9.22	9.22

CBR=9.22%

Tabla 142. Ensayo CBR Muestra 4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	M4			Profundidad:	100	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	726356.2	9952185.29	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.840	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	11.60	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	4		6		16		-
	Diámetro	15.3	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
DIMENSIONES	Altura		Altura		Altura		cm
	12.6		12.5		12.7		cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	17048		15043		16624		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4581		4288		4168		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1.978		1.941		1.833		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	N10	N11	N12	N13	N14	NV6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	129.65	105.43	109.24	137.75	126.70	128.77	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	116.56	94.75	98.15	123.51	113.41	117.70	g
Peso del agua (W _w)	13.09	10.68	11.09	14.24	13.29	11.07	g
Peso del recipiente (W _r)	8.30	7.98	7.74	7.79	7.36	29.08	g
Peso de la muestra seca (W _s)	108.26	86.77	90.41	115.72	106.05	88.62	g
Contenido de humedad (ω)	12.091	12.308	12.266	12.306	12.532	12.492	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12.20		12.29		12.51		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.762		1.729		1.629		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	17333		15227		16944		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4866		4472		4488		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.101		2.025		1.973		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	N7	N8	P1	N10	N11	N12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	101.85	137.76	107.09	158.38	105.29	109.07	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	89.93	113.21	80.05	135.13	84.92	92.11	g
Peso del agua (W _w)	11.92	24.55	27.04	23.25	20.37	16.96	g
Peso del recipiente (W _r)	7.88	8.06	2.05	8.30	7.98	7.74	g
Peso de la muestra seca (W _s)	82.05	105.15	78.00	126.83	76.94	84.37	g
Contenido de humedad (ω)	14.53	23.35	34.67	18.33	26.48	20.10	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18.94		26.50		23.29		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: San Fco. De Las Pampas-Naranjito **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M4 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 726356.2 | 9952185.29

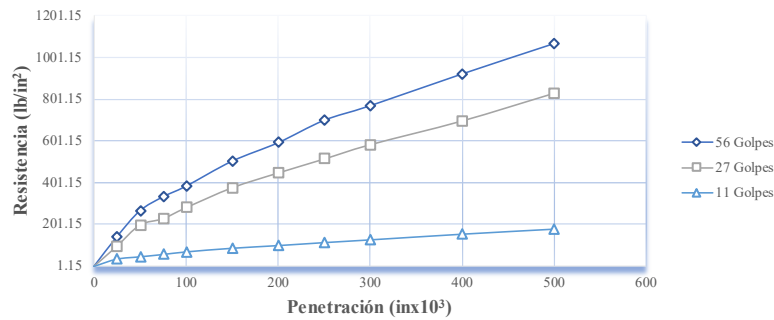
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
mm	in x10 ⁻³	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	427.2	142.4	291.2	97.1	104.6	34.9
1.27	50	800.2	266.7	595.2	198.4	137.8	45.9
1.91	75	1001.1	333.7	687.3	229.1	170.9	57.0
2.54	100	1154.3	384.8	844.5	281.5	208.1	69.4
3.81	150	1513.6	504.5	1131.0	377.0	260.2	86.7
5.08	200	1779.5	593.2	1344.7	448.2	298.7	99.6
6.35	250	2101.3	700.4	1545.5	515.2	341.2	113.7
7.62	300	2311.6	770.5	1751.6	583.9	380.6	126.9
10.16	400	2769.2	923.1	2094.2	698.1	462.0	154.0
12.7	500	3206.5	1068.8	2492.7	830.9	534.3	178.1

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	384.8	281.5	69.4	38.48	28.15	6.94
0.2	1500	593.2	448.2	99.6	39.54	29.88	6.64

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



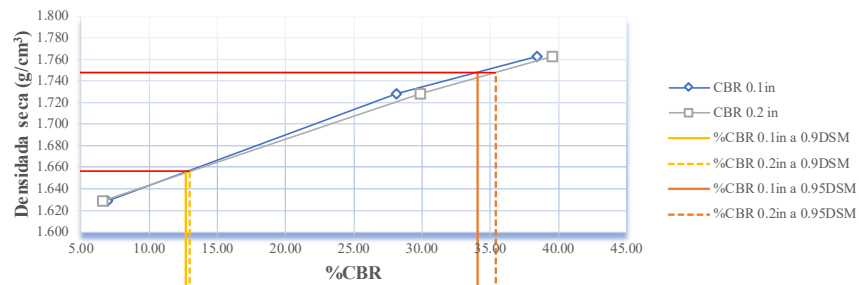
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: San Fco. De Las Pampas-Naranjito
ID Muestra: M4
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 726356.2 9952185.29

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	38.48	28.15	6.94
	0.2"	39.54	29.88	6.64
Densida Seca	g/cm3	1.762	1.729	1.629

%CBR VS Densidad Seca





Densidad seca máx :	1.840	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAVOR % CBR
90% DSM = 1.656	12.7	12.95	12.95
95% DSM = 1.748	34.05	35.39	35.39

CBR=35.39%

Tabla 143. Ensayo CBR Muestra 5

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	M5			Profundidad:	100	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	726082.78	9952886.38	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.600	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		ω % Óptimo	15.00	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	4		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.3	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.6	Altura	12.5	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16712		14555		16027		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4245		3800		3571		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.832		1.720		1.570		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	J1	J2	J3	J4	J5	J6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	282.29	339.11	295.44	347.34	295.45	346.72	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	244.97	295.60	256.47	302.38	256.48	301.76	g
Peso del agua (Ww)	37.32	43.51	38.97	44.96	38.97	44.96	g
Peso del recipiente (Wr)	2.19	2.15	2.11	2.17	2.24	2.25	g
Peso de la muestra seca (Ws)	242.78	293.45	254.36	300.21	254.24	299.51	g
Contenido de humedad (ω)	15.372	14.827	15.321	14.976	15.328	15.011	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.10		15.15		15.17		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1.592		1.494		1.363		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	16879		14800		16245		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4412		4045		3789		g
Volumen Muestra	2316.56		2208.93		2274.30		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1.905		1.831		1.666		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	93.73	128.45	111.80	87.66	107.56	105.93	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	78.77	106.82	92.74	73.20	87.24	88.89	g
Peso del agua (Ww)	14.96	21.63	19.06	14.46	20.32	17.04	g
Peso del recipiente (Wr)	7.77	7.50	8.49	7.81	7.93	7.92	g
Peso de la muestra seca (Ws)	71.00	99.32	84.25	65.39	79.31	80.97	g
Contenido de humedad (ω)	21.07	21.78	22.62	22.11	25.62	21.04	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21.43		22.37		23.33		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: San Fco. De Las Pampas-Naranjito **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M5 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 726082.78 | 9952886.38

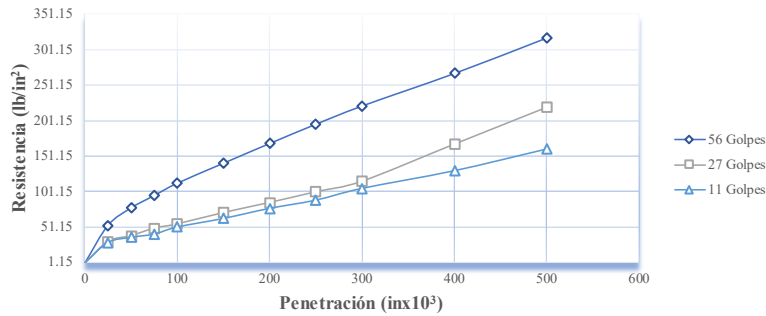
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
mm	in x10 ⁻³	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	159.4	53.1	91.0	30.3	86.5	28.8
1.27	50	233.3	77.8	115.6	38.5	108.4	36.1
1.91	75	285.8	95.3	146.9	49.0	122.2	40.7
2.54	100	338.1	112.7	165.3	55.1	152.2	50.7
3.81	150	422.9	141.0	213.2	71.1	188.6	62.9
5.08	200	506.7	168.9	255.9	85.3	231.3	77.1
6.35	250	588.4	196.1	301.2	100.4	266.3	88.8
7.62	300	665.8	221.9	345.9	115.3	316.1	105.4
10.16	400	804.0	268.0	503.0	167.7	391.3	130.4
12.7	500	954.8	318.3	658.9	219.6	483.3	161.1

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	112.7	55.1	50.7	11.27	5.51	5.07
0.2	1500	168.9	85.3	77.1	11.26	5.69	5.14

