



**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:**

---

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO  
DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE  
LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA”**

---

**AUTOR:** Jenny Paulina Toaquiza Licta

**TUTOR:** Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**Febrero – 2024**

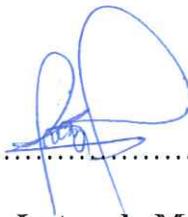
## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: " **EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**", elaborado por la Srta. Jenny Paulina Toaquiza Licta, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1805342993, 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. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.**

**TUTOR**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Jenny Paulina Toaquiza Licta, con C.I. 18053429993 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, bajo el tema: **"EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



.....  
**Jenny Paulina Toaquiza Licta**

**C.I. 1805342993**

**AUTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, febrero 2024



.....

**Jenny Paulina Toaquiza Licta**

**C.I. 1805342993**

**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo experimental realizado por la estudiante Jenny Paulina Toaquiza Licta de la Carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: **"EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



.....  
Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldas, Mg.  
**MIEMBRO CALIFICADOR**



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

## **DEDICATORIA**

Este Trabajo Experimental es dedicado para mis padres María Licta y Raúl Toaquiza por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, con sus valiosos consejos que han sido un faro en este proceso.

También es dedicado a mis hermanos Tannia, Jonathan, Michelle, Mary, Maryuri, quienes han sido un pilar de apoyo emocional y motivación durante todo el camino. Sus palabras de aliento y comprensión han sido fundamentales en los momentos difíciles.

Asimismo, para Jessy y Sandy quienes estuvieron como cómplices de aventuras, gracias por llenar mi vida de risas, confianzas, memes y momentos inolvidables. Son más que mis primas, son amigas.

Y para mis amigos, Wilmer, Nicolás, Liz, Kevin y Adriana compañeros de batallas académicas y los cómplices de risas y desvelos. Ustedes han sido la mejor parte de este viaje, alegrándome los días más grises y celebrando cada pequeño triunfo.

Con amor y gratitud,

*Jenny Toaquiza*

## **AGRADECIMIENTO**

En la culminación de este arduo y apasionante viaje académico, deseo expresar mi agradecimiento en primer lugar a DIOS por guiarme y darme la oportunidad de vivir este proceso.

Agradezco a mis amados padres María y Raúl por ser un apoyo inquebrantable, su constante dedicación, paciencia y ánimo han sido la base sobre la cual he construido mis logros académicos.

De igual forma, mi más profundo agradecimiento va para Jonathan quien es y será la persona más importante en mi vida, es mi guía, mi apoyo, mi cerebro, mi fuente de fortaleza. Sin ti, este logro no sería posible. Gracias por estar siempre a mi lado.

Asimismo, quiero expresar mi sincero agradecimiento al Ing. Mg. Fricson Ludgardo Moreira Cedeño, mi tutor, cuya invaluable colaboración fue esencial para la realización exitosa de este Trabajo de Titulación.

Esta Tesis es el resultado de su amor, sacrificio y guía, a todas las personas que han contribuido de manera invaluable a su realización. GRACIAS.

## 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
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes Investigativos .....	1
1.2. Objetivos .....	5
1.2.1. Objetivo General .....	5
1.2.2. Objetivos específicos .....	5
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA .....	6
2.1. Materiales .....	6
2.2. Métodos .....	8
2.1.1. Fase preliminar .....	8
2.2.2. FASE I .....	11
2.2.3. FASE II.....	22
2.2.4. FASE III.....	28
CAPITULO III.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
3.1. Análisis y discusión de resultados.....	37
3.1.1. FASE I .....	37
3.1.1.1. Análisis del Volumen de Tráfico Vehicular.....	37
3.1.1.2. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) .....	45
3.1.1.3. Deflexiones en la capa de rodadura (Viga Benkelman).....	52
3.1.1.4. Ensayo del Cono de Penetración Dinámico (DCP).....	59
3.1.1.4.1. CBR de Diseño (campo).....	62
3.1.2. FASE II.....	63
3.1.2.1. Análisis Granulométrico .....	63

3.1.2.2. Límites de Atterberg .....	64
3.1.2.3. Ensayo de Abrasión .....	65
3.1.2.4. Proctor Modificado .....	66
3.1.2.5. CBR (Ensayo de Soporte California).....	67
3.1.2.5.1. CBR de Diseño (Laboratorio) .....	67
3.1.3. FASE III.....	69
3.1.3.1. Diseño de la estructura del Pavimento .....	69
3.1.3.2. Plan de mantenimiento .....	74
3.1.3.3. Presupuesto Referencial .....	75
3.2. Verificación de hipótesis .....	77
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
4.1. Conclusiones .....	78
4.2. Recomendaciones .....	80
MATERIALES DE REFERENCIA .....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS .....	86
ANEXO A - TRÁFICO VEHICULAR.....	86
ANEXO B - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).....	93
ANEXO C - DEFLEXIONES (VIGA BENKELMAN) .....	130
ANEXO D - DCP (PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO).....	135
ANEXO E - (CLASIFICACIÓN DE SUELOS NORMA AASHTO).....	142
ANEXO F - (ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO) .....	144
ANEXO G - (LÍMITES DE ATTERBERG).....	153
ANEXO H - ENSAYO DE ABRASIÓN .....	162
ANEXO I - Ensayo Proctor Modificado.....	165
ANEXO J - CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California).....	174
ANEXO K - (NÚMERO ESTRUCTURAL – MÉTODO AASHTO – 93) .....	191
ANEXO L - (TABLA DE VOLÚMENES – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS)	
.....	195
ANEXO M – MAPA DE LA VÍA QUERO – MOCHA DE LA ABSCISA	
4+300 – 8+600 .....	219
ANEXO N – REGISTROS FOTOGRÁFICOS .....	220

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación georreferenciada del proyecto .....	9
Figura 2. Deformaciones en la estructura del pavimento.....	10
Figura 3. Composición de la estructura .....	10
Figura 4. Coeficiente estructural para Carpeta Asfáltica .....	33
Figura 5. Coeficiente estructural para Base Granular .....	34
Figura 6. Coeficiente estructural para Subbase Granular.....	34
Figura 7. Ubicación georreferenciada obtenida mediante Google Earth Pro.....	37
Figura 8. TPDA – Hora pico .....	39
Figura 9. Falla 3 – Agrietamiento en Bloque.....	48
Figura 10. Falla 10 – Grietas Longitudinales y Transversales.....	49
Figura 11. Falla 10 – Grietas Longitudinales y Transversales.....	49
Figura 12. CDV – Máximo Valor Deducido.....	50
Figura 13. Deflectograma.....	58
Figura 14. Diagrama Penetración vs N° de golpes .....	60
Figura 15. Diagrama del CBR de diseño (campo) .....	63
Figura 16. Diagrama del CBR de diseño (laboratorio) .....	68
Figura 17. Coeficiente estructural (a1) – Mezclas Asfálticas .....	70
Figura 18. Coeficiente estructural(a2) – Base Granular.....	71
Figura 19. Coeficiente estructural(a3) – Subbase Granular .....	71
Figura 20. Espesores Subbase, Base y Carpeta Asfáltica .....	73
Figura 21. Espesores Subbase, Base y Carpeta Asfáltica .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos georreferenciados del Origen.....	9
Tabla 2. Datos georreferenciados del Destino .....	9
Tabla 3. Factor de distribución por sentido.....	13
Tabla 4. Clasificación PCI .....	14
Tabla 5. Intervención en el pavimento según su rango .....	15
Tabla 6. Distancia del punto de ensayo de la Viga Benkelman .....	18
Tabla 7. Tipo de deflexión a partir del comportamiento del pavimento y subrasante	21
Tabla 8. Normativa empleada para los ensayos .....	23
Tabla 9. Metodología empleada para el ensayo de Abrasión.....	25
Tabla 10. Granulometría de las muestras de ensayo .....	26
Tabla 11. Clasificación de suelos.....	28
Tabla 12. Índice de Serviciabilidad en función de calidad de la vía.....	30
Tabla 13. Niveles de confiabilidad por tipo de vía .....	31
Tabla 14. Desviación estándar normal $Z_R$ a partir de la confiabilidad.....	31
Tabla 15. Valores recomendados para la desviación estándar ( $S_o$ ).....	32
Tabla 16. Capacidad de drenaje .....	35
Tabla 17. Coeficientes de drenaje recomendados .....	35
Tabla 18. Tipos de mantenimiento en una vía .....	36
Tabla 19. Datos georreferenciados de la estación .....	37
Tabla 20. Vehículos acumulados por hora.....	38
Tabla 21. TPDA – Hora pico .....	39
Tabla 22. TPDA Actual.....	40
Tabla 23. Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA.....	42
Tabla 24. Factores de daño según el tipo de vehículo.....	44
Tabla 25. Datos empleados para el cálculo del PCI.....	45
Tabla 26. Datos de unidad de muestreo .....	47
Tabla 27. Determinación del PCI.....	50
Tabla 28. Resumen del análisis de las unidades de muestreo .....	51
Tabla 29. Distancias empleadas – Medición Deflexiones .....	52
Tabla 30. Deflexiones .....	52
Tabla 31. Correcciones de Deflexión.....	53
Tabla 32. Corrección de deflexiones por temperatura .....	53

Tabla 33. Factores de corrección por estacionalidad .....	54
Tabla 34. Deflexiones corregidas por estacionalidad .....	54
Tabla 35. Radio de curvatura .....	55
Tabla 36. Desviación estándar .....	56
Tabla 37. Clasificación de los tipos de deflexión .....	57
Tabla 38. Ensayo DCP (punto 1) .....	59
Tabla 39. Resultados DCP .....	60
Tabla 40. Resultados DCP .....	61
Tabla 41. Resultados DCP .....	61
Tabla 42. Resultados DCP .....	61
Tabla 43. Cálculo del CBR de diseño (campo).....	62
Tabla 44. Valor de Porcentil para Diseño de la Subrasante.....	62
Tabla 45. Clasificación del suelo de subrasante.....	64
Tabla 46. Clasificación del suelo de material granular .....	64
Tabla 47. Resultados obtenidos del Límite de Atterberg - Subrasante .....	64
Tabla 48. Resultados obtenidos del Límite de Atterberg – Material Granular .....	65
Tabla 49. Resultados del desgaste de Abrasión .....	65
Tabla 50. Ensayo de Proctor Modificado - Subrasante.....	66
Tabla 51. Ensayo de Proctor Modificado – Material Granular .....	66
Tabla 52. Ensayo CBR – Subrasante .....	67
Tabla 53. Ensayo CBR – Material Granular .....	67
Tabla 54. Cálculo del CBR de diseño (laboratorio).....	68
Tabla 55. Datos recopilados .....	69
Tabla 56. Resumen datos obtenidos para el diseño del pavimento.....	72
Tabla 57. Espesores para el diseño de la estructura del Pavimento .....	73
Tabla 58. Espesores para el diseño de la estructura del Pavimento .....	74
Tabla 59. Presupuesto Referencial .....	76

## RESUMEN EJECUTIVO

La trascendencia de la vía Quero-Mocha radica en su función crucial al conectar dos cantones con una destacada producción agrícola en la provincia de Tungurahua. En este contexto, se ejecutaron actividades como el conteo vehicular y un análisis minucioso de la subrasante y el material granular, acompañados de una evaluación detallada de la capa de rodadura.

Se empleó una metodología cuantitativa, cualitativa y descriptiva la que fue guiada mediante las normas ASTM, AASHTO, MTOP, se recolectaron datos de las deficiencias tanto superficiales como estructurales estudiadas en laboratorio y campo, realizando actividades como el TPDA, la deflexión de la superficie reveló un comportamiento aceptable. Empleando el método PCI, se obtuvo la necesidad de mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción en la vía. Se realizó el ensayo DCP con un CBR en campo del 21.055 por ciento. Para extraer muestras, se realizaron calicatas cada kilómetro a lo largo de la vía. Los resultados revelaron que la subrasante está compuesta por arena fina no plástica A-3, y el material granular presenta una composición de fragmentos de roca, grava y arena A-1-b, ambas clasificadas de excelente a bueno. Se obtuvo un CBR del 24.15 por ciento para la subrasante, datos necesarios para generar el plan de mantenimiento.

Como resultado se elaboró un plan de mantenimiento destinado a asegurar la óptima condición de la vía, con un presupuesto referencial de 462,218.55 dólares. Los análisis de laboratorio identificaron los materiales de la carretera, lo cual se consideró para optimizar los costos de construcción.

**Palabras clave:** Tráfico Proyectado, PCI, Deflexiones, DCP, CBR, Mantenimiento vial, Presupuesto.

## ABSTRACT

The significance of the Quero-Mocha road lies in its crucial role connecting two cantons with prominent agricultural production in the Tungurahua province. Activities such as traffic counting and a thorough analysis of the subgrade and granular material, accompanied by a detailed evaluation of the pavement layer, were carried out in this context.

A quantitative, qualitative, and descriptive methodology guided by ASTM, AASHTO, MTOP standards was employed. Data on both surface and structural deficiencies were collected through laboratory and field studies, including activities such as TPDA, surface deflection revealing acceptable behavior. Using the PCI method, the need for periodic maintenance, rehabilitation, and reconstruction on the road was determined. The DCP test with a field CBR of 21.055 percent was conducted. Soil samples were extracted through pits every kilometer along the road. Results unveiled that the subgrade consists of non-plastic fine sand A-3, and the granular material features a composition of rock fragments, gravel, and sand A-1-b, both classified as excellent too good. A CBR of 24.15 percent was obtained for the subgrade, crucial data for generating the maintenance plan.

As a result, a maintenance plan was devised to ensure the optimal condition of the road, with a reference budget of \$462,218.55. Laboratory analyses identified the road materials, considered to optimize construction costs.

**Keywords:** Projected Traffic, PCI, Deflections, DCP, CBR, Road Maintenance, Budget.

## **CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes Investigativos**

En el mundo actual, que está cada vez más conectado y experimenta un mayor intercambio de bienes y servicios, las carreteras han ganado una importancia significativa. Se han convertido en arterias vitales que fomentan la competitividad económica y el progreso social. Es esencial disponer de infraestructuras viales que garanticen un tráfico seguro, cómodo y fluido, y esto implica mantener en óptimas condiciones el pavimento, que es un componente fundamental de las vías. Dependiendo de la evaluación del pavimento, se pueden llevar a cabo dos tipos de conservación: la conservación funcional y la conservación estructural. La conservación funcional se enfoca en restaurar las características de la superficie, como la textura, la regularidad longitudinal y transversal, y, al hacerlo, también influye en el comportamiento estructural del pavimento. Por otro lado, la conservación estructural se describe comúnmente como "refuerzo del pavimento" y se centra en la mejora de la resistencia y la capacidad de carga del pavimento. [1]

Se prevé que de aquí a 2050 se construirán en todo el mundo 25 millones de kilómetros de nuevas carreteras pavimentadas, cantidad suficiente para rodear el planeta más de 600 veces. Aproximadamente el 90% de las nuevas carreteras se construirán en países en desarrollo, frecuentemente en Regiones tropicales y subtropicales con alta biodiversidad y valores ambientales. Muchas naciones en desarrollo están pidiendo prestado a prestamistas internacionales o negociando el acceso a sus recursos naturales para expandir su infraestructura de transporte. En contextos y lugares diferentes, las nuevas carreteras pueden promover importantes beneficios económicos y sociales. Sin embargo, las nuevas carreteras pueden provocar graves sobrecostos, corrupción y daños ambientales. Se necesita un enfoque más precautorio para reducir los riesgos y al mismo tiempo maximizar los beneficios de los nuevos proyectos de carreteras. [2]

En Colombia, en las últimas tres décadas, se han observado un aumento tanto en el número de vehículos como en su capacidad de carga, lo que resulta en un mayor estrés y deformación en las capas de asfalto. Para hacer frente a estas cargas más elevadas, es necesario utilizar materiales asfálticos como mejores propiedades que las convencionales. Se han realizado investigaciones a nivel nacional e internacional con

el objetivo de mejorar las características de los materiales y las mezclas asfálticos, así como reducir su susceptibilidad térmica. La mayoría de las investigaciones previas sobre asfalto modificado han empleado elastómeros como agentes de mejora en las características de los materiales y las mezclas asfálticos, así como reducir su susceptibilidad térmica.[3]

La infraestructura vial a nivel global es de gran importancia a nivel nacional, ya que las carreteras óptimas son las que garantizan la capacidad de exportación. El propósito del mantenimiento vial es satisfacer las necesidades de los usuarios. Al analizar y considerar los resultados de diversas investigaciones y los fundamentos teóricos presentados por diferentes autores, se comprende que el mantenimiento preventivo es una de las acciones que contribuyen a prevenir accidentes de tránsito. [4]

En el ámbito del mantenimiento vial, la decisión estratégica principal se centra en determinar el estándar mínimo deseado y en identificar cuándo y dónde intervenir en una red de carreteras. Al implementar la opinión de los usuarios en este proceso, ya sea a través de mecanismos de participación ciudadana o teniendo en cuenta los estándares, se busca tener momentos de intervención que brinden beneficios a los usuarios, considerando sus necesidades de movilidad, accesibilidad y nivel de servicio. Un ejemplo ilustrativo de esto es la consideración de la opinión de los usuarios en la definición de umbrales de intervención en pavimentos. [5]

Por su parte en Ecuador, la mayor parte del comercio nacional e internacional se realiza sobre vías que utilizan principalmente pavimento flexible. Pese a los esfuerzos del gobierno por aumentar las comunicaciones en todo el país, todavía hay algunas vías con mucho tráfico que no mantienen su calidad durante toda su vida útil. Esto se puede mejorar utilizando materiales fundidos en la base o subbase. Es conocido que el tráfico intensivo requiere de una base de alta resistencia en los pavimentos flexibles para soportar las cargas provocadas por los vehículos, por lo que se utilizan variantes en las que en los materiales granulares se emplean diversos ligantes asfálticos, que mejoran significativamente las propiedades del árido. [6]

Por otro lado, las vías dentro del Cantón Quero están en buenas condiciones, pero aún hay algunas que han sido olvidadas debido a la falta de recursos, lo que ha llevado a que los pobladores tengan que viajar en constante peligro. Actualmente, existen vías

de tierra con pequeños tramos empedrados, lo que dificulta la circulación de vehículos debido a los numerosos baches en todo el trayecto y su insuficiente ancho para el paso de dos vehículos. Los habitantes de la zona, dedicados a la agricultura y ganadería, necesitan un plan de red vial, ya que les permitiría cambiar a los usuarios su estilo de vida. [7]

En el ámbito de la ingeniería vial, los indicadores de la resistencia al corte del suelo bajo condiciones dinámicas se expresan a través del módulo resiliente. Según las pautas de las ediciones 2002 y 2008 de AASHTO, el módulo resiliente, que se determina mediante un ensayo directo conocido como triaxial dinámico, se considera la opción más confiable, aunque resulta bastante costosa. Como alternativa de segundo nivel, se puede determinar el módulo resiliente correlacionándolo con el ensayo CBR. Por último, como tercera opción, la guía sugiere obtenerlo mediante correlaciones que involucran el ensayo DCP, seguido por el CBR y, finalmente, el módulo resiliente. El número CBR de campo se calcula en función de la relación entre la carga unitaria (en libras por pulgada cuadrada) necesaria para lograr penetraciones de 0.1 y 0.2 pulgadas del pistón de área de 19.4 cm<sup>2</sup> en una muestra in situ con condiciones de humedad y densidad natural. Esta razón de penetración se relaciona con la capacidad de soporte in situ, similar a lo que se estima con el ensayo CBR in situ (Razón de Soporte de California). [8]

En cuanto a las capas que componen la estructura del pavimento incluyen la subbase, la base y la carpeta asfáltica en pavimentos flexibles, así como la subbase y la losa de concreto hidráulico en pavimento rígidos. En ambos casos, el tipo y las características de la subrasante juegan un papel fundamental en los requisitos y el rendimiento futuro de la estructura del pavimento. La subrasante puede estar compuesta por el suelo en su estado natural o por suelo mejorado a través de métodos como geos sintéticos, procesos mecánicos o químicos. Para subrasantes que se componen de suelos finos, algunas investigaciones recientes han revelado que la subrasante en general en un 80 %, es la principal influencia en las deformaciones de la estructura del pavimento.[9]

Ahora bien, el empleo de materiales tratados con sustancias hidráulicas o ligantes asfálticos se ha vuelto una solución común en la construcción de bases y subbases de carreteras, debido a la necesidad de lograr altos niveles de rendimiento, en respuesta al aumento en la repetición y magnitud de las cargas del tráfico automotor. La adición

de aditivos refuerza las capas de pavimento y mejora su durabilidad con el tiempo. Con el fin de valorar la efectividad de uno de estos tratamientos, se tomó un material granular con alta plasticidad que no cumple con los requisitos para ser utilizado como subbase de carreteras, y se le agregó una emulsión asfáltica catiónica para observar cómo esta modificación afecta su desempeño en condiciones de laboratorio. Los resultados han sido favorables, ya que se ha observado un aumento en la resistencia al CBR después de la inmersión y en la resistencia conservada. También se describen las alteraciones que este tipo de tratamiento introduce en el comportamiento de una estructura de pavimento, en la que se ha sustituido una subbase tradicional sin aglomerantes por una subbase estabilizada con emulsión, empleando el procedimiento de la Guía de Diseño AASTHO (Asociación Estadounidense de funcionarios de Carreteras y Transporte del Estado). [6]

Por consiguiente, la evaluación estructural de pavimentos flexibles mediante la viga Benkelman se lleva a cabo con el propósito de entender el estado de dichos pavimentos y, posteriormente, realizar labores de mantenimiento o rehabilitación en caso necesario. En redes viales con un alto volumen de tráfico, es esencial que el pavimento sea de tipo flexible, lo que significa que está compuesto por múltiples capas de materiales asfálticos diseñados para soportar cargas vivas, como las generadas por vehículos, además de cumplir con requisitos de superficie de rodadura uniforme, resistencia al deslizamiento, impermeabilidad y durabilidad frente a las condiciones climáticas y ambientales. Es crucial que las autoridades consideren la evaluación estructural utilizando la viga Benkelman como su enfoque principal, ya que esta técnica ayuda a identificar y cuantificar la necesidad de realizar un mantenimiento preventivo o una rehabilitación cuando el pavimento presenta signos de deterioro. [10]

Finalmente, es fundamental comprender que la importancia del mantenimiento regular de una vía reside en cumplir con lo establecido para dicho propósito. Si no se respeta este calendario, la carretera inevitablemente entrará en un proceso de deterioro gradual, que a menudo conduce a fallas casi imperceptibles. Con el tiempo, este deterioro se acentúa, lo que puede desembocar en un colapso estructural y llevar la vía a una etapa en la que su degradación es tan extrema que termina por destruir por completo la vía. [11]

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar la condición superficial y de la estructura del pavimento de la vía Quero – Mocha abscisa 4+300 - 8+600, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua, con el fin de determinar su estado actual e identificar la necesidad de plantear un plan de mantenimiento y rehabilitación para mejorar su durabilidad, seguridad y funcionalidad.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el volumen de tráfico, el índice de Condición de Pavimento (PCI) y la extracción de muestras necesarias para determinar las características de las capas del pavimento de la vía Quero Mocha abscisa 4+300 - 8+600, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.
- Analizar los resultados de la evaluación superficial y de la estructura del pavimento obtenidas en campo de la vía Quero Mocha abscisa 4+300 - 8+600, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.
- Determinar el presupuesto necesario para llevar a cabo un plan de mantenimiento de la vía Quero Mocha abscisa 4+300 - 8+600, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.

## CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

Con el fin de llevar a cabo el presente proyecto se consideraron tres fases, las cuales se expondrán a continuación:

**Primera fase:** Evaluar el volumen de tráfico, el Índice de Condición de Pavimento (PCI) y la extracción de muestras necesarias para determinar las características de las capas del pavimento de la vía Quero – Mocha abscisa 4+300 – 8+600, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.

**Segunda fase:** Analizar los resultados de la evaluación superficial y de la estructura del pavimento obtenidos en campo de la vía Quero – Mocha abscisa 4+300 – 8+600, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.

**Tercera fase:** Determinar el presupuesto necesario para llevar a cabo un plan de mantenimiento de la vía Quero Mocha abscisa 4+300 - 8+600, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.

### 2.1. Materiales

Para el desarrollo del proyecto se emplearon materiales con el fin de cumplir las distintas actividades realizadas en cada fase, y se presentan a continuación.

En la primera fase se partió con el Volumen de tráfico (TPDA), para dicha actividad se empleó el software Excel para el registro de datos.

Seguidamente, se estudió el índice de Condición de Pavimento (PCI), empleando el software Excel para calcular de los tramos a analizar y registrar datos. Así mismo, se ocupó una cinta métrica de 50 metros, un flexómetro de 5m, así como diversas herramientas menores.

Posteriormente, se llevó a cabo el ensayo de la viga Benkelman utilizando una viga marca CONTROLS versión 80-BO180, obtenida del laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato. Además, se empleó una volqueta marca Hino, cargada con 8,2 toneladas de material con una capacidad de 10 m<sup>3</sup>. Así mismo, un termómetro manual Serie TTX.

Más adelante, se llevó a cabo el ensayo de CBR en campo, realizando calicatas de dimensiones 1 x 1 m. En este proceso, se empleó el equipo de Cono de Penetración

Dinámico (DCP), proporcionado por el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato. La extracción de muestras se efectuó utilizando herramientas como un azadón de la marca Dego, una pala de mango en forma de anilla tipo D, una barra metálica tipo pico y un flexómetro de 5 m.

En la segunda fase, se inició con la realización del ensayo de granulometría (según NTE INEN 696; ASTM D 422, AASHTO T 88) utilizando las muestras recolectadas en el sitio. Para este procedimiento, se emplearon nueve tamices de la marca Controls con un diámetro de 25 cm y diferentes números de malla (#4, #8, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200) destinados a la subrasante. Asimismo, para el material granular, se utilizaron tamices de malla cuadrada con números de malla (3'', 2'', 1 1/2'', 1'', 3/4'', 3/8'', #4). En el desarrollo de este proceso, se emplearon instrumentos como una balanza electrónica y una tamizadora eléctrica, con un rango de voltaje de 110 a 220 V, proporcionados por el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato.

Seguidamente, se llevó a cabo el ensayo de abrasión, para el cual se empleó un recipiente redondo metálico, una balanza electrónica, y una máquina de Los Ángeles con un diámetro interno de aproximadamente 20 pulgadas y una longitud de alrededor de 20 pulgadas. Además, se emplearon 12 bolas de acero, un tamiz metálico #12 con un diámetro de 25 cm y un horno eléctrico con dimensiones de 648 x 610 x 508 mm, con capacidad para ajustar la temperatura hasta 450 °F (232 °C), operando a un voltaje de 110 V.

Posteriormente, se realizó el ensayo del Límite Líquido (NTE INEN 691; ASTM D 4318, AASHTO T-89) a partir de las muestras extraídas. Este proceso implicó el empleo de recipientes redondos, Acanaladores, Copa de Casagrande marca 22-T0030/F con un diámetro interno de aproximadamente 2.9 pulgadas (7.37 cm) y una altura de alrededor de 2 pulgadas (5.08 cm), una balanza electrónica y un horno eléctrico con dimensiones de 648 x 610 x 508 mm y una capacidad de ajuste de temperatura hasta 450 °F (232 °C) operando a un voltaje de 110 V.

Así mismo, se realizó el ensayo del Límite Plástico (NTE INEN 692; ASTM D 4318, AASHTO T-90), para lo cual se emplearon recipientes redondos, un mortero, una placa de vidrio de 20 x 20 cm, una espátula con mango de madera de 10 x 3 cm, un

horno eléctrico con un voltaje de 110 V de dimensiones 648 x 610 x 508 mm, con una temperatura regulable de hasta 450 °F (232 °C) y una balanza electrónica.

Más adelante, se efectuó el ensayo del Proctor Modificado (ASTM D – 1557; AASHTO T – 180), con las muestras extraídas in situ, para el mismo se usó una probeta graduada con forma alta de plástico marca Blaubrand clase A con un volumen nominal de 200 ml, un molde Proctor con un diámetro interno de 152.4 mm, un martillo de 10 lb tipo HM-550, unas bandejas de 70 x 70, una retorta de 25 cm de diámetro, una balanza electrónica, y un tamiz metálico #4 con un diámetro de 25 cm.

Seguidamente, se ejecutó el ensayo de CBR (ASTM D-1883, AASHTO T-193), para ello se utilizó recipientes metálicos redondos de 648 x 610, una bandeja de 70 x 70, un molde cilíndrico de metal, un molde Proctor con un diámetro interno de 152.4 mm, un martillo de 10 lb tipo HM-550, una pesa ranurada de 50 gr tipo V-11277, una máquina multi speed con una capacidad de 50 kN para ensayos de compresión, y una balanza electrónica.

En la última fase se realizó como primera instancia el diseño de la estructura del pavimento para el cual se empleó el programa computacional Excel y el programa del método AASHTO – 93 para diseño de pavimentos, así mismo se realizó el plan de mantenimiento y el presupuesto referencial en donde se empleó el programa computacional Excel. Para los planos de la implantación y ubicación de la vía Quero – Mocha, se empleó un software de dibujo de Autodesk denominado Civil 3D.

## **2.2. Métodos**

En el presente proyecto técnico, se empleará una metodología precisa y estructurada con el fin de alcanzar los objetivos establecidos de manera eficiente. La metodología propuesta abarca la fase preliminar y tres fases claramente definidas.

### **2.1.1. Fase preliminar**

La implementación de un plan de mantenimiento para la vía Quero-Mocha se justifica en función de garantizar la seguridad vial, prolongar la vida útil de la infraestructura y mejorar la eficiencia del transporte. La carretera, al ser una vía vital para la conectividad regional, requiere intervenciones preventivas y correctivas para preservar

su condición, minimizar riesgos y asegurar la funcionalidad continua, promoviendo así el desarrollo sostenible de la zona.

El presente proyecto se realizó desde la abscisa 4+300 – 8+600 de la vía Quero – Mocha ubicada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.

*Tabla 1. Datos georreferenciados del Origen*

<b>Nombre:</b>	<b>ORIGEN</b>
<b>Zona:</b>	UTM - WGS 84 17 S
<b>Coordenada Este:</b>	763353.00 m E
<b>Coordenada Norte:</b>	9843808.00 m S
<b>Elevación:</b>	3110 m

Autoría Propia

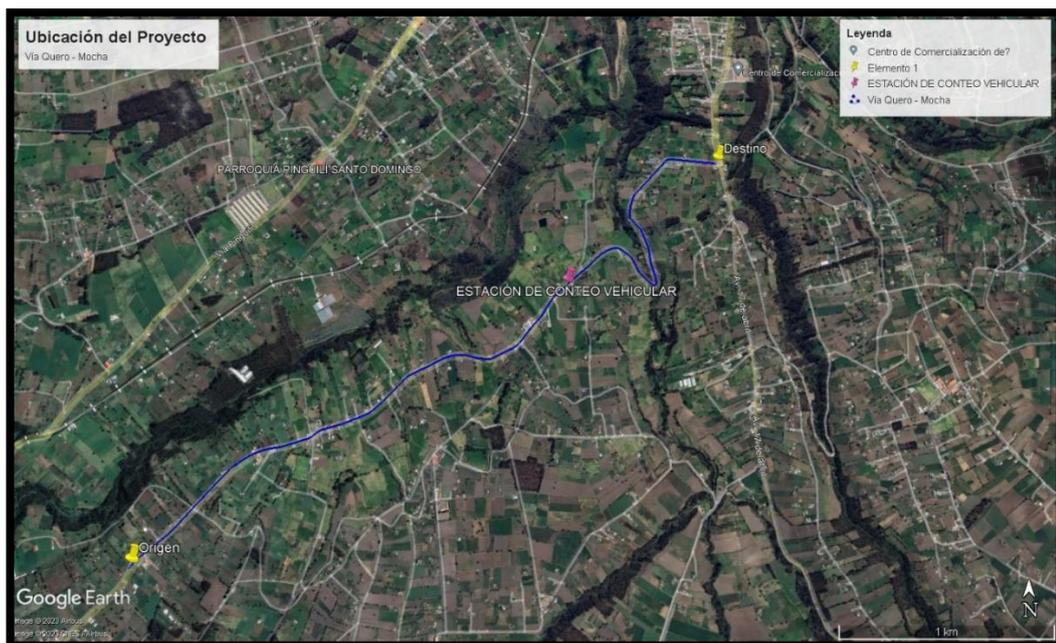
*Tabla 2. Datos georreferenciados del Destino*

<b>Nombre:</b>	<b>DESTINO</b>
<b>Zona:</b>	UTM - WGS 84 17 S
<b>Coordenada Este:</b>	766260.83 m E
<b>Coordenada Norte:</b>	9845849.36 m S
<b>Elevación:</b>	3015 m

Autoría Propia

Ubicación del proyecto:

*Figura 1. Ubicación georreferenciada del proyecto*



**Fuente:** Google Earth

Durante la inspección visual, se identificaron diversas deficiencias en la estructura del pavimento, destacando grietas, baches y huecos. El análisis de la estructura reveló una composición que incluye carpeta asfáltica, material granular y subrasante, con espesores aproximados de 7 cm para la carpeta asfáltica y 12 cm para el material granular.

**Figura 2.** *Deformaciones en la estructura del pavimento*



Autoría Propia

**Figura 3.** *Composición de la estructura*



Autoría Propia

Estos hallazgos subrayan la importante necesidad de llevar a cabo una evaluación minuciosa de la condición superficial y estructural de la vía Quero - Mocha. Este análisis es esencial para la planificación y ejecución de un plan de mantenimiento integral que garantice la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial.

### 2.2.2. FASE I

En esta etapa, se describirá minuciosamente el procedimiento y la metodología utilizada para la determinación del Volumen de Tráfico Diario Anual (TPDA), la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), el cálculo de las deflexiones y la ejecución del ensayo mediante el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP).

#### - Volumen de Tráfico Diario Anual (TPDA)

En el marco de la evaluación del Volumen de Tráfico Diario Anual (TPDA), se adoptó un enfoque integral que combina métodos cualitativos y cuantitativos, incluyendo la aplicación del método de la treintava hora que es un método alternativo empleado. El método cualitativo posibilitó la aclaración y obtención de información a través de datos descriptivos, mientras que el método cuantitativo facilitó la explicación de la información mediante datos numéricos.

Para determinar el Volumen de Tráfico inicialmente se seleccionó un punto específico en la vía Quero – Mocha para recopilar la información pertinente, llevando a cabo esta tarea manualmente. La duración de la recopilación de datos puede variar según los requisitos y la precisión deseada, abarcando desde uno hasta varios días.

Una vez obtenidos los datos del TPDA, se procedió al análisis con el propósito de determinar el número total de vehículos que pasaron por la estación de conteo durante el período de recopilación. Para lograr esto, se registró el flujo de tráfico diario, proporcionando así una estimación precisa del tráfico en un día típico.

$$Acuml_{intervalo (hora)} = \sum de veh\acute{u}culos \quad (Ec. 1)$$

Ahora bien, la MTOP 2003[12] nos plantea que se emplea un valor de k del 10 % para zonas urbanas, mientras que el 15 % para zonas rurales.

$$TPDA_{(tipo\ de\ veh\acute{u}culo)} = \frac{TPDA * 100}{k} \quad (Ec. 2)$$

$$TPDA_{actual} = \sum de TPDA_{(tipo\ de\ veh\acute{u}culo)} \quad (Ec. 3)$$

La planificación del tráfico futuro se fundamenta en el análisis del flujo vehicular actual y la proyección del incremento anticipado en dicho flujo durante el periodo de diseño elegido. Para determinar al Tráfico Proyectado se empleó la siguiente fórmula:

$$TP = TA * (1 + r)^n$$

(Ec. 4)

Donde:

*TP*: Tráfico Proyectado

*r*: Índice de crecimiento

*n*: Número de años proyectados

El "número de ejes equivalentes" es una métrica crucial para evaluar la carga vehicular de manera simplificada. Su comprensión y aplicación son esenciales para decisiones de diseño y mantenimiento de carreteras, ya que influye directamente en la capacidad y durabilidad de la infraestructura. Para la ejecución del número de ejes equivalentes se emplearon las siguientes fórmulas tomadas de la AASHTO 93 (Diseño de Pavimentos) [13].

Factores de daño según el tipo de vehículo:

$$Simple = \left(\frac{P}{6.6}\right)^4$$

(Ec. 5)

$$Simple\ doble = \left(\frac{P}{8.2}\right)^4$$

(Ec. 6)

$$Tandem = \left(\frac{P}{15}\right)^4$$

(Ec. 7)

$$Tridem = \left(\frac{P}{23}\right)^4$$

(Ec. 8)

Número de ejes equivalentes acumulado:

$$W_{18 \text{ acumulado}} = \left[ \sum (TPDA * FD) \right] * 365$$

(Ec. 9)

Número de ejes equivalentes por sentido:

$$W_{18 \text{ por sentido}} = \frac{W_{18 \text{ acumulado}}}{2}$$

(Ec. 10)

Número de ejes equivalentes para el carril de diseño:

Para el número de ejes equivalentes para el carril de diseño se empleó la siguiente tabla que nos permitió determinar el factor de distribución por carril en porcentaje.

**Tabla 3. Factor de distribución por sentido**

No. de carriles en cada sentido	% de W18 en el carril de diseño
1	100
2	90
3	70
4	62,5

**Fuente:** AASHTO 93 – Diseño de Pavimentos

Cabe mencionar que la precisión al determinar el TPDA se vincula estrechamente con la duración y representatividad del período de conteo, así como con la elección acertada de estaciones de conteo en las calles. Es probable que ajustes y correcciones adicionales sean necesarios para mejorar la precisión de los resultados.

- **Índice de Condición del Pavimento (PCI)**

Seguidamente, para llevar a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se empleó un método descriptivo basado en la observación directa, este método se empleó con el fin de identificar las fallas existentes. También se empleó el método cualitativo que posibilitó la aclaración y obtención de información a través de datos descriptivos, y el método cuantitativo que facilitó la clarificación de la información mediante datos numéricos.

Inicialmente, se llevó a cabo una inspección visual exhaustiva de la superficie del pavimento, abarcando la totalidad de la carretera o área correspondiente. Durante este proceso de evaluación, se identificaron y registraron distintas características, tales como grietas, baches, deformaciones y erosiones, categorizándolas conforme a las 19 fallas definidas en el manual del PCI. Este análisis se realizó por tramos que fueron identificados a través de cálculos pertinentes.

A cada falla se le asignó un valor numérico que refleja su severidad. Este enfoque detallado posibilita una evaluación precisa y exhaustiva de la condición del pavimento. Este valor numérico refleja la condición general del pavimento en una escala del 0 al 100, donde 100 indica un estado ideal y 0 señala un pavimento completamente deteriorado. Los resultados del PCI ofrecen una evaluación objetiva de las condiciones viales, facilitando a los administradores de carreteras y a los ingenieros civiles la toma de decisiones informadas sobre el mantenimiento y las reparaciones necesarias.

En la tabla siguiente se detallan los distintos rangos de clasificación. Este recurso se configura como una herramienta fundamental para la categorización y comprensión de los datos recopilados, facilitando la interpretación de las diversas clasificaciones asignadas.

**Tabla 4. Clasificación PCI**

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

**Fuente:** ASTM D6433-18

La clasificación de los tipos de falla se realizó según la severidad observada, y estos rangos fueron designados mediante la siguiente nomenclatura:

**Bajo (Low – L):** El vehículo experimenta vibraciones suaves que no causan molestias a sus ocupantes.

**Medio (Medium – M):** El vehículo experimenta vibraciones más intensas, generando incomodidad y requiriendo una reducción de la velocidad como medida necesaria.

**Alto (High – H):** Las vibraciones resultan molestas y existe riesgo de daños al vehículo si no se reduce significativamente la velocidad.

*Tabla 5. Intervención en el pavimento según su rango*

Rango PCI		Intervención
100	85	Mantenimiento Rutinario
85	70	
70	55	Mantenimiento Periódico
55	40	
40	25	Rehabilitación
25	10	Reconstrucción
10	0	

**Fuente:** ASTM D6433-18

A continuación, fue necesario establecer la longitud de las unidades de muestreo (L), dividiendo el área de muestreo por el ancho promedio de la vía.

$$L = \frac{A}{Av}$$

(Ec. 11)

Donde:

L: Longitud de unidad de muestreo

A: Área muestreo

Av: Ancho promedio de la vía

Posteriormente, se procedió al cálculo de las unidades de muestreo totales (N) mediante la división de la longitud total del tramo de la vía entre la longitud correspondiente a cada unidad de muestreo.

$$N = \frac{L_T}{L}$$

(Ec. 12)

Donde:

N: Número de unidades de muestreo

L<sub>T</sub>: Longitud del tramo de vía

Para determinar las unidades mínimas de muestreo ( $n$ ), se aplicó la fórmula siguiente:

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

(Ec. 13)

Donde:

$n$ : Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.

$e$ : Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ( $e = 5\%$ ).

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Al dividir el número de unidades de muestreo entre el número mínimo de unidades de muestreo, se logró obtener el intervalo de muestreo ( $i$ ).

$$i = \frac{N}{n}$$

(Ec. 14)

Donde:

$N$ : Número total de unidades de muestreo

$n$ : Número mínimo de unidades para evaluar.

$i$ : Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

Para el número máximo de valores deducidos se empleó la siguiente formula:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - MáxDV)$$

(Ec. 15)

Donde,

$m$ : Número máximo admisible de valores deducidos

$MáxDV$ : Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

Finalmente hallamos el Índice de Condición del Pavimento:

$$PCI = 100 - MáxC DV$$

(Ec. 16)

Es relevante destacar que hay diversas metodologías para calcular el PCI y con ello determinar la condición del pavimento, por ello es por lo que las agencias de transporte y autoridades viales pueden contar con protocolos propios de evaluación.[14]

- **Deflexiones en la capa de rodadura (Viga Benkelman)**

A continuación, para calcular las deflexiones, se empleó un enfoque que combina métodos cualitativos y cuantitativos mediante el uso de la Viga Benkelman, conforme a la norma AASHTO T-256 [15]. Estos métodos se emplearon debido a que el método cualitativo posibilitó la aclaración y obtención de información a través de datos descriptivos, mientras que el método cuantitativo facilitó la clarificación de la información mediante datos numéricos.

El proceso implica los siguientes pasos: antes del ensayo, se realizó una limpieza exhaustiva de la superficie del pavimento para garantizar la ausencia de escombros u obstáculos que pudieran afectar las mediciones. Luego, se posicionó el deflectómetro Benkelman, un dispositivo de medición especializado, sobre el pavimento, y se aplicó una carga estática de 8.2 toneladas, según las regulaciones locales. Las deflexiones se tomaron cada 500 m debido a la longitud de la vía, y se ubicaron siguiendo la normativa a distancias de 0, 25, 50, 100, 250, 500, y 800. La información encontrada proporcionó datos valiosos sobre la condición estructural del pavimento, lo que es crucial para evaluar su durabilidad y determinar si se requieren acciones de mantenimiento o reparación.

Durante la aplicación de la carga, se registraron las deflexiones en puntos específicos del pavimento. El indicador de desplazamiento del deflectómetro midió con precisión la magnitud de cada deflexión. La tabla siguiente muestra que, a partir del ancho del carril, se pudo determinar la distancia a la cual se debían tomar las deflexiones. Este método integral proporciona una evaluación detallada y precisa de las condiciones del pavimento.