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

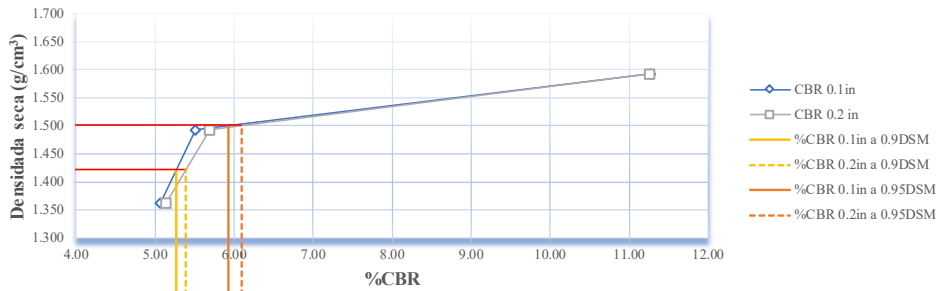


Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: San Fco. De Las Pampas-Naranjito
ID Muestra: M5
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 726082.78 9952886.38

MOLDE		1	2	3	
CBR %	0.1"	11.27	5.51	5.07	
	0.2"	11.26	5.69	5.14	
Densida Seca		g/cm3	1.592	1.494	1.363

%CBR VS Densidad Seca





Densidad seca máx :	1.580	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.422	5.27	5.39	5.39
95% DSM = 1.501	5.92	6.09	6.09

CBR=6.09%

Tabla 144. Ensayo CBR Muestra 6

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	San Fco. De Las Pampas-Naranjito			Capa Vegetal:	5 cm		
ID Muestra:	M6			Profundidad:	100 cm		
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	725534.87 9953615.94		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.990	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	15.82	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		8		9		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	12.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.8	Altura	12.9	Altura	12.9	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	11658		12753		12598		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	5290		3097		4331		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.308		2.054		1.850		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	120.23	133.43	143.25	124.89	149.15	157.60	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	104.06	115.41	120.13	112.25	125.04	141.95	g
Peso del agua (W _w)	16.17	18.02	23.12	12.64	24.11	15.65	g
Peso del recipiente (W _r)	2.05	2.15	2.03	1.93	2.01	2.05	g
Peso de la muestra seca (W _s)	102.01	113.26	118.10	110.32	123.03	139.90	g
Contenido de humedad (ω)	15.851	15.910	19.577	11.458	19.597	11.187	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.88		15.52		15.39		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.992		1.778		1.603		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11933		12842		12923		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	5565		3186		4656		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.428		2.113		1.989		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5	AN6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	125.86	115.89	118.55	88.64	149.57	136.62	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	103.28	96.44	98.89	74.53	122.16	111.33	g
Peso del agua (W _w)	22.58	19.45	19.66	14.11	27.41	25.29	g
Peso del recipiente (W _r)	2.03	2.06	2.02	2.07	2.06	2.06	g
Peso de la muestra seca (W _s)	101.25	94.38	96.87	72.46	120.10	109.27	g
Contenido de humedad (ω)	22.30	20.61	20.30	19.47	22.82	23.14	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21.46		19.89		22.98		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: San Fco. De Las Pampas-Naranjito **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M6 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 725534.87 | 9953615.94

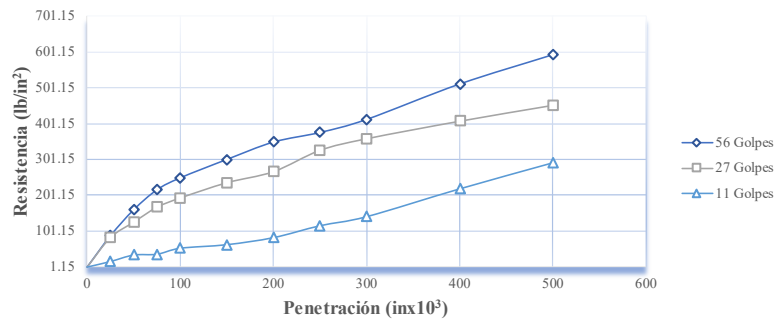
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
		Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
mm	in x10 ⁻³						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	262.4	87.5	247.3	82.4	46.6	15.5
1.27	50	480.3	160.1	377.3	125.8	100.9	33.6
1.91	75	647.7	215.9	502.2	167.4	107.6	35.9
2.54	100	747.8	249.3	580.2	193.4	157.9	52.6
3.81	150	901.9	300.6	708.2	236.1	188.0	62.7
5.08	200	1047.5	349.2	801.1	267.0	247.1	82.4
6.35	250	1128.0	376.0	980.2	326.7	347.0	115.7
7.62	300	1237.3	412.4	1077.3	359.1	423.1	141.0
10.16	400	1534.3	511.4	1224.7	408.2	656.7	218.9
12.7	500	1779.9	593.3	1357.9	452.6	875.4	291.8

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	249.3	193.4	52.6	24.93	19.34	5.26
0.2	1500	349.2	267.0	82.4	23.28	17.80	5.49

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



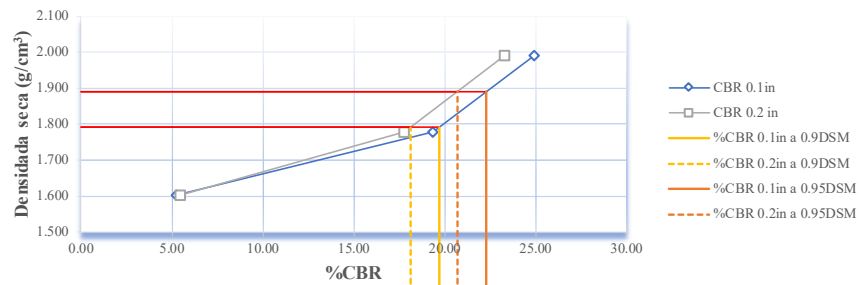
Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: San Fco. De Las Pampas-Naranjito
ID Muestra: M6
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 725534.87 9953615.94

MOLDE		1	2	3	
CBR %	0.1"	24.93	19.34	5.26	
	0.2"	23.28	17.80	5.49	
Densida Seca		g/cm3	1.992	1.778	1.603

%CBR VS Densidad Seca





Densidad seca máx :	1.990	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0.1 in	%CBR-0.2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.791	19.68	18.14	19.68
95% DSM = 1.891	22.29	20.69	22.29

CBR=22.29%

Tabla 145. Ensayo CBR Muestra 7

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)			Capa Vegetal:	5 cm		
ID Muestra:	M7			Profundidad:	100 cm		
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	727476.86 9954864.08		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.635	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	15.50	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		8		9		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	12.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.8	Altura	12.9	Altura	12.9	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	10726		12384		12071		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	4358		2728		3804		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1.901		1.809		1.625		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	163.48	182.13	149.49	205.00	192.89	214.23	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	142.87	158.39	130.58	178.71	168.01	186.55	g
Peso del agua (W _w)	20.61	23.74	18.91	26.29	24.88	27.68	g
Peso del recipiente (W _r)	7.77	7.50	8.49	7.81	7.93	7.92	g
Peso de la muestra seca (W _s)	135.10	150.89	122.09	170.90	160.08	178.63	g
Contenido de humedad (ω)	15.255	15.733	15.489	15.383	15.542	15.496	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.49		15.44		15.52		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.646		1.567		1.407		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11252		12610		12429		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	4884		2954		4162		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.131		1.959		1.778		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	128.51	150.33	140.84	103.73	170.43	137.73	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	102.91	122.59	111.45	81.47	137.14	109.62	g
Peso del agua (W _w)	25.60	27.74	29.39	22.26	33.29	28.11	g
Peso del recipiente (W _r)	2.05	2.15	2.03	1.93	2.01	2.05	g
Peso de la muestra seca (W _s)	100.86	120.44	109.42	79.54	135.13	107.57	g
Contenido de humedad (ω)	25.38	23.03	26.86	27.99	24.64	26.13	%
Promedio contenido de humedad (ω)	24.21		27.43		25.39		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

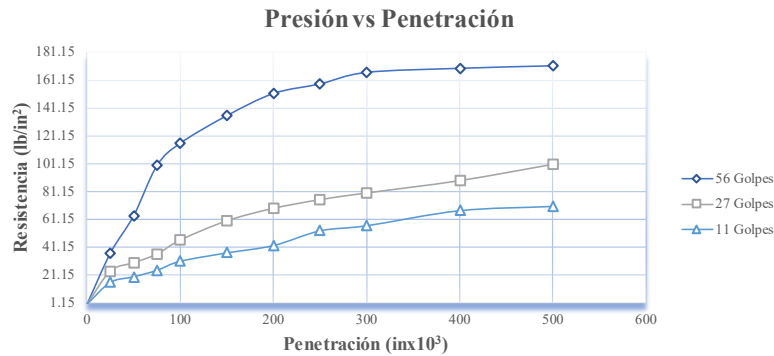
Vía: Galápagos-Las Minas (Palo Quemado) **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M7 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 727476.86 | 9954864.08

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
		Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
mm	in x10 ⁻³						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	110.1	36.7	71.0	23.7	47.0	15.7
1.27	50	190.9	63.6	88.9	29.6	59.2	19.7
1.91	75	299.0	99.7	107.6	35.9	73.2	24.4
2.54	100	347.3	115.8	137.8	45.9	92.9	31.0
3.81	150	406.8	135.6	179.2	59.7	111.0	37.0
5.08	200	454.6	151.5	206.0	68.7	127.0	42.3
6.35	250	475.4	158.5	224.8	74.9	158.9	53.0
7.62	300	500.2	166.7	239.1	79.7	170.0	56.7
10.16	400	509.0	169.7	265.8	88.6	202.7	67.6
12.7	500	514.5	171.5	300.8	100.3	212.0	70.7

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	115.8	45.9	31.0	11.58	4.59	3.10
0.2	1500	151.5	68.7	42.3	10.10	4.58	2.82





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

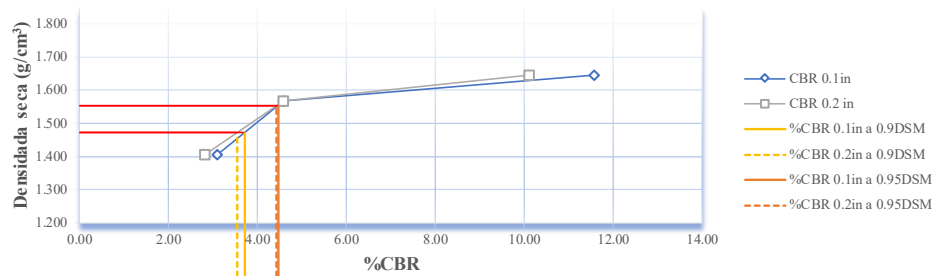


Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

Vía: Galápagos-Las Minas (Palo Quemado) **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M7 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 727476.86 9954864.08

MOLDE		1	2	3	
CBR %	0.1"	11.58	4.59	3.10	
	0.2"	10.10	4.58	2.82	
Densida Seca		g/cm3	1.646	1.567	1.407

%CBR VS Densidad Seca





Densidad seca máx :	1.635	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.472	3.7	3.53	3.7
95% DSM = 1.553	4.46	4.43	4.46

CBR=4.46%

Tabla 146. Ensayo CBR Muestra 8

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	M8			Profundidad:	100	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	728713.86	9955923.01	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	2.063	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	9.90	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		8		9		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	12.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.8	Altura	12.9	Altura	12.9	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	11399		12912		13015		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	5031		3256		4748		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.195		2.159		2.028		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	C1	C2	AN1	AN2	AN3	AN4	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	161.29	134.54	126.10	108.15	210.00	191.18	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	147.77	123.19	114.96	98.57	191.23	173.98	g
Peso del agua (W _w)	13.52	11.35	11.14	9.58	18.77	17.20	g
Peso del recipiente (W _r)	7.77	8.02	2.03	2.06	2.02	2.07	g
Peso de la muestra seca (W _s)	140.00	115.17	112.93	96.51	189.21	171.91	g
Contenido de humedad (ω)	9.657	9.855	9.865	9.926	9.920	10.005	%
Promedio contenido de humedad (ω)	9.76		9.90		9.96		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	2.000		1.965		1.845		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11588		13029		13304		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	5220		3373		5037		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.277		2.237		2.152		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	NV1	NV2	NV3	NV4	NV5	NV6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	193.27	177.76	217.08	204.83	166.53	157.04	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	176.50	162.80	194.86	183.78	148.18	139.87	g
Peso del agua (W _w)	16.77	14.96	22.22	21.05	18.35	17.17	g
Peso del recipiente (W _r)	31.16	28.65	30.56	29.57	28.82	29.08	g
Peso de la muestra seca (W _s)	145.34	134.15	164.30	154.21	119.36	110.79	g
Contenido de humedad (ω)	11.54	11.15	13.52	13.65	15.37	15.50	%
Promedio contenido de humedad (ω)	11.35		13.59		15.44		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

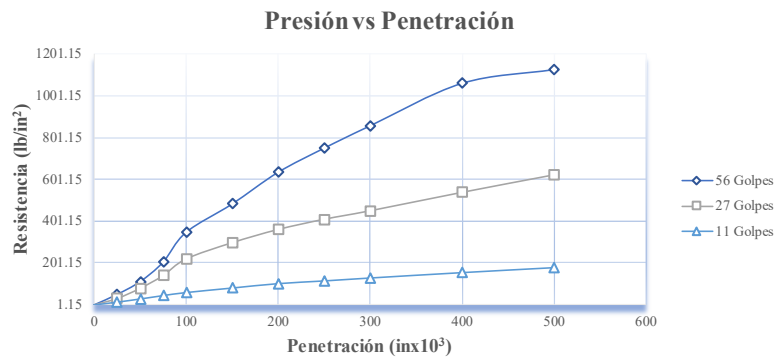
Vía: Galápagos-Las Minas (Palo Quemado) **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M8 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 728713.86 | 9955923.01

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
mm	in x10 ⁻³	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	150.3	50.1	91.7	30.6	40.1	13.4
1.27	50	333.9	111.3	236.7	78.9	85.5	28.5
1.91	75	612.9	204.3	419.6	139.9	134.2	44.7
2.54	100	1043.2	347.7	658.6	219.5	178.1	59.4
3.81	150	1451.1	483.7	892.0	297.3	243.1	81.0
5.08	200	1907.6	635.9	1081.9	360.6	306.4	102.1
6.35	250	2254.9	751.6	1228.3	409.4	345.4	115.1
7.62	300	2576.7	858.9	1350.2	450.1	387.5	129.2
10.16	400	3189.2	1063.1	1614.7	538.2	465.0	155.0
12.7	500	3388.0	1129.3	1865.9	622.0	536.5	178.8

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	347.7	219.5	59.4	34.77	21.95	5.94
0.2	1500	635.9	360.6	102.1	42.39	24.04	6.81





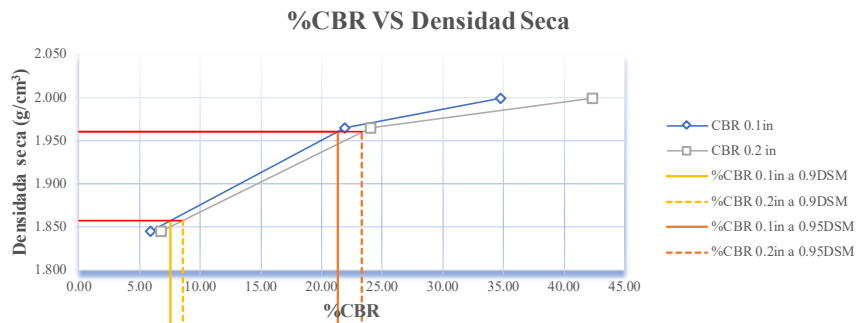
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Galápagos-Las Minas (Palo Quemado) **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M8 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 728713.86 9955923.01



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	34.77	21.95	5.94
	0.2"	42.39	24.04	6.81
Densida Seca		g/cm3	2.000	1.965



Densidad seca máx :		2.063	g/cm ³
Densidad seca máx		%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in
90% DSM =	1.857	7.55	8.54
95% DSM =	1.960	21.31	23.35

CBR=23.35%

Tabla 147. Ensayo CBR Muestra 9

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Galápagos-Las Minas (Palo Quemado)			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	M9			Profundidad:	100	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	729288.6	9957204.71	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	2.005	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	8.00	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		8		9		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	12.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.8	Altura	12.9	Altura	12.9	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	11236		12701		12704		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	4868		3045		4437		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.124		2.019		1.895		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5	AN6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	126.37	106.66	172.56	156.35	171.87	148.20	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	117.31	98.59	159.59	144.83	159.35	137.31	g
Peso del agua (W _w)	9.06	8.07	12.97	11.52	12.52	10.89	g
Peso del recipiente (W _r)	2.03	2.06	2.02	2.07	2.06	2.06	g
Peso de la muestra seca (W _s)	115.28	96.53	157.57	142.76	157.29	135.25	g
Contenido de humedad (ω)	7.859	8.360	8.231	8.069	7.960	8.052	%
Promedio contenido de humedad (ω)	8.11		8.15		8.01		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.964		1.867		1.755		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11397		12773		12814		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	5029		3117		4547		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.194		2.067		1.942		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	J1	J2	J3	J4	J5	J6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	137.38	124.67	131.73	119.31	145.68	133.51	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	119.70	108.42	114.65	103.66	126.02	115.28	g
Peso del agua (W _w)	17.68	16.25	17.08	15.65	19.66	18.23	g
Peso del recipiente (W _r)	2.19	2.15	2.11	2.17	2.24	2.25	g
Peso de la muestra seca (W _s)	117.51	106.27	112.54	101.49	123.78	113.03	g
Contenido de humedad (ω)	15.05	15.29	15.18	15.42	15.88	16.13	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.17		15.30		16.01		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