**Tabla 6.** Distancia del punto de ensayo de la Viga Benkelman

Ancho de carril (m)	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento (m)
2.7	0.45
3.0	0.60
3.3	0.75
3.6 o más	0.90

**Fuente:** AASHTO T256

Los registros de deflexión obtenidos durante el ensayo de la viga Benkelman se emplean para calcular la deflexión relativa, la cual representa la disparidad entre la deflexión bajo carga y la deflexión inicial del pavimento sin carga. Además, es posible calcular otros parámetros como el módulo de resiliencia y el coeficiente de soporte estructural, según los objetivos del análisis. [15]

$$D = RB * (Df - Do)$$

(Ec. 17)

Donde,

*D*: Deflexiones medidas

*RB*: Relación del brazo de la viga

*Df*: Deflexión final

*Do*: Deflexión inicial

Por otro lado, para la corrección de deflexiones por Temperatura se empleó la siguiente formula:

$$D_c = \frac{D_t}{[k * (T^\circ - 20^\circ C) * e + 1]}$$

(Ec. 18)

Donde:

*D<sub>c</sub>*: Deflexión corregida por temperatura.

$D_t$ : Deflexión en centésimas de milímetro a la temperatura  $t$ .

$k$ : Coeficiente igual a  $1 \cdot 10^{-3}$  ( $1/\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}$ ).

$T$ : Temperatura de asfalto medida para cada ensayo.

$e$ : Espesor de la carpeta asfáltica en cm.

Así mismo para para la corrección por estacionalidad se utilizó la siguiente ecuación:

$$D = 1.2 * D_{20^\circ\text{C}}$$

(Ec. 19)

Para el radio de curvatura aplicamos la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{10 * 25^2}{2 * (D_0 - D_{25})}$$

(Ec. 20)

Donde:

$R_c$ : Radio de curvatura

$D_0$ : Deflexión en 0 m

$D_{25}$ : Deflexión a 0.25 m

Para obtener la desviación estándar aplicamos la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{(n - 1)}}$$

(Ec. 21)

Donde:

$D_i$ : Deflexión Inicial

$\bar{D}$ : Deflexión Promedio

$n$ : Número de estacione estudiadas

Ahora se empleó la siguiente fórmula para la deflexión característica:

$$D_c = \bar{D} + t * \sigma$$

(Ec. 22)

Donde:

$\bar{D}$ : Deflexión Promedio

$t$ : Coeficiente de probabilidad

$\sigma$ : Desviación estándar

La fórmula siguiente fue utilizada para calcular los ejes equivalentes mediante el método de 8.2 Toneladas, excluyendo los vehículos livianos en este cálculo.

$$W_{18} = \left( \left( \sum_{i=1}^{i=m} FD * TPDA_{actual} \right) * 365 \right) * Fd * DI$$

(Ec. 23)

Donde:

$FD$ : Factor de daño

$DI$ : Porcentaje carril de  $W_{18}$

Para la deflexión admisible se aplicó la siguiente fórmula:

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

(Ec. 24)

Ahora, para la deflexión Crítica se empleó la siguiente fórmula:

$$D_{cr} = \left( \frac{1.9}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

(Ec. 25)

*Tabla 7. Tipo de deflexión a partir del comportamiento del pavimento y subrasante*

<b>TIPO DE DEFLEXIÓN</b>	<b>COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO</b>	<b>COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE</b>
TIPO I	Bueno $D_c < D_a$	Bueno $R_c > 100$
TIPO II	Malo $D_c > D_a$	Bueno $R_c > 100$
TIPO III	Bueno $D_c < D_a$	Malo $R_c < 100$
TIPO IV	Malo $D_c > D_a$	Malo $R_c < 100$

Fuente: ASTM D 4695 [16]

**- Extracción y Obtención de muestras**

Para la extracción y obtención de muestras, se aplicó un método descriptivo que facilitó la recopilación de datos, la identificación de características y la obtención de conocimientos sobre las propiedades del suelo. Inicialmente, se realizó la excavación de calicatas cada kilómetro en puntos específicos, siguiendo la norma NTE INEN 686 [17]. En total, se realizaron 4 calicatas, cada una de 1 m<sup>3</sup>. De estas calicatas, se extrajeron aproximadamente 50 kg de muestra de subrasante y de material granular. Estas muestras se recolectaron con el propósito de realizar ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Abrasión, Proctor Modificado y CBR (Ensayo de Soporte California).

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

Para finalizar con esta fase, se realizó el ensayo de DCP, el método empleado fue el de investigación cuantitativa y cualitativa. El método cualitativo posibilitó la aclaración y obtención de información a través de datos descriptivos, mientras que el método cuantitativo facilitó la explicación de la información mediante datos numéricos. Así mismo se empleó el método descriptivo que posibilitó la recopilación de datos, la identificación de características y la adquisición de conocimientos sobre las propiedades del suelo.

El ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) se llevó a cabo en los puntos de extracción del material destinado a los ensayos. Se realizó una excavación para llegar a la subrasante, seguida de la preparación del equipo. El equipo del DCP fue

posicionado en tres puntos en diagonal, tras lo cual se aplicaron cargas dinámicas mediante una barra de empuje. Se registró la penetración del cono en intervalos específicos de carga durante este procedimiento.

Los datos que se recopilaron, incluyendo la profundidad de penetración y la carga aplicada, se analizaron para determinar la resistencia del suelo. Este ensayo es fundamental en proyectos de ingeniería civil, debido a que permite comprender las propiedades del suelo in situ y orientar decisiones relacionadas con el diseño de cimentaciones y la capacidad de carga del suelo.

Seguidamente, se procedió a utilizar los datos promedio obtenidos en el ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) para determinar el Índice de Soporte California (CBR, por sus siglas en inglés) de diseño. Este análisis nos permitirá evaluar la necesidad y, en los tramos pertinentes, aplicar este CBR como parámetro de diseño.

Y para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$y_x = y_o + \frac{x - x_o}{x_1 - x_o} (y_1 - y_o)$$

(Ec. 26)

Este ensayo se presenta como una herramienta directa y eficaz para llevar a cabo una evaluación in situ de las capas del suelo, especialmente aquellas compuestas por material granular o ligeramente cementado, tanto durante la fase de construcción como durante el período de servicio del pavimento. Su diseño simple y su aplicabilidad expedita lo convierten en una opción práctica para obtener información detallada sobre las condiciones de las capas del pavimento.[18]

### **2.2.3. FASE II**

En esta etapa se realizaron los ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Abrasión, Proctor Modificado y CBR (Ensayo de Soporte California) tanto de la subrasante como del material granular, Se utilizó el método descriptivo para la ejecución de los ensayos. Además, se aplicaron métodos tanto cuantitativos como cualitativos en este proceso.

**Tabla 8. Normativa empleada para los ensayos**

ENSAYOS	NORMATIVA
GRANULOMETRÍA	ASTM D421 – 58
LÍMITE LÍQUIDO	ASTM D4318 – 05
LÍMITE PLÁSTICO	ASTM D4318 – 05
PROCTOR MODIFICADO	AASHTO T180
CBR	ASTM D1883

Autoría Propia

- **Análisis Granulométrico**

Prosiguiendo con esta etapa, se llevó a cabo inicialmente el análisis granulométrico. Esta técnica posibilita la interpretación de la distribución del tamaño de las partículas en la muestra, ofreciendo información detallada sobre las dimensiones de las diversas partículas analizadas. El tamizado se presenta como uno de los métodos mecánicos utilizados para comprender la granulometría del sedimento.

En la realización del ensayo de granulometría, se seleccionó el método del tamizado como uno de los enfoques mecánicos clave para comprender la granulometría del sedimento. Durante el procedimiento, se tamizó la muestra a través de una serie de mallas con diferentes aberturas. Este ensayo se aplicó tanto al material granular como a la subrasante, empleando un aproximado total de 10 kg y 1 kg de muestra respectivamente. Para el material granular, se emplearon tamices de 2 pulgadas, 1 pulgada, 3/4 de pulgada, 3/8 de pulgada, #4, #10, #40 y #200. Para la subrasante, se utilizaron tamices #4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100 y #200. Los resultados se registraron meticulosamente para obtener una representación precisa de la composición granular en ambos casos.

En el análisis granulométrico, aplicamos la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de material retenido en cada tamiz de la serie utilizada. Este cálculo se lleva a cabo dividiendo el peso del material retenido en el tamiz entre el peso total de la muestra y multiplicando el resultado por 100.

$$P_i = \frac{\text{Peso del material retenido en el tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

(Ec. 27)

Esta fórmula, ampliamente empleada en el análisis granulométrico, proporciona información sobre la distribución de tamaños de partículas en muestras de suelo o agregado. Cabe resaltar que existen diversos métodos y estándares para realizar este análisis, y las fórmulas pueden variar ligeramente según la normativa aplicada.[19]

#### - Límites de Atterberg

##### Límite Líquido y Plástico

Después de finalizar el análisis granulométrico, se avanzó con los ensayos de límite líquido y plástico. En estos ensayos se empleó el método descriptivo que nos permite conocer el contenido porcentual de humedad presente en la muestra de suelo, así mismo el método cuantitativo y cualitativo donde se pudo determinar el tipo de comportamiento, así como los porcentajes de componentes plásticos y sólidos. En estos ensayos se identifican los niveles de humedad en los cuales los suelos compuestos por arcilla y limo de grano fino experimentan transiciones entre estados sólido, semisólido, plástico y líquido.

El límite líquido indica el contenido de humedad en el que el suelo transita de un estado semisólido a uno líquido, evaluado a través del ensayo con la copa de Casagrande. Inicialmente se tomó un aproximado de 200 gr de muestra del suelo que pasó por el tamiz #40, la cual es secada y homogeneizada. Posteriormente, se formó una pasta creada a partir de la muestra y agua, utilizando la copa de Casagrande. El límite líquido se determina golpeando la copa de Casagrande, registrando el número de golpes necesarios para este ensayo especificado en la normativa. Este número de golpes se utiliza para calcular el límite líquido, expresado como un porcentaje. Este procedimiento es fundamental para entender la plasticidad del suelo, siendo crucial en la clasificación de suelos y en el diseño de cimentaciones y estructuras geotécnicas. La fórmula para calcular este límite es:

$$LL = \frac{g}{25} \quad (Ec. 28)$$

donde 'g' representa el número de golpes requeridos para cerrar una ranura de 0.5 cm en el suelo dentro de la copa de Casagrande.

En consecuencia, se llevó a cabo el ensayo del Límite Plástico donde se moldearon pequeñas porciones de pasta sobre la placa de vidrio para formar rollos con un diámetro de 3 a 4 mm y una longitud promedio de 5 cm. Acto seguido, se colocaron en un recipiente para su pesaje en una balanza digital y se trasladaron al horno para completar la fase de secado. Una vez concluido este proceso, se procedió a realizar el pesaje correspondiente. La fórmula para calcular el límite plástico es:

$$LP = \frac{(d - a)}{2}$$

(Ec. 29)

#### Índice de Plasticidad

Después, se determinó el índice de plasticidad restando el límite plástico del límite líquido, siendo ambos valores números enteros. En casos donde no fue posible determinar el límite líquido o el límite plástico, o cuando el límite plástico era igual o mayor al límite líquido, se clasificó al suelo como no plástico (NP): [20]

$$IP = LL - LP$$

(Ec. 30)

#### - Ensayo de Abrasión

El ensayo de abrasión se realiza para evaluar la resistencia al desgaste de materiales granulares o suelos. Para realizar el ensayo se preparó un aproximado de 5000 gr de muestra granular, se lavó y se secó en el horno para luego cargar en la máquina de ensayo de abrasión, que es la Máquina de Los Ángeles, junto con 12 esferas de acero. Esta carga se aplica dependiendo de la granulometría de la muestra ensayada como se detalla en las siguientes tablas.

**Tabla 9.** Metodología empleada para el ensayo de Abrasión

Granulometría	N.º de esferas	Masa de la carga, g.
<b>A</b>	12	5.000 ± 25
<b>B</b>	11	4.584 ± 25
<b>C</b>	8	3.330 ± 20
<b>D</b>	6	2.500 ± 15

Fuente: ASTM C131-01

**Tabla 10. Granulometría de las muestras de ensayo**

Tamaño del tamiz (Aberturas cuadradas)		Masa de los tamaños indicados, g			
Pasa	Retenido	Granulometría			
		A	B	C	D
37,5mm (1 1/2 ")	25,0 mm (1")	1.220 ± 25	-	-	-
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1.220 ± 25	-	-	-
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1.220 ± 10	2.500 ± 10	-	-
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1.220 ± 10	2.500 ± 10	-	-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	-	-	2.500 ± 10	-
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (N°4)	-	-	2.500 ± 10	-
4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N° 8)	-	-	-	5.000 ± 10
Total		5.000 ± 10	5.000 ± 10	5.000 ± 10	5.000 ± 10

**Fuente:** ASTM C131-01

La carga está compuesta por esferas de acero con un diámetro promedio de aproximadamente 46,8 mm (equivalente a 1 27/32 pulgadas). Las esferas deben tener un peso que oscile entre 390 y 445 gramos.

Una vez colocados la muestra y los pesos se gira el tambor de la máquina hasta alcanzar 500 revoluciones, encontrando así las condiciones de desgaste. Después de la prueba, se recuperó el material desgastado, se tamizó y se calcula la pérdida de masa en comparación con el peso inicial de la muestra. Este porcentaje de pérdida de masa proporciona información sobre la resistencia del material a la abrasión, siendo crucial para evaluar su durabilidad para diversas aplicaciones.

En resumen, el ensayo de abrasión ofrece una herramienta efectiva para determinar la capacidad de un material para resistir procesos abrasivos, lo que es esencial para comprender su desempeño en aplicaciones prácticas y optimizar su uso en la construcción y la ingeniería civil. [21]

- **Proctor Modificado**

A continuación, se llevó a cabo el ensayo de Proctor Modificado, que implicó la utilización de aproximadamente 2.5 kg para la muestra de suelo de subrasante y 5 kg para el material granular, ambos previamente secados al ambiente y tamizados con el tamiz #4. La muestra se colocó en una bandeja metálica de gran tamaño, se le añadió una cantidad específica de agua y se homogeneizó. Posteriormente, la muestra homogeneizada se dividió en cinco partes iguales, y cada capa se compactó con 25 golpes en un molde previamente medido y pesado, junto con un collarín. Después de retirar el collarín, nivelar la muestra y pesar el molde en una balanza digital, se tomó muestras, las cuales se depositaron en recipientes separados y se introdujeron en un horno. Este procedimiento se repitió cuatro veces, siguiendo las especificaciones establecidas por la normativa aplicada. [22]

El ensayo detalla la metodología para determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos compactados. El propósito de este ensayo es construir la curva de compactación utilizando valores obtenidos de densidad máxima y humedad óptima.[23]

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

Por último, se realizó el ensayo de CBR (Ensayo de Soporte California) este ensayo permitió cuantificar la capacidad resistente como subrasante, base en el diseño de pavimentos. La determinación del CBR implica dividir la resistencia del suelo a una penetración específica por una placa estándar entre la resistencia de un material de referencia, comúnmente una piedra triturada compactada. El resultado se presenta como un porcentaje, reflejando la resistencia relativa del suelo. La expresión matemática se expresa como:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria Patrón}} * 100 \%$$

(Ec. 31)

La metodología para llevar a cabo el ensayo de CBR (Ensayo de Soporte California) implica varios pasos clave. Inicialmente, se preparó la muestra de suelo recolectada, asegurándose de que esté representativamente seca y tamizada según las normativas. Luego, la muestra se colocó en el molde CBR, que tiene un diámetro estándar, y se compacta utilizando una cantidad específica de golpes (56, 25, y 11 golpes) con el fin de alcanzar un nivel de densidad definido.

Después de la compactación, se pesó el molde y se procedió a saturarla durante 3 días. Posteriormente, se aplica una carga vertical gradual sobre la muestra a través de un pistón del CBR, registrando la deformación vertical correspondiente a diferentes niveles de carga. Estos datos se utilizan para calcular el índice de soporte CBR, que indica la capacidad del suelo para soportar cargas.

Es importante seguir las normativas y estándares específicos, como ASTM D1883, para garantizar la precisión y la comparabilidad de los resultados del ensayo de CBR. [24]

*Tabla 11. Clasificación de suelos*

<b>CBR</b>	<b>CLASIFICACIÓN GENERAL</b>	<b>USOS</b>
2 – 5	Muy Mala	Subrasante
5 – 8	Mala	Subrasante
8 – 20	Regular – Buena	Subrasante
20 – 30	Excelente	Subrasante
30 – 60	Buena	Subbase
60 – 80	Buena	Base
80 – 100	Excelente	Base

**Fuente:** AASHTO – 93

#### **2.2.4. FASE III**

Continuando con la fase 3 se basó en los resultados recopilados en las fases I y II, que comprendieron una variedad de ensayos como Granulometría, Límites de Atterberg, Abrasión, Proctor Modificado, y CBR, así como inspecciones de campo como el TPDA, PCI y Deflexiones, se aplicó el método proyectivo. Este enfoque nos permitió

realizar un análisis exhaustivo de los aspectos de la vía a partir de los datos obtenidos. Con base en esta evaluación detallada, se procedió a desarrollar el diseño de la estructura del pavimento, la formulación del correspondiente plan de mantenimiento y el presupuesto referencial.

- **Diseño de la estructura del Pavimento**

Para el diseño de la estructura del pavimento se empleó el método cuantitativo que facilito la explicación de información mediante datos numéricos. Para realizar el diseño del pavimento también se empleó el método AASHTO – 93, empleado para el diseño de pavimentos flexibles. Este método emplea fórmulas y modelos particulares con el propósito de determinar el grosor requerido de las capas del pavimento, considerando aspectos como la capacidad de carga del suelo, la resistencia del material asfáltico y otros factores fundamentales. También se integra información detallada sobre la estructura completa del pavimento, abarcando la base y subbase, con el fin de asegurar una distribución apropiada de las cargas y reducir al mínimo el deterioro a lo largo del tiempo.

El método AASHTO-93 para el diseño de pavimentos asfálticos se basa en un modelo o ecuación que calcula el parámetro esencial conocido como número estructural (SN). Este parámetro desempeña un papel clave en la determinación de los espesores de las distintas capas del pavimento, que incluyen la capa asfáltica, la capa de base y la capa de subbase. Dicha ecuación se formula en relación con variables de diseño como el tráfico, la desviación estándar, la confiabilidad y el índice de Serviciabilidad, entre otros.

A continuación, se presenta la ecuación mencionada:

$$Log(W) = ZR * So + 9,36 * Log(SN + 1) - 0.20 + \frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2,32$$

$$* Log(MR) - 8.07$$

(Ec. 32)

Donde:

*W*: Número de ejes equivalentes

$ZR$ : Desviación estándar normal

$S_o$ : Error estándar

$\Delta PSI$ : Diferencia entre el índice de servicio inicial y final

$MR$ : Módulo resiliente (lb/in<sup>2</sup>)

$SN$ : Número estructural

La determinación de los espesores según este método se basa en calcular las cargas equivalentes acumuladas durante el periodo de diseño. Es necesario realizar un análisis exhaustivo del tráfico.

Otra variable crucial en el diseño del pavimento es la Serviciabilidad, que representa una condición esencial del pavimento para asegurar a los usuarios una experiencia de conducción segura y cómoda en momentos específicos. La evaluación del índice de Serviciabilidad se llevó a cabo utilizando la información proporcionada en la tabla.

**Tabla 12.** Índice de Serviciabilidad en función de calidad de la vía

Índice de Serviciabilidad (p)	Calificación
0 – 1	Muy Mala
1 – 2	Mala
2 – 3	Regular
3 – 4	Buena
4 – 5	Muy Buena

**Fuente:** AASHTO – 93

Para determinar en índice de Serviciabilidad inicial de un pavimento recién construido o rehabilitado, los valores que se emplean usualmente son de 4.2 para pavimentos flexibles y 4.5 para pavimentos rígidos. Por otro lado, para el índice de Serviciabilidad final los valores mínimos están entre 1.5 para vías de baja importancia y de 2.5 a 3.0 para vías arteriales. Ahora para determinar la pérdida o disminución del índice de Serviciabilidad se empleó la siguiente ecuación.

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

(Ec. 33)

Donde:

$\Delta PSI$ : Diferencia entre el índice de Serviciabilidad final e inicial

$p_o$ : Índice de Serviciabilidad inicial

$p_t$ : Índice de Serviciabilidad final

Igualmente, otra variable a determinar es la confiabilidad que hace referencia al nivel de certeza o confianza en una opción de diseño específica, estableciendo la probabilidad de que el pavimento pueda resistir la carga aplicada durante su vida útil. A medida que se elige un nivel de confiabilidad ( $R$ ) más alto, se requerirán espesores mayores.

**Tabla 13.** Niveles de confiabilidad por tipo de vía

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad, $R$ , recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Fuente: AASHTO – 93

**Tabla 14.** Desviación estándar normal  $Z_R$  a partir de la confiabilidad

Confiabilidad	Desviación estándar normal, $Z_R$
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO – 93

Por otra parte, otra variable que se emplea para realizar el diseño del pavimento es la desviación estándar del sistema ( $S_o$ ) que representa las condiciones locales estos valores suelen ser modificados según la experiencia y las condiciones locales.

**Tabla 15.** Valores recomendados para la desviación estándar ( $S_o$ )

Condición de diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error en el tráfico)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0.35 – 0.50

**Fuente:** AASHTO – 93

Otra variable importante para el diseño es el Módulo Resiliente ( $M_R$ ), el cual se determina a través de las ecuaciones que presentan a continuación:

$$M_R = 1500 * CBR \quad (CBR \leq 7) \quad \text{Psi} \quad (Ec. 34)$$

$$M_R = 3000 * CBR^{0.65} \quad (7 < CBR \leq 20) \quad \text{Psi} \quad (Ec. 35)$$

$$M_R = 4326 * \ln(CBR) + 241 \quad (CBR > 20) \quad \text{Psi} \quad (Ec. 36)$$

La ecuación 32 proporciona el valor del número estructural (SN), el cual se utilizó para determinar los espesores de un conjunto de capas. Estos espesores ( $D_i$ ) deben igualar o superar el valor calculado del número estructural (SN) derivado del módulo resiliente de la subrasante, según la ecuación 33. En esta ecuación, el coeficiente estructural ( $a_i$ ) representa la relación empírica entre el número estructural (SN) y el espesor de la capa ( $D_i$ ), y también indica la capacidad del material para desempeñar un papel estructural en el pavimento.

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

(Ec. 37)

Donde:

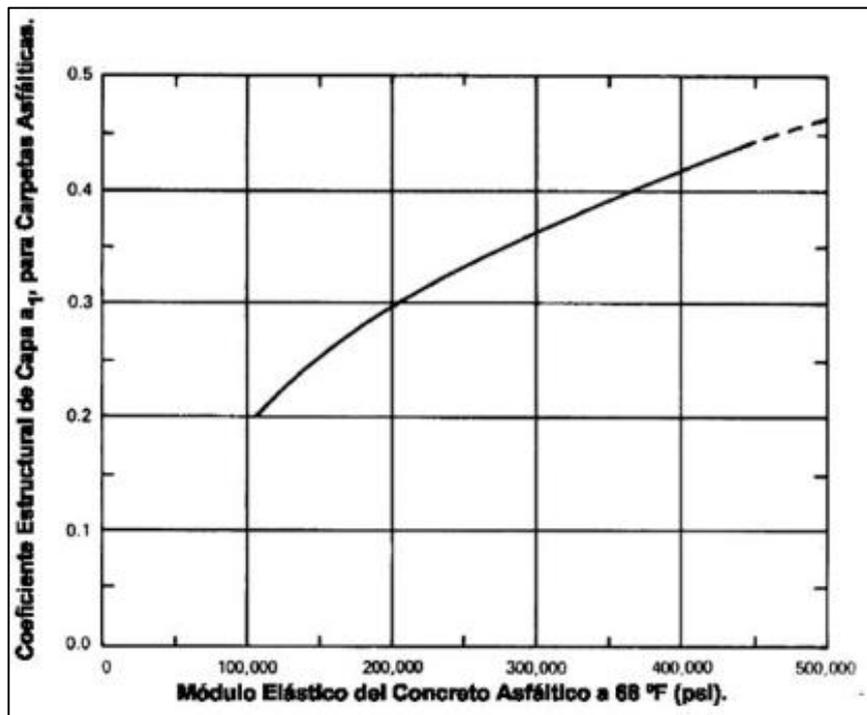
$a_i$ : Coeficiente estructural de la capa i

$D_i$ : Espesor de la capa i medido en pulgadas

$m_i$ : Coeficiente de drenaje de la capa i

Para determinar el coeficiente ( $a_1$ ), se empleó la Figura 4 que a partir del módulo de la mezcla asfáltica medido en lb/in<sup>2</sup> nos permite encontrar el coeficiente que corresponde a la capa del material asfáltico.

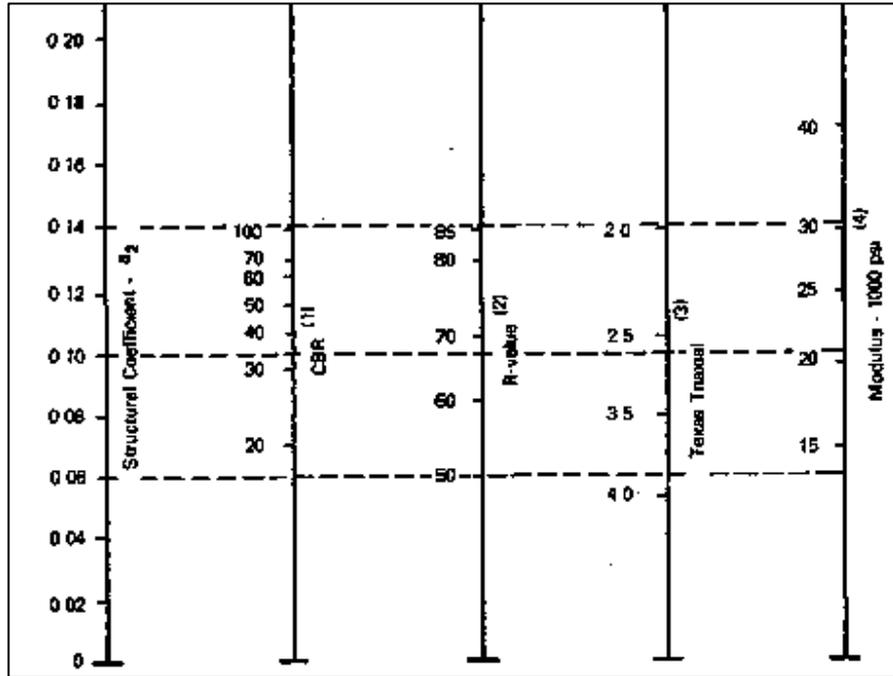
**Figura 4. Coeficiente estructural para Carpeta Asfáltica**



**Fuente:** AASHTO – 93

Ahora bien, para determinar el coeficiente estructural de la base granular ( $a_2$ ), se empleó la Figura 5.

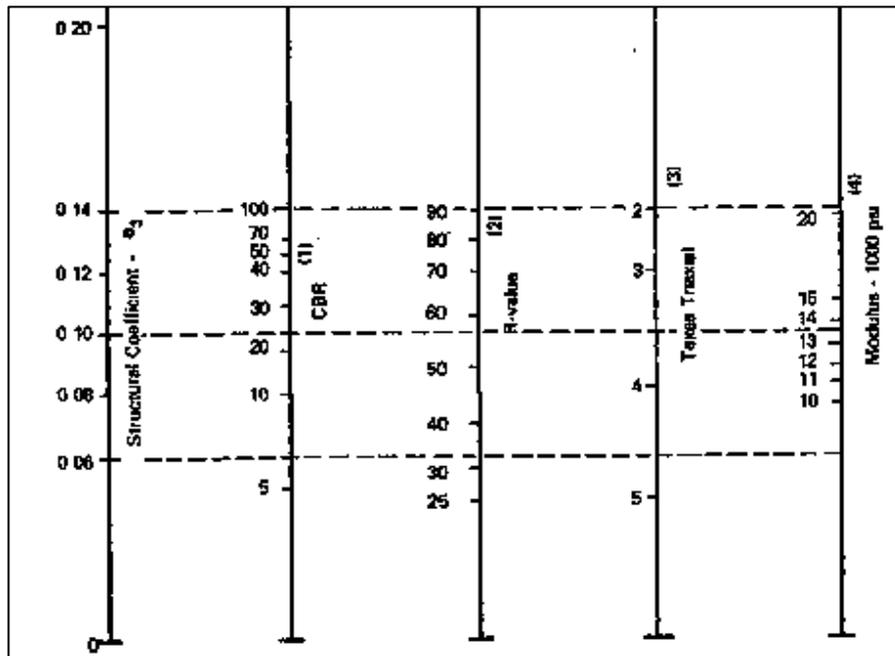
Figura 5. Coeficiente estructural para Base Granular



Fuente: AASHTO – 93

Para la obtención del coeficiente estructural de la Subbase granular ( $a_3$ ), se empleó la figura 6.

Figura 6. Coeficiente estructural para Subbase Granular



Fuente: AASHTO – 93

Finalmente, para el diseño del pavimento se requiere determinar el coeficiente de drenaje, esta variable está vinculado a dos factores: la eficiencia del drenaje, evaluada según el tiempo necesario para que el agua sea evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento se expone a niveles de humedad cercanos a la saturación a lo largo del año. La AASHTO identifica cinco categorías de capacidad de drenaje, que se detallan en la siguiente tabla.[25]

**Tabla 16. Capacidad de drenaje**

Calidad de 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 – 93

**Tabla 17. Coeficientes de drenaje recomendados**

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimentos está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Buena	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
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Deficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: AASHTO – 93

- **Plan de mantenimiento y Presupuesto Referencial en consideración al estado de deterioro de la vía**

En esta fase final, se aplicó el método proyectivo, una perspectiva analítica utilizada para anticipar y planificar acciones futuras basadas en los resultados de fases anteriores. El plan de mantenimiento y el presupuesto referencial se derivaron de los datos del PCI, que evalúa la condición del pavimento, así como de las deflexiones

obtenidas con la viga Benkelman. Además, se incorporaron los datos de diseño del pavimento en tramos que requirieron rehabilitación o reconstrucción.

Los trabajos de mantenimiento que son operaciones necesarias para el bienestar y correcto funcionamiento de la vía se pueden optar por emplear el tratamiento superficial denominado slurry seal que un tratamiento superficial aplicado en carreteras para prolongar su vida útil y mejorar su apariencia estética. Consiste en la aplicación de una mezcla compuesta por emulsión asfáltica, agregados finos y agua sobre la superficie del pavimento previamente limpia. Después de la aplicación, se compacta con un rodillo para asegurar una distribución uniforme y se deja curar. Este procedimiento actúa como una barrera impermeable, protegiendo la carretera contra la infiltración de agua y proporcionando beneficios estéticos. El slurry seal se utiliza como una medida de mantenimiento preventivo en pavimentos moderadamente desgastados para sellar grietas menores y mejorar la resistencia a la abrasión.

Por otra parte, también se puede emplear los tipos de mantenimiento de una vía que propone la normativa MTOP 2002 que se presenta a continuación.[26]

**Tabla 18.** *Tipos de mantenimiento en una vía*

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>Rutinario</b>	<b>Periódico</b>
Limpieza de la vía	Sellado bituminoso
Sellado de grietas	Nivelación de bermas granulares
Bacheo superficial	Reposición de capa de rodadura
Bacheo profundo	Imprimación reforzada
Demarcación de pavimento	Reposición de aceras
Reacondicionamiento de señales verticales	

**Fuente:** MTOP 2002

Una vez que se determinó el plan de mantenimiento, se llevó a cabo el presupuesto referencial. Es fundamental destacar que el plan de mantenimiento vial es un proceso continuo que demanda compromiso y esfuerzo a lo largo del tiempo. Un plan bien concebido puede marcar la diferencia en la calidad y seguridad de las carreteras, mejorando la experiencia de los usuarios.

## CAPITULO III.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Análisis y discusión de resultados

#### 3.1.1. FASE I

##### 3.1.1.1. Análisis del Volumen de Tráfico Vehicular

La estación para el conteo vehicular se ubicó en la vía Quero – Mocha frente al Centro de Faenamiento Ocaña. Cia. Ltda., localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.

*Tabla 19. Datos georreferenciados de la estación*

<i>Nombre:</i>	<i>Estación:</i>
Zona:	UTM - WGS 84 17 S
Coordenada Este:	765471.74 m E
Coordenada Norte:	9845195.84 m S
Elevación:	3046 m

Autoría Propia

Ubicación geográfica de la estación:

*Figura 7. Ubicación georreferenciada obtenida mediante Google Earth Pro*



Fuente: Google Earth

Para llevar a cabo el análisis del volumen de tráfico vehicular, se seleccionaron específicamente los días de martes, miércoles, viernes y domingo, abarcando un horario desde las 7:00 a.m. hasta las 4:00 p.m.

En el Anexo A, se presentan las tablas resumen que detallan de manera concisa los resultados obtenidos durante este estudio.

- **Cálculo para determinar la hora pico**

Para el cálculo de la hora pico, primero se calculó el acumulado por hora para cada uno de los días tomados y para ello se empleó la Ecuación 1, como se muestra a continuación.

- Día: martes
- 7h00 – 8h00

$$AcumI_{7h00-8h00} = 48 \text{ veh} + 52 \text{ veh} + 48 \text{ veh} + 47 \text{ veh}$$

$$AcumI_{7h00-8h00} = 195 \text{ veh}$$

**Tabla 20. Vehículos acumulados por hora**

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
7h00-7h15	26	0	22	48	
7h15-7h30	27	1	24	52	
7h30-7h45	21	0	27	48	
7h45-8h00	19	0	28	47	195
8h00-8h15	11	0	19	30	177
8h15-8h30	21	0	15	36	161
8h30-8h45	7	0	22	29	142
8h45-9h00	13	0	27	40	135
9h00-9h15	5	0	31	36	141
9h15-9h30	11	0	22	33	138
9h30-9h45	7	0	15	22	131
9h45-10h00	8	0	19	27	118
10h00-10h15	12	0	12	24	106
10h15-10h30	10	0	15	25	98
10h30-10h45	8	0	13	21	97
10h45-11h00	9	0	19	28	98
11h00-11h15	11	0	15	26	100
11h15-11h30	8	0	13	21	96
11h30-11h45	9	0	14	23	98
11h45-12h00	11	0	12	23	93
12h00-12h15	10	0	18	28	95
11h15-12h30	6	0	21	27	101
12h30-12h45	9	0	24	33	111
12h45-13h00	6	0	18	24	112
13h00-13h15	15	0	13	28	112
13h15-13h30	14	0	24	38	123
13h30-13h45	17	0	28	45	135
13h45-14h00	7	0	16	23	134
14h00-14h15	11	0	15	26	132
14h15-14h30	12	0	26	38	132
14h30-14h45	16	0	9	25	112
14h45-15h00	9	0	14	23	112
15h00-15h15	5	0	12	17	103
15h15-15h30	13	0	9	22	87
15h30-15h45	14	0	11	25	87
15h45-16h00	8	0	11	19	83

Autoría Propia

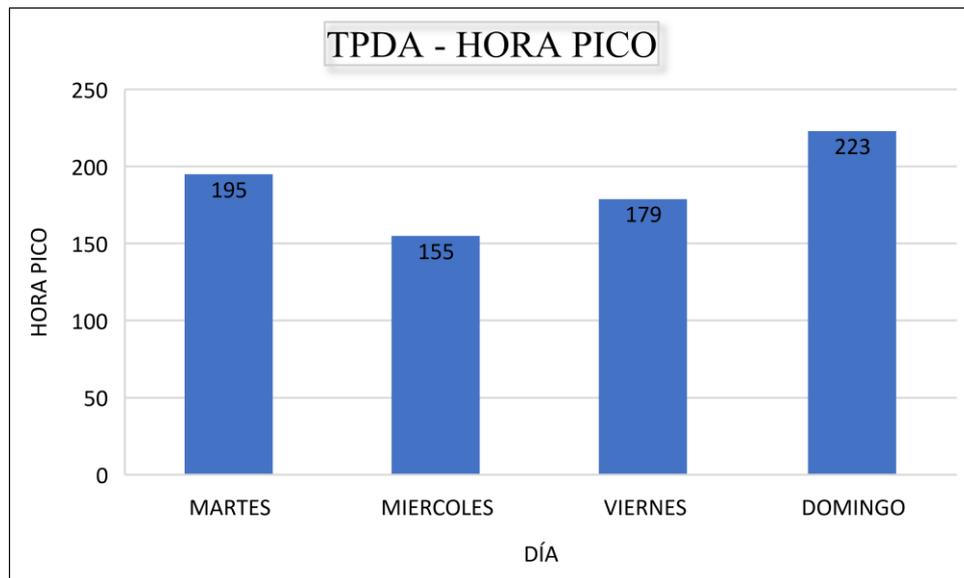
En consecuencia, al evaluar la circulación vehicular, observamos que el intervalo de mayor afluencia los martes abarca desde las 7:00 hasta las 8:00, contabilizando un total de 195 vehículos durante este lapso. Este proceso se replica para cada día bajo consideración, culminando con la identificación del valor máximo correspondiente al periodo de mayor congestión, detallado en la siguiente descripción.

**Tabla 21. TPDA – Hora pico**

DÍA	HORA PICO		
MARTES	7h00 - 8h00	195	vehículos
MIERCOLES	7h00 - 8h00	155	vehículos
VIERNES	7h00 - 8h00	179	vehículos
DOMINGO	10h45 - 11h45	223	vehículos

Autoría Propia

**Figura 8. TPDA – Hora pico**



Autoría Propia

Como se observa en la Figura 8, el día con mayor flujo vehicular de hora pico es el domingo con 223 vehículos.

Seguidamente, procedemos a calcular el TPDA actual empleando la Ecuación 2 y 3, tanto para livianos, buses y pesados. Así mismo se emplea el 15 % que corresponde a zonas rurales según la MTOP 2003.

$$TPDA_{livianos} = \frac{200 * 100}{15}$$

$$TPDA_{livianos} = 3000 \text{ veh}$$

$$TPDA_{buses} = \frac{1 * 100}{15}$$

$$TPDA_{buses} = 15 \text{ veh}$$

$$TPDA_{pesados} = \frac{22 * 100}{15}$$

$$TPDA_{pesados} = 330 \text{ veh}$$

$$TPDA_{actual} = 3000 \text{ veh} + 15 \text{ veh} + 330 \text{ veh}$$

$$TPDA_{actual} = 3345 \text{ veh}$$

**Tabla 22. TPDA Actual**

10h45-11h00	57	0	1	58
11h00-11h15	47	0	6	53
11h15-11h30	47	0	9	56
11h30-11h45	49	1	6	56
<b>TPDA ACTUAL</b>	<b>3000</b>	<b>15</b>	<b>330</b>	<b>3345</b>

Autoría Propia

Concluyendo en un Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual de 3345 vehículos, se evidencia el significativo flujo vehicular que la vía Quero - Mocha experimenta cotidianamente.

**- Tráfico proyectado**

El índice de crecimiento varía según el tipo de vehículo, hasta el año 2025 los valores a emplear son los siguientes:

$$r_{livianos} = 3.57 \%$$

$$r_{buses} = 1.78 \%$$

$$r_{\text{pesados}} = 1.74 \%$$

En cambio, para años superiores al 2025 se emplean los valores que se muestran a continuación.

$$r_{\text{livianos}} = 3.5 \%$$

$$r_{\text{buses}} = 1.62 \%$$

$$r_{\text{pesados}} = 1.58 \%$$

A continuación, se calcula el tráfico proyectado en el año 2024 para cada tipo de vehículo:

- **LIVIANOS**

$$TP = 3000 * \left(1 + \frac{3.57}{100}\right)^1$$

$$TP = 3108 \text{ veh}$$

- **BUSES**

$$TP = 15 * \left(1 + \frac{1.78}{100}\right)^1$$

$$TP = 16 \text{ veh}$$

- **PESADOS**

$$TP_{2D} = 165 * \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$TP_{2D} = 168 \text{ veh}$$

$$TP_{2DA} = 120 * \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$TP_{2DA} = 123 \text{ veh}$$

$$TP_{2DB} = 30 * \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$TP_{2DB} = 31 \text{ veh}$$

$$TP_{3A} = 15 * \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$TP_{3A} = 16 \text{ veh}$$

$$TPDA_{2024} = 3108 + 16 + 168 + 123 + 31 + 16$$

$$TPDA_{2024} = 3462 \text{ veh}$$

Por consiguiente, se proyecta que el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) para el año 2024 alcance la cifra de 3462 vehículos. En el Anexo A, se incluye una tabla resumen que detalla las proyecciones de tráfico hasta el año 2043, revelando un total de **6163 vehículos**.

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana Vial MTOP 2003, la clasificación funcional de las vías se determina en base al TPDA, subrayando así la relevancia de estos datos para la adecuada categorización y planificación de la infraestructura vial.

**Tabla 23. Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA**

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA <sub>d</sub>			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA <sub>d</sub> ) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: MTOP 2003

A partir de la Tabla 23, al analizar detalladamente el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) correspondiente al año 2023 con 3345 vehículos, se puede inferir de manera concluyente que la ruta Quero-Mocha ostenta la categorización de una carretera de dos carriles con capacidad mediana. Este resultado, derivado de un estudio exhaustivo, ofrece una valiosa perspectiva sobre la infraestructura vial, destacando la importancia de considerar la capacidad de la vía para satisfacer las demandas de tráfico en constante evolución.

- **Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas**

Para determinar el número de ejes equivalentes calculamos los factores de daño empleando la Ecuación 5,6,7 y 8 según el tipo de vehículo, considerando el tipo de eje y su peso correspondiente.

**BUS**

- Eje simple

$$Peso = 4 \text{ ton}$$

$$Simple = \left(\frac{P}{6.6}\right)^4$$

$$Simple = \left(\frac{4}{6.6}\right)^4$$

$$Simple = 0.13$$

- Eje simple doble

$$Peso = 8 \text{ ton}$$

$$Simple \text{ doble} = \left(\frac{P}{8.2}\right)^4$$

$$Simple \text{ doble} = \left(\frac{8}{8.2}\right)^4$$

$$Simple \text{ doble} = 0.91$$

- Factor daño

$$Fd = 0.13 + 0.91$$

$$Fd = 1.04$$

**Tabla 24. Factores de daño según el tipo de vehículo**

FACTORES DAÑO SEGÚN TIPO DE VEHICULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	tons	(P/6.6) ^4	tons	(P/8.2) ^4	tons	(P/15) ^4	tons	(P/23) ^4	
BUS	4	0,13	8	0,91					1,04
2D	3	0,04							0,17
	4	0,13							
2DA	3	0,04	7	0,53					0,57
2DB	7	1,27	11	3,24					4,51
3A	7	1,27			20	3,16			4,43
4C	7	1,27					24	1,19	2,46
3S2	7	1,27			20	6,32			7,59
3S3	7	1,27			20	3,16	24	1,19	5,62

Autoría Propia

La obtención del número de ejes equivalentes acumulados se llevó a cabo mediante la aplicación de la Ecuación 9.

$$W_{18 \text{ acumulado}} = [(15 * 1.04) + (165 * 0.17) + (120 * 0.57) + (30 * 4.51) + (15 * 4.43)] * 365$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 114537$$

Así mismo, para el cálculo del número de ejes equivalentes para año 2024 se debe seguir el mismo proceso, pero adicionalmente se debe sumar el resultado del año anterior. También hay que tener en cuenta que no se consideran los vehículos livianos.

$$W_{18 \text{ acumulado}} = \{[(16 * 1.04) + (168 * 0.17) + (123 * 0.57) + (31 * 4.51) + (16 * 4.43)] * 365\} + 114537$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 233527$$

Para calcular el número de ejes equivalentes por sentido, aplicamos la Ecuación 9. El cual consiste en dividir el número de ejes equivalentes acumulados por dos.

$$W_{18 \text{ por sentido}} = \frac{114537}{2}$$

$$W_{18 \text{ por sentido}} = 57269$$

Además, al calcular los ejes equivalentes para el carril de diseño, se utilizó el 100 % del número de ejes equivalentes por sentido obtenido de la Tabla 3. Este porcentaje se determinó en función del número de carriles por sentido en la vía en estudio, que consta de un carril por sentido.

$$W_{18 \text{ carril diseño}} = 100\% * W_{18 \text{ por sentido}}$$

$$W_{18 \text{ carril diseño}} = 100\% * 57269$$

$$W_{18 \text{ carril diseño}} = 57269$$

En el Anexo A, además se presenta una tabla resumen de los cálculos del número de ejes equivalentes hasta el año 2043.

### 3.1.1.2. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

A continuación, se presenta en la Tabla 23, los datos empleados para el cálculo de las unidades de muestreo de la vía Quero – Mocha.

*Tabla 25. Datos empleados para el cálculo del PCI*

Descripción	Valores	Unidad
Ancho promedio de la vía	6,6	m
Longitud del tramo	4300	m
Área del tramo (A)	230 ± 93	m <sup>2</sup>
Error admisible para PCI (e)	5	%
Desviación estándar PCI	10	

Autoría Propia

#### - Longitud de Unidad de muestreo

Para determinar la longitud de unidad de muestreo se emplea la Ecuación 11, como se muestra a continuación.

$$L_1 = \frac{230 + 93 \text{ m}^2}{6.6 \text{ m}}$$

$$L_1 = 48.94 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{230 - 93 m^2}{6.6 m}$$

$$L_2 = 20.76 m$$

$$L_T = \frac{48.94 m + 20.76 m}{2}$$

$$L_T = 34.85 m \cong 35 m$$

- **Unidad de muestreo total**

Para este cálculo se empleó la Ecuación 12:

$$N = \frac{4300 m}{35 m}$$

$$N = 122.86 \cong 123 \text{ unidades}$$

- **Unidades mínimas de muestreo**

Seguidamente, para determinar las unidades mínimas de muestreo se empleó la Ecuación 13:

$$n = \frac{123 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (123 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.26 \cong 14 \text{ unidades de muestreo}$$

- **Intervalos de muestra**

Ahora, para determinar los intervalos de muestra se utiliza la Ecuación 14:

$$i = \frac{123}{14}$$

$$i = 8.79 \cong 9$$

A partir de estos datos obtenidos la observación visual en el tramo a estudiar se realizaron 14 unidades de muestreo, con una longitud de 35 m.

La siguiente tabla muestra las unidades de muestreo a estudiar con su ancho y área correspondiente.

**Tabla 26. Datos de unidad de muestreo**

Unidad	Tipo	Abscisas (m)		Ancho promedio (m)	Área (m <sup>2</sup> )
		Inicial	Final		
1	U	4+300	4+335	6,60	231
2	U	4+580	4+615	6,60	231
3	U	4+895	4+930	6,60	231
4	U	5+210	5+245	6,60	231
5	U	5+525	5+560	6,60	231
6	U	5+840	5+875	6,60	231
7	U	6+155	6+190	6,60	231
8	U	6+470	6+505	6,60	231
9	U	6+875	6+820	6,60	231
10	U	7+100	7+135	6,60	231
11	U	7+415	7+450	6,60	231
12	U	7+730	7+765	6,60	231
13	U	8+045	8+080	6,60	231
14	U	8+360	8+395	6,60	231

Autoría Propia

Por consiguiente, se empleó el manual de falla de PCI de la norma ASTM D6433-18 para identificar las cantidades de las fallas que se presentan en cada unidad de muestreo estudiada.

- **Determinación de la densidad (%)**

**Unidad de muestreo 1**

**Falla 3:** Agrietamiento en bloque

**Severidad:** M

$$Densidad = \frac{54.6}{231} * 100$$

$$Densidad = 23.64 \%$$

**Falla 10:** Grieta longitudinal y transversal

**Severidad:** L

$$Densidad = \frac{15.15}{231} * 100$$

$$Densidad = 6.56 \%$$

**Falla 10:** Grieta longitudinal y transversal

**Severidad:** M

$$Densidad = \frac{35}{231} * 100$$

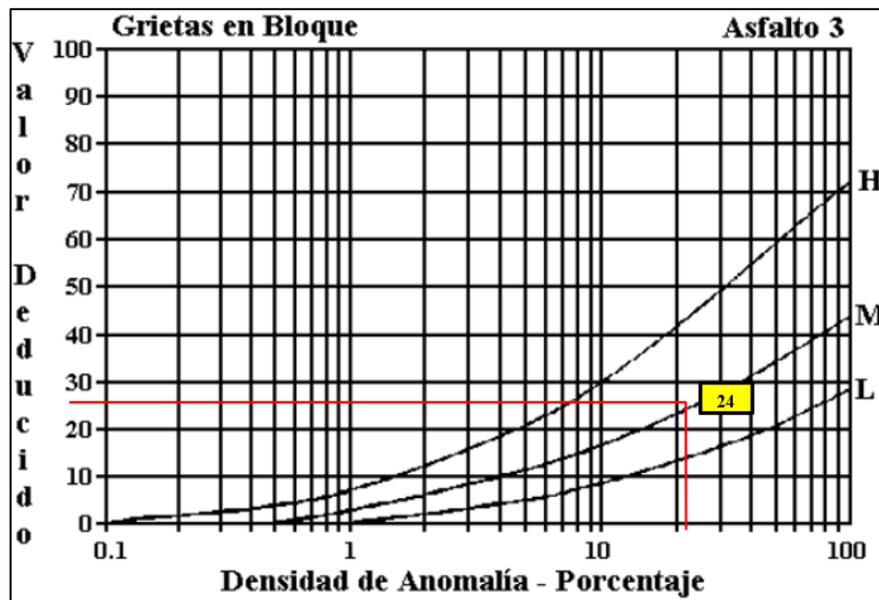
$$Densidad = 15.15 \%$$

- **Valor deducido**

Para determinar el valor deducido se emplea los ábacos de la norma ASTM D6433-18, como se ejemplifica a continuación.

**Falla 3:** Agrietamiento en bloque, **Severidad:** M, **Densidad:** 23.64 %

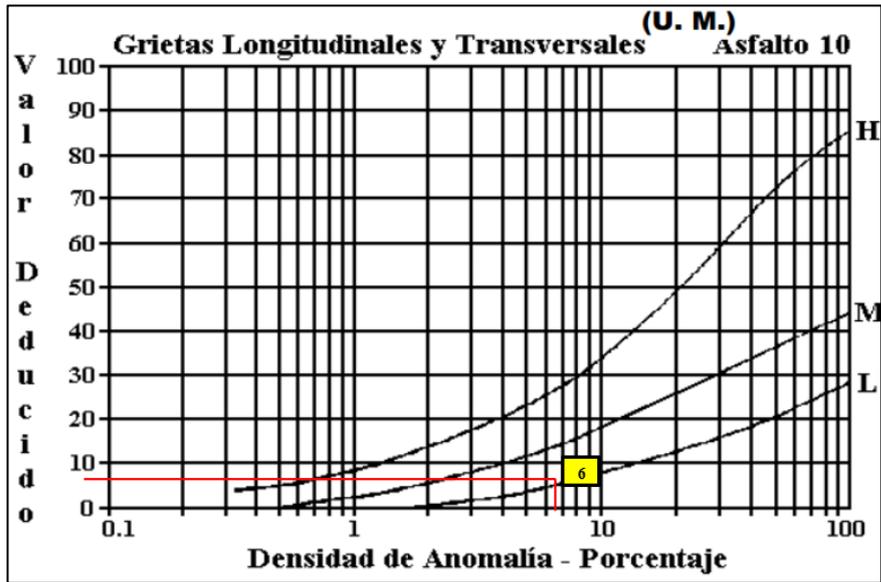
*Figura 9. Falla 3 – Agrietamiento en Bloque*



Autoría Propia

**Falla 10:** Grieta longitudinal y transversal, **Severidad:** L, **Densidad:** 6.56 %

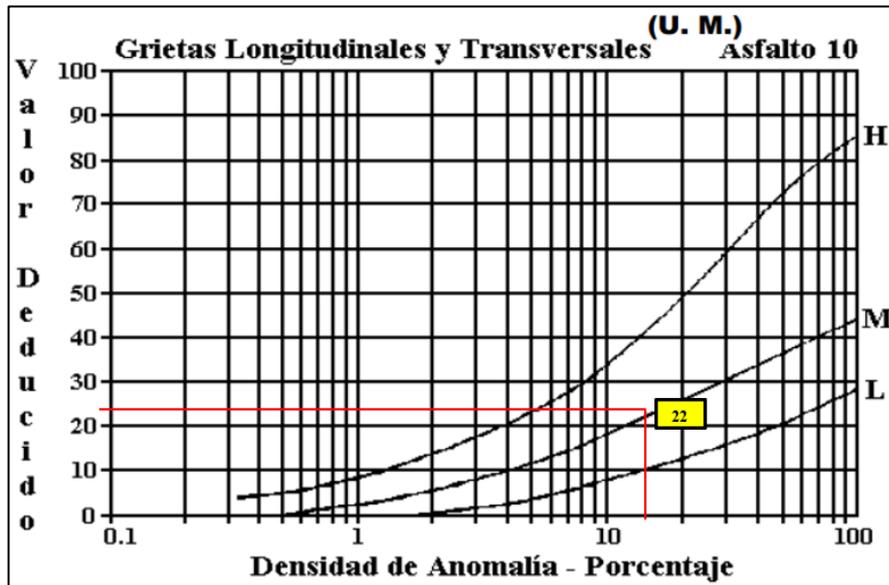
Figura 10. Falla 10 – Grietas Longitudinales y Transversales



Autoría Propia

Falla 10: Grieta longitudinal y transversal, **Severidad: M, Densidad: 15.15 %**

Figura 11. Falla 10 – Grietas Longitudinales y Transversales



Autoría Propia

- **Máximo valor deducido**

Para el máximo valor deducido tomamos el mayor valor de los valores deducidos.

$$MáxDV = 24$$

- **Número máximo de valores deducidos**

Para determinar el número máximo de valores deducidos se empleó la Ecuación 15:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - MáxDV)$$

$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 13) = 7.98$$

- **Determinación del valor máximo compensado (CDV)**

El valor máximo compensado lo determinamos a partir del valor deducido total y el valor de "q", con ello obtendremos el índice de condición del pavimento.

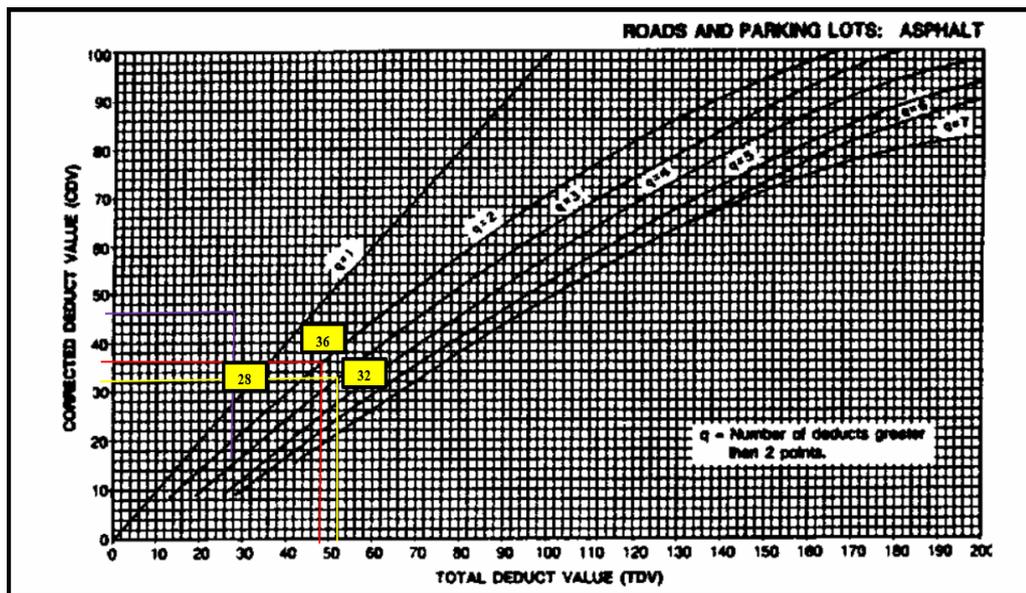
*Tabla 27. Determinación del PCI*

CÁLCULO DEL PCI						
No.	Valores Deducidos			Total	q	CDV
1	24	22	6	52	3	32
2	24	22	2	48	2	36
3	24	2	2	28	1	28
Máx. CDV:						36

Autoría Propia

Además, para determinar el CDV se empleó el siguiente ábaco de la norma ASTM D6433-18, con el cual obtendremos el Máximo CDV.

*Figura 12. CDV – Máximo Valor Deducido*



Autoría Propia

## - Índice de Condición del Pavimento

Para determinar el Índice de Condición del Pavimento se emplea la Ecuación 16, a partir del máximo valor deducido.

$$PCI = 100 - MáxCDV$$

$$PCI = 100 - 36$$

$$PCI = 64$$

En la tabla a continuación se ofrece una síntesis integral que abarca todas las unidades de muestreo examinadas durante el estudio. Este resumen proporciona una visión consolidada y organizada de los datos recopilados, facilitando así la interpretación global de los resultados obtenidos en el análisis de las diferentes unidades de muestreo.

**Tabla 28. Resumen del análisis de las unidades de muestreo**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
PARROQUIA VÍA QUERO - MOCHA RESUMEN (ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO)									
Elaborado por: Toaquizza Licta Jenny Paulina									
Unidad de muestreo	Abscisa inicial	Abscisa final	Área (m2)	PCI	Clasificación	Intervención	Distintivo	Análisis	
1	4+300	4+335	231	64	Bueno	Mantenimiento Periódico		REGULAR	Mantenimiento Periódico
2	4+580	4+615	231	31	Malo	Rehabilitación		MALO	Rehabilitación
3	4+895	4+930	231	26	Malo	Rehabilitación		MALO	Rehabilitación
4	5+210	5+245	231	53	Regular	Mantenimiento Periódico		REGULAR	Mantenimiento Periódico
5	5+525	5+560	231	58	Bueno	Mantenimiento Periódico		REGULAR	Mantenimiento Periódico
6	5+840	5+875	231	20	Muy malo	Reconstrucción		MUY MALO	Reconstrucción
7	6+155	6+190	231	18	Muy malo	Reconstrucción		MUY MALO	Reconstrucción
8	6+470	6+505	231	69	Bueno	Mantenimiento Periódico		REGULAR	Mantenimiento Periódico
9	6+785	6+820	231	46	Regular	Mantenimiento Periódico		REGULAR	Mantenimiento Periódico
10	7+100	7+135	231	36	Malo	Rehabilitación		MUY MALO	Reconstrucción
11	7+415	7+450	231	10	Muy malo	Reconstrucción		MUY MALO	Reconstrucción
12	7+730	7+765	231	23	Muy malo	Reconstrucción		MUY MALO	Reconstrucción
13	8+045	8+080	231	8	Fallado	Reconstrucción		MUY MALO	Reconstrucción
14	8+360	8+395	231	11	Muy malo	Reconstrucción		MUY MALO	Reconstrucción

### Autoría Propia

Al consultar las Tablas 2 y 3, que detallan los rangos de condición del pavimento y su respectiva clasificación conforme al Índice de Condición del Pavimento (PCI), se evidencia que el tramo en estudio con un PCI de 64 que se ubica en el intervalo de 55 a 70, catalogado como "BUENO". Este resultado indica la necesidad de una intervención mediante mantenimiento periódico para preservar la calidad del pavimento. Todas las unidades de muestreo analizadas están debidamente documentadas en el Anexo B para una referencia detallada.

### 3.1.1.3. Deflexiones en la capa de rodadura (Viga Benkelman)

Para determinar la distancia en que se realizarán las deflexiones en la capa de rodadura se empleó la Tabla 6, este procedimiento se realizó cada 500 m. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en campo.

**Tabla 29. Distancias empleadas – Medición Deflexiones**

Punto	Abscisa	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento (m)
1	4+800	0.85
2	5+300	0.53
3	5+800	0.67
4	6+300	0.90
5	6+800	0.70
6	7+300	0.67
7	7+800	0.90
8	8+300	0.77

Autoría Propia

**Tabla 30. Deflexiones**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO											
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA											
INGENIERÍA CIVIL											
DEFLEXIONES											
Elaborado por: Toaquiza Licta Jenny Paulina											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	LECTURAS EN EL DIAL (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	4+800	Derecho	36,30	7	0	6,1	29	44,2	49,5	51	51
2	5+300	Izquierdo	36,70	6	0	20,2	40,3	53	61	64,1	64,3
3	5+800	Derecho	33,80	8	0	7,5	26,2	33,4	37	40,1	42
4	6+300	Izquierdo	36,80	10	0	16,1	24	29,4	33	35	35,5
5	6+800	Derecho	36,50	8	0	20	45,4	61,2	64,2	65	65,2
6	7+300	Izquierdo	36,00	5	0	21	46,3	61,5	64,5	65,3	66
7	7+800	Derecho	37,20	6	0	24,2	34	40	42,5	44	44,4
8	8+300	Izquierdo	38,00	7	0	19	34,2	42	46	48	49,1

Autoría Propia

#### - Corrección por relación de brazo de la viga Benkelman

Utilizando la Ecuación 17, se procedió a la corrección de los datos presentes en la tabla 30. Este proceso se llevó a cabo con el objetivo de ajustar y mejorar la precisión de la información contenida en dicha tabla.

$$D = 2 * (51 - 0) = 102 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Las correcciones mencionadas fueron aplicadas individualmente a cada punto.

**Tabla 31. Correcciones de Deflexión**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIONES											
Elaborado por: Toaquiza Licta Jenny Paulina											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	4+800	Derecho	36,30	7	102	89,8	44	13,6	3	0	0
2	5+300	Izquierdo	36,70	6	128,6	88,2	48	22,6	6,6	0,4	0
3	5+800	Derecho	33,80	8	84	69	31,6	17,2	10	3,8	0
4	6+300	Izquierdo	36,80	10	71	38,8	23	12,2	5	1	0
5	6+800	Derecho	36,50	8	130,4	90,4	39,6	8	2	0,4	0
6	7+300	Izquierdo	36,00	5	132	90	39,4	9	3	1,4	0
7	7+800	Derecho	37,20	6	88,8	40,4	20,8	8,8	3,8	0,8	0
8	8+300	Izquierdo	38,00	7	98,2	60,2	29,8	14,2	6,2	2,2	0

Autoría Propia

- **Corrección de deflexiones por Temperatura**

La Ecuación 18 fue empleada para realizar la corrección de las deflexiones originadas por la variación de temperatura. En la estación 1, se llevó a cabo el cálculo correspondiente, obteniendo así el valor ajustado mediante la aplicación de dicha ecuación. Este procedimiento se ejecutó con el propósito de reflejar con mayor precisión las condiciones reales del pavimento en la estación mencionada.

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{102}{[1 \times 10^{-3} * 5 * (36.30 - 20^{\circ}C) + 1]}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 91.55 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

**Tabla 32. Corrección de deflexiones por temperatura**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIONES											
Elaborado por: Toaquiza Licta Jenny Paulina											
CORRECCIÓN DE LAS DEFLEXIONES											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	4+800	Derecho	36,30	7	91,55	80,60	39,49	12,21	2,69	0,00	0,00
2	5+300	Izquierdo	36,70	6	116,89	80,17	43,63	20,54	6,00	0,36	0,00
3	5+800	Derecho	33,80	8	75,65	62,14	28,46	15,49	9,01	3,42	0,00
4	6+300	Izquierdo	36,80	10	60,79	33,22	19,69	10,45	4,28	0,86	0,00
5	6+800	Derecho	36,50	8	115,19	79,86	34,98	7,07	1,77	0,35	0,00
6	7+300	Izquierdo	36,00	5	122,22	83,33	36,48	8,33	2,78	1,30	0,00
7	7+800	Derecho	37,20	6	80,49	36,62	18,85	7,98	3,44	0,73	0,00
8	8+300	Izquierdo	38,00	7	87,21	53,46	26,47	12,61	5,51	1,95	0,00

Autoría Propia

- **Corrección por estacionalidad**

Para llevar a cabo la corrección por estacionalidad, es esencial comprender el comportamiento del pavimento. Con este fin, se utilizó la tabla que se presenta a continuación para obtener información crucial sobre las variaciones estacionales. Este proceso es fundamental para garantizar una corrección precisa y contextualizada, adaptada a las condiciones específicas del pavimento en estudio.

**Tabla 33. Factores de corrección por estacionalidad**

Tipo de Suelo de la Subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenoso - Permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcilloso - Sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

**Fuente:** ASTM D 4695

A continuación, se procedió a emplear el valor de 1.2, el cual representa el promedio para un suelo de características arenosas y permeables durante la estación seca. Con este valor previamente seleccionado, se integró en la Ecuación 19 para realizar el siguiente paso del análisis. Este enfoque se basa en consideraciones específicas del suelo y las condiciones estacionales, proporcionando así una aproximación más precisa y contextualizada en el marco del estudio.

$$D = 1.2 * 91.55 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D = 109.86 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

**Tabla 34. Deflexiones corregidas por estacionalidad**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIONES 											
Elaborado por: Toaquiza Licta Jenny Paulina											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	4800	Derecho	36,30	7	109,86	96,72	47,39	14,65	3,23	0,00	0,00
2	5300	Izquierdo	36,70	6	140,27	96,20	52,35	24,65	7,20	0,44	0,00
3	5800	Derecho	33,80	8	90,78	74,57	34,15	18,59	10,81	4,11	0,00
4	6300	Izquierdo	36,80	10	72,95	39,86	23,63	12,53	5,14	1,03	0,00
5	6800	Derecho	36,50	8	138,23	95,83	41,98	8,48	2,12	0,42	0,00
6	7300	Izquierdo	36,00	5	146,67	100,00	43,78	10,00	3,33	1,56	0,00
7	7800	Derecho	37,20	6	96,59	43,94	22,63	9,57	4,13	0,87	0,00
8	8300	Izquierdo	38,00	7	104,65	64,16	31,76	15,13	6,61	2,34	0,00

Autoría Propia

- **Determinación del Radio de Curvatura**

La determinación del radio de curvatura se llevó a cabo sustituyendo los valores correspondientes en la Ecuación 20. Este procedimiento matemático permitió obtener de manera precisa el radio de curvatura, un parámetro crucial para comprender y evaluar la geometría de la curva en cuestión.

$$R_c = \frac{3125}{109.86 - 96.72}$$

$$R_c = 237.81$$

A continuación, se detalla el cálculo del Radio de Curvatura para todos los puntos donde se registraron las deflexiones, proporcionando un análisis completo de la respuesta estructural de la vía.

*Tabla 35. Radio de curvatura*

Punto	Abscisa	Deflexiones corregidas por estacionalidad (x10 <sup>-2</sup> ) mm		Radio de Curvatura
		D0	D25	
1	4+800	109,86	96,72	237,81
2	5+300	140,27	96,20	70,92
3	5+800	90,78	74,57	192,78
4	6+300	72,95	39,86	94,46
5	6+800	138,23	95,83	73,70
6	7+300	146,67	100,00	66,96
7	7+800	96,59	43,94	59,36
8	8+300	104,65	64,16	77,17
<b>PROMEDIO</b>		112,50	76,41	109,14

Autoría Propia

- **Desviación Estándar**

En el cálculo de la desviación estándar, se llevó a cabo una operación de resta entre el valor de la estación y el promedio de dichos valores, utilizando la Ecuación 21. Los resultados de este proceso se presentan detalladamente en la siguiente tabla, proporcionando una visión clara de la variabilidad y dispersión de los datos con respecto al promedio.

**Tabla 36. Desviación estándar**

Punto	Abscisa	Do	$(D_i - \bar{D})$	$(D_i - \bar{D})^2$
1	4+800	109,86	-2,64	6,95
2	5+300	140,27	27,77	770,93
3	5+800	90,78	-21,72	471,83
4	6+300	72,95	-39,55	1564,57
5	6+800	138,23	25,73	662,21
6	7+300	146,67	34,17	1167,37
7	7+800	96,59	-15,91	253,07
8	8+300	104,65	-7,85	61,56
<b>PROMEDIO</b>		<b>112,50</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>4958,48</b>
			<b>Desviación estándar</b>	<b>26,61</b>

Autoría Propia

$$\sigma = \sqrt{\frac{4958.48}{(8 - 1)}}$$

$$\sigma = 26.61$$

**- Deflexión característica**

Para obtener la deflexión característica del pavimento se empleó la Ecuación 22, que a través de datos obtenidos de deformación y procesos estadísticos nos permite encontrarla.

$$D_c = 112.50 + 1.645 * 26.61$$

$$D_c = 156.28 \times 10^{-2} mm$$

En la fase actual del análisis, se utilizó la Ecuación 23 para calcular los ejes equivalentes, específicamente con el propósito de determinar el valor de W18 correspondiente al año 2023. Este paso fue esencial para evaluar la capacidad de carga de la estructura vial y comprender cómo ha evolucionado a lo largo del tiempo.

$$W_{18} = \left( ((15 * 1.04) + (165 * 0.17) + (120 * 0.57) + (30 * 4.51) + (15 * 4.43)) * 365 \right) * 0.5 * 1$$

$$W_{18} = 57269$$

- **Deflexión admisible**

Ahora bien, aplicando la Ecuación 24 encontramos la deflexión admisible:

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{0.057269} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 211.69 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

- **Deflexión Crítica**

Seguidamente, para el cálculo de la deflexión crítica se empleó la Ecuación 25:

$$D_{cr} = \left( \frac{1.9}{0.057269} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 193.62 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Basándose en la información recopilada de la Tabla 7 y conforme a las directrices establecidas por la norma ASTM D 4695, se procedió a analizar el tipo de deflexión en función del comportamiento observado en el pavimento y la subrasante en cada punto de estudio. Los resultados de este análisis se presentan de manera detallada en la Tabla 37, que ofrece una visión completa de los datos y deflexiones obtenidos.

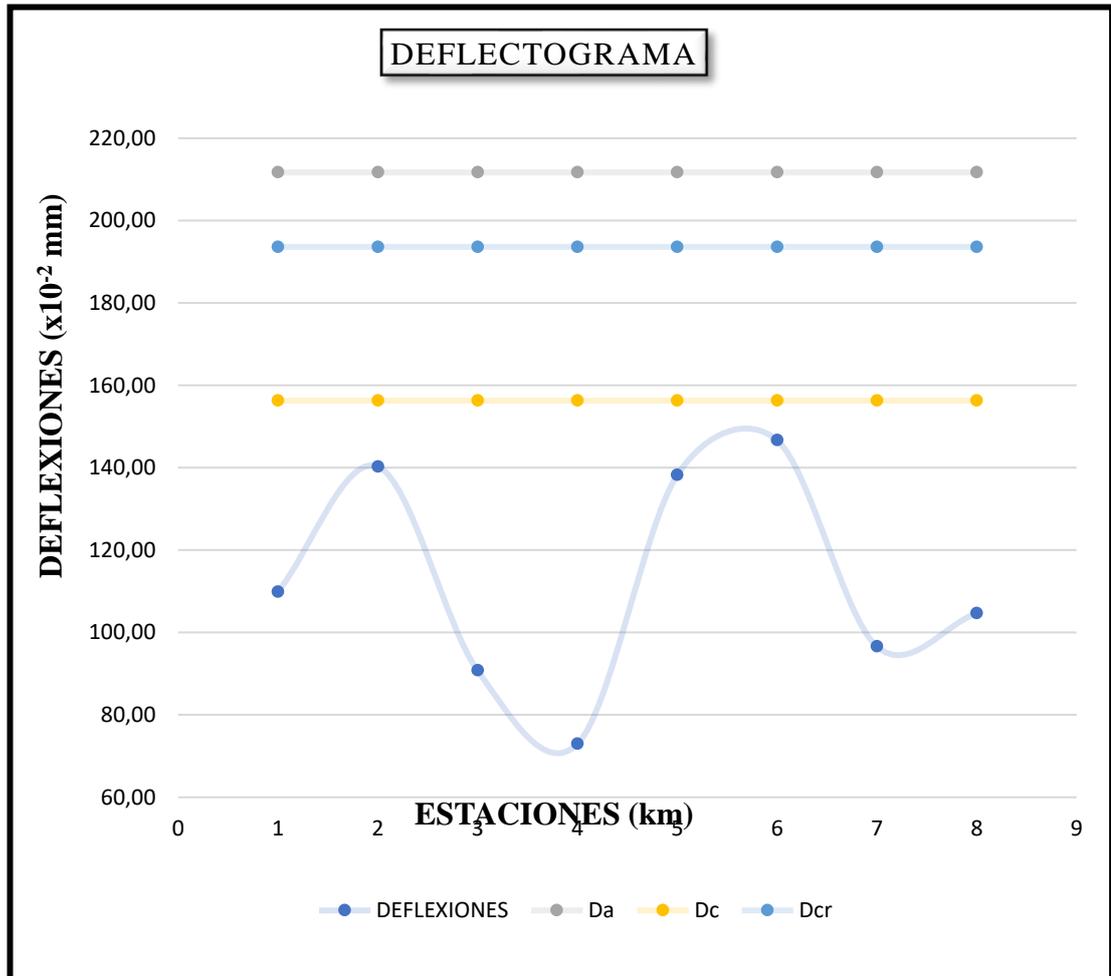
**Tabla 37. Clasificación de los tipos de deflexión**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DEFLEXIONES</b> 									
Elaborado por: Toaquizza Licta Jenny Paulina									
Punto	Abscisa	D0	RC	Deflexiones (x 0,01 mm)			COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	TIPO DE DEFLEXIÓN
				De	Da	Dcr			
1	4+800	109,86	237,81	156,28	211,69	193,62	BUENO	BUENO	TIPO I
2	5+300	140,27	70,92	156,28	211,69	193,62	MALO	BUENO	TIPO III
3	5+800	90,78	192,78	156,28	211,69	193,62	BUENO	BUENO	TIPO I
4	6+300	72,95	94,46	156,28	211,69	193,62	MALO	BUENO	TIPO III
5	6+800	138,23	73,70	156,28	211,69	193,62	MALO	BUENO	TIPO III
6	7+300	146,67	66,96	156,28	211,69	193,62	MALO	BUENO	TIPO III
7	7+800	96,59	59,36	156,28	211,69	193,62	MALO	BUENO	TIPO III
8	8+300	104,65	77,17	156,28	211,69	193,62	MALO	BUENO	TIPO III
PROMEDIO (x10-2 mm)								112,50	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR								26,61	
DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (x10-2 mm)								156,28	
DEFLEXIÓN ADMISIBLE (x10-2 mm)								211,69	
DEFLEXIÓN CRÍTICA (x10-2 mm)								193,62	

Autoría Propia

A continuación, se exhiben los resultados del ensayo de deflexión en la Figura 13, donde se presentan de manera visual y detallada los datos recabados durante la evaluación.

*Figura 13. Deflectograma*



Autoría Propia

En consecuencia, al constatar que la deflexión característica se sitúa por debajo de la deflexión admisible, se evidencia que la estructura exhibe un comportamiento dentro de los parámetros aceptables y cumple con los criterios establecidos en el diseño.

Las deflexiones en cada punto se encuentran detalladas en el Anexo C.

### 3.1.1.4. Ensayo del Cono de Penetración Dinámico (DCP)

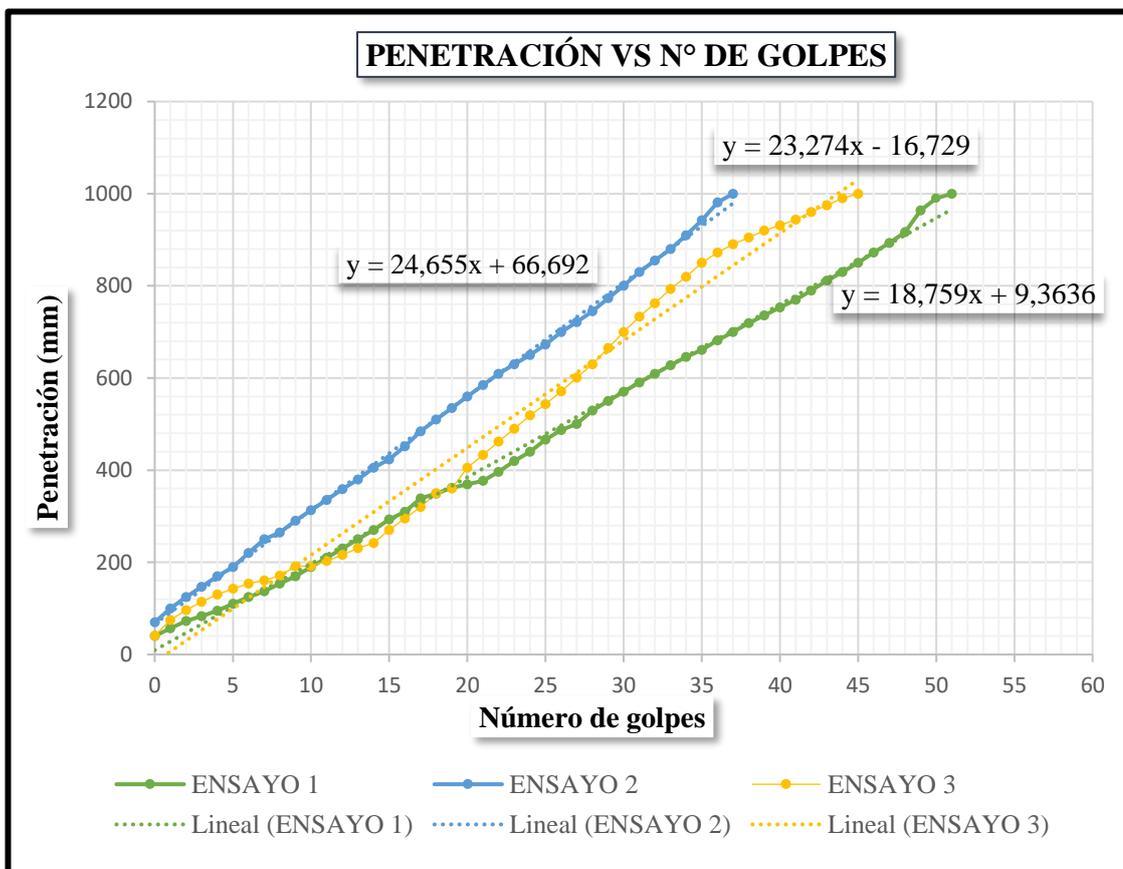
Para el ensayo de DCP se tomaron cuatro puntos estratégicos, a una profundidad de 1.00 m de la superficie, obteniéndose el siguiente resultado en la calicata 1 que se ubica en la abscisa 5+300:

**Tabla 38. Ensayo DCP (punto 1)**

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DCP</b> 							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABSCISA:</b>		5+300			<b>No. CALICATA:</b>		1
<b>NORMA:</b>		ASTM D 6951-3					
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
ENSAYO DCP 1							
# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes	Penetración (mm)		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
0	40	70	41	26	487	700	571
1	57	100	75	27	500	721	601
2	73	125	96	28	529	745	630
3	83	147	114	29	550	773	665
4	95	170	130	30	570	800	700
5	110	190	143	31	590	830	733
6	125	220	154	32	609	855	762
7	137	250	161	33	628	880	793
8	154	265	171	34	646	910	820
9	170	290	191	35	661	942	850
10	190	313	192	36	682	981	872
11	210	335	203	37	700	1000	890
12	230	359	216	38	719		905
13	250	380	231	39	736		920
14	270	405	242	40	753		931
15	293	423	270	41	770		944
16	310	452	295	42	790		960
17	339	484	320	43	811		975
18	349	510	350	44	830		990
19	362	535	360	45	850		1000
20	369	560	405	46	872		
21	377	585	433	47	893		
22	396	609	462	48	917		
23	420	630	490	49	964		
24	440	650	519	50	990		
25	466	673	543	51	1000		

Autoría Propia

Figura 14. Diagrama Penetración vs N° de golpes



Autoría Propia

Así mismo, para determinar el CBR en campo se basó en las ecuaciones lineales que resultan de los gráficos, como se ejemplifica en las tablas 39, 40 y 41.

- Calicata 1 (Abscisa 5+300)

Tabla 39. Resultados DCP

DN (mm/golpe)	
1	18,76
2	24,66
3	23,27

Autoría Propia

$$DN = \frac{18.76 + 24.66 + 23.27}{3}$$

$$DN = 22.23$$

El CBR en campo de la calicata 1 es de 22.23 %.

- Calicata 2 (Abscisa 6+300)

**Tabla 40. Resultados DCP**

DN (mm/golpe)	
1	23.79
2	23.75
3	18.13

Autoría Propia

$$DN = \frac{23.79 + 23.75 + 18.13}{3}$$

$$DN = 21.89$$

El CBR en campo de la calicata 2 es de 21.89 %.

- Calicata 3 (Abscisa 7+300)

**Tabla 41. Resultados DCP**

DN (mm/golpe)	
1	19.83
2	21.53
3	22.29

Autoría Propia

$$DN = \frac{19.73 + 22.53 + 22.29}{3}$$

$$DN = 21.22$$

El CBR en campo de la calicata 3 es de 21.22 %.

- Calicata 4 (Abscisa 8+300)

**Tabla 42. Resultados DCP**

DN (mm/golpe)	
1	17.51
2	24.79
3	20.63

Autoría Propia

$$DN = 17.51 + 24.79 + 20.63$$

$$DN = 20.98$$

El CBR en campo de la calicata 4 es de 20.98 %. En el Anexo D se presentan los datos de DCP obtenidos en campo.

#### 3.1.1.4.1. CBR de Diseño (campo)

El índice de Soporte Californiano (CBR) para el diseño de la subrasante de la vía se calculó utilizando la Ecuación 26. Este valor refleja una capacidad de soporte satisfactoria del suelo, considerando condiciones específicas de compactación y humedad. El diseño se basó en los resultados obtenidos del ensayo de DCP, como se detalla en la tabla adjunta.

**Tabla 43.** Cálculo del CBR de diseño (campo)

Punto	Abscisa	CBR DCP	CBR (Ascendente)	frecuencia	Valores iguales o mayores al CBR	%
1	5+300	22,23	20,89	1	4	100
2	6+300	21,89	21,22	1	3	75
3	7+300	21,22	21,89	1	2	50
4	8+300	20,98	22,23	1	1	25

Autoría Propia

El valor del Porcentil de  $M_R$  para el diseño de la subrasante se extrajo del Manual de diseño de espesores del Instituto Asfalto (MS-1) y se estableció en 87.5, considerando el nivel de tráfico estudiado.

**Tabla 44.** Valor de Porcentil para Diseño de la Subrasante

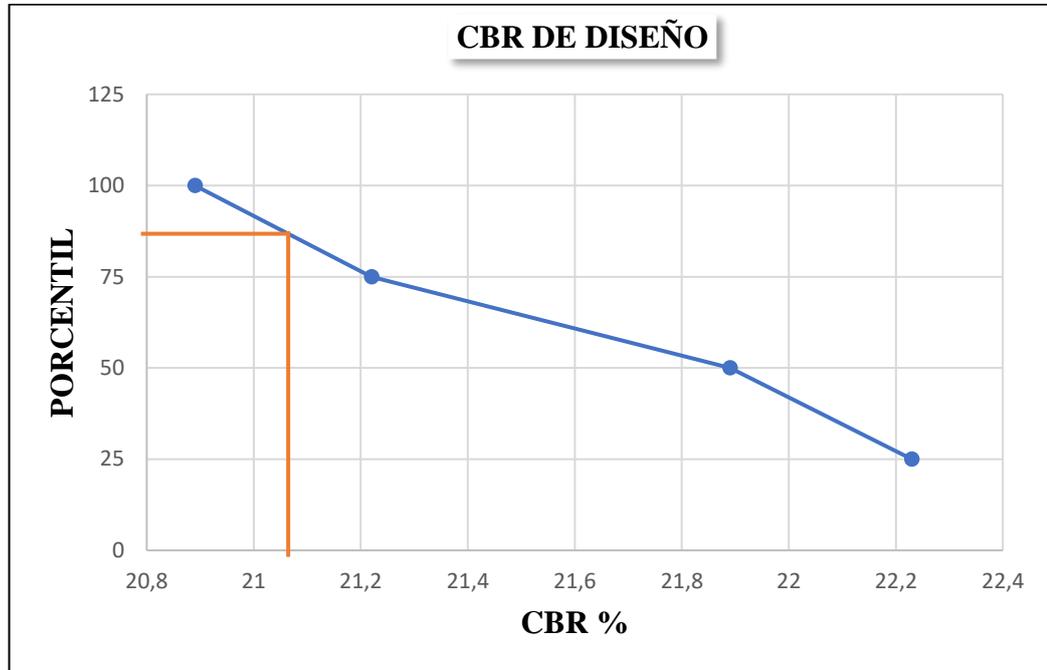
Nivel de Tráfico EAL	Valor de la Subrasante de Diseño
$10^4$ o menos	60
Entre $10^4$ y $10^6$	75
$10^6$ o más	87.5

**Fuente:** Manual de diseño de espesores del Instituto Asfalto (MS-1)

$$y_x = 20.89 + \frac{87.5 - 100}{75 - 100} (21.22 - 20.89)$$

$$y_x = 21.055 \%$$

*Figura 15. Diagrama del CBR de diseño (campo)*



Autoría Propia

Por consiguiente, el CBR calculado in situ utilizando la Ecuación 26 arrojó un valor de 21,055%. Además, al analizar la Figura 15, se determinó que el CBR correspondiente es de 21,05%. La elección del CBR de diseño se basó en la mayor precisión del valor obtenido in situ, siendo este de 21,055%.

### 3.1.2. FASE II

- **Determinación de los componentes físicos de la Subrasante y material granular**

#### 3.1.2.1. Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico ha proporcionado una visión detallada del tipo de suelo a través de las muestras recolectadas en el campo. La clasificación se llevó a cabo conforme a los parámetros del Anexo E de la norma AASHTO M145, y los resultados de los ensayos, tanto para el material granular como para la subrasante, se detallan en el Anexo F. A continuación, se presenta un resumen de los datos obtenidos de subrasante en la Tabla 45, abarcando la clasificación del suelo.

**Tabla 45. Clasificación del suelo de subrasante**

Calicata N°	Abscisa (km)	Grava (%)	Arena (%)	Limo y Arcilla (%)	Clasificación de Suelos AASHTO
1	5+300	0,57	91,37	8,06	A-3
2	6+300	1,19	90,61	8,2	A-3
3	7+300	0,89	92,52	6,59	A-3
4	8+300	0,67	93,36	5,97	A-3

Autoría Propia

**Tabla 46. Clasificación del suelo de material granular**

TAMIZ		BASE CLASE 4	
		Mín.	Máx.
2''	50 mm		100
1''	25 mm	60	90
#4	4,75 mm	20	50
#200	0,075 mm	0	15

Fuente: MTOP 2002

Para clasificar al tipo de suelo del material granular se utilizó la tabla 46 de la MTOP 2002, tomando como referencia el porcentaje en peso que atraviesa los tamices de malla cuadrada. Según los datos recopilados, el suelo fue clasificado como una base clase 4, compuesta por fragmentos de roca o grava triturada. Este tipo de base se emplea comúnmente en vías internas de urbanizaciones con niveles bajos de tráfico.