Vía: Galápagos-Las Minas (Palo Quemado) **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M9 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 729288.6 | 9957204.71

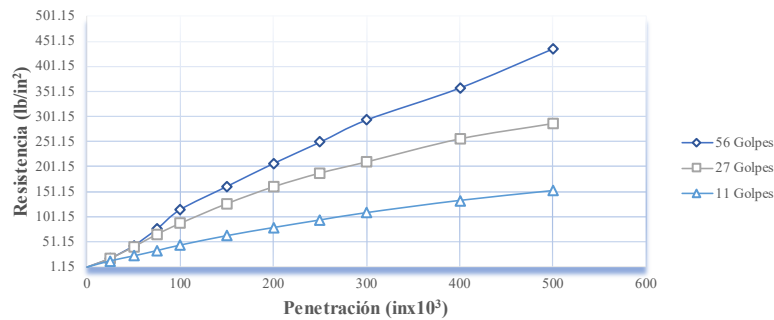
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
		Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
mm	in x10 ⁻³						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	52.9	17.6	53.1	17.7	37.5	12.5
1.27	50	128.5	42.8	121.2	40.4	67.0	22.3
1.91	75	229.2	76.4	196.6	65.5	98.7	32.9
2.54	100	345.1	115.0	261.8	87.3	131.8	43.9
3.81	150	484.0	161.3	379.5	126.5	188.2	62.7
5.08	200	621.7	207.2	480.5	160.2	236.7	78.9
6.35	250	749.6	249.9	562.7	187.6	282.1	94.0
7.62	300	882.9	294.3	629.5	209.8	326.2	108.7
10.16	400	1074.9	358.3	767.2	255.7	399.1	133.0
12.7	500	1310.1	436.7	859.1	286.4	458.2	152.7

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	115.0	87.3	43.9	11.50	8.73	4.39
0.2	1500	207.2	160.2	78.9	13.82	10.68	5.26

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

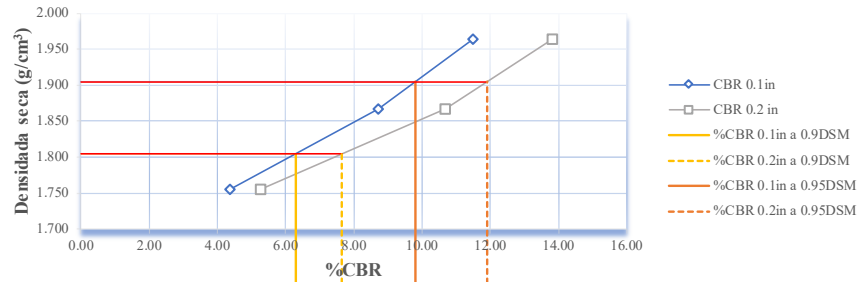


Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Galápagos-Las Minas (Palo Quemado) **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M9 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 729288.6 9957204.71

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	11.50	8.73	4.39
	0.2"	13.82	10.68	5.26
Densida Seca	g/cm3	1.964	1.867	1.755

%CBR VS Densidad Seca





Densidad seca máx :	2.005	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.805	6.31	7.66	7.66
95% DSM = 1.905	9.8	11.9	11.90

CBR=11.9%

Tabla 148. Ensayo CBR Muestra 10

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Las Minas-Palo Quemado			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	M10			Profundidad:	100	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	729876.79	9957378.27	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.958	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	11.20	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		8		9		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	12.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.8	Altura	12.9	Altura	12.9	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	11359		12743		12808		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	4991		3087		4541		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.177		2.047		1.940		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	N1	N2	N3	N4	N5	N6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	206.76	184.05	302.38	284.73	353.51	335.03	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	189.42	167.95	274.92	258.91	320.57	303.70	g
Peso del agua (W _w)	17.34	16.10	27.46	25.82	32.94	31.33	g
Peso del recipiente (W _r)	31.19	28.68	30.55	29.58	28.78	29.08	g
Peso de la muestra seca (W _s)	158.230	139.270	244.370	229.330	291.790	274.620	g
Contenido de humedad (ω)	10.959	11.560	11.237	11.259	11.289	11.408	%
Promedio contenido de humedad (ω)	11.26		11.25		11.35		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.957		1.840		1.742		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11417		12967		13062		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	5049		3311		4795		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.203		2.196		2.048		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	NV1	NV2	NV3	NV4	NV5	NV6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	212.89	199.09	184.60	173.34	179.30	171.85	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	184.86	172.51	158.44	148.69	153.05	147.22	g
Peso del agua (W _w)	28.03	26.58	26.16	24.65	26.25	24.63	g
Peso del recipiente (W _r)	31.16	28.65	30.56	29.57	28.82	29.08	g
Peso de la muestra seca (W _s)	153.70	143.86	127.88	119.12	124.23	118.14	g
Contenido de humedad (ω)	18.24	18.48	20.46	20.69	21.13	20.85	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18.36		20.58		20.99		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

Vía: Las Minas-Palo Quemado **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M10 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 729876.79 | 9957378.27

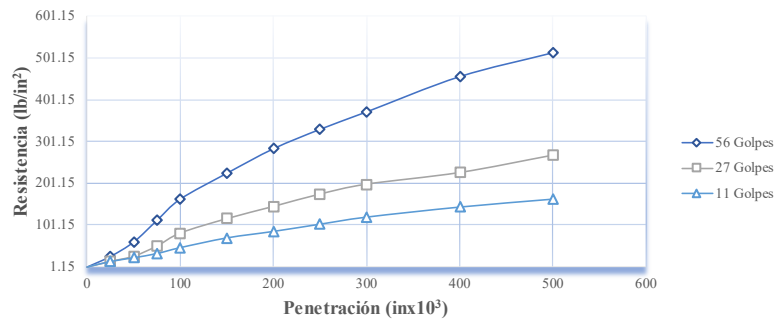
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
mm	in x10 ⁻³	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	76.5	25.5	40.6	13.5	39.9	13.3
1.27	50	180.3	60.1	78.2	26.1	67.2	22.4
1.91	75	336.3	112.1	151.2	50.4	97.4	32.5
2.54	100	489.1	163.0	244.6	81.5	140.0	46.7
3.81	150	675.3	225.1	348.0	116.0	210.0	70.0
5.08	200	851.8	283.9	435.7	145.2	256.8	85.6
6.35	250	991.6	330.5	524.6	174.9	308.8	102.9
7.62	300	1117.2	372.4	595.5	198.5	359.7	119.9
10.16	400	1371.1	457.0	679.3	226.4	432.0	144.0
12.7	500	1543.0	514.3	803.8	267.9	489.1	163.0

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	163.0	81.5	46.7	16.30	8.15	4.67
0.2	1500	283.9	145.2	85.6	18.93	9.68	5.71

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

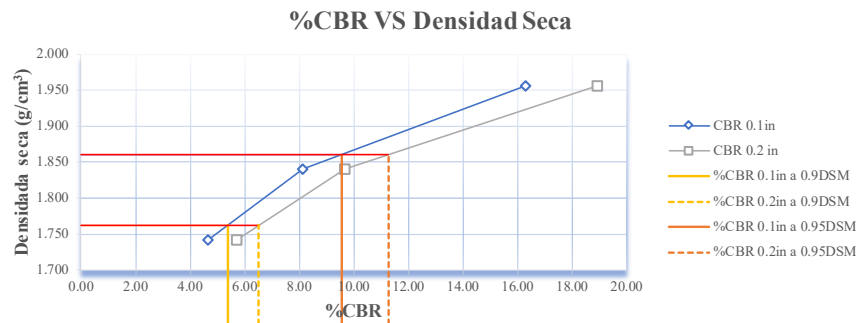


Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Las Minas-Palo Quemado
ID Muestra: M10
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 729876.79 9957378.27

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	16.30	8.15	4.67
	0.2"	18.93	9.68	5.71
Densida Seca	g/cm3	1.957	1.840	1.742





Densidad seca máx:	1.958	g/cm ³
---------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM= 1.762	5.38	6.52	6.52
95% DSM= 1.860	9.54	11.26	11.26

CBR=11.26%

Tabla 149. Ensayo CBR Muestra 11

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 							
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Las Minas-Palo Quemado			Capa Vegetal:	5 cm		
ID Muestra:	M11			Profundidad:	100 cm		
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	731055.54 9958495.51		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.180	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	39.50	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		8		9		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	12.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.8	Altura	12.9	Altura	12.9	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	10160		11914		11691		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	3792		2258		3424		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1.654		1.497		1.463		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	240.57	232.19	172.86	168.00	247.96	241.21	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	173.24	166.32	124.23	120.97	178.50	173.17	g
Peso del agua (W _w)	67.33	65.87	48.63	47.03	69.46	68.04	g
Peso del recipiente (W _r)	2.05	2.15	2.03	1.93	2.01	2.05	g
Peso de la muestra seca (W _s)	171.19	164.17	122.20	119.04	176.49	171.12	g
Contenido de humedad (ω)	39.331	40.123	39.795	39.508	39.356	39.762	%
Promedio contenido de humedad (ω)	39.73		39.65		39.56		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1.184		1.072		1.048		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	10703		12339		12357		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	4335		2683		4090		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1.891		1.779		1.747		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	154.08	149.71	112.95	108.27	145.08	141.11	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	101.18	98.45	75.26	72.14	93.85	91.23	g
Peso del agua (W _w)	52.90	51.26	37.69	36.13	51.23	49.88	g
Peso del recipiente (W _r)	7.77	7.50	8.49	7.81	7.93	7.92	g
Peso de la muestra seca (W _s)	93.41	90.95	66.77	64.33	85.92	83.31	g
Contenido de humedad (ω)	56.63	56.36	56.45	56.16	59.63	59.87	%
Promedio contenido de humedad (ω)	56.50		56.31		59.75		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Las Minas-Palo Quemado **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M11 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 731055.54 | 9958495.51

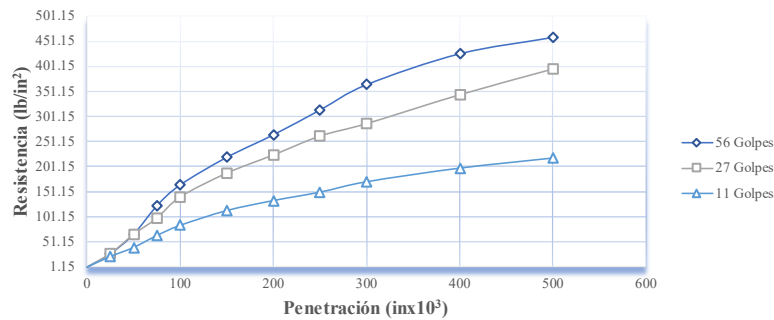
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
		Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
mm	in x10 ⁻³						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	80.7	26.9	81.3	27.1	63.5	21.2
1.27	50	197.7	65.9	196.6	65.5	118.1	39.4
1.91	75	368.9	123.0	295.3	98.4	189.5	63.2
2.54	100	493.7	164.6	421.8	140.6	250.4	83.5
3.81	150	659.2	219.7	564.9	188.3	338.8	112.9
5.08	200	794.3	264.8	674.0	224.7	398.7	132.9
6.35	250	943.1	314.4	787.3	262.4	449.2	149.7
7.62	300	1095.2	365.1	862.0	287.3	511.5	170.5
10.16	400	1280.7	426.9	1035.4	345.1	593.1	197.7
12.7	500	1379.0	459.7	1190.2	396.7	653.7	217.9

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	164.6	140.6	83.5	16.46	14.06	8.35
0.2	1500	264.8	224.7	132.9	17.65	14.98	8.86

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

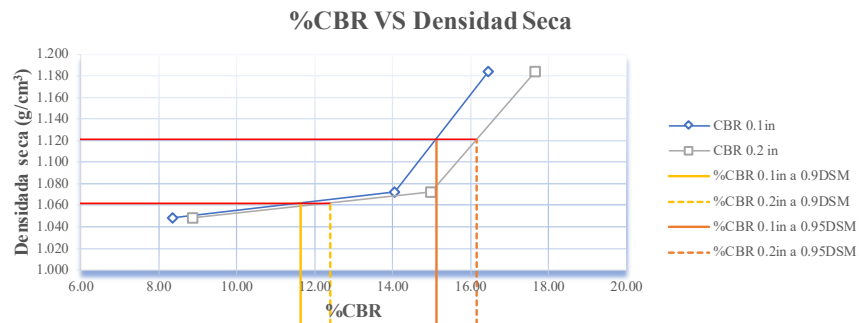


Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Las Minas-Palo Quemado
ID Muestra: M11
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 731055.54 9958495.51

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	16.46	14.06	8.35
	0.2"	17.65	14.98	8.86
Densida Seca	g/cm3	1.184	1.072	1.048





Densidad seca máx :	1.180	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0.1 in	%CBR-0.2 in	MAVOR % CBR
90% DSM =	1.062	11.64	12.39
95% DSM =	1.121	15.1	16.15

CBR=15.15%

Tabla 150. Ensayo CBR Muestra 12

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
Vía:	Las Minas-Palo Quemado			Capa Vegetal:	5	cm	
ID Muestra:	M12			Profundidad:	100	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coordenadas:	731501.04	9960000.53	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	2.090	g/cm ³		
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	8.00	%		
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	2		8		9		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	12.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.8	Altura	12.9	Altura	12.9	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	11585		12585		12697		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	5217		2929		4430		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.276		1.942		1.893		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	N1	N2	N3	N4	N5	N6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	156.02	133.44	201.25	183.93	198.78	175.25	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	146.97	125.40	188.33	172.47	186.30	164.40	g
Peso del agua (W _w)	9.05	8.04	12.92	11.46	12.48	10.85	g
Peso del recipiente (W _r)	31.19	28.68	30.55	29.58	28.78	29.08	g
Peso de la muestra seca (W _s)	115.780	96.720	157.780	142.890	157.520	135.320	g
Contenido de humedad (ω)	7.817	8.313	8.189	8.020	7.923	8.018	%
Promedio contenido de humedad (ω)	8.06		8.10		7.97		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	2.106		1.797		1.753		g/cm ³
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11690		12958		13307		g
Peso Molde	6368		9656		8267		g
Peso de Muestra Húmeda	5322		3302		5040		g
Volumen Muestra	2292.21		1507.99		2340.81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2.322		2.190		2.153		g/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	137.700	125.070	132.010	119.300	145.680	133.780	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	119.970	108.780	114.880	103.630	125.990	115.500	g
Peso del agua (W _w)	17.730	16.290	17.130	15.670	19.690	18.280	g
Peso del recipiente (W _r)	2.05	2.15	2.03	1.93	2.01	2.05	g
Peso de la muestra seca (W _s)	117.92	106.63	112.85	101.70	123.98	113.45	g
Contenido de humedad (ω)	15.04	15.28	15.18	15.41	15.88	16.11	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.16		15.30		16.00		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Las Minas-Palo Quemado **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: M12 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 731501.04 | 9960000.53

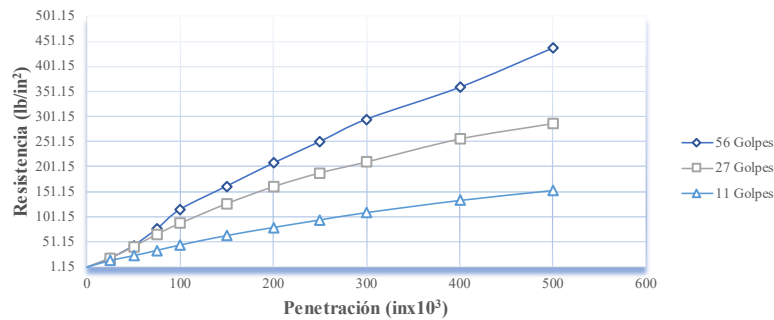
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

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

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1 (56 Golpes)		MOLDE N° 2 (27 Golpes)		MOLDE N° 3 (11 Golpes)	
mm	in x10 ⁻³	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	54.2	18.1	55.3	18.4	39.7	13.2
1.27	50	129.9	43.3	122.8	40.9	68.5	22.8
1.91	75	230.3	76.8	198.0	66.0	100.3	33.4
2.54	100	346.3	115.4	263.1	87.7	133.0	44.3
3.81	150	485.3	161.8	380.8	126.9	189.8	63.3
5.08	200	623.2	207.7	482.7	160.9	238.2	79.4
6.35	250	752.0	250.7	565.3	188.4	283.5	94.5
7.62	300	885.2	295.1	631.0	210.3	327.7	109.2
10.16	400	1076.2	358.7	768.6	256.2	400.6	133.5
12.7	500	1311.2	437.1	861.5	287.2	460.6	153.5

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in ²	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	115.4	87.7	44.3	11.54	8.77	4.43
0.2	1500	207.7	160.9	79.4	13.85	10.73	5.29

Presión vs Penetración





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

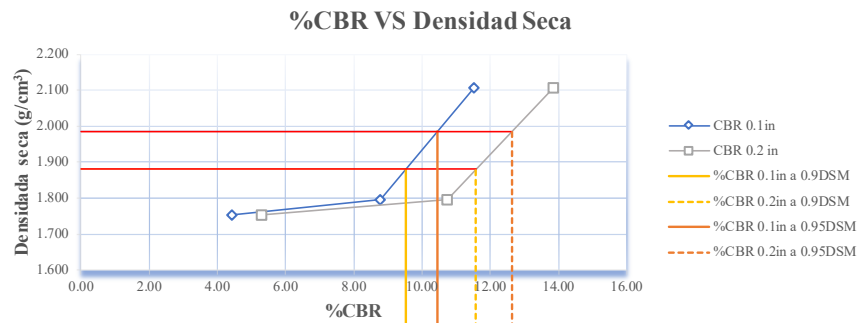


Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."