### 3.1.2.2. Límites de Atterberg

En el Anexo G, se pueden observar los resultados obtenidos en el ensayo tanto para la subrasante como para el material granular. A continuación, se presenta un resumen en la tabla 47 y 48, donde se clasifica el suelo de acuerdo con la norma AASHTO M 145.

**Tabla 47. Resultados obtenidos del Límite de Atterberg - Subrasante**

Calicata N°	Límite Líquido (LL %)	Límite Plástico (LP %)	Índice de Plasticidad (IP %)	Clasificación de suelos AASHTO
1	-	np	np	A-3
2	-	np	np	A-3
3	-	np	np	A-3
4	-	np	np	A-3

Autoría Propia

**Tabla 48. Resultados obtenidos del Límite de Atterberg – Material Granular**

Calicata N°	Límite Líquido (LL %)	Límite Plástico (LP %)	Índice de Plasticidad (IP %)	Clasificación de suelos AASHTO
1	-	np	np	A-1-b
2	-	np	np	A-1-b
3	-	np	np	A-1-b
4	-	np	np	A-1-b

Autoría Propia

Basándose en los resultados del análisis granulométrico y del ensayo de límites de Atterberg de la subrasante y el material granular, se clasificó el suelo como A – 3 y A-1-b, respectivamente, según la Tabla de la norma AASHTO M 145 que se presenta en el Anexo E. El tipo de suelo A-3 se caracteriza como arena fina no plástica, mientras que el A-1-B incluye fragmentos de roca, grava y arena, ambas con propiedades adecuadas para capa y subrasante, calificando en el rango de excelente a bueno.

### 3.1.2.3. Ensayo de Abrasión

En el desarrollo del ensayo de abrasión, se seleccionó el método en función de la granulometría identificada, tomando como referencia la Tabla 9 y 10 de la norma ASTM C131-01. En este contexto, se aplicaron 12 esferas que se ajustan a las especificaciones de la granulometría de tipo A, según lo establecido en la normativa. Los resultados derivados de la ejecución de este ensayo, esenciales para evaluar la resistencia al desgaste del material, se encuentran detallados de manera concisa en la tabla resumen que se presenta a continuación.

**Tabla 49. Resultados del desgaste de Abrasión**

Abscisa	Peso muestra (gr)	Desgaste del agregado %	Norma INEN 860
5+300	5000	34,27	< 40 % CUMPLE
6+300	5000	34,12	
7+300	5000	36,83	
8+300	5000	36,03	

Autoría Propia

Asimismo, según se evidencia en la tabla extraída de la norma INEN 860 y considerando los resultados de retención y paso a través de los tamices cuadrados, se

concluyó la elección de utilizar el método A para el análisis. Este criterio se basa en la rigurosa evaluación de los datos recopilados, asegurando una selección metodológica respaldada por las directrices establecidas en la normativa. Además, la normativa específica que el porcentaje de desgaste de los agregados debe ser inferior al 40%, y como se puede verificar en la tabla, los resultados cumplen con los requisitos necesarios para que el suelo sea apto como base. Este cumplimiento respalda la idoneidad del material, conforme a los estándares establecidos, para su implementación como base en el proyecto. Los resultados de las cuatro muestras se encuentran detallados en el Anexo H.

#### 3.1.2.4. Proctor Modificado

Se llevó a cabo el procedimiento especificado para las muestras de suelo subrasante y los resultados detallados se encuentran en el Anexo I. La información específica sobre los resultados obtenidos se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 50. Ensayo de Proctor Modificado - Subrasante**

Calicata No.	Tipo de suelo AASHTO	Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima W (%)
1	A-3	1,674	9,64
2	A-3	1,703	6,42
3	A-3	1,781	8,67
4	A-3	1,726	12,24

Autoría Propia

Se utilizó el mismo procedimiento y método empleado en la determinación del ensayo de Proctor modificado para analizar el material granular. A continuación, se proporciona una tabla resumen de los resultados obtenidos. El procedimiento detallado se encuentra presentado en el Anexo I para una referencia completa y detallada.

**Tabla 51. Ensayo de Proctor Modificado – Material Granular**

Calicata No.	Tipo de suelo MTOP -04-01	Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima W (%)
1	Base 4	2,096	5,84
2	Base 4	2,009	7,08
3	Base 4	2,061	5,60
4	Base 4	2,006	5,44

Autoría Propia

### 3.1.2.5. CBR (Ensayo de Soporte California)

Concluyendo el análisis de la subrasante y material granular, se llevaron a cabo los ensayos de CBR. Se empleó la tabla 11 para categorizar cada muestra de suelo según el porcentaje CBR, y el procedimiento detallado de cada ensayo se puede consultar en el Anexo J. Los resultados se presentan de manera resumida en las siguientes tablas.

*Tabla 52. Ensayo CBR – Subrasante*

Calicata No.	CBR %	Clasificación del Suelo según %CBR-AASHTO		Usos
1	23,90	20-30	Excelente	Subrasante
2	25,30	20-30	Excelente	Subrasante
3	24,40	20-30	Excelente	Subrasante
4	25,70	20-30	Excelente	Subrasante

Autoría Propia

*Tabla 53. Ensayo CBR – Material Granular*

Calicata No.	CBR %	Clasificación del Suelo según %CBR-AASHTO		Usos
1	86,90	80-100	Excelente	Base
2	88,00	80-100	Excelente	Base
3	87,50	80-100	Excelente	Base
4	87,10	80-100	Excelente	Base

Autoría Propia

La Tabla 52 revela que, conforme a los estándares de clasificación de suelos de la AASHTO, el rango basado en el porcentaje de CBR oscila entre 20 y 30, lo cual se clasifica como excelente para su implementación como subrasante. Este intervalo destaca la notable calidad de las propiedades del suelo en esta categoría. Asimismo, en el caso del material granular, como se demuestra en la tabla 53 el porcentaje de CBR se sitúa entre 80 y 100, indicando un rendimiento excepcional para su uso como base. Esta característica refuerza la idoneidad del material granular en términos de resistencia y estabilidad para aplicaciones de base.

#### 3.1.2.5.1. CBR de Diseño (Laboratorio)

Ahora para determinar el índice de Soporte Californiano (CBR) para el diseño de la subrasante al contrario del anterior diseño este se basó en los resultados obtenidos del CBR de laboratorio, como se detalla en la tabla adjunta.

*Tabla 54. Cálculo del CBR de diseño (laboratorio)*

Punto	Abscisa	CBR DCP	CBR (Ascendente)	frecuencia	Valores iguales o mayores al CBR	%
1	5+300	23,90	23,90	1	4	100
2	6+300	25,30	24,40	1	3	75
3	7+300	24,40	25,30	1	2	50
4	8+300	25,70	25,70	1	1	25

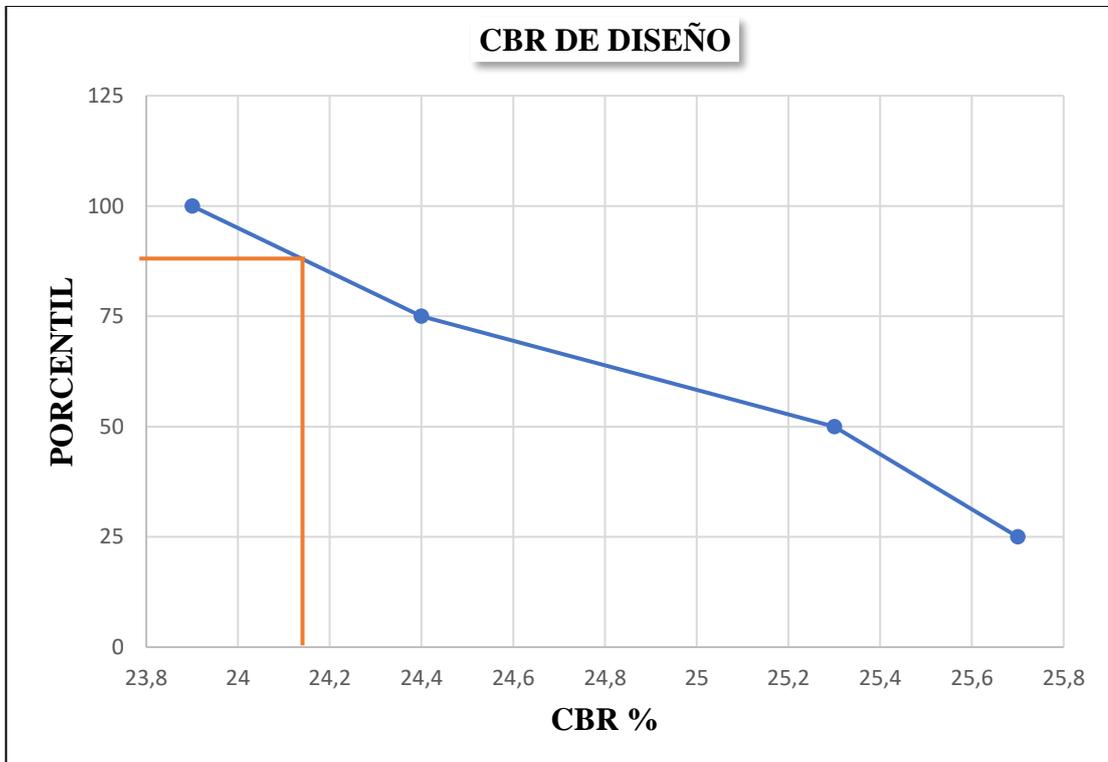
Autoría Propia

El valor del Porcentil de  $M_R$  para el diseño de la subrasante se extrajo del Manual de diseño de espesores del Instituto Asfalto (MS-1) y se estableció en 87,5, considerando el nivel de tráfico estudiado. Se empleó la tabla 44 y así mismo la Ecuación 26.

$$y_x = 23.90 + \frac{87.5 - 100}{75 - 100} (24.40 - 23.90)$$

$$y_x = 24.15 \%$$

*Figura 16. Diagrama del CBR de diseño (laboratorio)*



Autoría Propia

Como resultado, se obtuvo un CBR de laboratorio del 24,15 % utilizando la Ecuación 26. Además, al examinar la Figura 16, se estableció que el CBR es de 21,15 %, resultando en un CBR final de diseño de laboratorio de 24,15 %.

### 3.1.3. FASE III

#### 3.1.3.1. Diseño de la estructura del Pavimento

Para el diseño de la estructura del Pavimento es necesario algunos datos recopilados que se presentan a continuación en la siguiente tabla.

*Tabla 55. Datos recopilados*

CBR% de diseño (campo)	CBR% de diseño (laboratorio)	Número de ejes Equivalentes
21.055 %	24.15 %	1433726

Autoría Propia

Los módulos de elasticidad empleados para el diseño se presentan a continuación:

- Módulo de Elasticidad de mezcla asfáltica: 400 ksi
- Módulo de Elasticidad de base granular: 27.50 ksi
- Módulo de Elasticidad de subbase: 15 ksi

Para establecer el factor de confiabilidad (R), se optó por un valor del 80%, conforme a la clasificación funcional de la vía. Este valor se elige dentro del rango asignado a vías colectoras rurales, que varía entre 75% y 95%, que se encuentra en la tabla 13.

Para calcular la desviación estándar normal ( $Z_R$ ) correspondiente al factor de confiabilidad del 80%, se empleó el valor de -0.841, según la información proporcionada en la tabla 14. Así mismo para calcular la desviación estándar global, se utilizó la tabla 15, eligiendo el valor de 0.45, el cual se corresponde con la variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico, en un rango que va de 0.35 a 0.50.

Para determinar el Módulo Resiliente ( $M_R$ ), se utilizó la ecuación 36, ya que el CBR de diseño tanto el de campo y laboratorio superan el valor de 20.

$$M_R = 4326 * \ln(21.055) + 241$$

$$M_R = \frac{13422.92 \text{ lb/in}^2}{1000}$$

$$M_R = 13.423 \text{ ksi}$$

$$M_R = 4326 * \ln(24.15) + 241$$

$$M_R = \frac{14016.21 \text{ lb/in}^2}{1000}$$

$$M_R = 14.016 \text{ ksi}$$

Ahora para determinar el índice de Serviciabilidad inicial y final se tomaron los valores de 4.2 y 2.2 respectivamente, estos valores fueron tomados en base criterios de diseño. Para determinar la pérdida o disminución del índice de Serviciabilidad se empleó la ecuación 33.

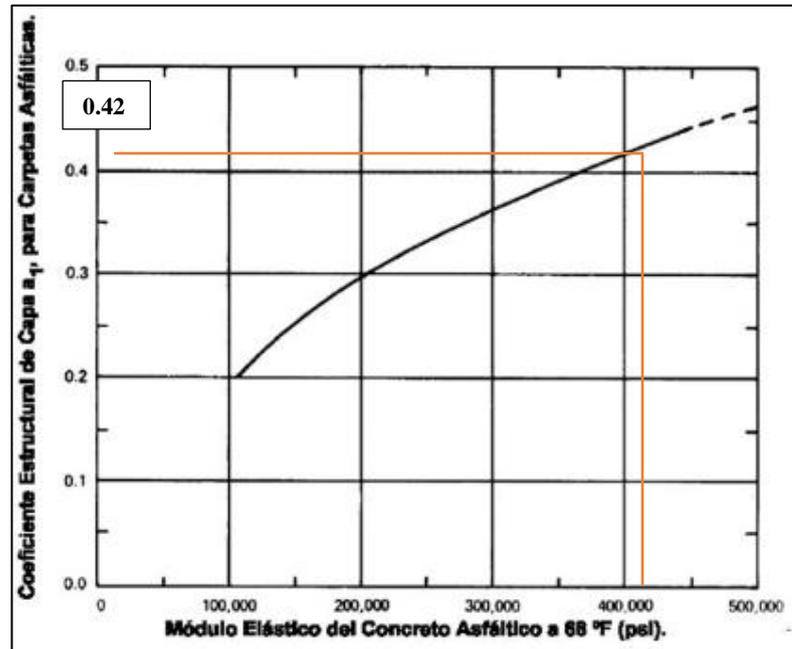
$$\Delta PSI = 4.2 - 2.2 = 2.00$$

Así mismo el periodo de diseño que se empleó fue de 20 años.

- **Coefficientes estructurales de capa**

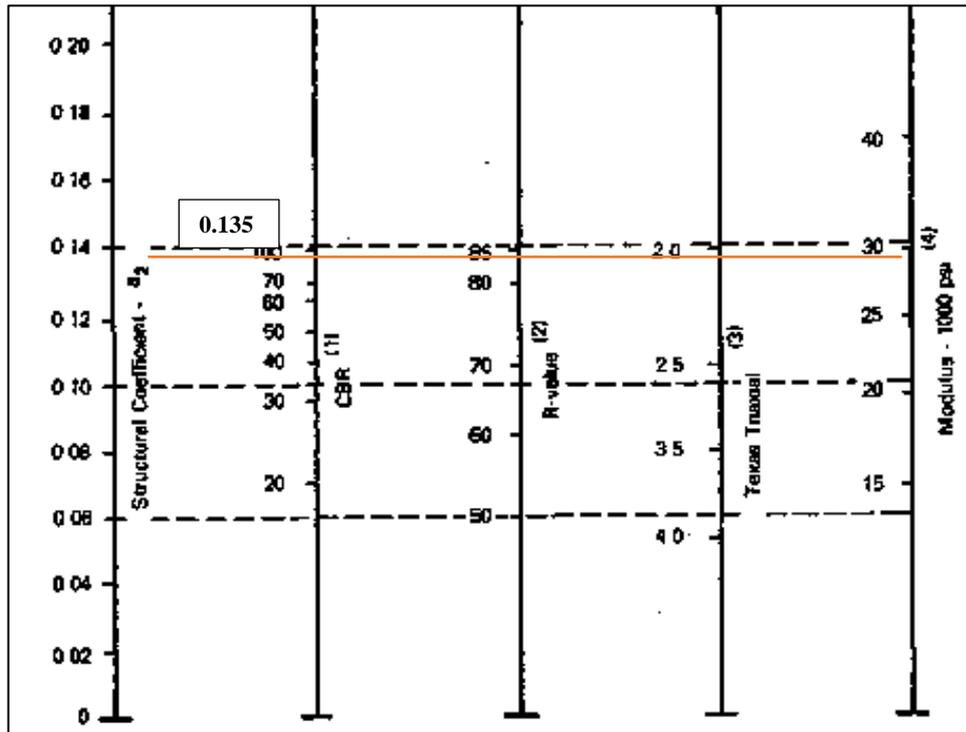
Par determinar los coeficientes estructurales de capa se emplearon algunos ábacos tomados de la AASHTO – 93, como se muestra a continuación.

*Figura 17. Coeficiente estructural (a1) – Mezclas Asfálticas*



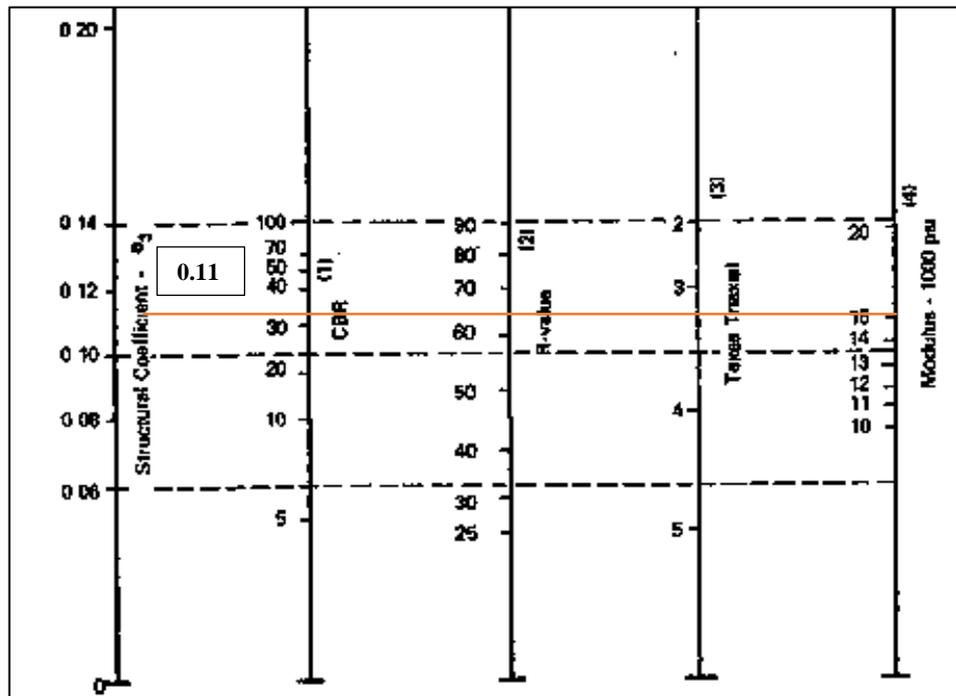
Autoría Propia

Figura 18. Coeficiente estructural(a2) – Base Granular



Autoría Propia

Figura 19. Coeficiente estructural(a3) – Subbase Granular



Autoría Propia

- **Coefficientes de drenaje de capa**

Para calcular los coeficientes de drenaje para la base (m2) y la subbase granular (m3), se consultó la tabla 16 y 17. Dado que la calidad de drenaje de la vía analizada es clasificada como regular, se seleccionó el valor de 1.1, que se encuentra dentro del rango establecido entre 1 y 5%.

Tras la determinación de los parámetros necesarios para el diseño, se presenta a continuación una tabla resumen que contiene los datos obtenidos, sirviendo como base para continuar con el proceso de diseño de la estructura del pavimento.

**Tabla 56. Resumen datos obtenidos para el diseño del pavimento**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</b> 	
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"	
<b>TRAMO</b>	4+300 a 8+600
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA
<b>MÉTODO AASHTO - 93</b>	
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>	<b>DATOS</b>
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)	400,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)	27,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)	15,00
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.433.726
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
Desviación estándar normal (Zr)	-0,841
Desviación estándar global (So)	0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	
Módulo de resiliencia de la subrasante (1)	13,423
Módulo de resiliencia de la subrasante (2)	14,016
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,20
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2,20
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20,00
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )	0,420
Base granular (a <sub>2</sub> )	0,135
Subbase (a <sub>3</sub> )	0,110
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m <sub>2</sub> )	1,100
Subbase (m <sub>3</sub> )	1,100

Autoría Propia

A continuación, se utilizó un programa computacional basado en la metodología AASHTO-93 para determinar el número estructural, haciendo uso de los datos recopilados en el proceso. Este enfoque computacional permite una evaluación precisa y eficiente de los requerimientos estructurales del pavimento. En el Anexo K se presentan estos resultados.

- **CBR de diseño (campo): 21.055%**

Módulo resiliente  $M_R$ : 13422.92 lb/in<sup>2</sup>

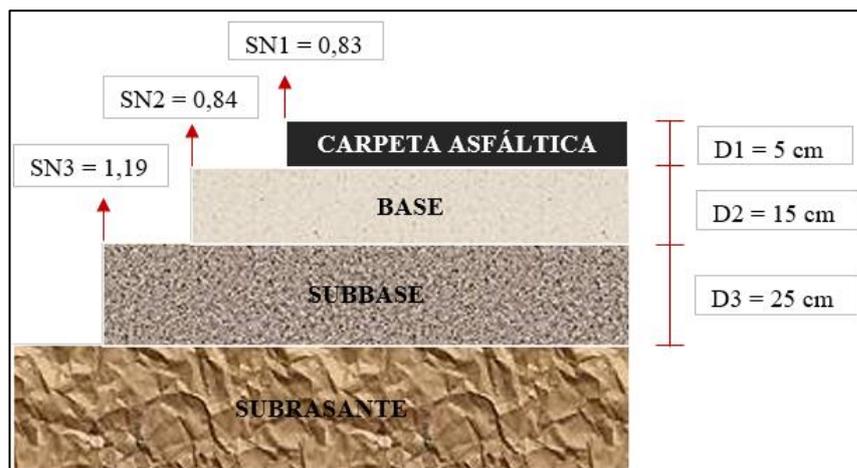
$SN_{Req}$ : 2.70

*Tabla 57. Espesores para el diseño de la estructura del Pavimento*

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
	TEORICO	PROPUESTA	
		ESESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	12,5 cm	<b>5,0 cm</b>	0,83
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9,4 cm	<b>15,0 cm</b>	0,84
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	2,2 cm	<b>25,0 cm</b>	1,19
ESPESOR TOTAL (cm)		<b>45,0 cm</b>	<b>2,86</b>

Autoría Propia

*Figura 20. Espesores Subbase, Base y Carpeta Asfáltica*



Autoría Propia

- **CBR de diseño (laboratorio): 24.15%**

Módulo resiliente  $M_R$ : 14016.21 lb/in<sup>2</sup>

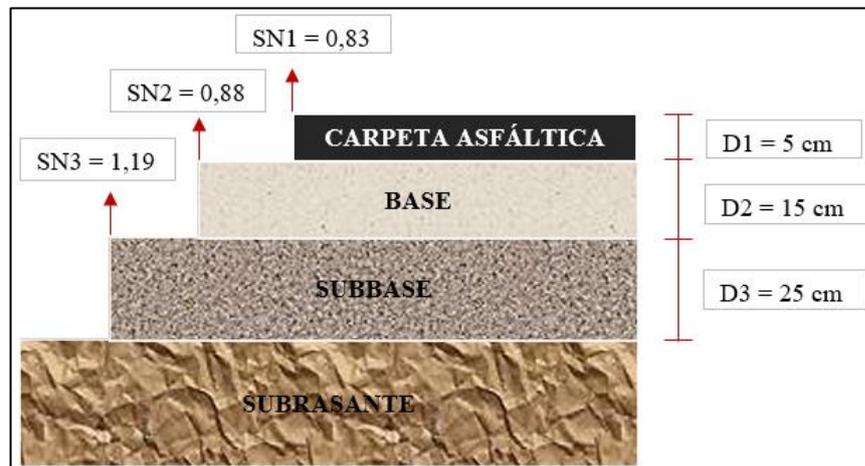
SN: 2.65

**Tabla 58.** Espesores para el diseño de la estructura del Pavimento

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	12,5 cm	<b>5,0 cm</b>	0,83
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9,1 cm	<b>15,0 cm</b>	0,88
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	1,3 cm	<b>25,0 cm</b>	1,19
ESPESOR TOTAL (cm)		<b>45,0 cm</b>	<b>2,89</b>

Autoría Propia

**Figura 21.** Espesores Subbase, Base y Carpeta Asfáltica



Autoría Propia

Ahora bien, en la figura 20 y 21 se evidencia que, para el primer diseño del pavimento con un CBR de campo del 21.055% y el segundo diseño con un CBR de laboratorio del 24.15%, se optó por espesores de 5 cm para la carpeta asfáltica, 15 cm para la base y 25 cm para la subbase.

### 3.1.3.2. Plan de mantenimiento

Para desarrollar el plan de mantenimiento, se emplearon los análisis exhaustivos efectuados tanto en la estructura como en la superficie del pavimento, asegurando una estrategia integral y efectiva. En el análisis, se identificaron tramos con necesidades específicas, tales como mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción. Estos hallazgos ofrecen orientación detallada para planificar y ejecutar intervenciones precisas en cada sección de la vía.

#### - **Mantenimiento Periódico**

Las actividades delineadas en el plan de mantenimiento para los tramos 4+300 – 4+580, 5+210 – 5+840, 6+470 – 7+100 que demandan una intervención de mantenimiento periódico, comprendieron dos acciones fundamentales: la limpieza de cunetas mediante maquinaria, medida en metros lineales, y el sellado de fisuras con una combinación de arena slurry polimérico y emulsión asfáltica, medido en metros cuadrados.

#### - **Rehabilitación**

Para los tramos que requieren rehabilitación, se proponen 10 actividades específicas. Estas incluyen el derrocamiento de elementos de hormigón (cunetas) con desalojo, la construcción de la subbase clase 3 (con transporte), la base clase 4 (con transporte), la rotura del pavimento de hormigón rígido con desalojo, la aplicación de hormigón simple en cunetas con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  que abarca el encofrado y la conformación, el suministro y riego de imprimación asfáltica RC 250, el suministro y colocación de carpeta asfáltica con un espesor de 2" (incluido el transporte) y la aplicación de pintura de tráfico para las líneas simple y doble continua y para la marcación de pasos cebras. Para estos tramos se empleará el CBR de subrasante obtenido en campo a través del ensayo DCP.

#### - **Reconstrucción**

En cuanto a los tramos que necesitan reconstrucción, se plantean 11 actividades específicas. Las mismas que se describieron para los tramos que requieren rehabilitación, con la diferencia de que se incorpora el rubro de terminación de la subrasante con el fin de alcanzar el CBR determinado en laboratorio. Estas actividades han sido seleccionadas de manera integral según las necesidades específicas de cada tramo. En necesario destacar que en los tramos sujetos a reconstrucción y rehabilitación se llevará a cabo la reutilización de la base (material granular), buscando así una optimización de los recursos y la reducción de costos asociados.

#### **3.1.3.3. Presupuesto Referencial**

Tras obtener estos resultados, se procedió a elaborar un presupuesto referencial, considerando el tipo de mantenimiento necesario para cada sección del tramo de la vía analizado. Este presupuesto se diseñó de manera específica, teniendo en cuenta las

intervenciones requeridas en términos de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción en cada segmento de la carretera.

**Tabla 59. Presupuesto Referencial**

<b>RECONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN</b>						
<b>Item</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U</b>	<b>Precio Total</b>	
1		Excavación de la calzada sin clasificar incluye desalojo	m <sup>3</sup>	8197,20	4,09	33526,55
2		Derrocamiento de elementos de hormigón incluye desalojo	m <sup>3</sup>	441,60	30,37	13411,39
3		Terminación de la subrasante	m <sup>2</sup>	14058,00	0,80	11246,40
4		Construcción de subbase clase 3 (Incluye transporte)	m <sup>3</sup>	4554,00	13,12	59748,48
5		Base clase 4 (Incluye transporte)	m <sup>3</sup>	523,71	15,96	8358,41
6		Sum. Y riego de imprimación asfáltica RC 250	m <sup>2</sup>	18216,00	1,18	21494,88
7		Carpeta Asfáltica Mezclado en Planta de 2" de espesor (Incluye Transporte)	m <sup>2</sup>	18216,00	10,37	188899,92
8		Hormigón simple en cunetas f'c=210 Kg/cm2., incluye encofrado y conformación	m <sup>3</sup>	441,60	192,63	85065,41
9		Pintura de trafico línea simple continua lateral a=12 cm (l=variable) blanca	m	4300,00	1,43	6149,00
10		Pintura de trafico línea doble continua acrílica a=12 cm (l=variable) amarilla	m	4300,00	2,30	9890,00
11		Pintura de trafico pasos cebras	m <sup>2</sup>	27,00	4,13	111,51
<b>MANTENIMIENTO PERIÓDICO</b>						
12		Limpieza de cunetas a máquina	m	1540,00	0,28	431,20
13		Sello de fisuras con arena slurry polimérico y emulsión asfáltica	m <sup>2</sup>	10164,00	2,35	23885,40
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 462.218,55</b>	

#### Autoría Propia

Para la elaboración del presupuesto referencial se consideró diversos aspectos, como el ancho promedio de la vía, establecido en 6.6 metros. Se procedió a presupuestar la categoría de base tipo 4, teniendo en cuenta la reutilización del material granular, lo que resulta en un ahorro significativo en los costos de mantenimiento. El presupuesto de referencia se basó en las 13 actividades delineadas en el plan de mantenimiento, abarcando tanto los casos que requieren mantenimiento periódico como aquellos de rehabilitación y reconstrucción. El resultado final es un presupuesto referencial de \$462,218.55, cuatrocientos sesenta y dos mil doscientos dieciocho dólares americanos con cincuenta y cinco centavos. La tabla de volúmenes de trabajo y las correspondientes especificaciones técnicas se detallan en el Anexo L.

### **3.2. Verificación de hipótesis**

La evaluación visual y estructural del pavimento de la vía Quero-Mocha comprendida en la abscisa 0+000-4+300, permite crear un plan de mantenimiento vial adecuado a sus necesidades.

Si, la evaluación visual y estructural del pavimento de la vía Quero-Mocha en el tramo de la abscisa 0+000 a 4+300 ha confirmado la hipótesis planteada. Los resultados de la evaluación proporcionaron información detallada y relevante, permitiendo la identificación de necesidades específicas en el pavimento. En consecuencia, se ha logrado desarrollar un plan de mantenimiento vial adecuado que aborda las condiciones observadas y garantiza la durabilidad, seguridad y funcionalidad óptima de la vía en ese tramo.

## **CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

Se realizó una evaluación exhaustiva de la condición superficial y estructural de la vía Quero-Mocha, especialmente en el tramo entre las abscisas 4+300 y 8+600, lo que condujo a la propuesta de un plan integral de mantenimiento. Los resultados de la evaluación indican la necesidad urgente de llevar a cabo acciones que abarquen el mantenimiento periódico, la rehabilitación y la reconstrucción en diversos tramos de la vía. Para los tramos 4+300 – 4+335, 5+210 – 5+560 y 6+470 – 6+820, que requieren mantenimiento periódico, se ha seleccionado la aplicación de un slurry seal, con una expectativa de vida de 4 a 5 años. Respecto a los tramos que demandan rehabilitación, como el 4+580 – 4+930, se plantearon actividades como la excavación y la eliminación del asfalto y el material granular, conservando la subrasante. En cuanto a los tramos 5+840 – 6+190 y 7+100 – 8+395, que requieren reconstrucción, se han definido acciones específicas, incluyendo la excavación, el levantamiento de la carpeta asfáltica y del material granular, así como la compactación de la subrasante con el objetivo de alcanzar el CBR de laboratorio.

Se estableció a partir de los resultados del conteo vehicular, que el Tráfico Promedio Diario Actual (TPDA) es de 3,345 vehículos/día, proyectándose un incremento a 6,163 vehículos/día para el año 2043. La vía fue clasificada como una carretera de dos carriles tipo C1, indicativa de mediana capacidad, con un número de ejes equivalentes (W18) de 57,269 para el año actual y 1,433,726 para 2043. La inspección visual reveló la necesidad de mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción en el tramo estudiado. Las deflexiones en la capa de rodadura, evaluadas mediante la Viga Benkelman, se ubicaron en los tipos I y III que nos demuestra que el comportamiento del pavimento en algunos puntos es malo y por el contrario el comportamiento de la subrasante es bueno, con la deflexión característica por debajo de lo admisible y un radio de curvatura mayor a 100, la estructura exhibe un comportamiento dentro de los parámetros aceptables y cumple con los criterios establecidos en el diseño. Además, el CBR de diseño de campo, determinado mediante el ensayo del Cono de Penetración Dinámico (DCP), se sitúa en un excelente 21.055%, dentro del rango de 20-30 para subrasante, lo que nos permite seguir empleándola sin necesidad de mejoramiento.

Se evaluó los componentes físicos de la subrasante y el material granular mediante muestras obtenidas en el tramo de la vía, ubicadas a intervalos de un kilómetro en las abscisas 5+300, 6+300, 7+300 y 8+300. Los ensayos de granulometría, límites de Atterberg y abrasión aplicados a las muestras clasificaron a la subrasante como arena fina no plástica A-3, mientras que el material granular presenta una composición de fragmentos de roca, grava y arena A-1-b, ambas clasificadas en un rango de excelente a bueno, según la norma AASHTO M 145. Además, el material granular fue categorizado como una base tipo 4, con un desgaste de abrasión inferior al 40%, conforme a la MTOP-404-1. Los ensayos de Proctor Modificado y CBR arrojaron un CBR de diseño del 24.15% para la subrasante, calificado como excelente, y un CBR para el material granular que oscila entre el 80% y 100%, indicando un rendimiento excepcional y adecuado para la base.

Se estableció un presupuesto referencial en función del plan de mantenimiento y del diseño estructural del pavimento. En este análisis, se determinaron espesores para la Carpeta Asfáltica, la Base y la Subbase de 5 cm, 15 cm y 25 cm, respectivamente, considerando tanto el CBR de diseño en campo como en laboratorio. El presupuesto referencial para las actividades enmarcadas en el plan de mantenimiento es de \$462,218.55, cuatrocientos sesenta y dos mil doscientos dieciocho dólares americanos con cincuenta y cinco centavos. Es importante destacar que el presupuesto referencial resultó más económico gracias a la reutilización del material granular.

## **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda colaborar estrechamente con el Consejo Provincial para obtener datos que respalden un plan de mantenimiento eficiente, contribuyendo así a un entorno más seguro y sostenible para residentes y visitantes en el futuro. Esta inversión en el cuidado de las vías no solo responde a necesidades técnicas, sino que también refleja un compromiso con la calidad de vida y el desarrollo sostenible de la región.

Se recomienda verificar los equipos y materiales antes de realizar los ensayos con el fin de obtener información precisa sobre las propiedades del suelo, estos ensayos permitirán una evaluación precisa del estado de la vía, facilitando la identificación temprana de posibles problemas y orientando las decisiones de mantenimiento de manera eficiente y efectiva.

Se recomienda que, en relación con el ensayo de deflexiones realizado cada 500 metros, se lleve a cabo a distancias más cortas para obtener mediciones más precisas y asegurar una investigación eficiente.

Se sugiere que, en caso de ser necesario, se evite llevar a cabo la mejora de la subrasante, ya que el CBR determinado en campo se encuentra en el rango de 20 a 30, clasificándose como excelente. Por ende, para reducir costos, se podría utilizar la subrasante existente sin necesidad de realizar mejoras adicionales.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Ciencia En and №1 Pc, “PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) METHODOLOGY PROPOSAL FOR THE EVALUATION OF PAVEMENTS APPLYING THE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Autores,” 2019.
- [2] M. Alamgir *et al.*, “Economic, Socio-Political and Environmental Risks of Road Development in the Tropics,” *Current Biology*, vol. 27, no. 20, pp. R1130–R1140, Oct. 2017, doi: 10.1016/J.CUB.2017.08.067.
- [3] H. A. Rondón-Quintana and F. A. Reyes-Lizcano, “Evaluación de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Densa en Caliente Modificada con un Desecho de PVC,” 2013.
- [4] J. Huamaní Arone, O. E. Rimayhuaman Taipe, and X. S. Tito Catalán, “Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 5, pp. 1876–1896, Oct. 2022, doi: 10.37811/cl\_rcm.v6i5.3202.
- [5] M. Pradena and Echaveguren T, “Revista de la Construcción”, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127612584010>
- [6] E. Tejada Piusseaut, M. I. Zambrano Mesa, and A. Alonso Aaenlle, “Materiales granulares mejorados con emulsión asfáltica catiónica para subbases de pavimentos,” *Infraestructura Vial*, vol. 22, no. 39, pp. 29–42, Jul. 2020, doi: 10.15517/iv.v22i39.41574.
- [7] B. J. Gavilanes Espín, “ESTUDIO TÉCNICO VIAL DE LA CARRETERA EL SANTUARIO – HUALCANGA SAN FRANCISCO – HUALCANGA SANTA ANITA Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR EN EL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.” Ambato - Ecuador, 2015.
- [8] H. Florencio Torres Merino, J. Alberto Castillo Morejón, L. Hernán Mena Garzón, and D. Patricio Guerrero Cuasapaz, “CORRELACIÓN ENTRE EL

PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO Y LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN CAMPO PARA EL SUELO DE SUBRASANTE DE LA VIA PORTOVIEJO-MANTA,” 2020. [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0001-9411-5500>

- [9] E. A. Sandoval Vallejo and W. A. Rivera Mena, “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfnada,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, no. 1, pp. 135–152, Aug. 2019, doi: 10.18359/rcin.3478.
- [10] T. M. Roberto Xavier and M. Reynier Moll, “Dialnet-EvaluacionDeflectometricaEnPavimentosFlexiblesMedi-8637931,” *Ciencias Económicas y Empresariales*, vol. 8, no. 3, pp. 203–224, 2022.
- [11] M. A. Rubio Idrogo, “Gestión de mantenimiento vial y su relación con la satisfacción de los usuarios de Lima Metropolitana, 2022,” *Alpha Centauri*, vol. 4, no. 2, pp. 22–28, May 2023, doi: 10.47422/ac.v4i2.145.
- [12] M. d. T. y. O. P. (MTOPI), “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras,” (New Jersey, USA), 2003.
- [13] American Association Standards Highway Transportation Officials, “Diseño de pavimentos flexibles, AASHTO T 93,” 93AD. doi: 10.23857/pc.v5i9.1717.
- [14] ASTM International, “Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos, ASTM D6433,” 2018.
- [15] American Association Standards Highway Transportation Officials, “Pavement Deflection Measurements, AASHTO T256,” 2001.
- [16] ASTM International, “Guía estándar para el Pavimento general - Mediciones Deflexión, ASTM D 4695,” 2003. [Online]. Available: [www.astm.org](http://www.astm.org),
- [17] Servicio Ecuatoriano de Normalización, “MECÁNICA DE SUELOS - TOMA DE MUESTRAS ALTERADAS, NTE INEN 686.”
- [18] S. Angelone and J. TOSTICARELLI Fernando MARTINEZ, “EL PENETORMETRO DINAMICO DE CONO, SU APLICACIÓN AL CONTROL Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS,” 2014.

- [19] D. Castañeda-Granda Piura and mayo de, “ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA DE LA CONCHA DE ABANICO TRITURADA PARA SU USO COMO AGREGADO EN CONCRETOS,” 2017, 2017.
- [20] ASTM International, “Método de Ensayo Estándar para Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos, ASTM D 4318,” 2005. [Online]. Available: [www.astm.org](http://www.astm.org),
- [21] ASTM International, “Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina Los Ángeles, ASTM C 131,” 2001.
- [22] American Association Standards Highway Transportation Officials, “Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54 kg (10 lb) Rammer and a 457 mm (18 in), AASHTO T180,” 2001.
- [23] Inacap, “AREA CONSTRUCCIÓN Asignatura: Laboratorio de Hormigón y Suelos I Código: COOTTLB01/G04/Compactación Proctor Unidad de Aprendizaje N°4.”
- [24] ASTM International, “MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA CBR (ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA) DE LOS SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO, ASTM D 1883,” 2007.
- [25] LAURA MARCELA ARISTIZABAL MORALES, “DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE,” *MÉTODOS AASTHO Y RACIONAL*, 2014.
- [26] NORMA ECUATORIANA VIAL, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR,” 2013.
- [27] GAD Riobamba, “MEJORAMIENTO VIAL BARRIO ‘CISNEROS DE TAPI I ETAPA,”” 2022. Accessed: Dec. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=ANfP3F7whkAS96EGDoIKkNBj6BD6o79CHcApmBJNzgg>
- [28] Obras Públicas - GAD Pillaro, “CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS Y CANALES RECOLECTORES DE AGUA LLUVIAS EN LAS VÍAS DEL

- SECTOR DE LA MERCED, PARROQUIA PÍLLARO.,” 2023. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: [https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=EJaDf7gFl\\_yCfki6HO18OYYhJzMZSZyqv7tjUiAGS8E](https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=EJaDf7gFl_yCfki6HO18OYYhJzMZSZyqv7tjUiAGS8E)
- [29] GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN ESPÍNDOLA, “COLOCACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE E= 2’, EN LAS CALLES DE LA URBANIZACIÓN MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE AMALUZA DEL CANTÓN ESPÍNDOLA”.,” Oct. 2023. Accessed: Dec. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=m56rqRdBBgyXclonggwI6-EDe-YfYa1GWPIhUwrCpmw>,
- [30] GAD LATACUNGA, “CONTRATAR LA OBRA PUBLICA PARA EL MEJORAMIENTO VIAL DE LA VÍA SANTO SAMANÁ UTC,” 2023. Accessed: Dec. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=mmn2Fz1qj1MBnTEtR7jjqREUSQ29Zq9QNG5eMJs6cq4>
- [31] DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS - GUARANDA, “COLOCACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA Y LA CONSTRUCCIÓN DE LAS ACERAS Y BORDILLOS EN VARIAS CALLES URBANAS DE LA CIUDAD DE GUARANDA.,” Guaranda, Aug. 2023. Accessed: Dec. 27, 2023. [Online]. Available: [https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=8cxKEJUY-ERfZILBk\\_Kg8Hc2yGz\\_5oK3Vq771k1bhaY](https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=8cxKEJUY-ERfZILBk_Kg8Hc2yGz_5oK3Vq771k1bhaY),
- [32] M. Bolívar and G. Parra Pedraza, “GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA DIRECCIÓN GENERAL DE VIALIDAD E INFRAESTRUCTURA Subdirección de Estudios y Diseños,” Nov. 2022. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available:

<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=ANfP3F7whkAS96EGDolKkNBj6BD6o79CHcApmBJNzgg>

- [33] GAD Riobamba, “REHABILITACION DE VARIAS VIAS ASFALTADAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA,” 2022. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available:

<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=ANfP3F7whkAS96EGDolKkNBj6BD6o79CHcApmBJNzgg>

- [34] GAD PARROQUIAL DE CHAUCHA, “MANTENIMIENTO DE 14.5 KM DE LA VIA SAN ANTONIO – PUENTE SAN FRANCISCO DE LA PARROQUIA CHAUCHA, CIUDAD DE CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY,” 2023. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available:

[https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=SRpdQx3lmiJKA3BfbYMSM\\_17KXqqQHGNzS71aewDBj4](https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=SRpdQx3lmiJKA3BfbYMSM_17KXqqQHGNzS71aewDBj4)

**ANEXOS**

# **ANEXO A - TRÁFICO VEHICULAR**

Anexo A – 1, ( Conteo Vehicular - martes, 22 de agosto de 2023 en la vía Quero – Mocha, Abscisa 4+300 – 8+600)

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTEO DE TRÁFICO</b> 												
<b>PROYECTO:</b> Vía Quero - Mocha <b>FECHA:</b> 22/8/2023			<b>DIA:</b> Martes			<b>ESTACIÓN:</b> 1 <b>ESTADO DEL TIEMPO:</b> Lluvioso			<b>SENTIDO:</b> Ambos <b>RESPONSABLE:</b> Toaquiza Licta Jenny Paulina			
HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
												
7h00-7h15	26	0	20	2	0	0	0	0	0	22	48	
7h15-7h30	27	1	18	3	3	0	0	0	0	24	52	
7h30-7h45	21	0	19	3	4	1	0	0	0	27	48	
7h45-8h00	19	0	19	7	1	1	0	0	0	28	47	195
8h00-8h15	11	0	13	4	1	1	0	0	0	19	30	177
8h15-8h30	21	0	8	5	2	0	0	0	0	15	36	161
8h30-8h45	7	0	18	4	0	0	0	0	0	22	29	142
8h45-9h00	13	0	23	4	0	0	0	0	0	27	40	135
9h00-9h15	5	0	20	3	5	3	0	0	0	31	36	141
9h15-9h30	11	0	16	1	2	3	0	0	0	22	33	138
9h30-9h45	7	0	13	0	1	1	0	0	0	15	22	131
9h45-10h00	8	0	17	1	1	0	0	0	0	19	27	118
10h00-10h15	12	0	9	1	1	1	0	0	0	12	24	106
10h15-10h30	10	0	12	1	2	0	0	0	0	15	25	98
10h30-10h45	8	0	12	0	1	0	0	0	0	13	21	97
10h45-11h00	9	0	17	2	0	0	0	0	0	19	28	98
11h00-11h15	11	0	12	1	0	2	0	0	0	15	26	100
11h15-11h30	8	0	11	0	1	1	0	0	0	13	21	96
11h30-11h45	9	0	11	0	1	2	0	0	0	14	23	98
11h45-12h00	11	0	10	1	1	0	0	0	0	12	23	93
12h00-12h15	10	0	9	6	1	2	0	0	0	18	28	95
11h15-12h30	6	0	18	3	0	0	0	0	0	21	27	101
12h30-12h45	9	0	18	3	1	2	0	0	0	24	33	111
12h45-13h00	6	0	11	4	1	2	0	0	0	18	24	112
13h00-13h15	15	0	10	1	1	1	0	0	0	13	28	112
13h15-13h30	14	0	14	4	1	5	0	0	0	24	38	123
13h30-13h45	17	0	20	2	3	3	0	0	0	28	45	135
13h45-14h00	7	0	11	1	3	1	0	0	0	16	23	134
14h00-14h15	11	0	11	1	0	3	0	0	0	15	26	132
14h15-14h30	12	0	21	5	0	0	0	0	0	26	38	132
14h30-14h45	16	0	8	1	0	0	0	0	0	9	25	112
14h45-15h00	9	0	13	0	0	1	0	0	0	14	23	112
15h00-15h15	5	0	9	2	1	0	0	0	0	12	17	103
15h15-15h30	13	0	5	1	2	1	0	0	0	9	22	87
15h30-15h45	14	0	7	1	1	2	0	0	0	11	25	87
15h45-16h00	8	0	9	1	0	0	1	0	0	11	19	83

Anexo A – 2, ( Conteo Vehicular - miércoles, 23 de agosto de 2023 en la vía Quero – Mocha, Abscisa 4+300 – 8+600)

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTEO DE TRÁFICO</b>													
<b>PROYECTO:</b> Vía Quero - Mocha <b>FECHA:</b> 23/8/2023			<b>DÍA:</b> Miércoles		<b>ESTACIÓN:</b> 1 <b>ESTADO DEL TIEMPO:</b> Nublado		<b>SENTIDO:</b> Ambos <b>RESPONSABLE:</b> 8 vo "B"						
HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA	
													
7h00-7h15	36	0	5	3	3	0	0	0	0	11	47		
7h15-7h30	31	0	5	2	2	0	0	0	0	9	40		
7h30-7h45	19	0	3	4	4	0	0	0	0	11	30		
7h45-8h00	24	0	4	5	5	0	0	0	0	14	38	155	
8h00-8h15	26	0	3	4	0	0	0	0	0	7	33	141	
8h15-8h30	14	0	3	0	0	0	0	0	0	3	17	118	
8h30-8h45	23	0	0	3	0	1	0	0	0	4	27	115	
8h45-9h00	24	0	2	7	3	0	0	0	0	12	36	113	
9h00-9h15	17	0	2	5	3	0	0	0	0	10	27	107	
9h15-9h30	21	0	3	3	1	0	0	0	0	7	28	118	
9h30-9h45	15	1	1	1	0	0	0	0	0	2	18	109	
9h45-10h00	12	0	1	1	0	0	0	0	0	2	14	87	
10h00-10h15	27	0	3	3	1	0	0	0	0	7	34	94	
10h15-10h30	15	0	5	1	1	0	0	0	0	7	22	88	
10h30-10h45	14	0	1	2	2	0	0	0	0	5	19	89	
10h45-11h00	27	1	1	4	1	0	0	0	0	6	34	109	
11h00-11h15	26	0	3	1	0	0	0	0	0	4	30	105	
11h15-11h30	16	0	5	1	0	0	0	0	0	6	22	105	
11h30-11h45	21	0	3	4	0	0	0	0	0	7	28	114	
11h45-12h00	20	0	2	0	0	0	0	0	0	2	22	102	
12h00-12h15	28	1	3	3	1	0	0	0	0	7	36	108	
11h15-12h30	23	0	1	3	2	0	0	0	0	6	29	115	
12h30-12h45	31	0	0	1	0	0	0	0	0	1	32	119	
12h45-13h00	23	0	0	3	1	0	0	0	0	4	27	124	
13h00-13h15	17	1	1	1	0	0	0	0	0	2	20	108	
13h15-13h30	24	0	4	0	0	0	0	0	0	4	28	107	
13h30-13h45	29	0	0	1	2	0	0	0	0	3	32	107	
13h45-14h00	19	0	0	4	0	0	0	0	0	6	25	105	
14h00-14h15	20	0	1	0	0	0	0	0	0	1	21	106	
14h15-14h30	22	0	0	0	2	2	0	0	0	4	26	104	
14h30-14h45	18	0	1	3	1	1	0	0	0	6	24	96	
14h45-15h00	14	0	2	2	1	1	0	0	0	6	20	91	
15h00-15h15	17	0	0	1	1	0	0	0	0	2	19	89	
15h15-15h30	21	0	0	2	2	1	0	0	0	5	26	89	
15h30-15h45	18	0	1	2	1	0	0	0	0	4	22	87	
15h45-16h00	23	0	1	1	1	1	0	0	0	4	27	94	

**Anexo A – 3, ( Conteo Vehicular - viernes, 25 de agosto de 2023 en la vía Quero – Mocha, Abscisa 4+300 – 8+600)**

HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
			2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 			
7h00-7h15	39	0	4	3	0	0	0	0	0	7	46	
7h15-7h30	36	0	3	5	0	0	0	0	0	8	44	
7h30-7h45	40	0	4	6	1	0	0	0	0	11	51	
7h45-8h00	32	0	3	3	0	0	0	0	0	6	38	179
8h00-8h15	31	0	8	1	0	1	0	0	0	10	41	174
8h15-8h30	17	0	2	0	0	0	0	0	0	2	19	149
8h30-8h45	37	0	2	4	0	0	0	0	0	6	43	141
8h45-9h00	21	0	6	3	0	0	0	0	0	9	30	133
9h00-9h15	20	0	1	5	0	0	0	0	0	6	26	118
9h15-9h30	17	1	0	3	0	0	0	0	0	3	21	120
9h30-9h45	36	0	2	1	1	0	0	0	0	4	40	117
9h45-10h00	32	0	3	0	0	0	0	0	0	3	35	122
10h00-10h15	26	0	2	1	0	0	0	0	0	3	29	125
10h15-10h30	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	126
10h30-10h45	28	0	2	1	0	0	0	0	0	3	31	117
10h45-11h00	19	0	2	1	0	0	0	0	0	3	22	104
11h00-11h15	33	0	1	1	0	0	0	0	0	2	35	110
11h15-11h30	19	0	0	1	0	0	0	0	0	1	20	108
11h30-11h45	18	0	2	4	0	0	0	0	0	6	24	101
11h45-12h00	13	1	0	1	0	0	0	0	0	1	15	94
12h00-12h15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	74
11h15-12h30	21	0	0	1	0	0	0	0	0	1	22	76
12h30-12h45	28	0	4	1	0	0	0	0	0	5	33	85
12h45-13h00	34	0	1	1	0	0	0	0	0	2	36	106
13h00-13h15	18	1	2	2	2	0	0	0	0	6	25	116
13h15-13h30	32	0	3	2	0	0	0	0	0	5	37	131
13h30-13h45	30	0	1	1	0	0	0	0	0	2	32	130
13h45-14h00	28	0	1	4	0	0	1	0	0	6	34	128
14h00-14h15	29	0	1	1	0	0	1	0	0	3	32	135
14h15-14h30	21	0	2	2	0	0	0	0	0	4	25	123
14h30-14h45	28	0	1	0	0	0	0	0	0	1	29	120
14h45-15h00	19	0	1	2	0	0	0	0	0	3	22	108
15h00-15h15	27	0	1	2	0	0	0	0	0	3	30	106
15h15-15h30	21	0	1	2	0	0	0	0	0	3	24	105
15h30-15h45	17	0	0	1	2	0	0	0	0	3	20	96
15h45-16h00	22	0	6	1	0	0	0	0	0	7	29	103

**Anexo A – 4, ( Conteo Vehicular - domingo, 27 de agosto de 2023 en la vía Quero – Mocha, Abscisa 4+300 – 8+600)**

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTEO DE TRÁFICO</b> 												
<b>PROYECTO:</b> Vía Quero - Mocha <b>FECHA:</b> 27/8/2023			<b>DIA:</b> Domingo			<b>ESTACIÓN:</b> 1 <b>ESTADO DEL TIEMPO:</b> Soleado			<b>SENTIDO:</b> Ambos <b>RESPONSABLE:</b> Toaquiza Licta Jenny Paulina			
HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
												
7h00-7h15	42	0	4	0	2	0	0	0	0	6	48	
7h15-7h30	39	0	1	0	2	0	0	0	0	3	42	
7h30-7h45	45	0	2	0	0	0	0	0	0	2	47	
7h45-8h00	40	1	1	2	1	1	0	0	0	5	46	183
8h00-8h15	24	0	2	1	0	0	0	0	0	3	27	162
8h15-8h30	27	0	3	3	0	1	0	0	0	7	34	154
8h30-8h45	47	0	4	1	2	0	0	0	0	7	54	161
8h45-9h00	37	0	0	2	0	0	0	0	0	2	39	154
9h00-9h15	47	0	1	2	0	0	0	0	0	3	50	177
9h15-9h30	63	0	1	4	0	0	0	0	0	5	68	211
9h30-9h45	46	0	0	0	2	0	0	0	0	2	48	205
9h45-10h00	31	1	2	0	0	0	0	0	0	2	34	200
10h00-10h15	45	1	0	2	1	0	0	0	0	3	49	199
10h15-10h30	36	0	0	1	1	0	0	0	0	2	38	169
10h30-10h45	37	1	1	0	0	0	0	0	0	1	39	160
10h45-11h00	57	0	1	0	0	0	0	0	0	1	58	184
11h00-11h15	47	0	1	3	1	1	0	0	0	6	53	188
11h15-11h30	47	0	5	3	1	0	0	0	0	9	56	206
11h30-11h45	49	1	4	2	0	0	0	0	0	6	56	223
11h45-12h00	53	0	3	0	0	0	0	0	0	3	56	221
12h00-12h15	45	0	0	0	1	0	0	0	0	1	46	214
11h15-12h30	40	0	0	1	0	0	0	0	0	1	41	199
12h30-12h45	28	0	1	3	0	0	0	0	0	4	32	175
12h45-13h00	43	0	2	3	2	0	0	0	0	7	50	169
13h00-13h15	45	0	2	1	0	0	0	0	0	3	48	171
13h15-13h30	46	0	3	1	0	0	0	0	0	4	50	180
13h30-13h45	61	0	4	0	0	0	0	0	0	4	65	213
13h45-14h00	41	0	2	0	0	0	0	0	0	2	43	206
14h00-14h15	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	182
14h15-14h30	36	0	1	0	0	0	0	0	0	1	37	169
14h30-14h45	14	0	1	2	0	0	0	0	0	3	17	121
14h45-15h00	36	0	0	1	0	0	0	0	0	1	37	115
15h00-15h15	38	0	1	0	0	0	0	0	0	1	39	130
15h15-15h30	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	128
15h30-15h45	31	0	1	0	1	0	0	0	0	2	33	144
15h45-16h00	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	124

Anexo A – 5, ( TPDA hasta el año 2043 en la vía Quero – Mocha, Abscisa 4+300 – 8+600)

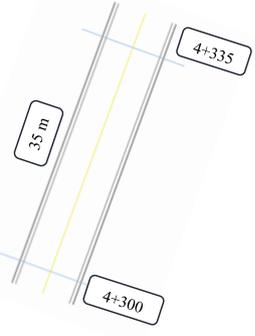
AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO %			LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 	
	2023	3,57	1,78			<b>1,74</b>	3000	15	165	120	30	15	
2024	3,57	1,78	<b>1,74</b>	3108	16	168	123	31	16	0	0	0	3462
2025	3,57	1,78	<b>1,74</b>	3219	16	171	125	32	16	0	0	0	3579
2026	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3303	16	173	126	32	16	0	0	0	3666
2027	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3410	16	176	128	32	16	0	0	0	3778
2028	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3521	17	179	130	33	17	0	0	0	3897
2029	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3635	17	182	132	33	17	0	0	0	4016
2030	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3753	17	185	134	34	17	0	0	0	4140
2031	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3875	18	188	137	35	18	0	0	0	4271
2032	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4001	18	191	139	35	18	0	0	0	4402
2033	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4131	18	194	141	36	18	0	0	0	4538
2034	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4265	18	197	143	36	18	0	0	0	4677
2035	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4404	19	200	145	37	19	0	0	0	4824
2036	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4547	19	203	148	37	19	0	0	0	4973
2037	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4695	19	206	150	38	19	0	0	0	5127
2038	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4847	20	209	152	38	19	0	0	0	5285
2039	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5005	20	213	155	39	20	0	0	0	5452
2040	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5168	20	216	157	40	20	0	0	0	5621
2041	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5336	21	219	160	40	20	0	0	0	5796
2042	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5509	21	223	162	41	21	0	0	0	5977
2043	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5688	21	226	165	42	21	0	0	0	6163

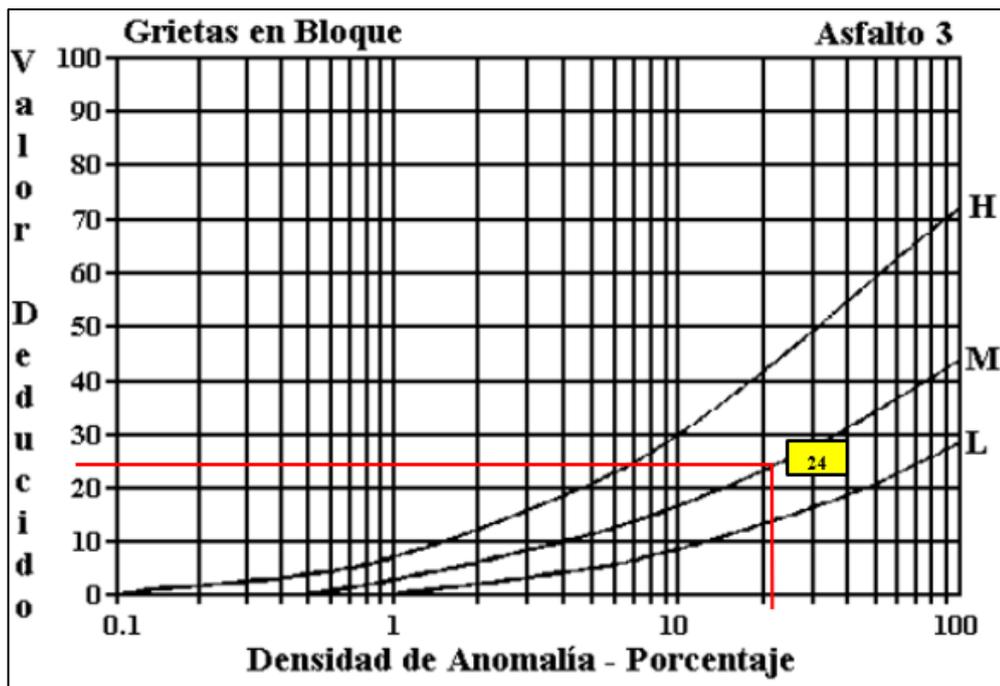
Anexo A – 6, ( Cálculo del número de ejes equivalentes hasta el año 2043 en la vía Quero – Mocha, Abscisa 4+300 – 8+600)

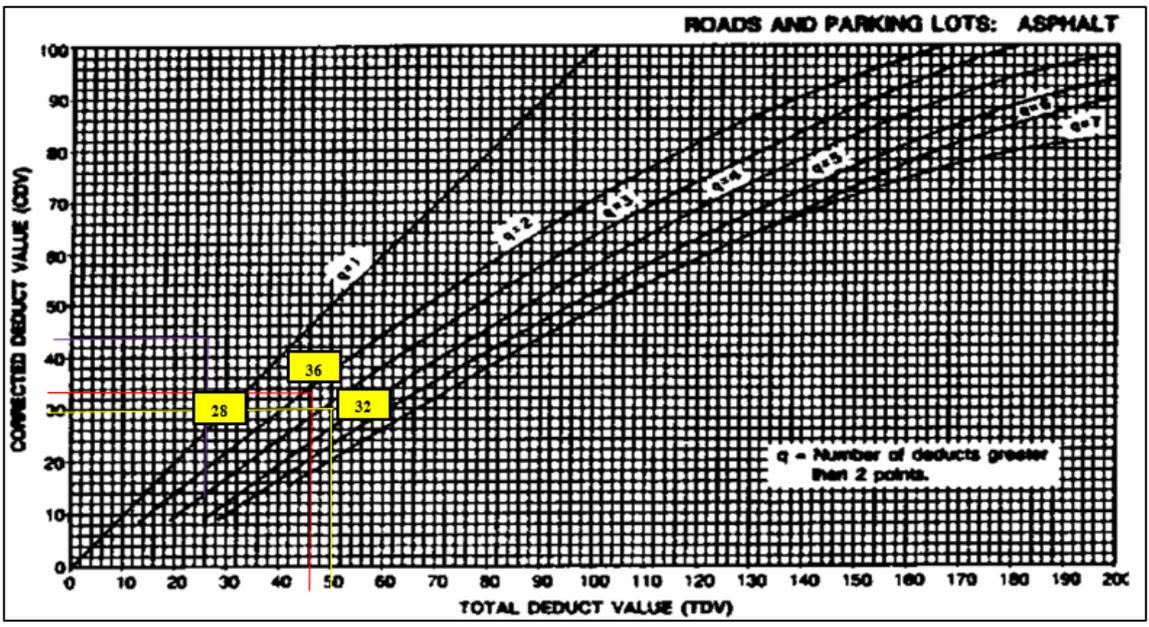
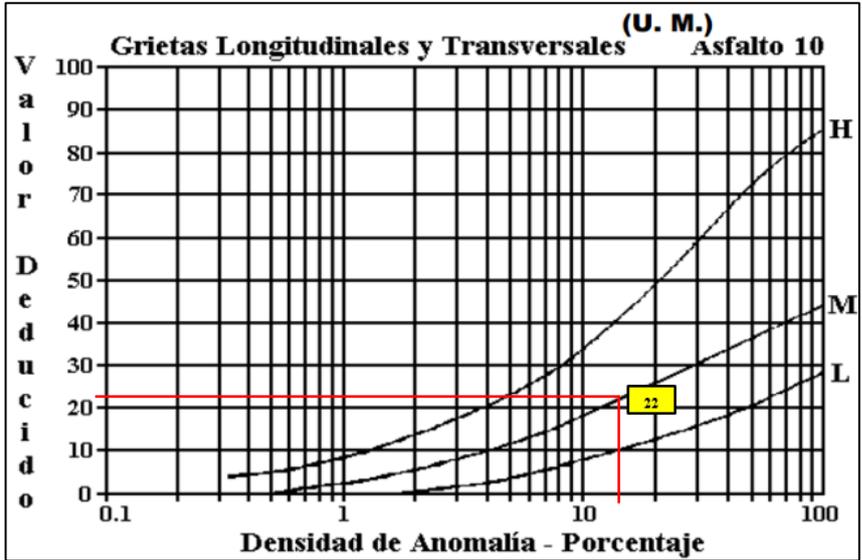
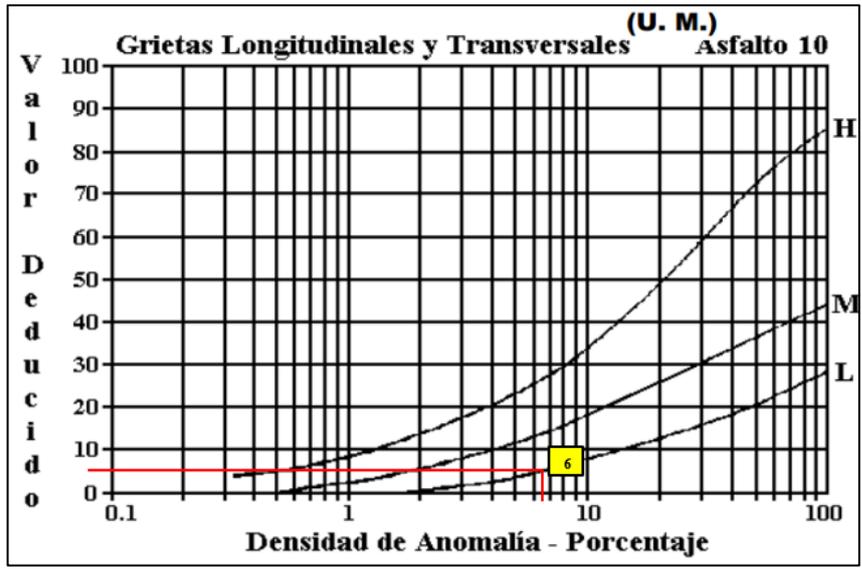
AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO %			LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	W18	W18	W18
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 		Acumulado	Por sentido	Carril Diseño
	2023	3,57	1,78			<b>1,74</b>	3000	15	165	120	30	15		0	0	0
2024	3,57	1,78	<b>1,74</b>	3108	16	168	123	31	16	0	0	0	3462	233527	116764	116764
2025	3,57	1,78	<b>1,74</b>	3219	16	171	125	32	16	0	0	0	3579	354766	177383	177383
2026	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3303	16	173	126	32	16	0	0	0	3666	476337	238169	238169
2027	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3410	16	176	128	32	16	0	0	0	3778	598510	299255	299255
2028	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3521	17	179	130	33	17	0	0	0	3897	724928	362464	362464
2029	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3635	17	182	132	33	17	0	0	0	4016	851948	425974	425974
2030	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3753	17	185	134	34	17	0	0	0	4140	981217	490609	490609
2031	3,25	1,62	<b>1,58</b>	3875	18	188	137	35	18	0	0	0	4271	1114939	557470	557470
2032	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4001	18	191	139	35	18	0	0	0	4402	1249263	624632	624632
2033	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4131	18	194	141	36	18	0	0	0	4538	1385836	692918	692918
2034	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4265	18	197	143	36	18	0	0	0	4677	1523011	761506	761506
2035	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4404	19	200	145	37	19	0	0	0	4824	1664431	832216	832216
2036	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4547	19	203	148	37	19	0	0	0	4973	1806661	903331	903331
2037	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4695	19	206	150	38	19	0	0	0	5127	1951139	975570	975570
2038	3,25	1,62	<b>1,58</b>	4847	20	209	152	38	19	0	0	0	5285	2096599	1048300	1048300
2039	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5005	20	213	155	39	20	0	0	0	5452	2246195	1123098	1123098
2040	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5168	20	216	157	40	20	0	0	0	5621	2398039	1199020	1199020
2041	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5336	21	219	160	40	20	0	0	0	5796	2551073	1275537	1275537
2042	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5509	21	223	162	41	21	0	0	0	5977	2708034	1354017	1354017
2043	3,25	1,62	<b>1,58</b>	5688	21	226	165	42	21	0	0	0	6163	2867452	1433726	1433726

# **ANEXO B - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

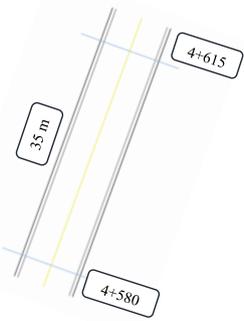
## Anexo B – 1, (Unidad de muestreo 1)

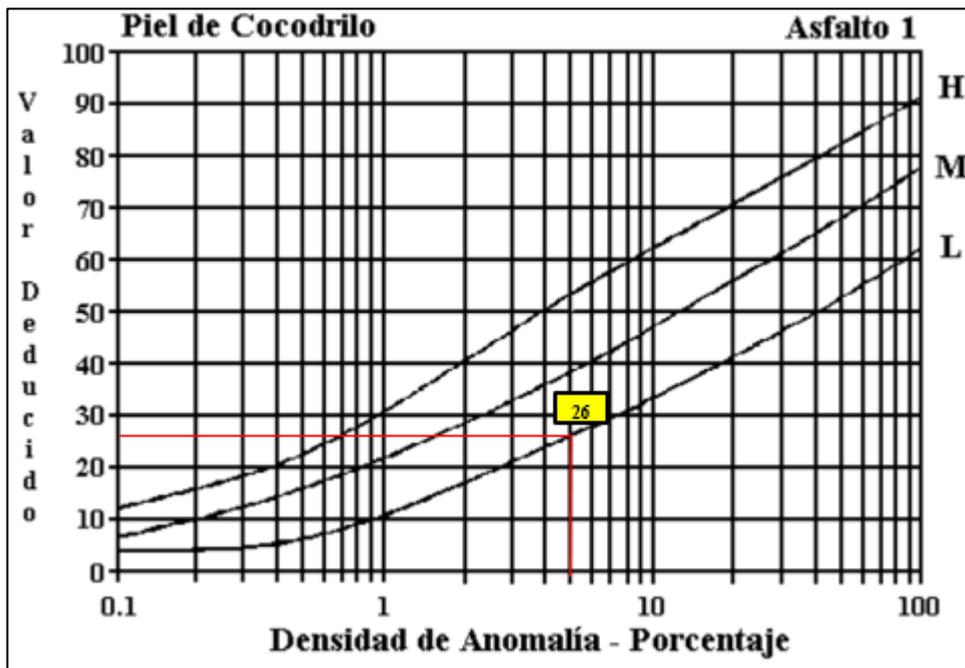
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	4+300	Unidad de muestreo:	1						
Sección:	1	Abscisa final:	4+335	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231						
Inspeccionado por:	Toaquiza Licita Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6						
No.	Daño	ESQUEMA									
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>									
2	Exudación	m <sup>2</sup>									
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>									
4	Abultamientos y hundimientos	m									
5	Corrugación	m <sup>2</sup>									
6	Depresión	m <sup>2</sup>									
7	Grieta de borde	m									
8	Grieta de reflexión de junta	m									
9	Desnivel carril / berma	m									
10	Grietas long. y trasnv.	m									
11	Parqueo	m <sup>2</sup>									
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>									
13	Baches / huecos	cant.									
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>									
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>									
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>									
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>									
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>									
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>									
Daño	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor Deducido
3	M	54,6							54,6	23,64%	24
10	L	2,85	2,8	2,6	0,6	6,3			15,15	6,56%	6
10	M	35							35	15,15%	22
									<b>Valor Deducido Total:</b>		<b>52</b>
Número de Valores Deducidos > 2(q):				2				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDV <sub>i</sub> ):				24							
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":				7,98							
CÁLCULO DEL PCI											
No.	Valores Deducidos							Total	q	CDV	
1	24	22	6					52	3	32	
2	24	22	2					48	2	36	
3	24	2	2					28	1	28	
									<b>Máx CDV:</b>	<b>36</b>	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 36 <b>PCI = 64 BUENO</b>											

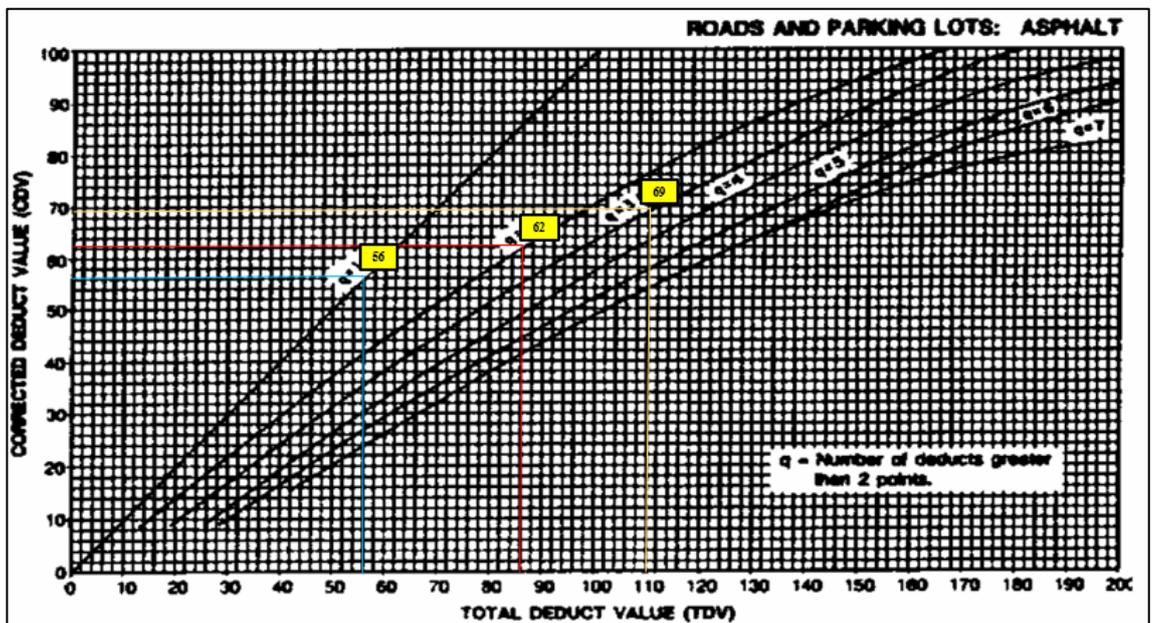
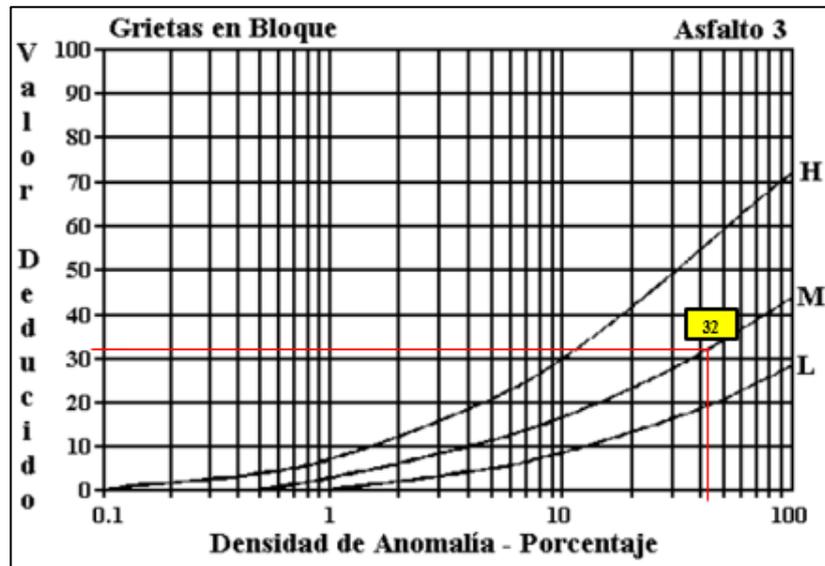
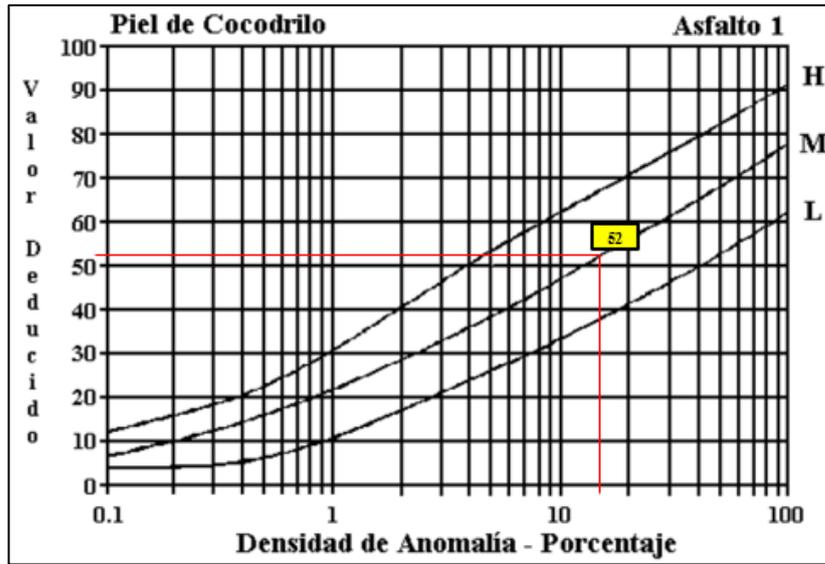




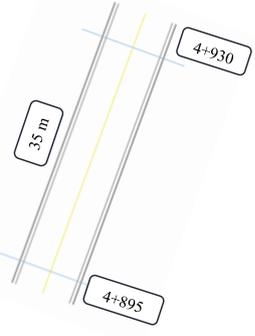
## Anexo B – 2, (Unidad de muestreo 2)

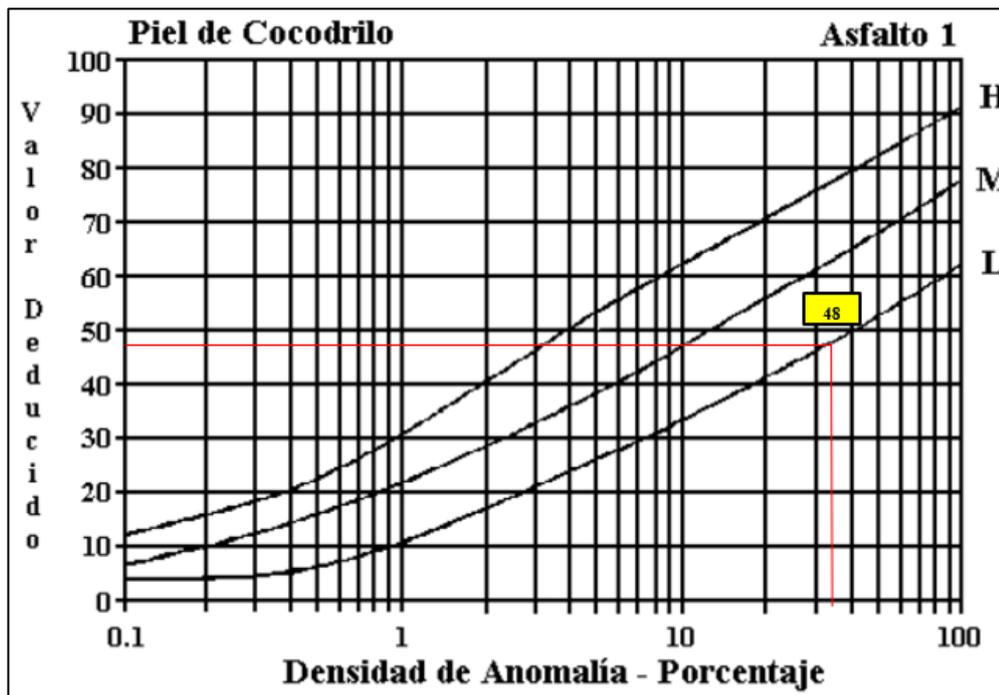
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				
										
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	4+580	Unidad de muestreo:	1					
Sección:	2	Abscisa final:	4+615	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231					
Inspeccionado por:	Toaquiza Licta Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6					
No.	Daño	ESQUEMA								
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y hundimientos	m								
5	Corrugación	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de junta	m								
9	Desnivel carril / berma	m								
10	Grietas long. y trasnv.	m								
11	Parqueo	m <sup>2</sup>								
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>								
13	Baches / huecos	cant.								
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>								
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>								
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>								
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>								
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>								
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>								
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	3,87	1,89	3,19				8,95	3,87%	26
1	M	15,18	22,1					37,28	16,14%	52
3	M	36,27	57,7					93,99	40,69%	32
10	L	1,7						1,7	0,74%	
								<b>Valor Deducido Total:</b>		<b>110</b>
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		52								
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"		5,41								
CÁLCULO DEL PCI										
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV	
1	52	32	26				110	3	69	
2	52	32	2				86	2	62	
3	52	2	2				56	1	56	
								<b>Máx CDV:</b>	<b>69</b>	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 69 PCI = 31 <b>MALO</b>										

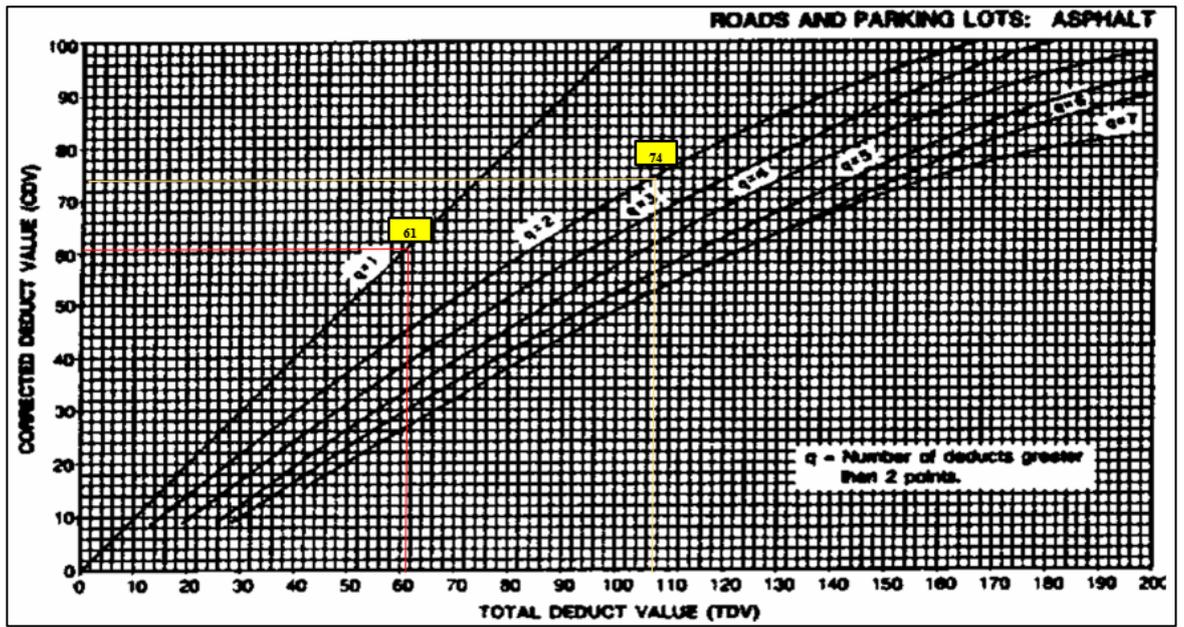
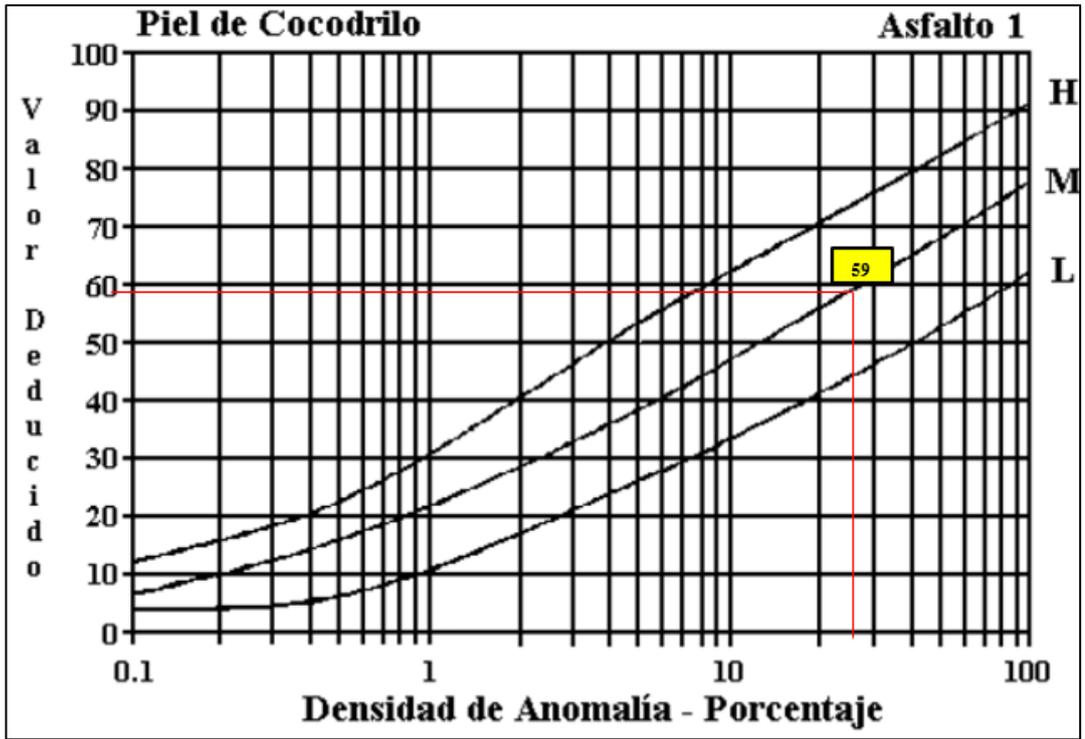




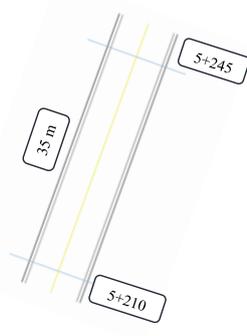
### Anexo B – 3, (Unidad de muestreo 3)