Vía: Las Minas-Palo Quemado
ID Muestra: M12
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 731501.04 9960000.53

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	11.54	8.77	4.43
	0.2"	13.85	10.73	5.29
Densida Seca	g/cm3	2.106	1.797	1.753



Densidad seca máx :	2,090	g/cm ³
----------------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.881	9.52	11.58	11.58
95% DSM = 1.986	0.46	12.63	12.63

CBR=12.63%

CONTEO VEHICULAR

Tabla 151. Conteo vehicular día 1

Elaborado por:		Alexander Nauque Villacís		Sentido:			Ambos sentidos		
Vía:		Galápagos-Las Minas		Día:		Lunes	Fecha:		4-dic-23
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	Total		
6:00:00	6:15:00	5	0	1	1	0	2	7	-
6:15:00	6:30:00	4	0	0	0	0	0	4	-
6:30:00	6:45:00	0	0	0	0	0	0	0	-
6:45:00	7:00:00	0	0	0	0	0	0	0	11
7:00:00	7:15:00	6	0	0	0	0	0	6	10
7:15:00	7:30:00	0	0	1	0	1	2	2	8
7:30:00	7:45:00	2	0	0	0	0	0	2	10
7:45:00	8:00:00	3	0	0	0	0	0	3	13
8:00:00	8:15:00	0	0	0	0	0	0	0	7
8:15:00	8:30:00	6	0	0	0	0	0	6	11
8:30:00	8:45:00	4	0	0	0	0	0	4	13
8:45:00	9:00:00	0	0	0	0	0	0	0	10
9:00:00	9:15:00	3	0	0	0	0	0	3	13
9:15:00	9:30:00	5	1	0	0	0	0	6	13
9:30:00	9:45:00	0	0	0	0	0	0	0	9
9:45:00	10:00:00	3	0	0	0	0	0	3	12
10:00:00	10:15:00	4	0	0	0	0	0	4	13
10:15:00	10:30:00	3	0	2	0	0	2	5	12
10:30:00	10:45:00	0	0	0	0	0	0	0	12
10:45:00	11:00:00	3	0	0	0	0	0	3	12
11:00:00	11:15:00	3	0	0	0	0	0	3	11
11:15:00	11:30:00	5	0	0	0	0	0	5	11
11:30:00	11:45:00	6	0	0	0	0	0	6	17
11:45:00	12:00:00	0	0	0	0	0	0	0	14
12:00:00	12:15:00	7	0	0	0	0	0	7	18
12:15:00	12:30:00	5	0	0	0	0	0	5	18
12:30:00	12:45:00	4	0	0	0	0	0	4	16
12:45:00	13:00:00	3	0	0	0	0	0	3	19
13:00:00	13:15:00	6	1	0	0	0	0	7	19
13:15:00	13:30:00	0	0	0	0	0	0	0	14
13:30:00	13:45:00	5	0	0	0	0	0	5	15
13:45:00	14:00:00	6	0	0	0	0	0	6	18
14:00:00	14:15:00	5	0	0	0	0	0	5	16
14:15:00	14:30:00	0	0	0	0	0	0	0	16
14:30:00	14:45:00	4	0	0	0	0	0	4	15
14:45:00	15:00:00	4	0	0	0	0	0	4	13
15:00:00	15:15:00	0	0	0	0	0	0	0	8
15:15:00	15:30:00	3	0	0	0	0	0	3	11
15:30:00	15:45:00	2	0	0	0	0	0	2	9
15:45:00	16:00:00	3	0	0	0	0	0	3	8
16:00:00	16:15:00	0	0	0	0	0	0	0	8
16:15:00	16:30:00	3	0	0	0	0	0	3	8
16:30:00	16:45:00	6	0	0	0	0	0	6	12
16:45:00	17:00:00	3	0	0	0	0	0	3	12
17:00:00	17:15:00	5	0	2	1	0	3	8	20
17:15:00	17:30:00	4	0	0	0	0	0	4	21
17:30:00	17:45:00	3	0	0	0	1	1	4	19
17:45:00	18:00:00	0	0	0	0	0	0	0	16

Tabla 152. Conteo vehicular día 2

Elaborado por:		Alexander Nauque Villacís		Sentido:			Ambos sentidos		
Vía:		Galápagos-Las Minas		Día:	Martes	Fecha:	5-dic-23		
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	Total		
6:00:00	6:15:00	6	0	0	1	0	1	7	-
6:15:00	6:30:00	3	0	1	0	1	2	5	-
6:30:00	6:45:00	0	0	0	0	0	0	0	-
6:45:00	7:00:00	4	0	0	0	1	1	5	17
7:00:00	7:15:00	4	0	1	0	0	1	5	15
7:15:00	7:30:00	5	0	0	0	0	0	5	15
7:30:00	7:45:00	0	0	0	0	0	0	0	15
7:45:00	8:00:00	5	0	0	0	0	0	5	15
8:00:00	8:15:00	7	0	0	0	0	0	7	17
8:15:00	8:30:00	0	0	0	0	0	0	0	12
8:30:00	8:45:00	5	0	0	0	0	0	5	17
8:45:00	9:00:00	3	0	0	0	0	0	3	15
9:00:00	9:15:00	4	0	0	0	0	0	4	12
9:15:00	9:30:00	0	1	0	0	0	0	1	13
9:30:00	9:45:00	5	0	0	0	0	0	5	13
9:45:00	10:00:00	4	0	0	0	0	0	4	14
10:00:00	10:15:00	0	0	0	0	0	0	0	10
10:15:00	10:30:00	4	0	1	0	1	2	6	15
10:30:00	10:45:00	4	0	1	0	0	1	5	15
10:45:00	11:00:00	6	0	0	0	0	0	6	17
11:00:00	11:15:00	0	0	0	0	0	0	0	17
11:15:00	11:30:00	4	0	0	0	0	0	4	15
11:30:00	11:45:00	5	0	0	0	0	0	5	15
11:45:00	12:00:00	5	0	0	0	0	0	5	14
12:00:00	12:15:00	6	0	0	0	0	0	6	20
12:15:00	12:30:00	0	0	0	0	0	0	0	16
12:30:00	12:45:00	5	0	0	0	0	0	5	16
12:45:00	13:00:00	3	0	0	0	0	0	3	14
13:00:00	13:15:00	0	1	0	0	0	0	1	9
13:15:00	13:30:00	5	0	0	0	0	0	5	14
13:30:00	13:45:00	4	0	0	0	0	0	4	13
13:45:00	14:00:00	7	0	0	0	0	0	7	17
14:00:00	14:15:00	3	0	0	0	0	0	3	19
14:15:00	14:30:00	4	0	0	0	0	0	4	18
14:30:00	14:45:00	5	0	0	0	0	0	5	19
14:45:00	15:00:00	5	0	0	0	0	0	5	17
15:00:00	15:15:00	0	0	0	0	0	0	0	14
15:15:00	15:30:00	4	0	0	0	0	0	4	14
15:30:00	15:45:00	0	0	0	0	0	0	0	9
15:45:00	16:00:00	4	0	0	0	0	0	4	8
16:00:00	16:15:00	5	0	0	0	0	0	5	13
16:15:00	16:30:00	0	0	0	0	0	0	0	9
16:30:00	16:45:00	5	0	0	0	0	0	5	14
16:45:00	17:00:00	4	0	0	0	0	0	4	14
17:00:00	17:15:00	4	0	1	1	1	3	7	16
17:15:00	17:30:00	0	0	0	0	0	0	0	16
17:30:00	17:45:00	4	0	0	0	0	0	4	15
17:45:00	18:00:00	4	0	0	0	0	0	4	15