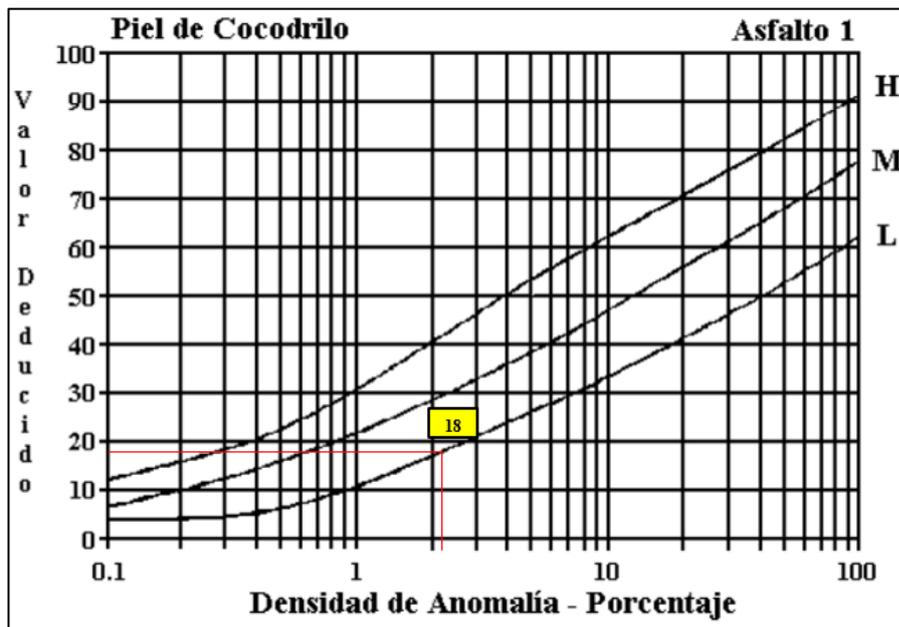
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
<b>Tramo:</b>	Vía Quero - Mocha	<b>Abscisa inicial:</b>	4+895	<b>Unidad de muestreo:</b>	1					
<b>Sección:</b>	3	<b>Abscisa final:</b>	4+930	<b>Área muestreo (m<sup>2</sup>):</b>	231					
<b>Inspeccionado por:</b>	Toaquizá Licita Jenny Paulina	<b>Fecha:</b>		<b>Ancho de vía (m):</b>	6,6					
<b>No.</b>	<b>Daño</b>		<b>ESQUEMA</b>							
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y hundimientos	m								
5	Corrugación	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de junta	m								
9	Desnivel carril / berma	m								
10	Grietas long. y trasnv.	m								
11	Parqueo	m <sup>2</sup>								
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>								
13	Baches / huecos	cant.								
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>								
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>								
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>								
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>								
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>								
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>								
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>					<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>	
1	L	78,75					78,75	34,09%	48	
1	M	63					63	27,27%	59	
<b>Valor Deducido Total:</b>							<b>107</b>			
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>		2		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDV<sub>i</sub>):</b>		59								
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>		4,77								
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>										
<b>No.</b>	<b>Valores Deducidos</b>							<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	59	48					107	2	74	
2	59	2					61	1	61	
<b>Máx CDV:</b>							<b>74</b>			
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 74 <b>PCI = 26 MALO</b>										

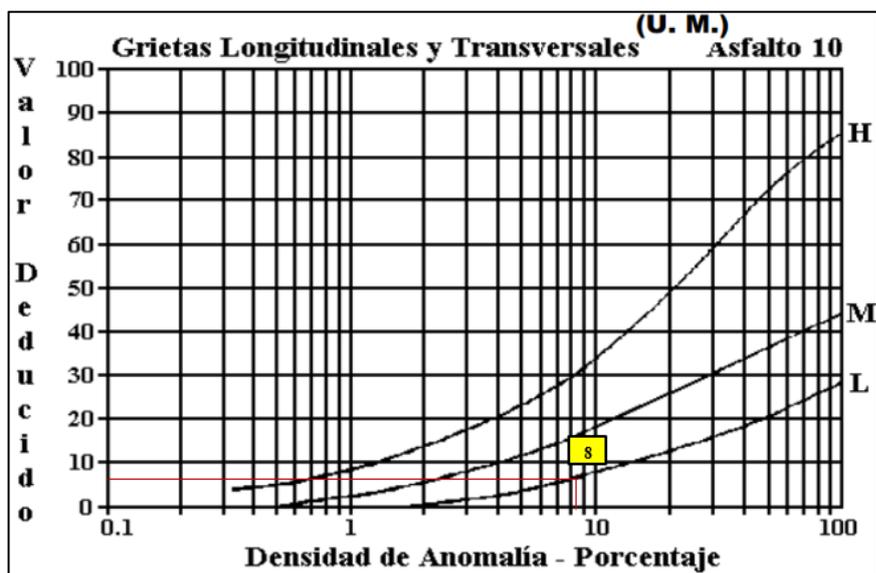
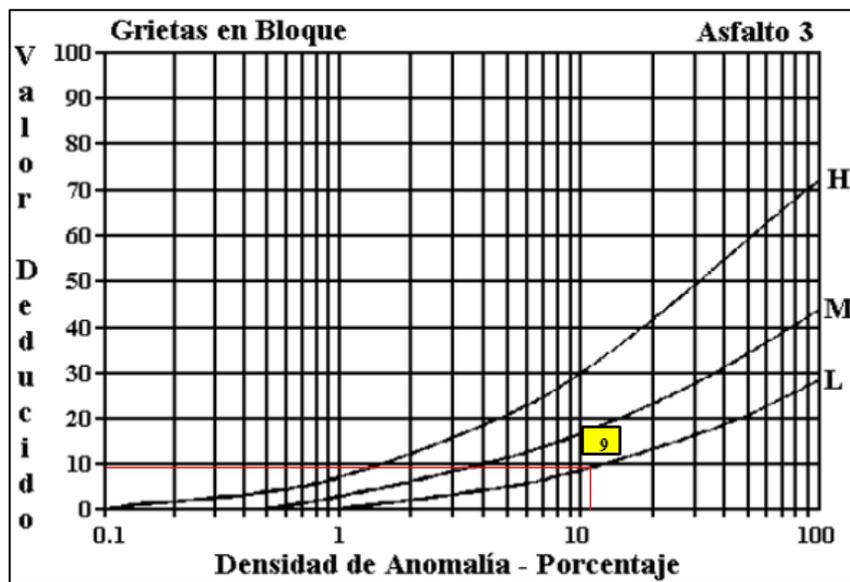
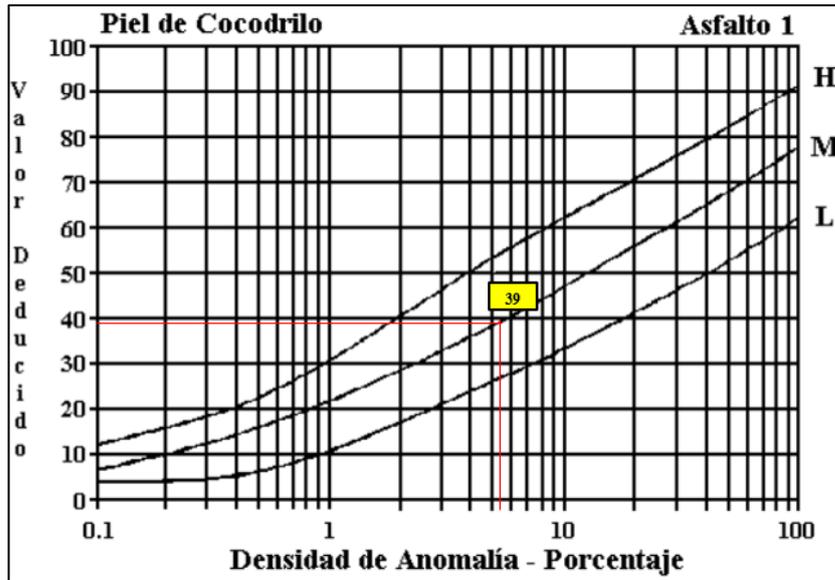


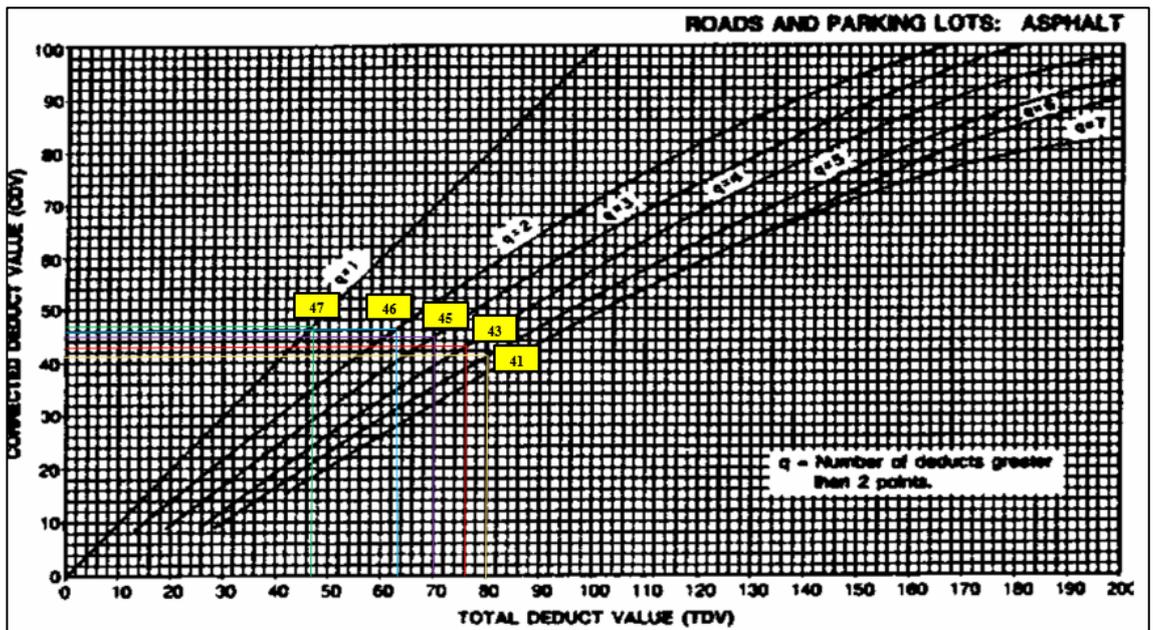
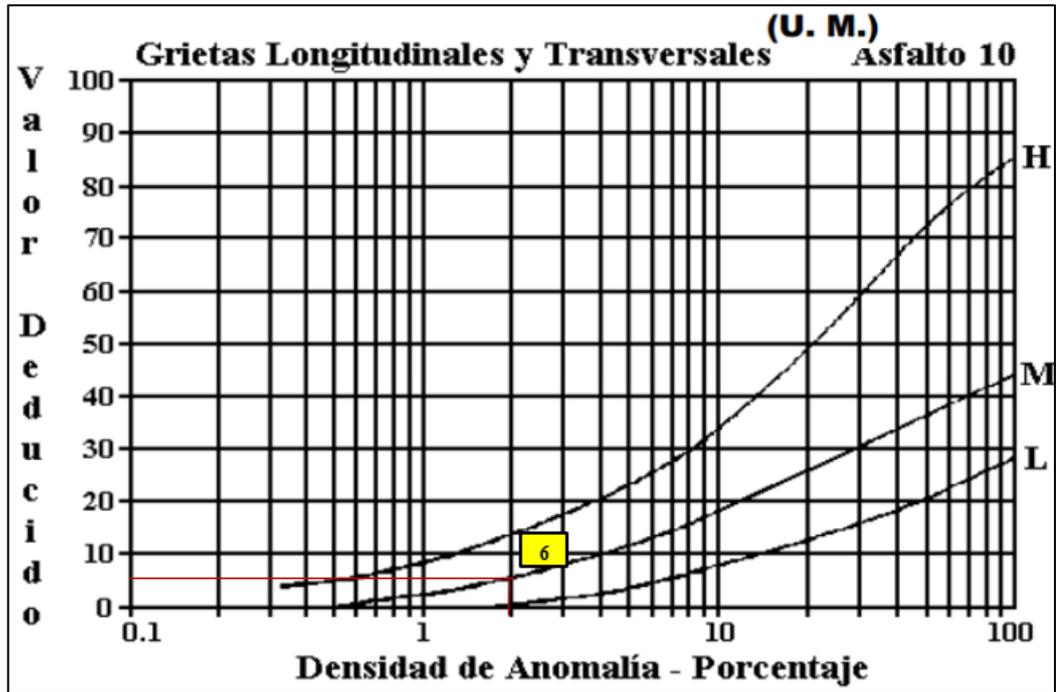


## Anexo B – 4, (Unidad de muestreo 4)

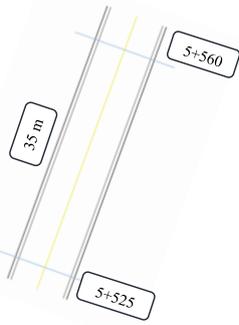
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
<b>Tramo:</b>	Vía Quero - Mocha	<b>Abscisa inicial:</b>	5+210	<b>Unidad de muestreo:</b>	1					
<b>Sección:</b>	4	<b>Abscisa final:</b>	5+245	<b>Área muestreo (m<sup>2</sup>):</b>	231					
<b>Inspeccionado por:</b>	Toaquizá Licta Jenny Paulina	<b>Fecha:</b>		<b>Ancho de vía (m):</b>	6,6					
No.	Daño		ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y hundimientos	m								
5	Corrugación	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de junta	m								
9	Desnivel carril / berma	m								
10	Grietas long. y trasnv.	m								
11	Parqueo	m <sup>2</sup>								
12	Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>								
13	Baches / huecos	cant.								
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>								
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>								
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>								
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>								
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>								
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>								
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	5,18						5,18	2,24%	18
1	M	12,64						12,64	5,47%	39
3	L	26,82						26,82	11,61%	9
10	L	5,3	1,35	0,75	2,3	3,1	6,7	19,5	8,44%	8
10	M	1,7	2,1					3,8	1,65%	6
								<b>Valor Deducido Total:</b>		<b>80</b>
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_t = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		39								
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		6,60								
CÁLCULO DEL PCI										
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV	
1	39	18	9	8	6		80	5	41	
2	39	18	9	8	2		76	4	43	
3	39	18	9	2	2		70	3	45	
4	39	18	2	2	2		63	2	46	
5	39	2	2	2	2		47	1	47	
								<b>Máx CDV:</b>	<b>47</b>	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 47 PCI = <b>53</b> <b>REGULAR</b>										

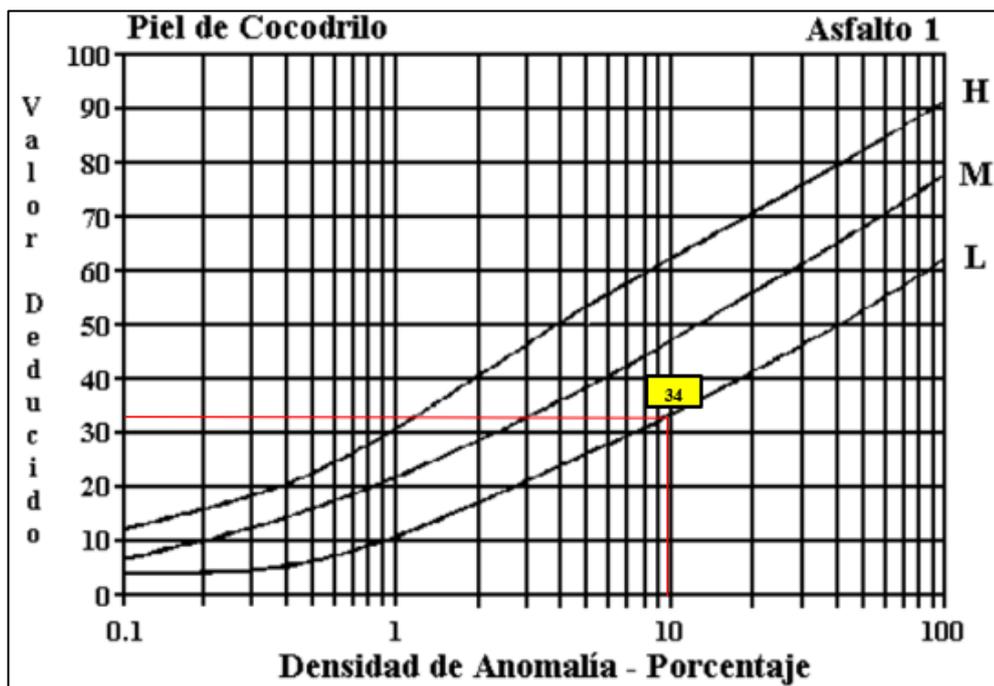


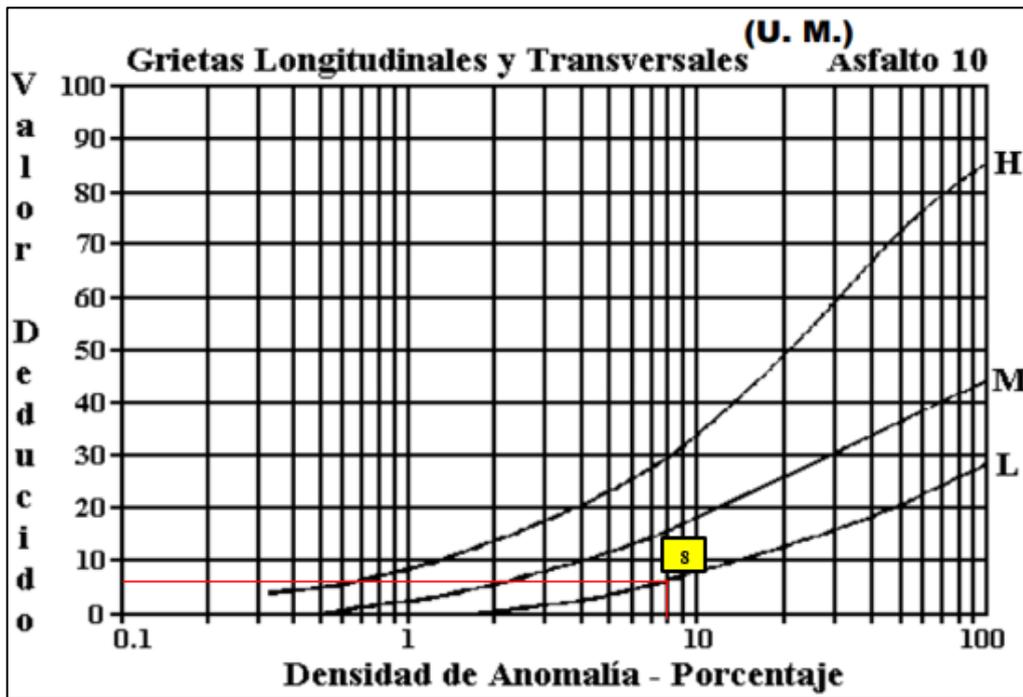
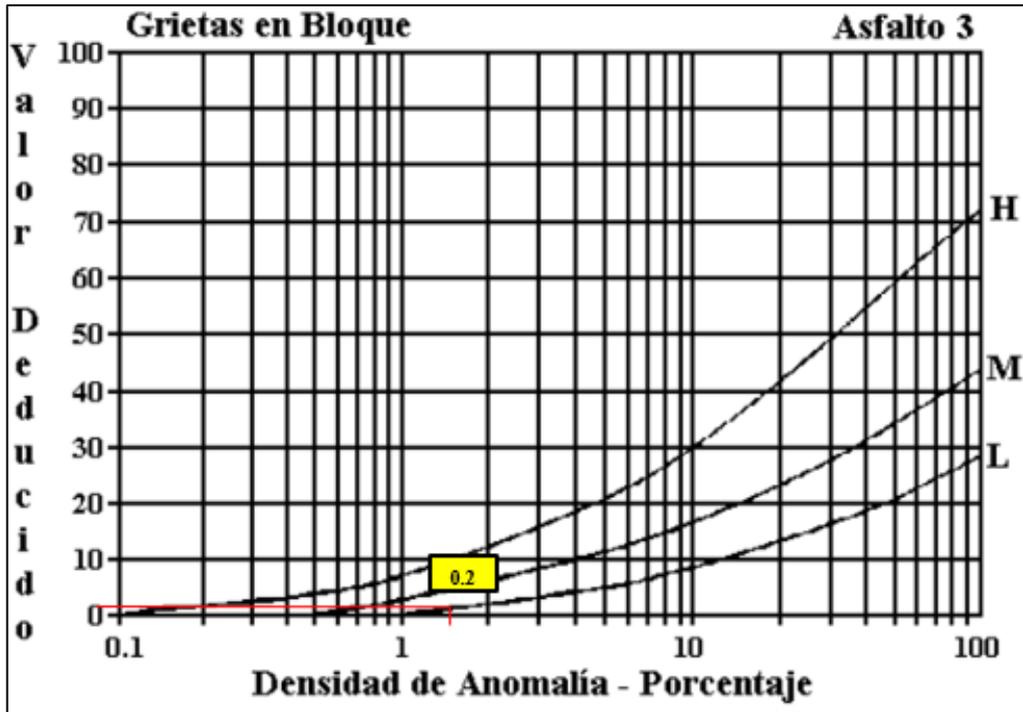


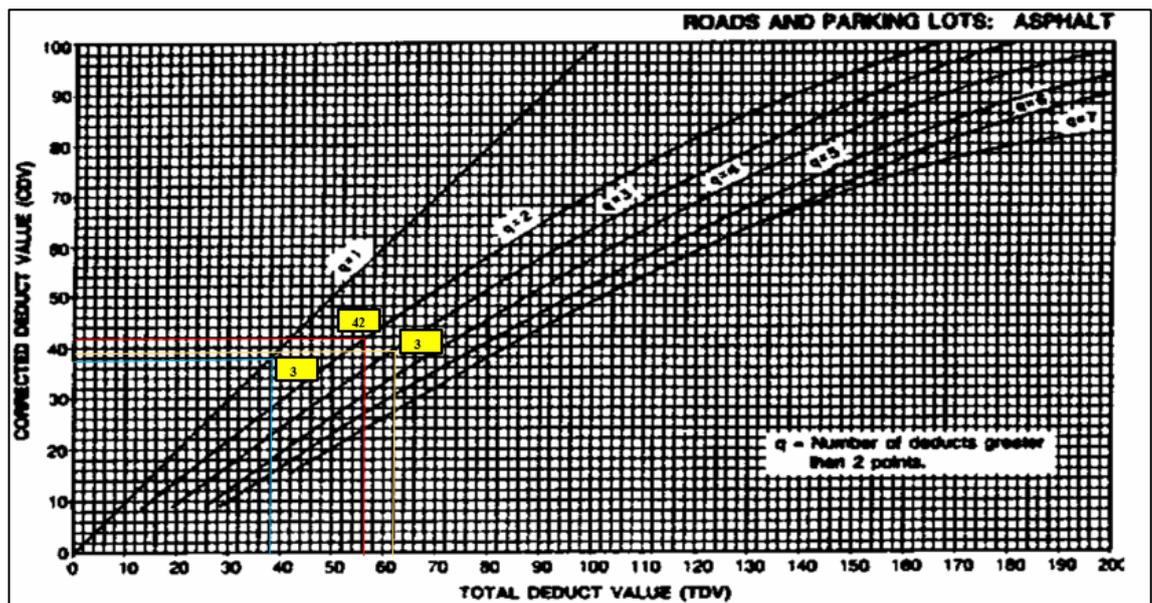
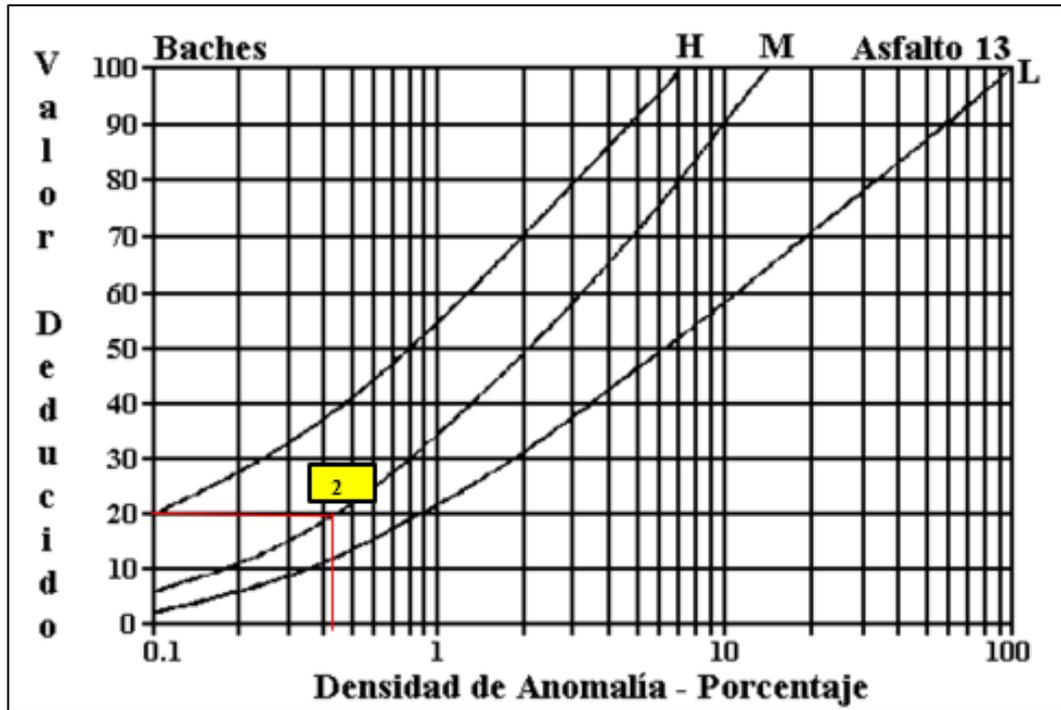


## Anexo B – 5, (Unidad de muestreo 5)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO													
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	5+525	Unidad de muestreo:	1										
Sección:	5	Abscisa final:	5+560	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231										
Inspeccionado por:	Toaquiza Licía Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6										
No.	Daño	ESQUEMA													
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>													
2	Exudación	m <sup>2</sup>													
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>													
4	Abultamientos y hundimientos	m <sup>2</sup>													
5	Corrugación	m <sup>2</sup>													
6	Depresión	m <sup>2</sup>													
7	Grieta de borde	m													
8	Grieta de reflexión de junta	m													
9	Desnivel carril / berma	m													
10	Grietas long. y transv.	m													
11	Parqueo	m <sup>2</sup>													
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>													
13	Baches / huecos	cant.													
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>													
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>													
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>													
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>													
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>													
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>													
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L	0,9	1,54	4,543	2,24	5,08	8,775						23,0775	9,99%	34,00
3	L	3,44											3,44	1,49%	0,20
10	L	3,35	0,7	0,5	1,2	2,9	1,6	2,7	2,9	2,4	1		19,25	8,33%	8,00
13	M	1											1	0,43%	20,00
												<b>Valor Deducido Total:</b>		<b>62,2</b>	
Número de Valores Deducidos > 2(q):												2			
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):												34,00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":												7,06			
CÁLCULO DEL PCI															
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV		
1	34	20	8									62	3	39	
2	34	20	2									56	2	42	
3	34	2	2									38	1	38	
												<b>Máx CDV:</b>		<b>42</b>	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 42 PCI = <b>58 BUENO</b>															

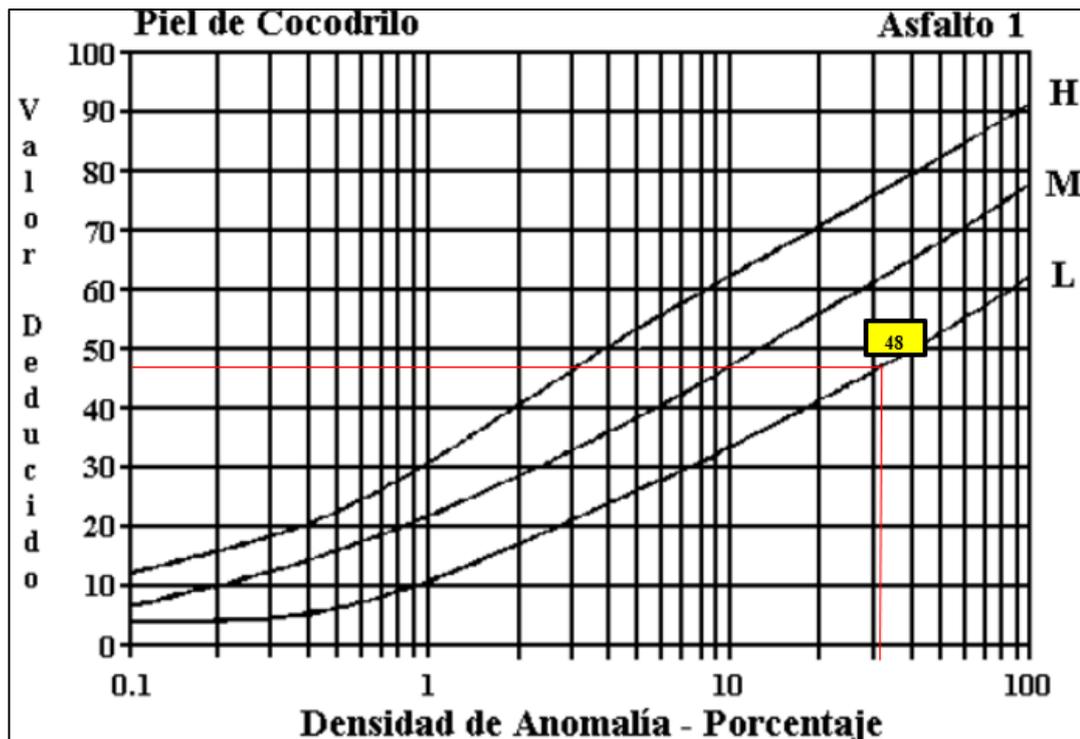


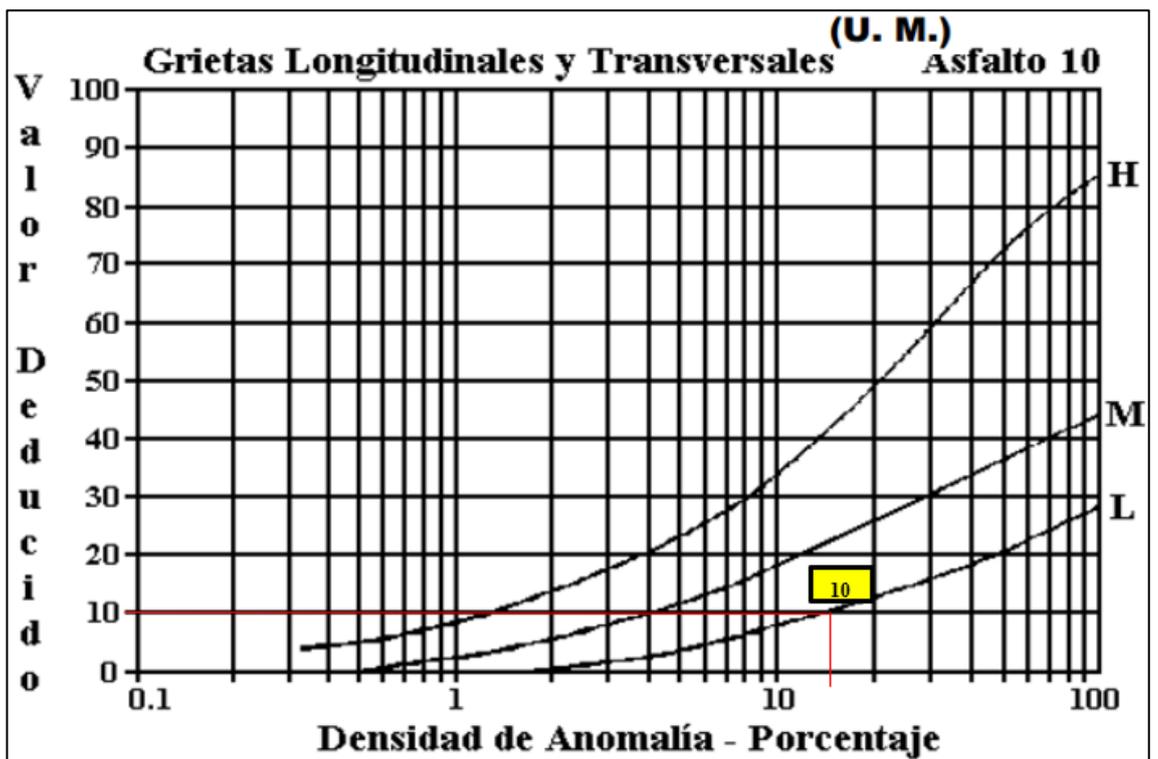
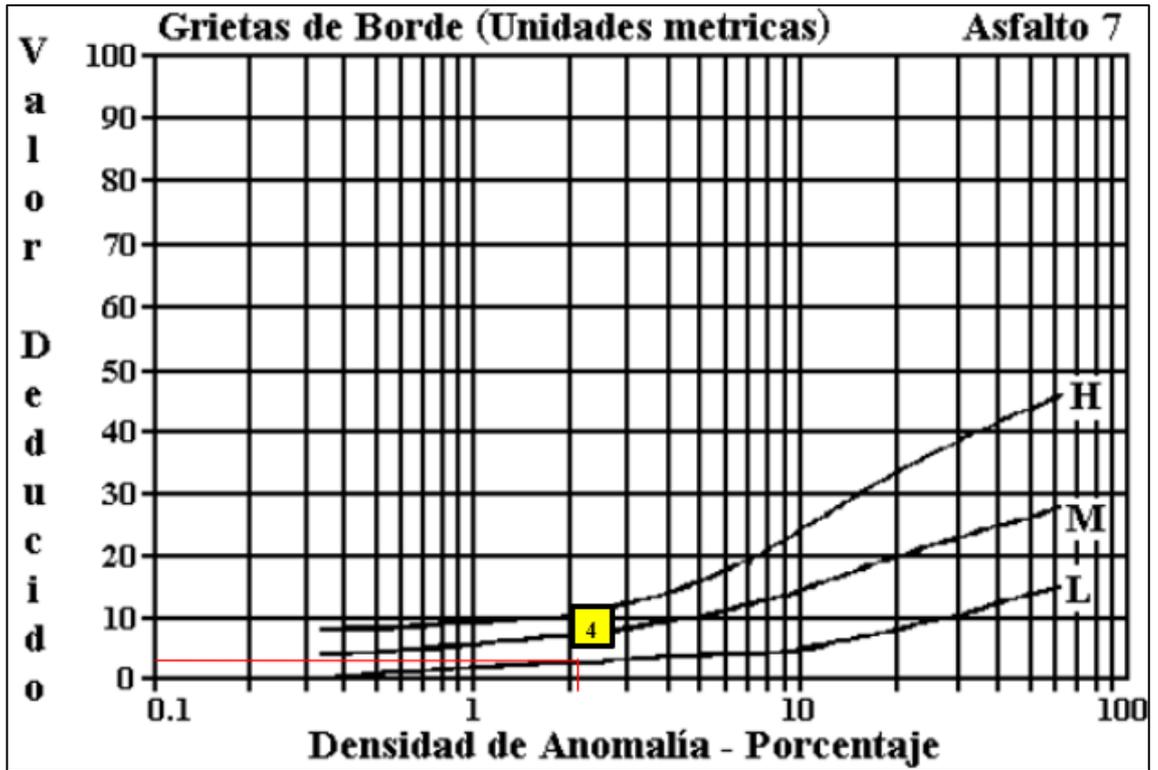


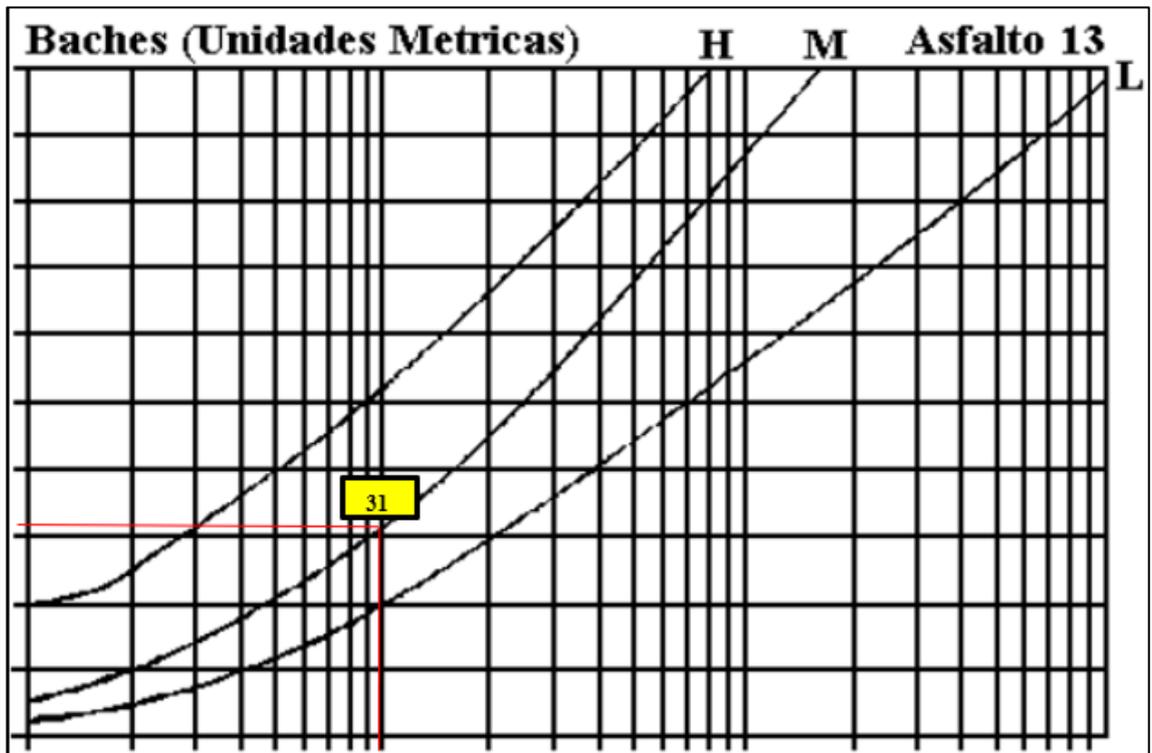
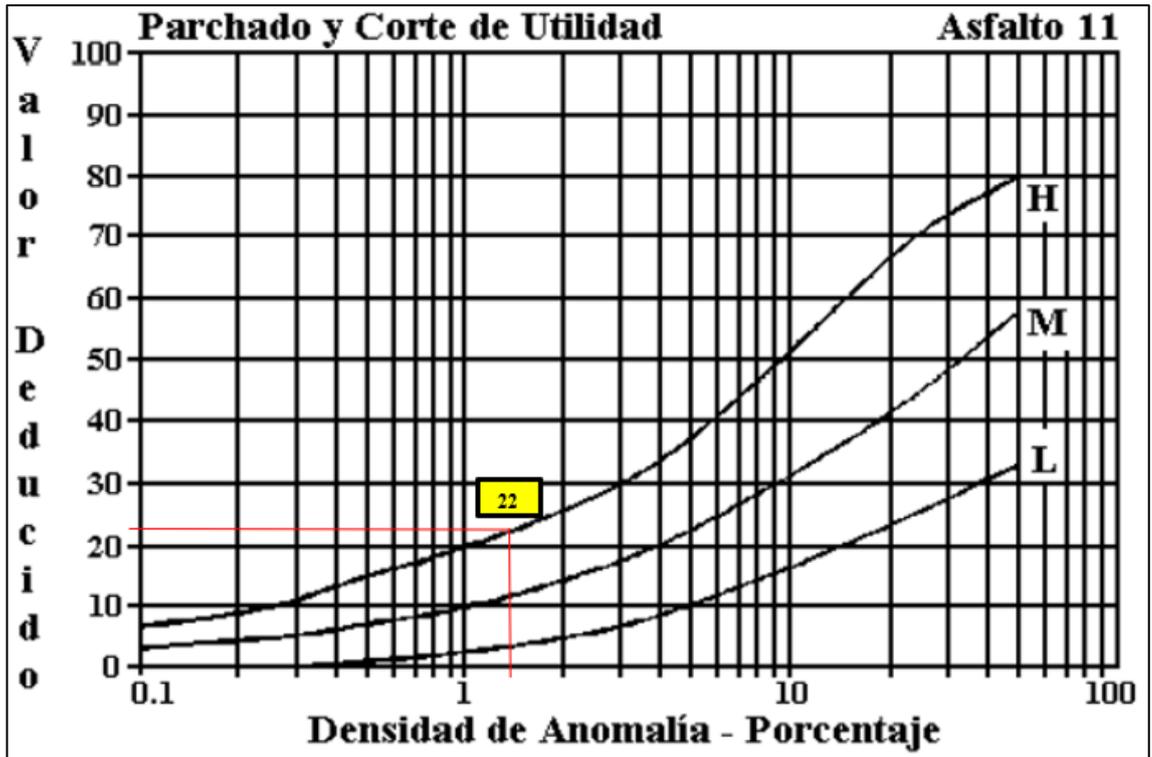


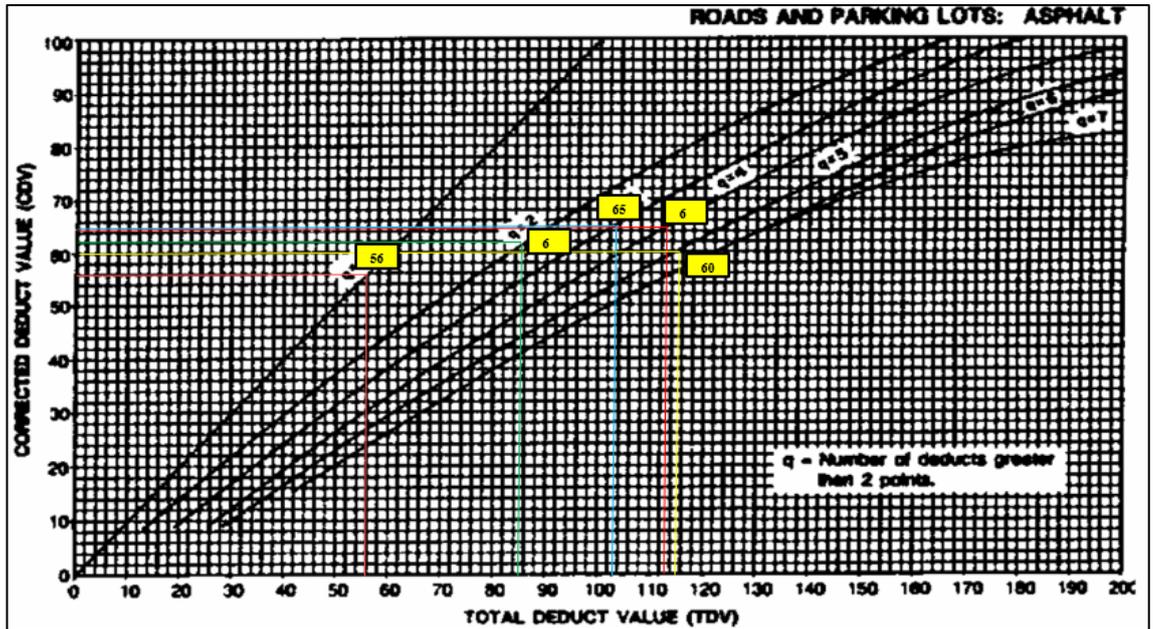
## Anexo B – 6, (Unidad de muestreo 6)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO														
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	5+840	Unidad de muestreo:	1															
Sección:	6	Abscisa final:	5+875	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231															
Inspeccionado por:	Toaquiza Licta Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6															
No.	Daño		ESQUEMA													Total	Densidad (%)	Valor Deducido		
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>																		
2	Exudación	m <sup>2</sup>																		
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>																		
4	Abultamientos y hundimientos	m																		
5	Corrugación	m <sup>2</sup>																		
6	Depresión	m <sup>2</sup>																		
7	Grieta de borde	m																		
8	Grieta de reflexión de junta	m																		
9	Desnivel carril / berma	m																		
10	Grietas long. y transv.	m																		
11	Parqueo	m <sup>2</sup>																		
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>																		
13	Baches / huecos	cant.																		
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>																		
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>																		
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>																		
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>																		
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>																		
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>																		
Daño	Severidad		Cantidades parciales													Total	Densidad (%)	Valor Deducido		
1	L	1,87	1,23	1,13	7,68	19,2	12,73	15,98	12,92									72,734	31,49%	48
7	L	4,9																4,9	2,12%	4
10	L	2,4	3,8	1	2,25	0,8	9,8	0,9	1,4	0,9	0,49	1,1	1,7	3,8	6,1			36,44	15,77%	10
11	H	3,12																3,12	1,35%	22
13	M	2																2	0,87%	31
																	<b>Valor Deducido Total:</b>		<b>115</b>	
Número de Valores Deducidos > 2(q):																	2			
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):																	48			
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"																	5,78			
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>																				
No.	Valores Deducidos															Total	q	CDV		
1	48	31	20	10	4												113	5	80	
2	48	31	20	10	2												111	4	64	
3	48	31	20	2	2												103	3	65	
4	48	31	2	2	2												85	2	62	
5	48	2	2	2	2												56	1	56	
																	<b>Máx CDV:</b>		<b>80</b>	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 80 <b>PCI = 20 MUY MALO</b>																				

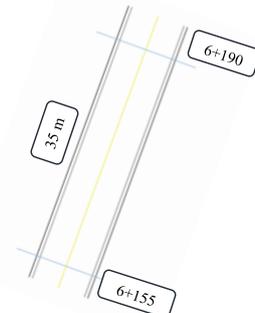


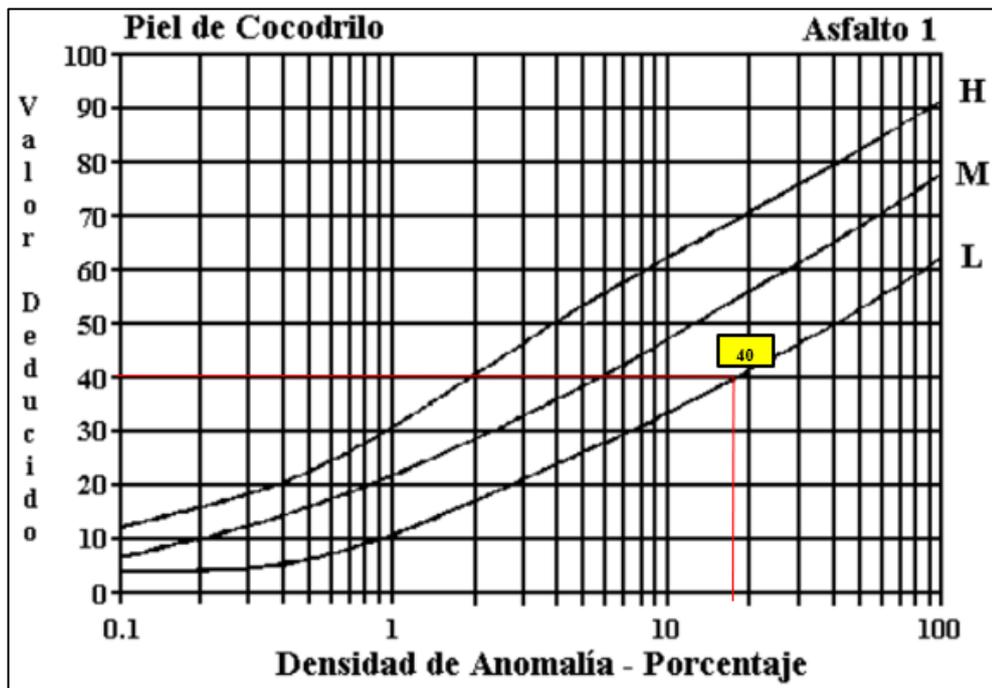


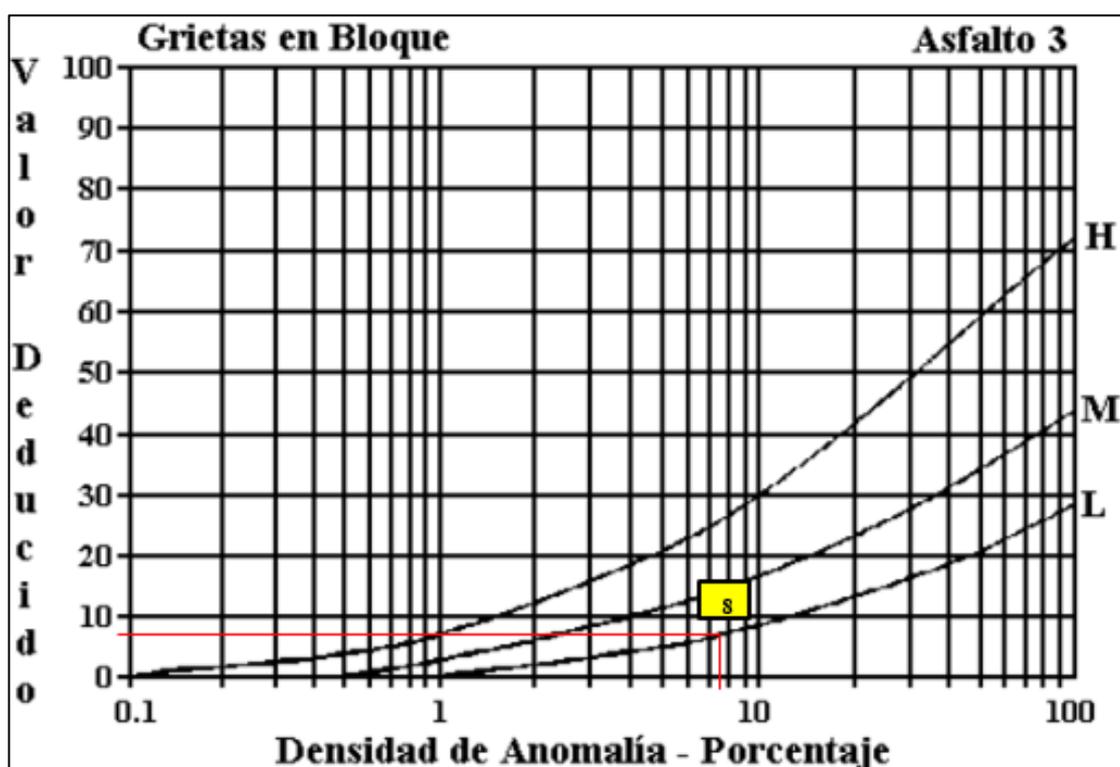
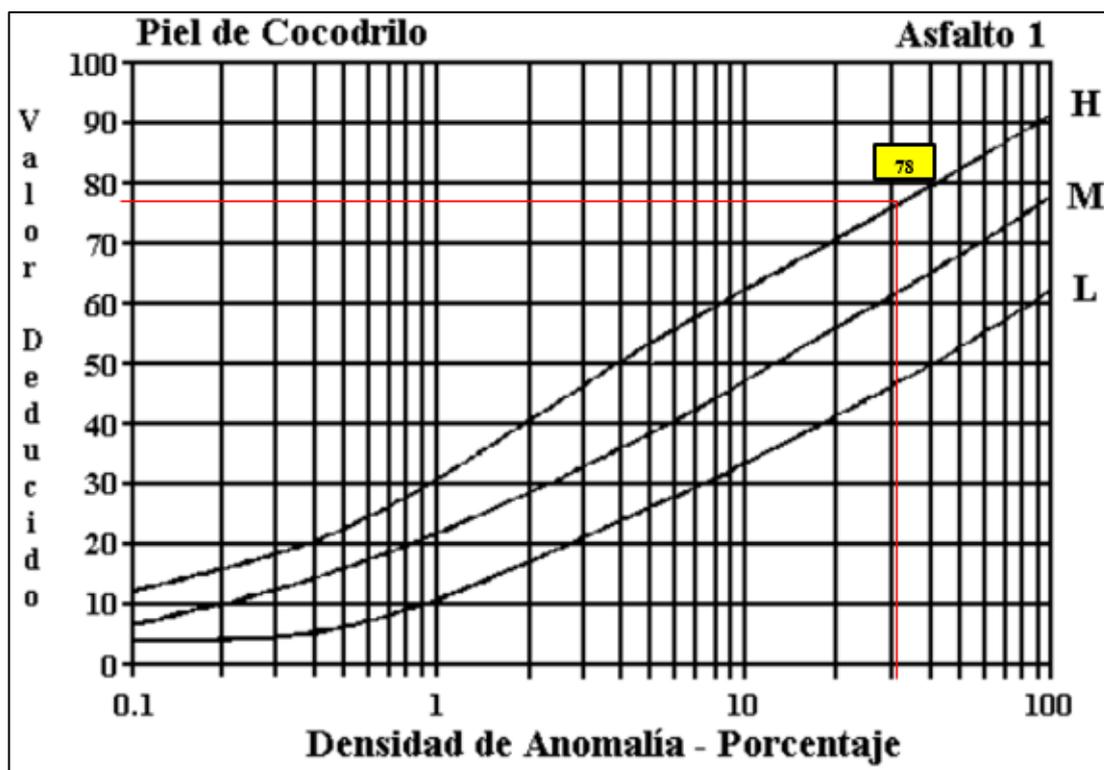


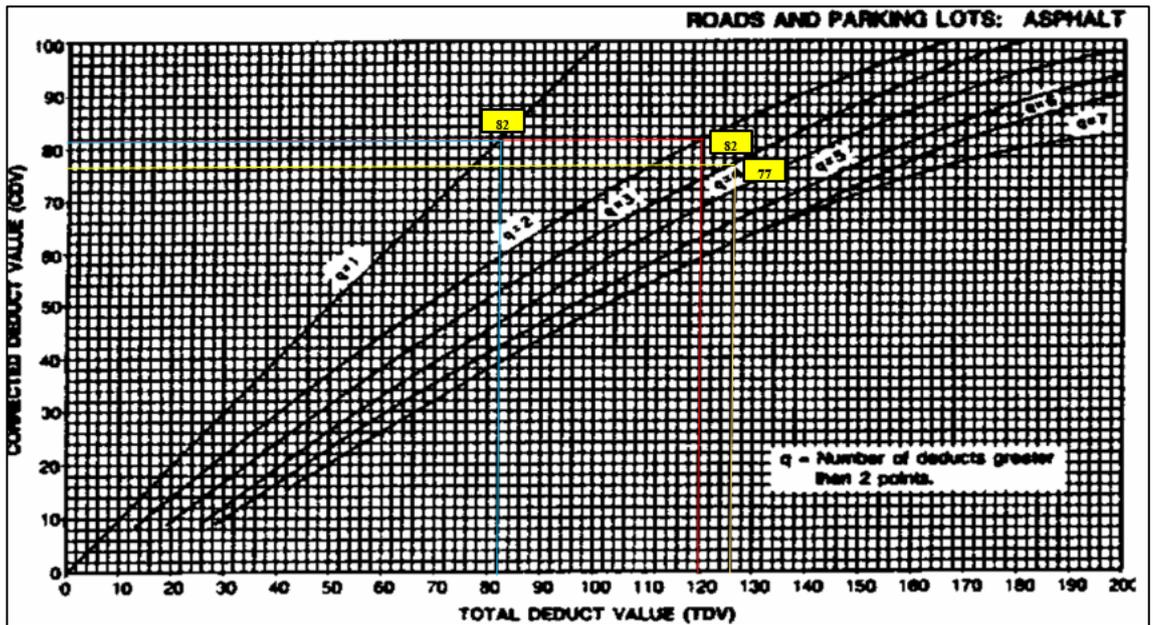
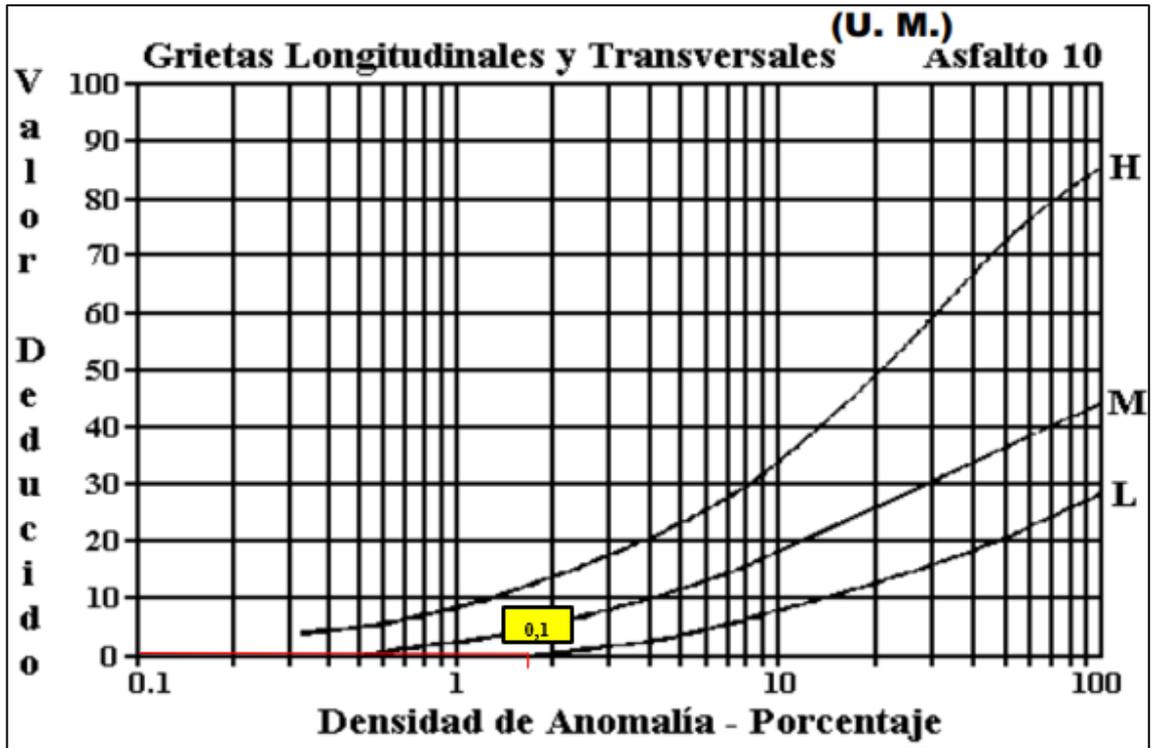


## Anexo B – 7, (Unidad de muestreo 7)

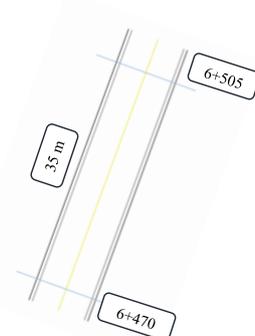
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	6+155	Unidad de muestreo:	1					
Sección:	7	Abscisa final:	6+190	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231					
Inspeccionado por:	Toaquiza Licta Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6					
No.	Daño	ESQUEMA								
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y hundimientos	m								
5	Corrugación	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de junta	m								
9	Desnivel carril / berma	m								
10	Grietas long. y trasnv.	m								
11	Parqueo	m <sup>2</sup>								
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>								
13	Baches / huecos	cant.								
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>								
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>								
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>								
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>								
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>								
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>								
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	20,3	12,3	8,16	3,4			44,115	19,10%	40
1	H	49						49	21,21%	78
3	L	17,1						17,1	7,40%	8
10	L	2,6	1,5					4,1	1,77%	0,10
								<b>Valor Deducido Total:</b>		<b>126,1</b>
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Mayor Valor Deducido Individual (HDV <sub>i</sub> ):		78,00								
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"		3,02								
CÁLCULO DEL PCI										
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV	
1	78	40	8				126	3	77	
2	78	40	2				120	2	82	
3	78	2	2				82	1	82	
								<b>Máx CDV:</b>	<b>82</b>	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 82 PCI = <b>18</b> <b>MUY MALO</b>										

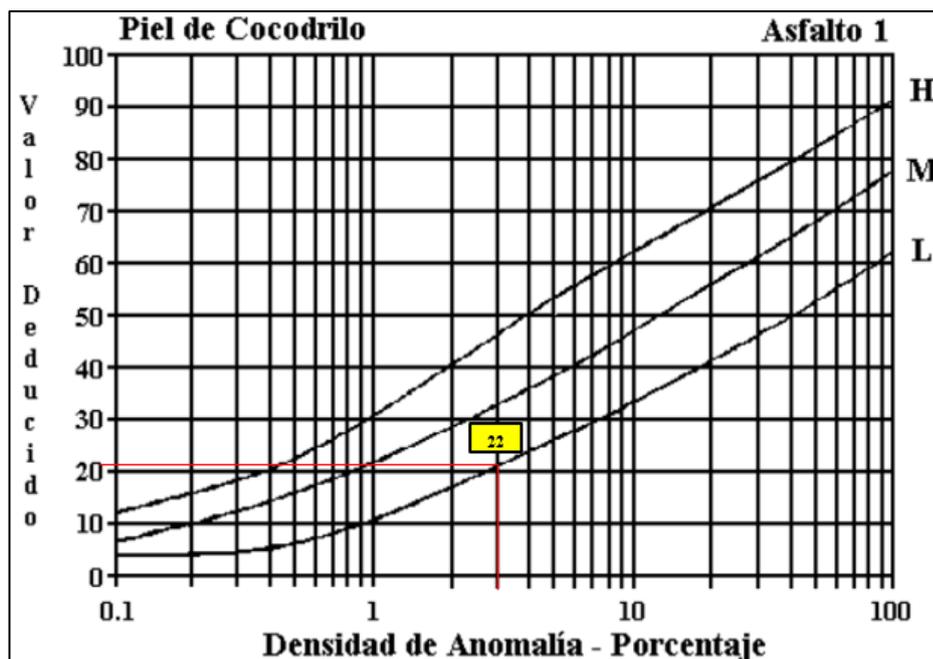


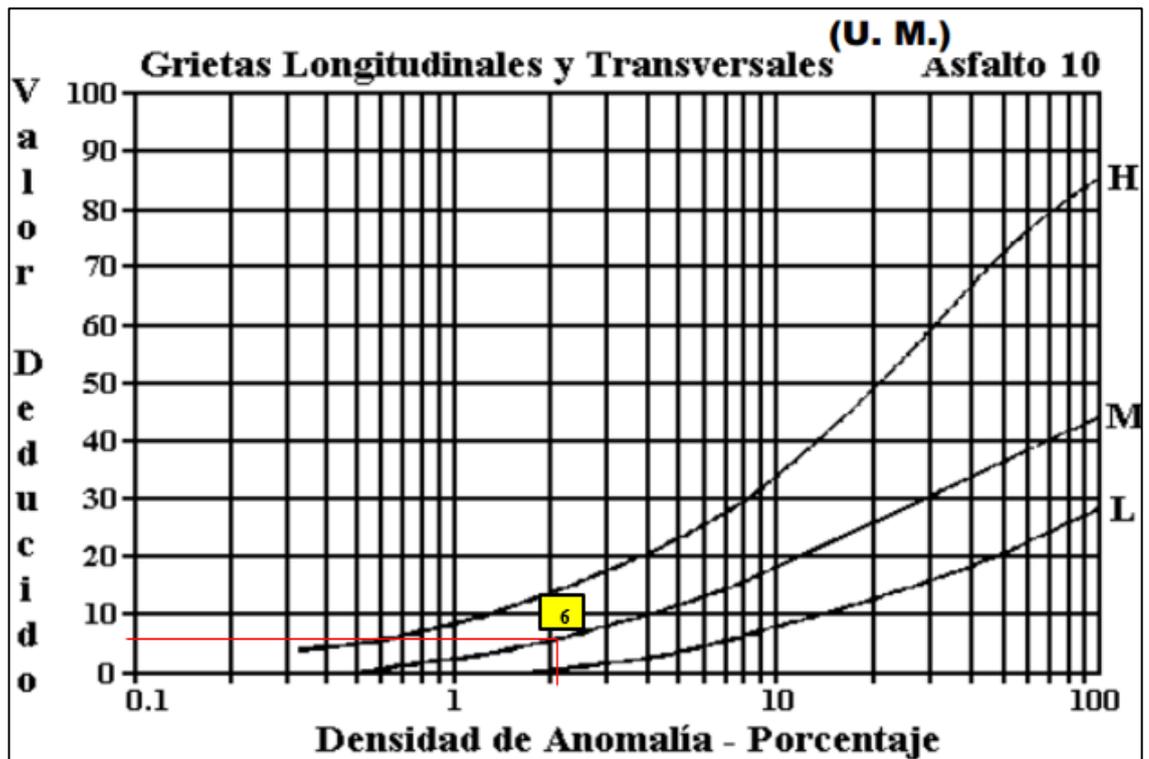
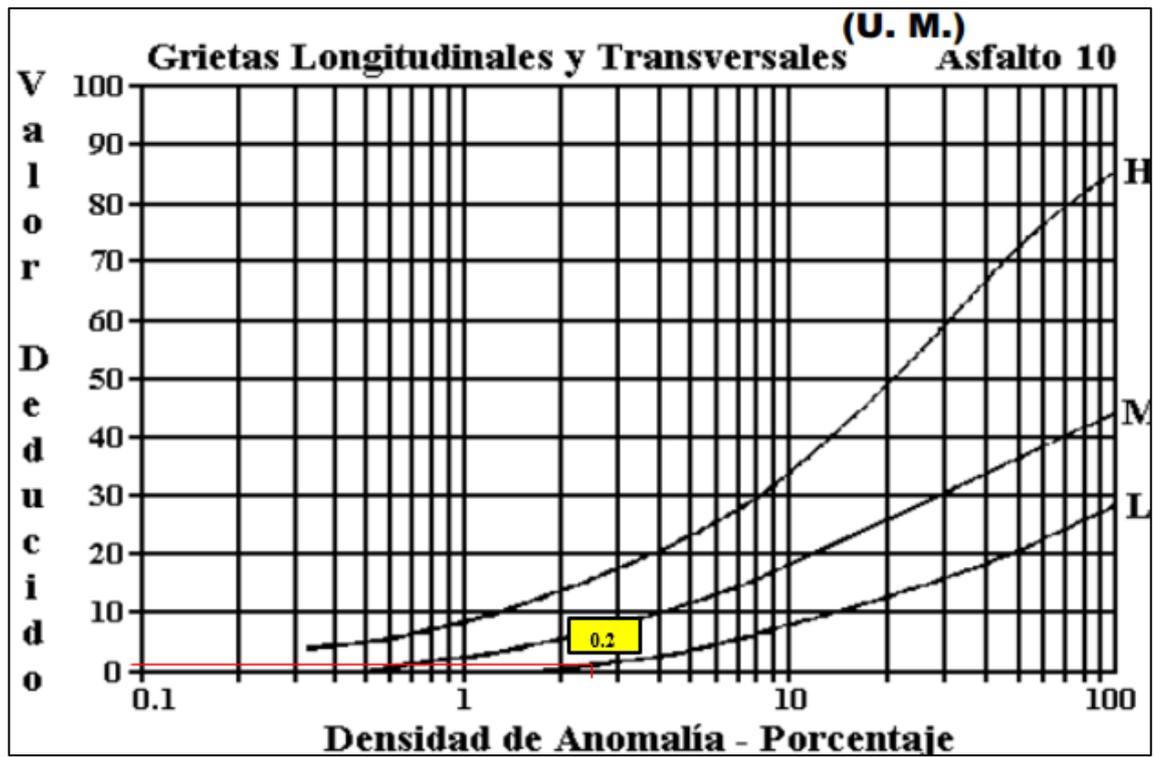


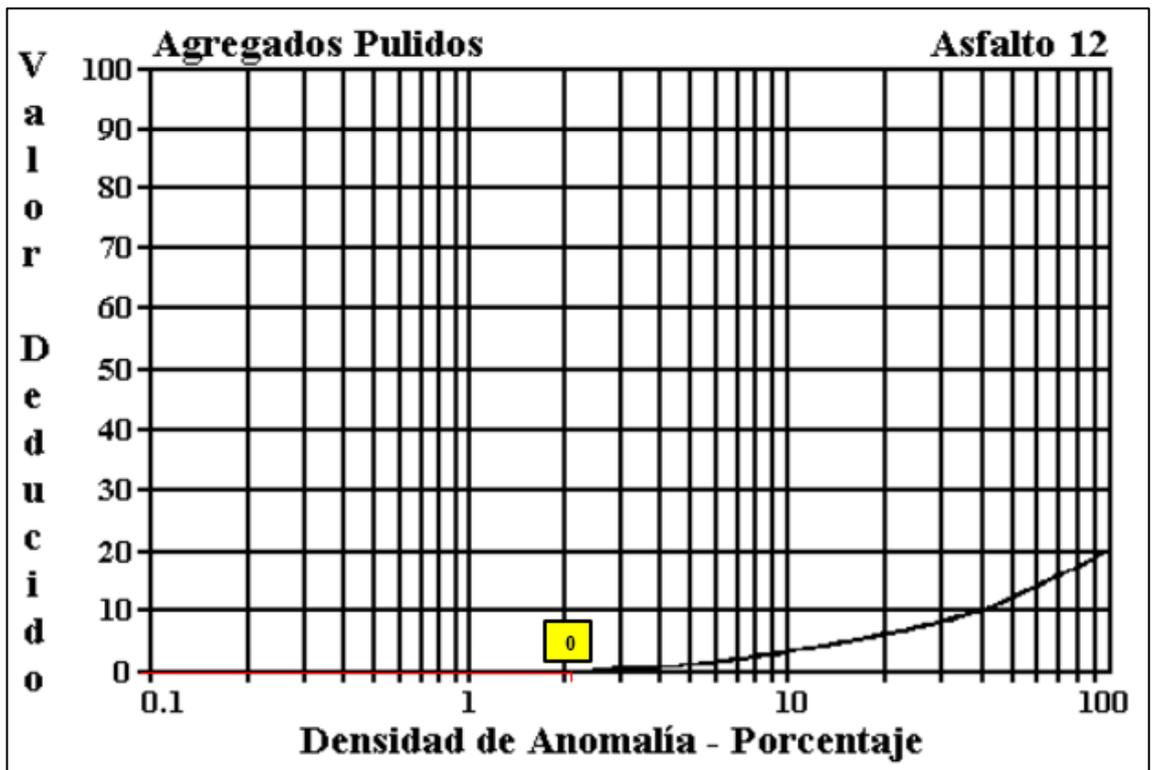
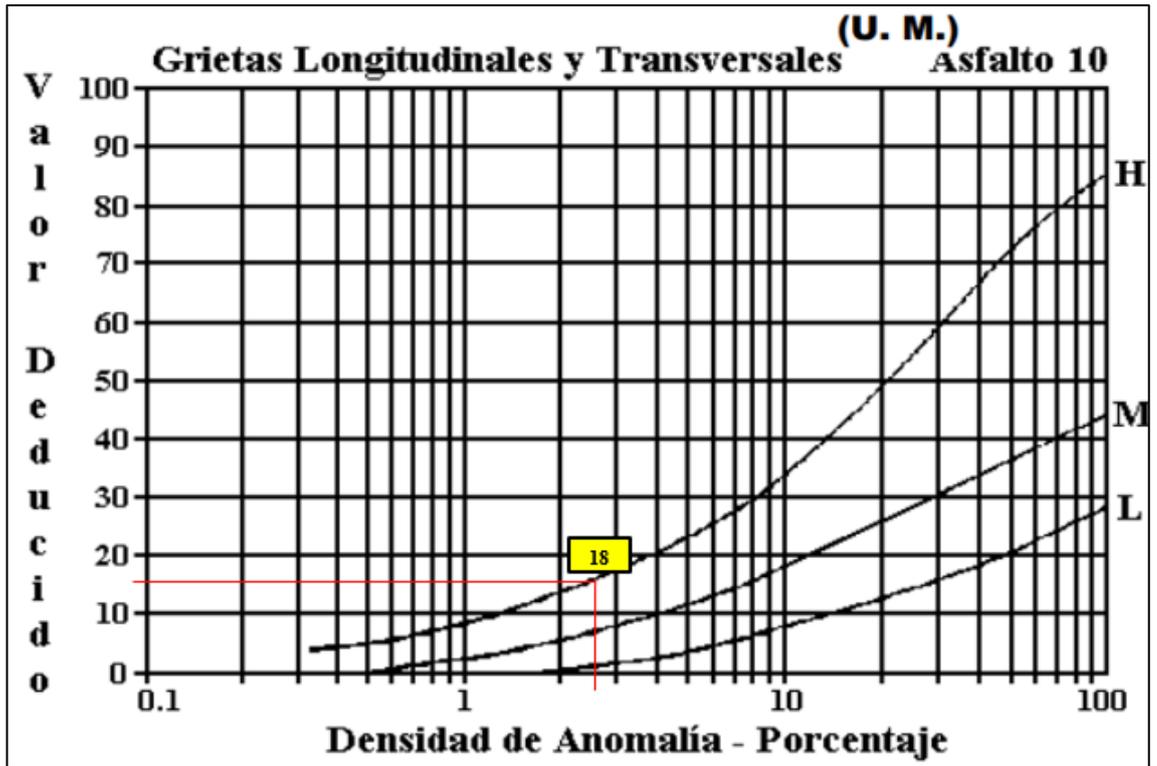


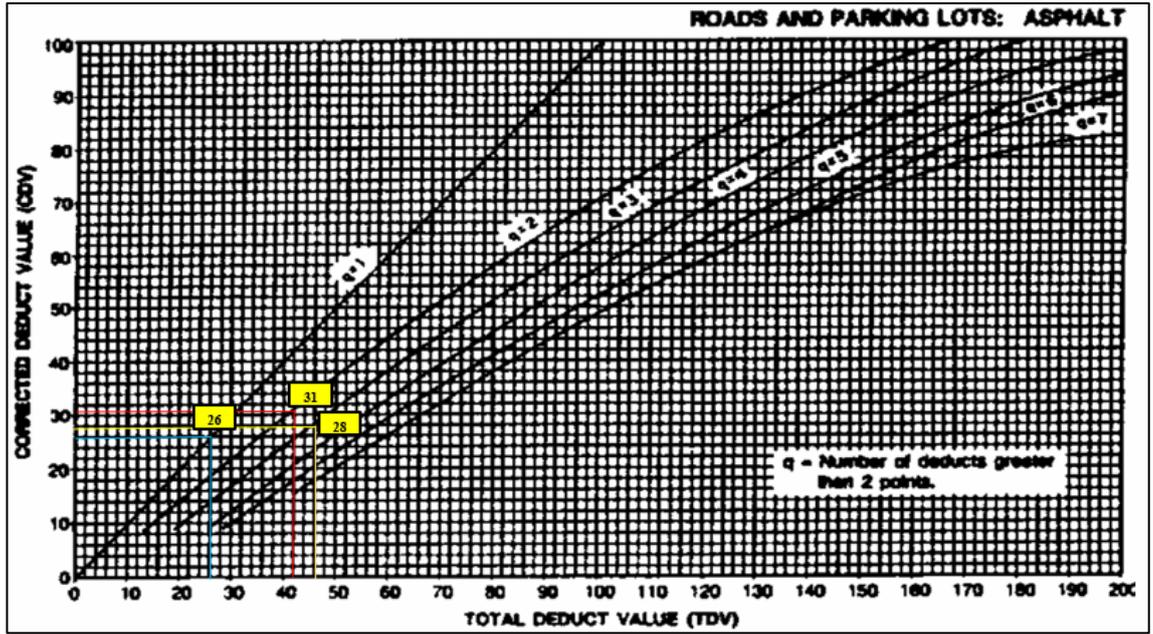
## Anexo B – 8, (Unidad de muestreo 8)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	6+470	Unidad de muestreo:	1						
Sección:	8	Abscisa final:	6+505	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231						
Inspeccionado por:	Toaquiza Licta Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6						
No.	Daño	ESQUEMA									
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>									
2	Exudación	m <sup>2</sup>									
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>									
4	Abultamientos y hundimientos	m									
5	Corrugación	m <sup>2</sup>									
6	Depresión	m <sup>2</sup>									
7	Grieta de borde	m									
8	Grieta de reflexión de junta	m									
9	Desnivel carril / berma	m									
10	Grietas long. y trasnv.	m									
11	Parqueo	m <sup>2</sup>									
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>									
13	Baches / huecos	cant.									
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>									
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>									
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>									
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>									
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>									
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>									
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L	0,65	1,26	5,495					7,405	3,21%	22
10	L	2,6	1,5	1,4	0,46				5,96	2,58%	0,2
10	M	4,7							4,7	2,03%	6
10	H	6,1							6,1	2,64%	18
12		5,04							5,04	2,18%	
<b>Valor Deducido Total: 46,2</b>											
Número de Valores Deducidos > 2(q):			2			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
Mayor Valor Deducido Individual (HDV <sub>i</sub> ):			22,00								
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"			8,16								
CÁLCULO DEL PCI											
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV		
1	22	18	6				46	3	28		
2	22	18	2				42	2	31		
3	22	2	2				26	1	26		
<b>Máx CDV: 31</b>											
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 31 PCI = <b>69 BUENO</b>											

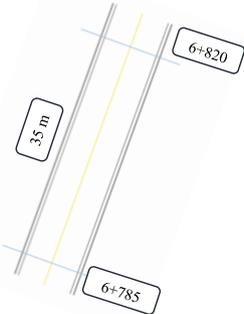


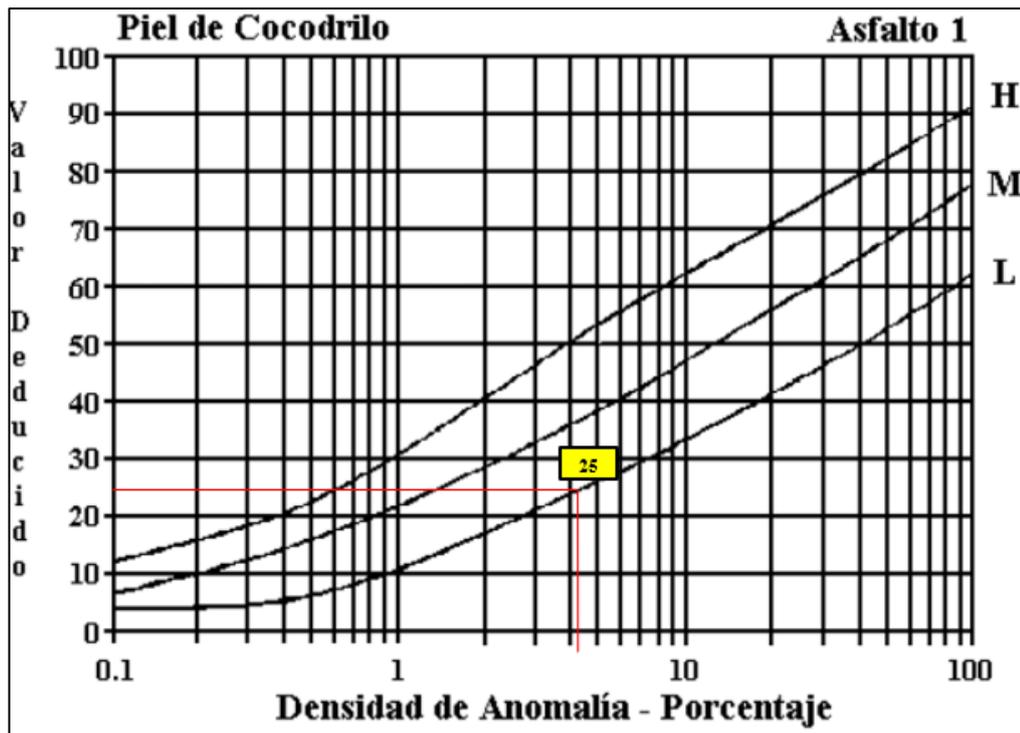


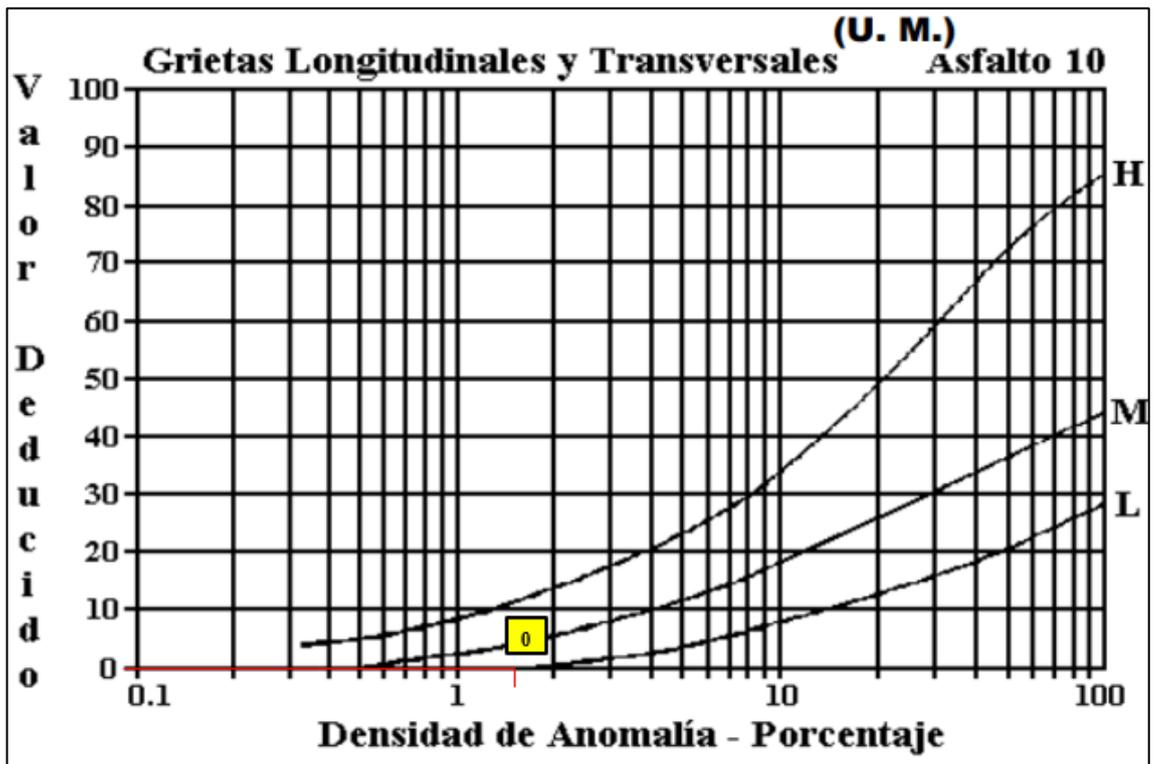
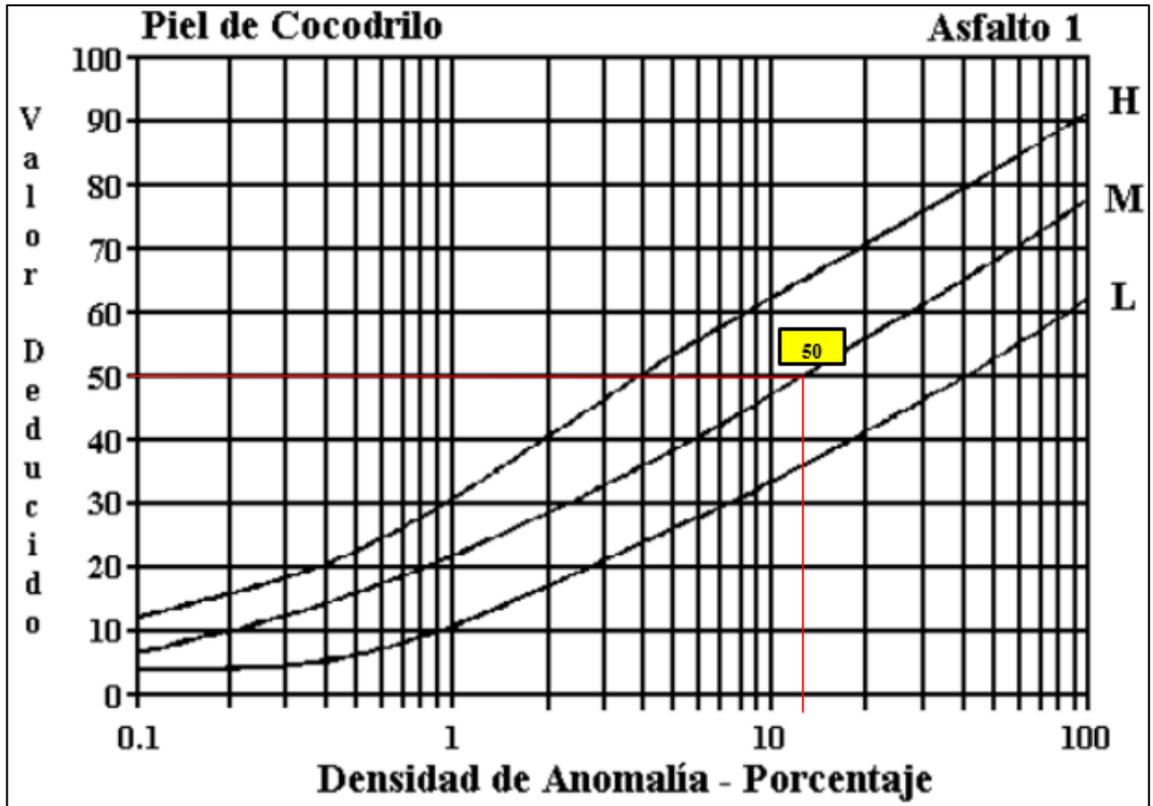


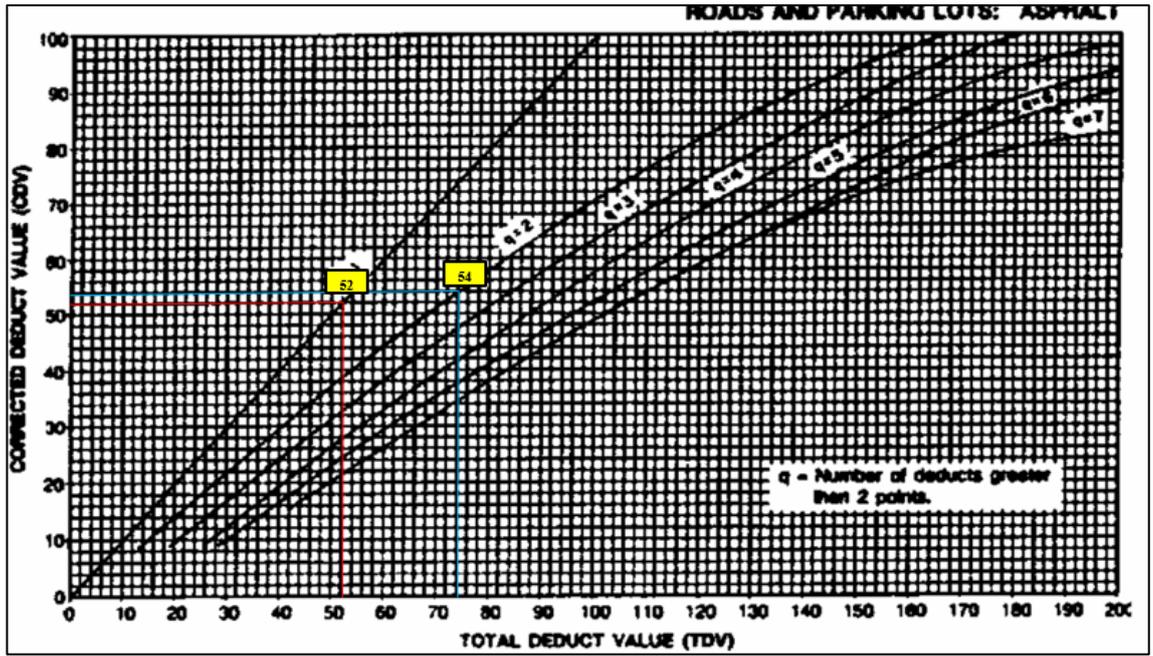


## Anexo B – 9, (Unidad de muestreo 9)

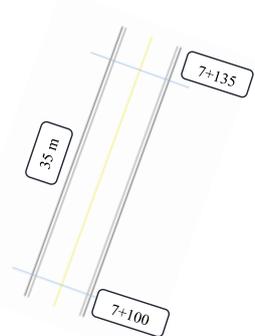
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	6+785	Unidad de muestreo:	1					
Sección:	9	Abscisa final:	6+820	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231					
Inspeccionado por:	Toaquizá Licía Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6					
No.	Daño		ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo									
2	Exudación									
3	Agrietamiento en bloque									
4	Abultamientos y hundimientos									
5	Corrugación									
6	Depresión									
7	Grieta de borde									
8	Grieta de reflexión de junta									
9	Desnivel carril / berma									
10	Grietas long. y trasnv.									
11	Parqueo									
12	Pulimiento de agregados									
13	Baches / huecos									
14	Cruce de vía férrea									
15	Ahuellamiento									
16	Desplazamiento									
17	Grieta parabólica									
18	Hinchariento									
19	Intemperismo									
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	9,68						9,68	4,19%	24
1	M	15,84	9,36	1,26	4,34			30,8	13,33%	50
10	L	1,5	2,1					3,6	1,56%	
<b>Valor Deducido Total:</b>										<b>74</b>
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		50,00								
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"		5,59								
CÁLCULO DEL PCI										
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV	
1	50	24					74	2	54	
2	50	2					52	1	52	
<b>Máx CDV:</b>									<b>54</b>	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 54 PCI = 46 <b>REGULAR</b>										