Tabla 153. Conteo vehicular día 3

Elaborado por:		Alexander Nauque Villacís		Sentido:		Ambos sentidos			
Vía:		Galápagos-Las Minas		Día:		Miércoles	Fecha:	6-dic-23	
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	Total		
6:00:00	6:15:00	4	0	0	0	0	0	4	-
6:15:00	6:30:00	4	0	1	1	1	3	7	-
6:30:00	6:45:00	5	0	0	0	0	0	5	-
6:45:00	7:00:00	0	0	0	0	0	0	0	16
7:00:00	7:15:00	5	0	0	0	0	0	5	17
7:15:00	7:30:00	4	0	1	0	1	2	6	16
7:30:00	7:45:00	0	0	0	0	0	0	0	11
7:45:00	8:00:00	6	0	0	0	0	0	6	17
8:00:00	8:15:00	0	0	0	0	0	0	0	12
8:15:00	8:30:00	6	0	0	0	0	0	6	12
8:30:00	8:45:00	4	0	0	0	0	0	4	16
8:45:00	9:00:00	5	0	0	0	0	0	5	15
9:00:00	9:15:00	6	0	0	0	0	0	6	21
9:15:00	9:30:00	5	1	0	0	0	0	6	21
9:30:00	9:45:00	0	0	0	0	0	0	0	17
9:45:00	10:00:00	5	0	0	0	0	0	5	17
10:00:00	10:15:00	0	0	1	0	0	1	1	12
10:15:00	10:30:00	6	0	0	0	1	1	7	13
10:30:00	10:45:00	6	0	1	0	0	1	7	20
10:45:00	11:00:00	4	0	0	0	0	0	4	19
11:00:00	11:15:00	1	0	0	0	0	0	1	19
11:15:00	11:30:00	3	0	0	0	0	0	3	15
11:30:00	11:45:00	4	0	0	0	0	0	4	12
11:45:00	12:00:00	6	0	0	0	0	0	6	14
12:00:00	12:15:00	4	0	0	0	0	0	4	17
12:15:00	12:30:00	2	0	0	0	0	0	2	16
12:30:00	12:45:00	0	0	0	0	0	0	0	12
12:45:00	13:00:00	4	0	0	0	0	0	4	10
13:00:00	13:15:00	6	1	0	0	0	0	7	13
13:15:00	13:30:00	8	0	0	0	0	0	8	19
13:30:00	13:45:00	0	0	0	0	0	0	0	19
13:45:00	14:00:00	5	0	0	0	0	0	5	20
14:00:00	14:15:00	4	0	0	0	0	0	4	17
14:15:00	14:30:00	3	0	0	0	0	0	3	12
14:30:00	14:45:00	3	0	0	0	0	0	3	15
14:45:00	15:00:00	3	0	0	0	0	0	3	13
15:00:00	15:15:00	5	0	0	0	0	0	5	14
15:15:00	15:30:00	1	0	0	0	0	0	1	12
15:30:00	15:45:00	3	0	0	0	0	0	3	12
15:45:00	16:00:00	5	0	0	0	0	0	5	14
16:00:00	16:15:00	0	0	0	0	0	0	0	9
16:15:00	16:30:00	1	0	0	0	0	0	1	9
16:30:00	16:45:00	4	0	0	0	0	0	4	10
16:45:00	17:00:00	3	0	0	1	0	1	4	9
17:00:00	17:15:00	6	0	1	0	1	2	8	17
17:15:00	17:30:00	0	0	0	0	0	0	0	16
17:30:00	17:45:00	5	0	0	0	0	0	5	17
17:45:00	18:00:00	6	0	0	0	0	0	6	19

Tabla 154. Conteo vehicular día 4

Elaborado por:		Alexander Nauque Villacís		Sentido:			Ambos sentidos		
Vía:		Galápagos-Las Minás		Día:		Jueves	Fecha:		7-dic-23
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	Total		
6:00:00	6:15:00	6	0	2	0	0	2	8	-
6:15:00	6:30:00	7	0	2	0	1	3	10	-
6:30:00	6:45:00	7	0	0	0	0	0	7	-
6:45:00	7:00:00	8	0	0	0	0	0	8	33
7:00:00	7:15:00	10	0	2	1	0	3	13	38
7:15:00	7:30:00	11	0	0	0	1	1	12	40
7:30:00	7:45:00	12	0	1	0	1	2	14	47
7:45:00	8:00:00	9	0	0	0	0	0	9	48
8:00:00	8:15:00	2	0	0	0	0	0	2	37
8:15:00	8:30:00	9	0	0	0	0	0	9	34
8:30:00	8:45:00	8	0	1	1	1	3	11	31
8:45:00	9:00:00	7	0	0	0	0	0	7	29
9:00:00	9:15:00	5	0	0	0	0	0	5	32
9:15:00	9:30:00	4	1	0	0	0	0	5	28
9:30:00	9:45:00	1	0	0	0	0	0	1	18
9:45:00	10:00:00	4	0	0	0	0	0	4	15
10:00:00	10:15:00	5	0	0	1	0	1	6	16
10:15:00	10:30:00	4	0	1	0	1	2	6	17
10:30:00	10:45:00	5	0	0	0	0	0	5	21
10:45:00	11:00:00	3	0	0	0	0	0	3	20
11:00:00	11:15:00	2	0	0	0	0	0	2	16
11:15:00	11:30:00	1	0	0	0	0	0	1	11
11:30:00	11:45:00	3	0	0	0	0	0	3	9
11:45:00	12:00:00	1	0	0	0	0	0	1	7
12:00:00	12:15:00	2	0	0	0	0	0	2	7
12:15:00	12:30:00	1	0	0	0	0	0	1	7
12:30:00	12:45:00	0	0	0	0	0	0	0	4
12:45:00	13:00:00	1	0	0	0	0	0	1	4
13:00:00	13:15:00	2	1	0	0	0	0	3	5
13:15:00	13:30:00	4	0	0	0	0	0	4	8
13:30:00	13:45:00	1	0	0	0	0	0	1	9
13:45:00	14:00:00	3	0	0	0	0	0	3	11
14:00:00	14:15:00	2	0	0	0	0	0	2	10
14:15:00	14:30:00	1	0	0	0	0	0	1	7
14:30:00	14:45:00	2	0	0	0	0	0	2	8
14:45:00	15:00:00	2	0	0	0	0	0	2	7
15:00:00	15:15:00	3	0	0	0	0	0	3	8
15:15:00	15:30:00	4	0	0	0	0	0	4	11
15:30:00	15:45:00	2	0	0	0	0	0	2	11
15:45:00	16:00:00	3	0	0	0	0	0	3	12
16:00:00	16:15:00	0	0	0	0	0	0	0	9
16:15:00	16:30:00	2	0	0	0	0	0	2	7
16:30:00	16:45:00	3	0	0	0	0	0	3	8
16:45:00	17:00:00	2	0	0	1	0	1	3	8
17:00:00	17:15:00	1	0	1	1	1	3	4	12
17:15:00	17:30:00	1	0	0	0	0	0	1	11
17:30:00	17:45:00	3	0	0	0	0	0	3	11
17:45:00	18:00:00	3	0	0	0	0	0	3	11

Tabla 155. Conteo vehicular día 5

Elaborado por:		Alexander Nauque Villacís		Sentido:			Ambos sentidos		
Vía:		Galápagos-Las Minas		Día:	Viernes		Fecha:	8-dic-23	
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	Total		
6:00:00	6:15:00	5	0	0	0	0	0	5	-
6:15:00	6:30:00	4	0	1	1	1	3	7	-
6:30:00	6:45:00	0	0	0	0	0	0	0	-
6:45:00	7:00:00	3	0	0	0	0	0	3	15
7:00:00	7:15:00	4	0	0	0	0	0	4	14
7:15:00	7:30:00	5	0	0	0	0	0	5	12
7:30:00	7:45:00	6	0	0	0	1	1	7	19
7:45:00	8:00:00	0	0	0	0	0	0	0	16
8:00:00	8:15:00	2	0	0	0	0	0	2	14
8:15:00	8:30:00	0	0	0	0	0	0	0	9
8:30:00	8:45:00	3	0	0	0	0	0	3	5
8:45:00	9:00:00	4	0	0	0	0	0	4	9
9:00:00	9:15:00	5	0	0	0	0	0	5	12
9:15:00	9:30:00	0	1	0	0	0	0	1	13
9:30:00	9:45:00	2	0	0	0	0	0	2	12
9:45:00	10:00:00	2	0	0	0	0	0	2	10
10:00:00	10:15:00	3	0	0	0	0	0	3	8
10:15:00	10:30:00	4	0	0	0	0	0	4	11
10:30:00	10:45:00	0	0	1	0	1	2	2	11
10:45:00	11:00:00	5	0	0	0	0	0	5	14
11:00:00	11:15:00	4	0	0	0	0	0	4	15
11:15:00	11:30:00	6	0	0	0	0	0	6	17
11:30:00	11:45:00	4	0	0	0	0	0	4	19
11:45:00	12:00:00	5	0	0	0	0	0	5	19
12:00:00	12:15:00	7	0	0	0	0	0	7	22
12:15:00	12:30:00	5	0	0	0	0	0	5	21
12:30:00	12:45:00	3	0	0	0	0	0	3	20
12:45:00	13:00:00	5	0	0	0	0	0	5	20
13:00:00	13:15:00	6	1	0	0	0	0	7	20
13:15:00	13:30:00	5	0	0	0	0	0	5	20
13:30:00	13:45:00	6	0	0	0	0	0	6	23
13:45:00	14:00:00	0	0	0	0	0	0	0	18
14:00:00	14:15:00	4	0	0	0	0	0	4	15
14:15:00	14:30:00	6	0	0	0	0	0	6	16
14:30:00	14:45:00	5	0	0	0	0	0	5	15
14:45:00	15:00:00	4	0	0	0	0	0	4	19
15:00:00	15:15:00	4	0	0	0	0	0	4	19
15:15:00	15:30:00	5	0	0	0	0	0	5	18
15:30:00	15:45:00	5	0	0	0	0	0	5	18
15:45:00	16:00:00	4	0	0	0	0	0	4	18
16:00:00	16:15:00	4	0	0	0	0	0	4	18
16:15:00	16:30:00	5	0	0	0	0	0	5	18
16:30:00	16:45:00	0	0	0	0	0	0	0	13
16:45:00	17:00:00	5	0	0	1	0	1	6	15
17:00:00	17:15:00	4	0	1	0	1	2	6	17
17:15:00	17:30:00	3	0	0	1	0	1	4	16
17:30:00	17:45:00	6	0	0	0	0	0	6	22
17:45:00	18:00:00	0	0	0	0	0	0	0	16

Tabla 156. Conteo vehicular día 6

Elaborado por:		Alexander Nauque Villacís		Sentido:			Ambos sentidos		
Vía:		Galápagos-Las Minas		Día:		Sábado	Fecha:		9-dic-23
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	Acumulado por hora	
				2D	2DA	2DB	Total		
6:00:00	6:15:00	6	0	0	0	0	0	6	-
6:15:00	6:30:00	3	0	0	0	1	1	4	-
6:30:00	6:45:00	3	0	1	1	0	2	5	-
6:45:00	7:00:00	0	0	0	0	0	0	0	15
7:00:00	7:15:00	4	0	0	0	0	0	4	13
7:15:00	7:30:00	5	0	0	0	0	0	5	14
7:30:00	7:45:00	5	0	0	0	0	0	5	14
7:45:00	8:00:00	4	0	0	0	0	0	4	18
8:00:00	8:15:00	3	0	0	0	0	0	3	17
8:15:00	8:30:00	3	0	0	0	0	0	3	15
8:30:00	8:45:00	0	0	0	0	0	0	0	10
8:45:00	9:00:00	4	0	0	0	0	0	4	10
9:00:00	9:15:00	5	0	0	0	0	0	5	12
9:15:00	9:30:00	6	1	0	0	0	0	7	16
9:30:00	9:45:00	3	0	0	0	0	0	3	19
9:45:00	10:00:00	0	0	0	0	0	0	0	15
10:00:00	10:15:00	3	0	0	0	0	0	3	13
10:15:00	10:30:00	4	0	0	0	0	0	4	10
10:30:00	10:45:00	5	0	0	0	0	0	5	12
10:45:00	11:00:00	5	0	1	1	0	2	7	19
11:00:00	11:15:00	5	0	0	0	0	0	5	21
11:15:00	11:30:00	0	0	0	0	0	0	0	17
11:30:00	11:45:00	4	0	0	0	0	0	4	16
11:45:00	12:00:00	6	0	0	0	0	0	6	15
12:00:00	12:15:00	5	0	0	0	0	0	5	15
12:15:00	12:30:00	6	0	0	0	0	0	6	21
12:30:00	12:45:00	4	0	0	0	0	0	4	21
12:45:00	13:00:00	5	0	0	0	0	0	5	20
13:00:00	13:15:00	5	1	0	0	0	0	6	21
13:15:00	13:30:00	4	0	0	0	0	0	4	19
13:30:00	13:45:00	4	0	0	0	0	0	4	19
13:45:00	14:00:00	4	0	0	0	0	0	4	18
14:00:00	14:15:00	0	0	0	0	0	0	0	12
14:15:00	14:30:00	6	0	0	0	0	0	6	14
14:30:00	14:45:00	5	0	0	0	0	0	5	15
14:45:00	15:00:00	4	0	0	0	0	0	4	15
15:00:00	15:15:00	4	0	0	0	0	0	4	19
15:15:00	15:30:00	4	0	0	0	0	0	4	17
15:30:00	15:45:00	3	0	0	0	0	0	3	15
15:45:00	16:00:00	3	0	0	0	0	0	3	14
16:00:00	16:15:00	4	0	0	0	0	0	4	14
16:15:00	16:30:00	3	0	0	0	0	0	3	13
16:30:00	16:45:00	4	0	0	0	0	0	4	14
16:45:00	17:00:00	6	0	0	0	0	0	6	17
17:00:00	17:15:00	4	0	1	1	1	3	7	20
17:15:00	17:30:00	4	0	0	0	0	0	4	21
17:30:00	17:45:00	0	0	0	0	0	0	0	17
17:45:00	18:00:00	4	0	0	0	0	0	4	15

Tabla 157. Conteo vehicular día 7

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO							
		"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS LAS PAMPAS Y PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI."							
Elaborado por:		Alexander Nauque Villacís			Sentido:		Ambos sentidos		
Vía:		Galápagos-Las Minas			Día:	Domingo	Fecha:	10-dic-23	
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	Total		
6:00:00	6:15:00	2	0	0	0	0	0	2	-
6:15:00	6:30:00	2	0	0	0	0	0	2	-
6:30:00	6:45:00	3	0	1	1	0	2	5	-
6:45:00	7:00:00	3	0	0	0	0	0	3	12
7:00:00	7:15:00	2	0	0	0	0	0	2	12
7:15:00	7:30:00	0	0	0	0	0	0	0	10
7:30:00	7:45:00	3	0	0	0	0	0	3	8
7:45:00	8:00:00	3	0	0	0	0	0	3	8
8:00:00	8:15:00	4	0	0	0	0	0	4	10
8:15:00	8:30:00	4	0	0	0	0	0	4	14
8:30:00	8:45:00	2	0	0	0	0	0	2	13
8:45:00	9:00:00	2	0	0	0	0	0	2	12
9:00:00	9:15:00	0	0	0	0	0	0	0	8
9:15:00	9:30:00	2	1	0	0	0	0	3	7
9:30:00	9:45:00	3	0	0	0	0	0	3	8
9:45:00	10:00:00	4	0	0	0	0	0	4	10
10:00:00	10:15:00	3	0	0	0	0	0	3	13
10:15:00	10:30:00	3	0	0	0	0	0	3	13
10:30:00	10:45:00	0	0	0	0	0	0	0	10
10:45:00	11:00:00	2	0	0	1	0	1	3	9
11:00:00	11:15:00	3	0	0	0	0	0	3	9
11:15:00	11:30:00	3	0	0	0	0	0	3	9
11:30:00	11:45:00	0	0	0	0	0	0	0	9
11:45:00	12:00:00	2	0	0	0	0	0	2	8
12:00:00	12:15:00	2	0	0	0	0	0	2	7
12:15:00	12:30:00	3	0	0	0	0	0	3	7
12:30:00	12:45:00	2	0	0	0	0	0	2	9
12:45:00	13:00:00	3	0	0	0	0	0	3	10
13:00:00	13:15:00	0	1	0	0	0	0	1	9
13:15:00	13:30:00	2	0	0	0	0	0	2	8
13:30:00	13:45:00	3	0	0	0	0	0	3	9
13:45:00	14:00:00	3	0	0	0	0	0	3	9
14:00:00	14:15:00	2	0	0	0	0	0	2	10
14:15:00	14:30:00	0	0	0	0	0	0	0	8
14:30:00	14:45:00	4	0	0	0	0	0	4	9
14:45:00	15:00:00	2	0	0	0	0	0	2	8
15:00:00	15:15:00	2	0	0	0	0	0	2	8
15:15:00	15:30:00	3	0	0	0	0	0	3	11
15:30:00	15:45:00	2	0	0	0	0	0	2	9
15:45:00	16:00:00	2	0	0	0	0	0	2	9
16:00:00	16:15:00	3	0	0	0	0	0	3	10
16:15:00	16:30:00	2	0	0	0	0	0	2	9
16:30:00	16:45:00	4	0	0	0	0	0	4	11
16:45:00	17:00:00	3	0	0	0	1	1	4	13
17:00:00	17:15:00	0	0	1	0	0	1	1	11
17:15:00	17:30:00	2	0	0	0	0	0	2	11
17:30:00	17:45:00	1	0	0	0	0	0	1	8
17:45:00	18:00:00	2	0	0	0	0	0	2	6