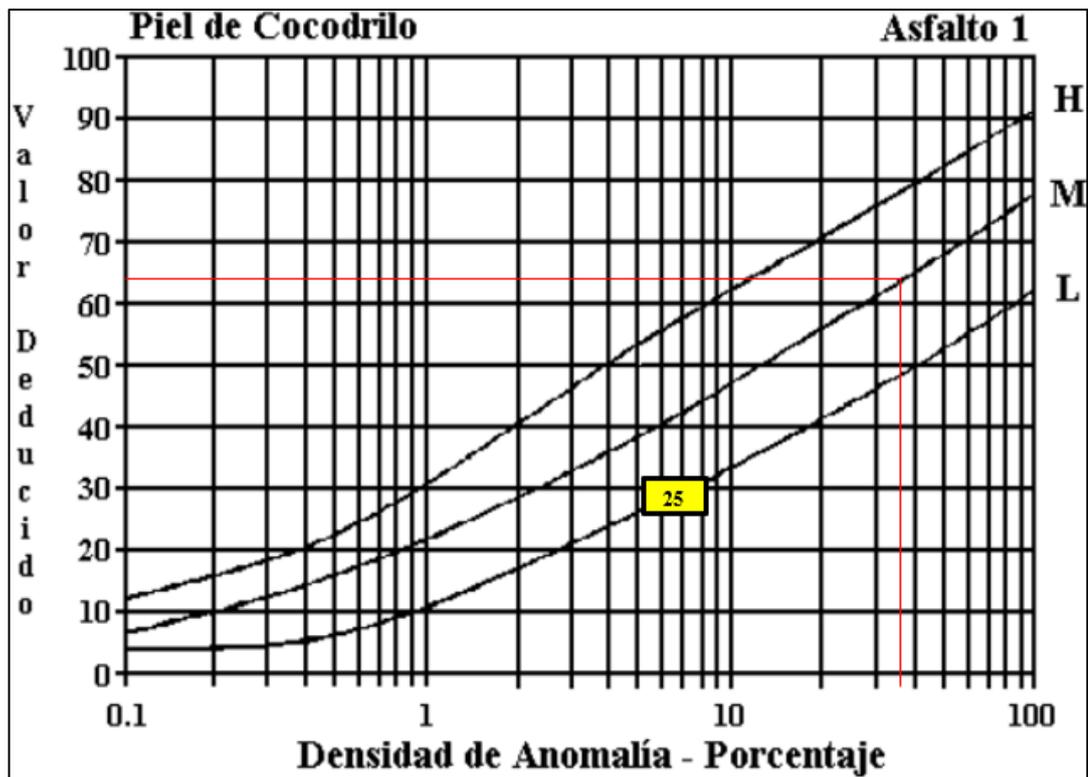


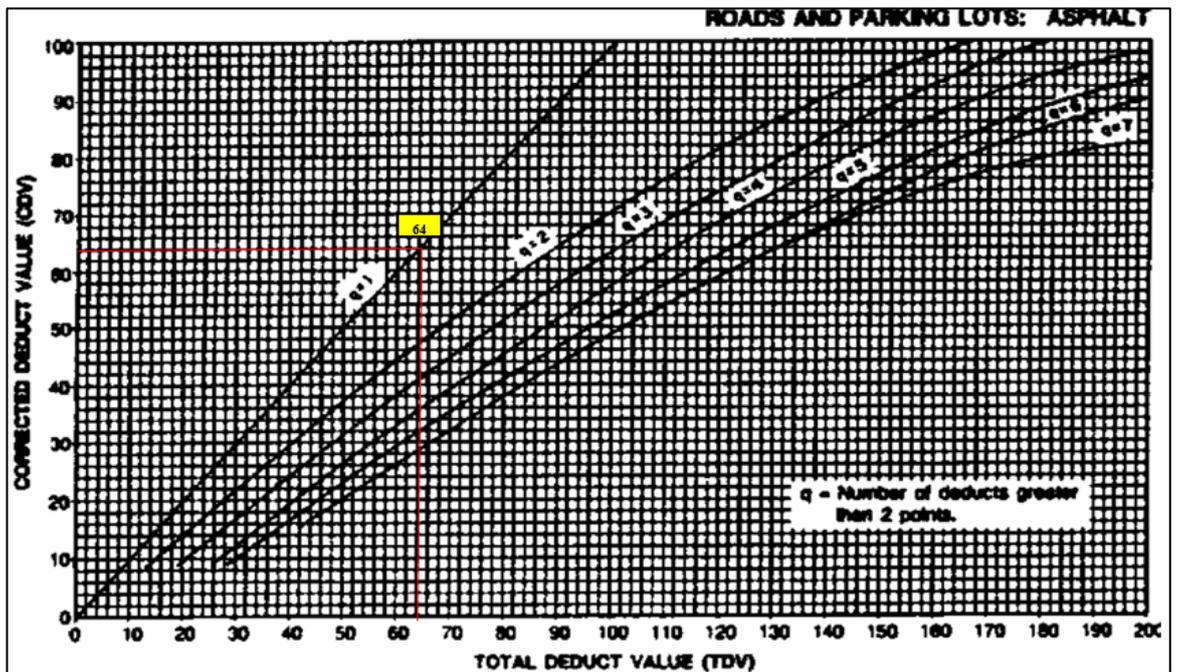
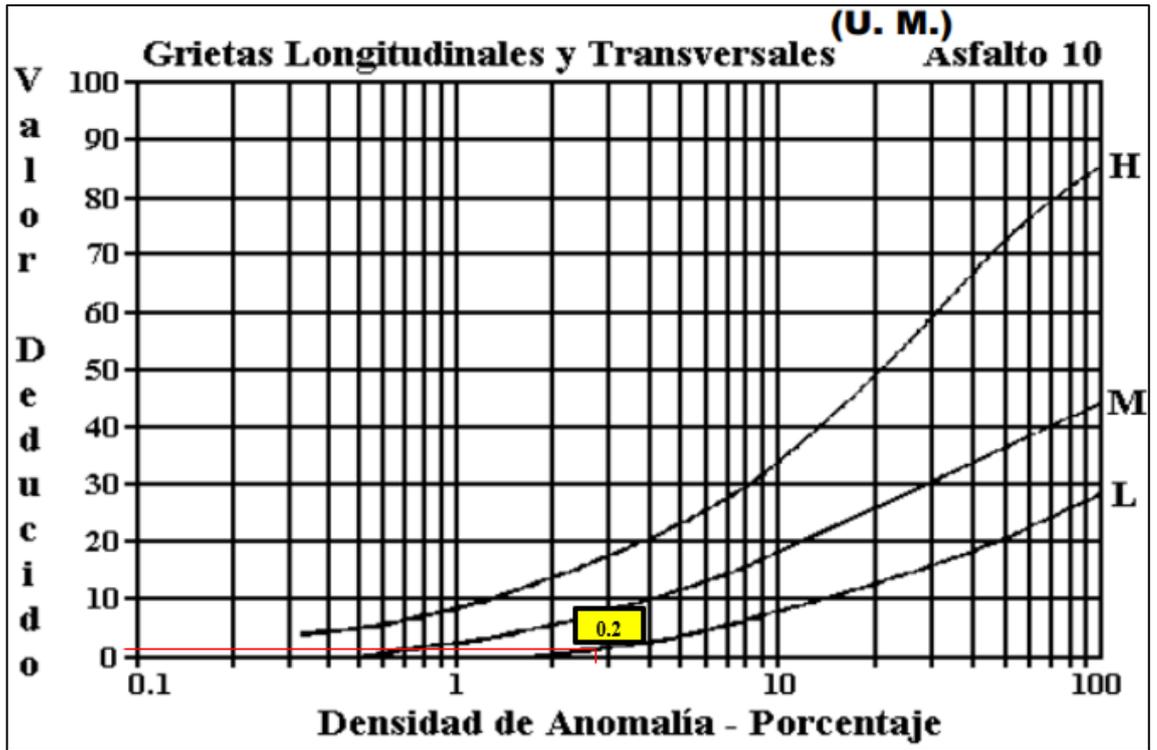




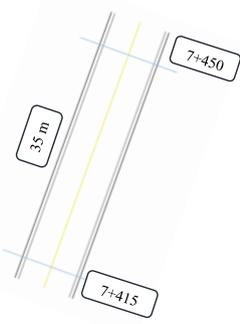
## Anexo B – 10, (Unidad de muestreo 10)

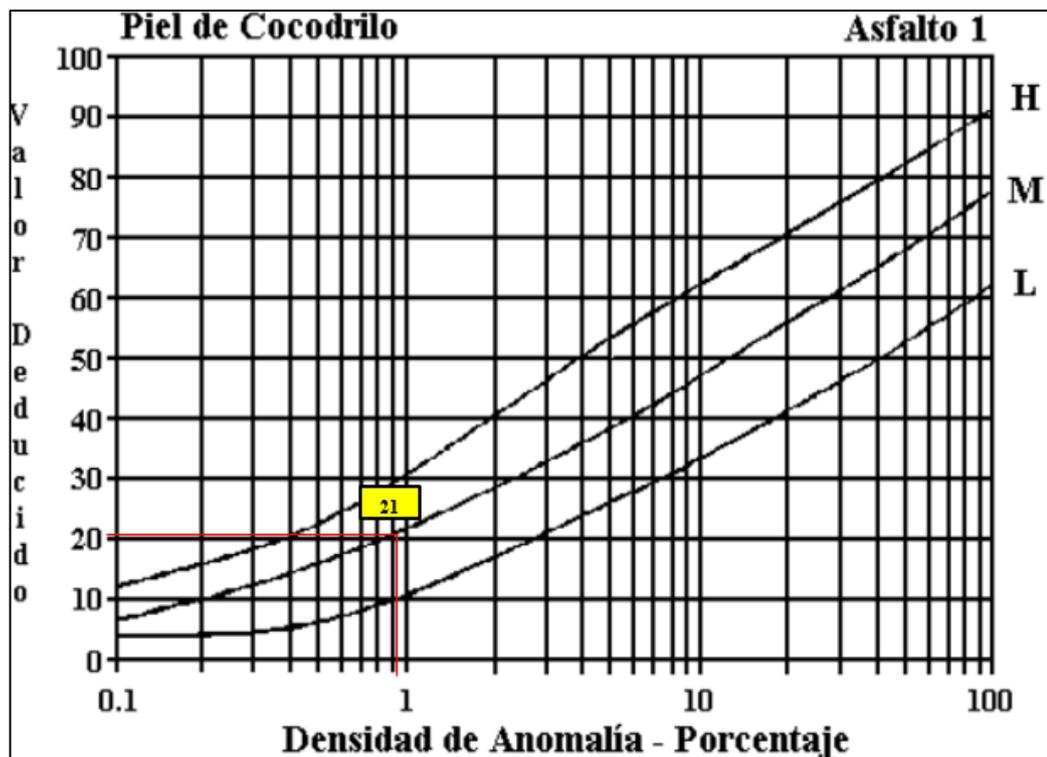
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	7+100	Unidad de muestreo:	1						
Sección:	10	Abscisa final:	7+135	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231						
Inspeccionado por:	Toaquiza Licta Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6						
No.	Daño		ESQUEMA								
1	Piel de cocodrilo										
2	Exudación										
3	Agrietamiento en bloque										
4	Abultamientos y hundimientos										
5	Corrugación										
6	Depresión										
7	Grieta de borde										
8	Grieta de reflexión de junta										
9	Desnivel carril / berma										
10	Grietas long. y trasnv.										
11	Parcheo										
12	Pulimiento de agregados										
13	Baches / huecos										
14	Cruce de vía férrea										
15	Ahuellamiento										
16	Desplazamiento										
17	Grieta parabólica										
18	Hinchariento										
19	Intemperismo										
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	M	70	12,9	3,19	3,51			89,6	38,79%	64	
10	L	1,7	1,2	1	1,4	1,3		6,6	2,86%	0,20	
									<b>Valor Deducido Total:</b>	<b>64,2</b>	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_t = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_t)$							
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		64,00									
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		4,31									
CÁLCULO DEL PCI											
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV		
1	64						64	1	64		
								<b>Máx CDV:</b>	<b>64</b>		
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 64 PCI = 36 <b>MALO</b>											

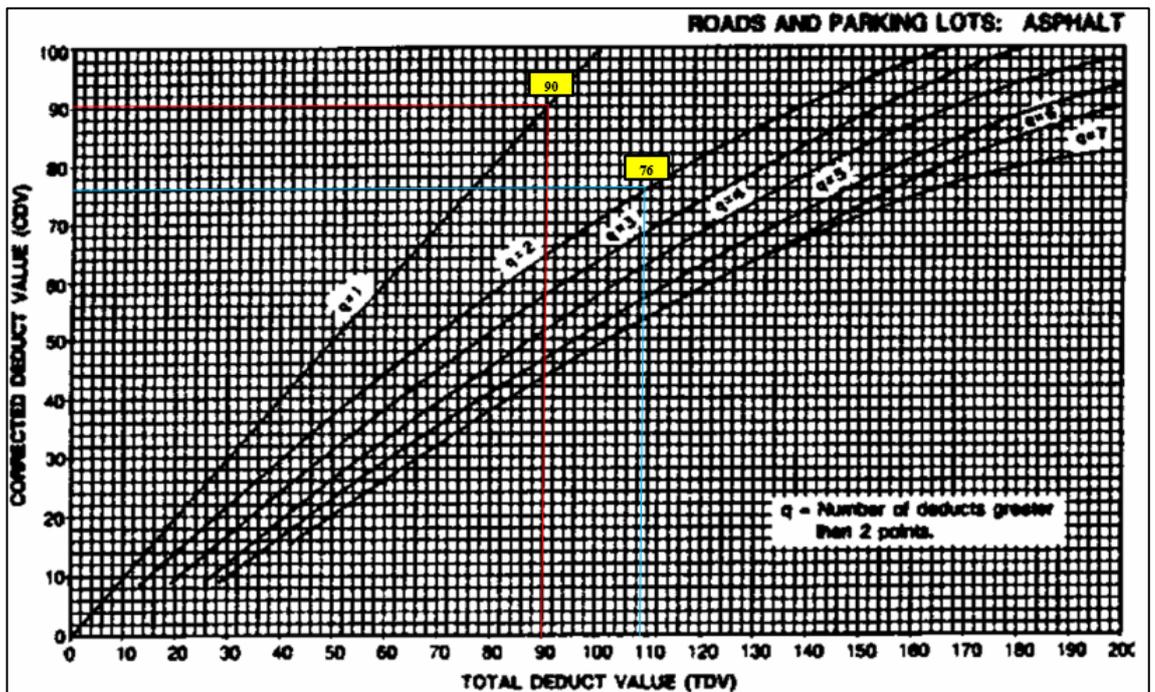
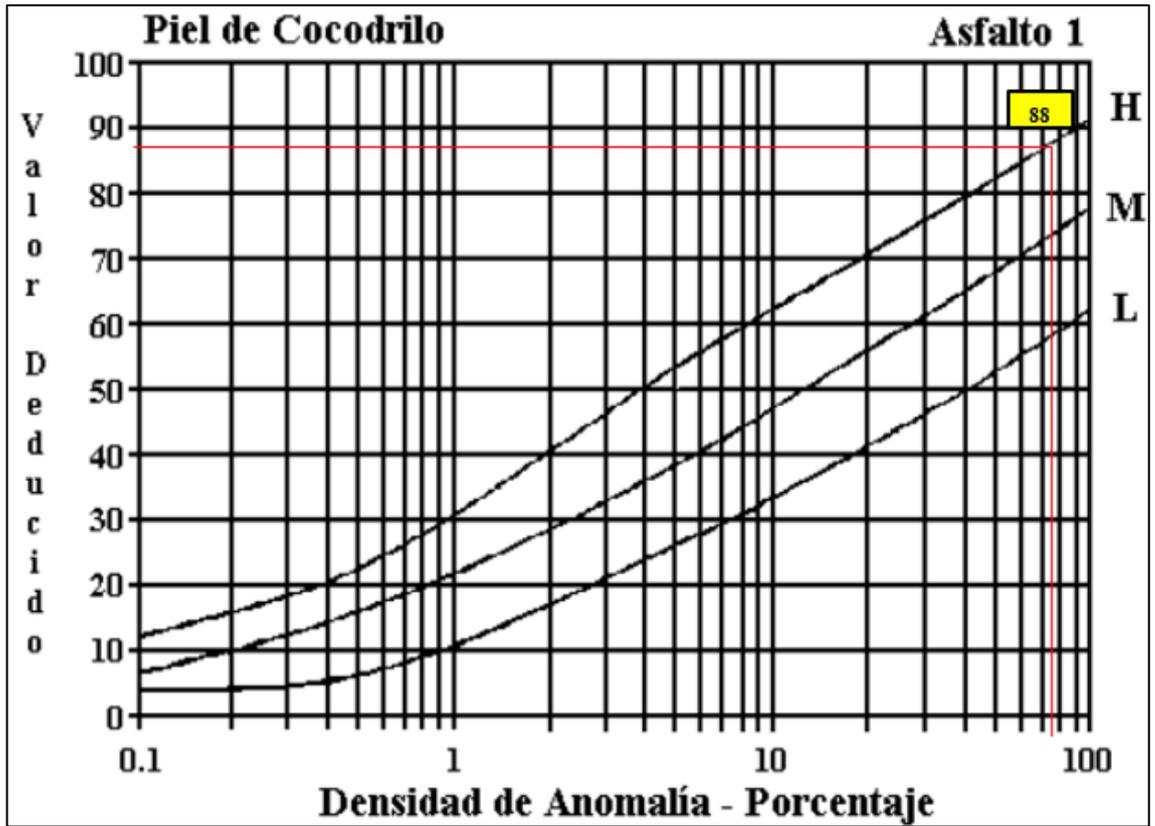




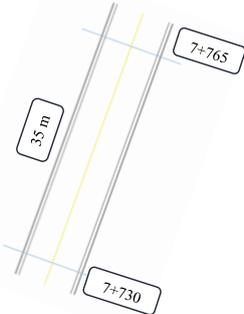
## Anexo B – 11, (Unidad de muestreo 11)

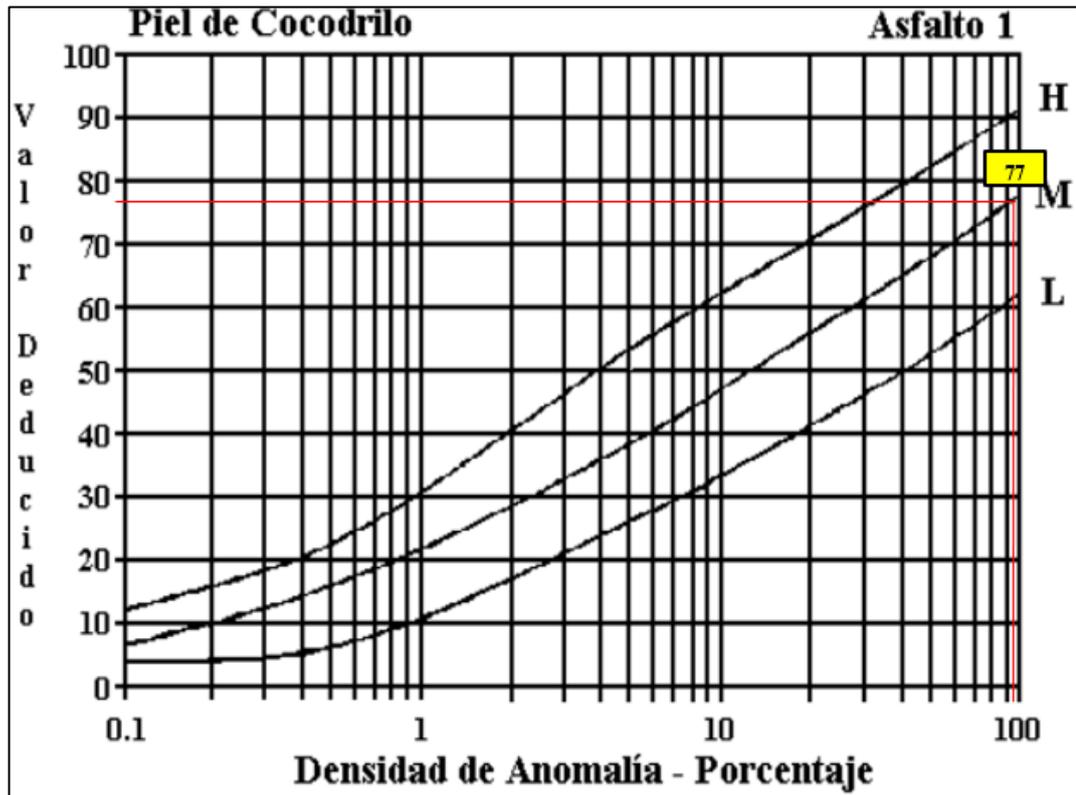
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				
										
<b>Tramo:</b>	Vía Quero - Mocha	<b>Abscisa inicial:</b>	7+415	<b>Unidad de muestreo:</b>	1					
<b>Sección:</b>	11	<b>Abscisa final:</b>	7+450	<b>Área muestreo (m<sup>2</sup>):</b>	231					
<b>Inspeccionado por:</b>	Toaquiza Licta Jenny Paulina	<b>Fecha:</b>		<b>Ancho de vía (m):</b>	6,6					
No.	Daño	ESQUEMA								
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y hundimientos	m								
5	Corrugación	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de junta	m								
9	Desnivel carril / berma	m								
10	Grietas long. y trasnv.	m								
11	Parqueo	m <sup>2</sup>								
12	Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>								
13	Baches / huecos	cant.								
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>								
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>								
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>								
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>								
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>								
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>								
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	M	2,125						2,125	0,92%	21
1	H	15,805	102	57				174,305	75,46%	90
								<b>Valor Deducido Total:</b>		111
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Mayor Valor Deducido Individual (HDV <sub>i</sub> ):		90,00								
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		1,92								
CÁLCULO DEL PCI										
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV	
1	88	21					109	2	76	
2	88	2					90	1	90	
								<b>Máx CDV:</b>	90	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 90 <b>PCI = 10 MUY MALO</b>										

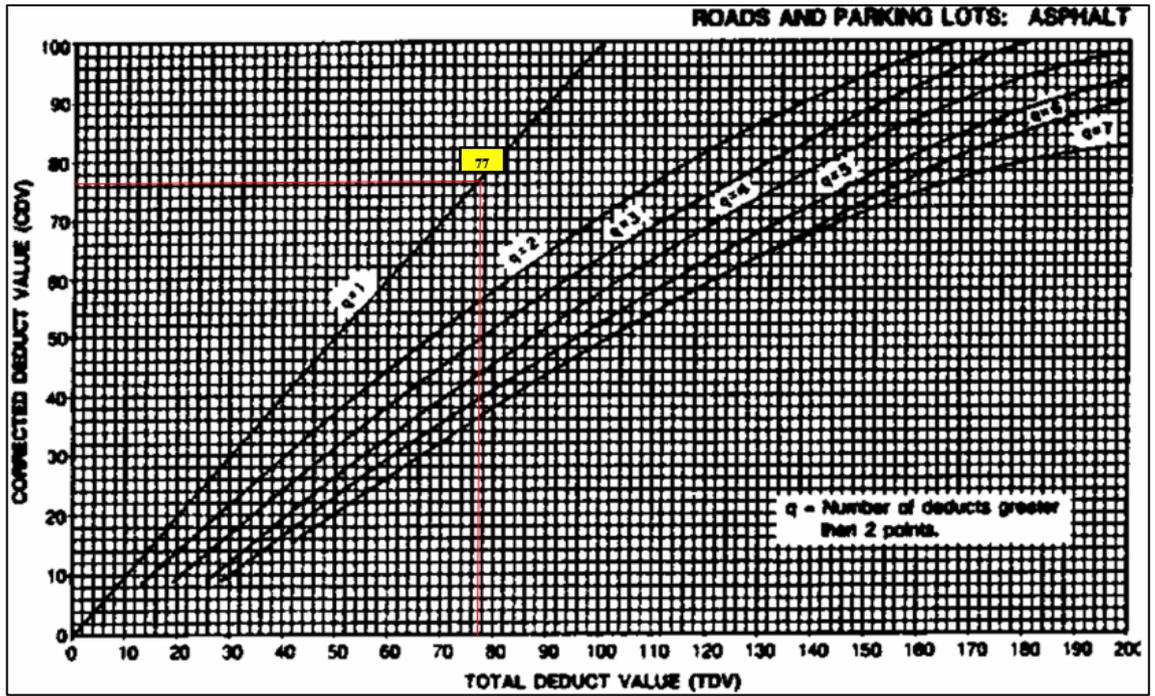




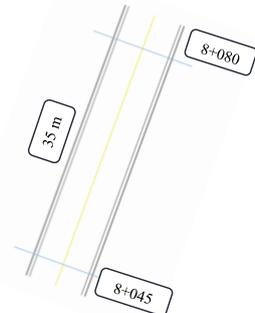
## Anexo B – 12, (Unidad de muestreo 12)

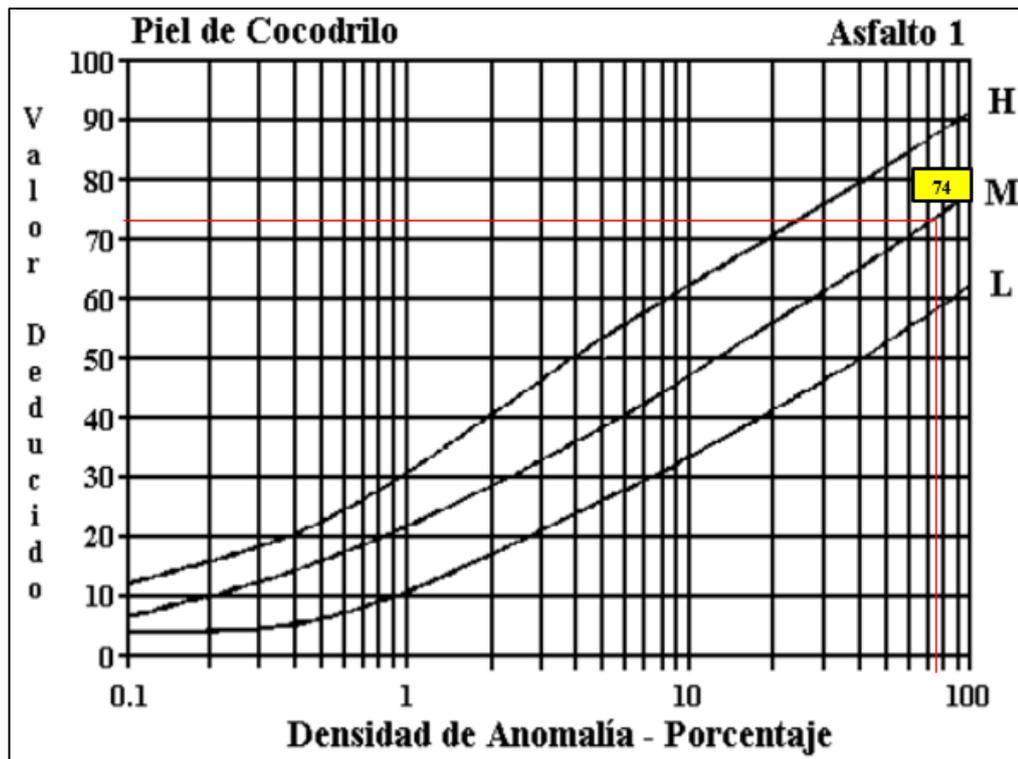
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							
Tramo:	Vía Quero - Mocha	Abscisa inicial:	7+730	Unidad de muestreo:	1				
Sección:	12	Abscisa final:	7+765	Área muestreo (m <sup>2</sup> ):	231				
Inspeccionado por:	Toaquiza Licta Jenny Paulina	Fecha:		Ancho de vía (m):	6,6				
No.	Daño		ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>							
2	Exudación	m <sup>2</sup>							
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m <sup>2</sup>							
6	Depresión	m <sup>2</sup>							
7	Grieta de borde	m							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel carril / berma	m							
10	Grietas long. y trasnv.	m							
11	Parqueo	m <sup>2</sup>							
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>							
13	Baches / huecos	cant.							
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>							
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>							
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>							
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>							
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>							
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>							
Daño	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	M	224					224	96,97%	77
						Valor Deducido Total: 77			
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_t = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_t)$					
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		77.00							
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"		3.11							
CÁLCULO DEL PCI									
No.	Valores Deducidos				Total	q	CDV		
1	77				77	1	77		
						Máx CDV: 77			
PCI = 100 - Máx CDV									
PCI = 100 - 77									
PCI = 23 MUY MALO									

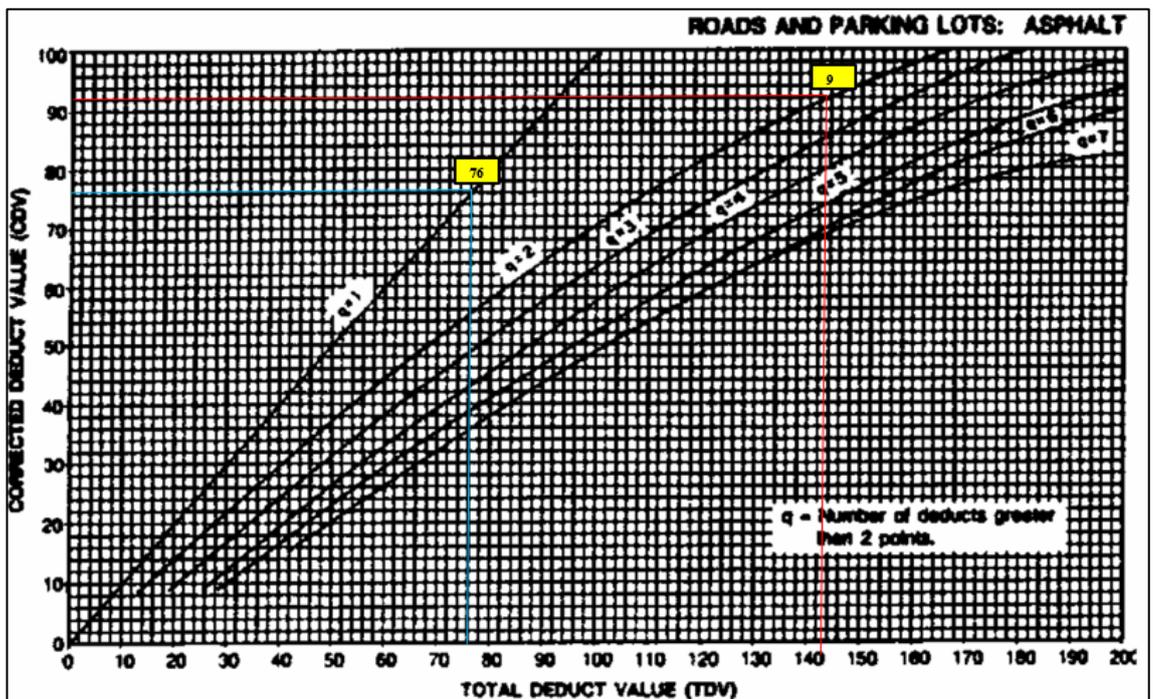
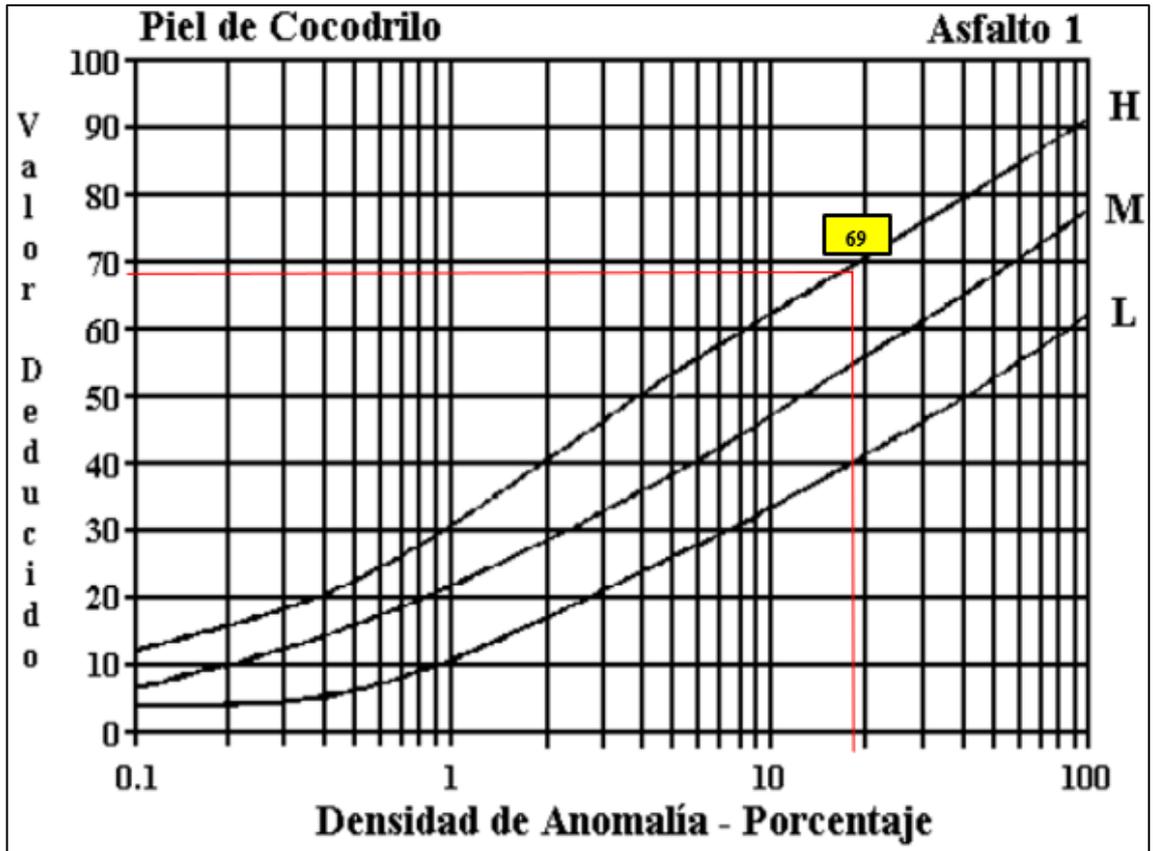




## Anexo B – 13, (Unidad de muestreo 13)

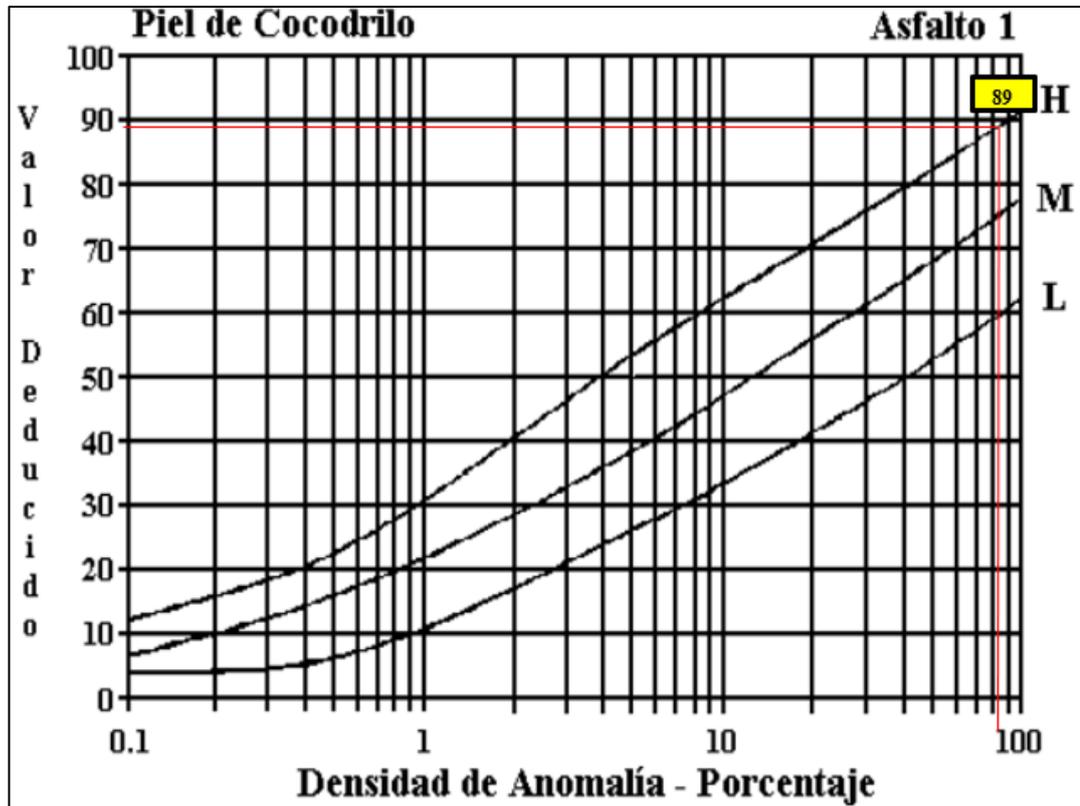
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
<b>Tramo:</b>	Vía Quero - Mocha	<b>Abscisa inicial:</b>	8+045	<b>Unidad de muestreo:</b>	1			
<b>Sección:</b>	13	<b>Abscisa final:</b>	8+080	<b>Área muestreo (m<sup>2</sup>):</b>	231			
<b>Inspeccionado por:</b>	Toaquiza Licta Jenny Paulina	<b>Fecha:</b>		<b>Ancho de vía (m):</b>	6,6			
<b>No.</b>	<b>Daño</b>		<b>ESQUEMA</b>					
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>						
2	Exudación	m <sup>2</sup>						
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m <sup>2</sup>						
6	Depresión	m <sup>2</sup>						
7	Grieta de borde	m						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel carril / berma	m						
10	Grietas long. y trasnv.	m						
11	Parqueo	m <sup>2</sup>						
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>						
13	Baches / huecos	cant.						
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>						
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>						
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>						
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>						
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>						
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>						
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>
1	<b>M</b>	171,5				171,5	74,24%	74
1	<b>H</b>	42				42	18,18%	69
						<b>Valor Deducido Total:</b>		<b>143</b>
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_t = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Mayor Valor Deducido Individual (HDV <sub>i</sub> ):		74,00						
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"		3,39						
CÁLCULO DEL PCI								
<b>No.</b>	<b>Valores Deducidos</b>				<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>	
1	74	69			143	2	92	
2	74	2			76	1	76	
						<b>Máx CDV:</b>	<b>92</b>	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 92 <b>PCI = 8 FALLADO</b>								

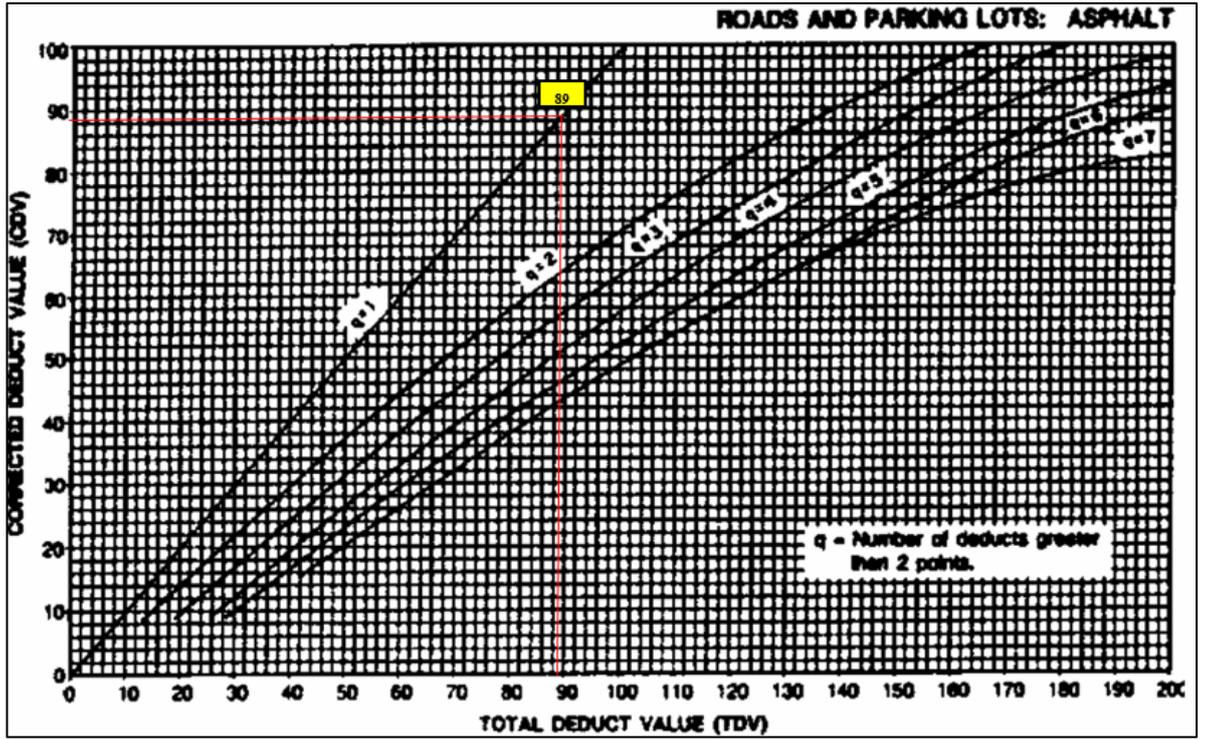




## Anexo B – 14, (Unidad de muestreo 14)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
<b>Tramo:</b>	Vía Quero - Mocha	<b>Abscisa inicial:</b>	8+360	<b>Unidad de muestreo:</b>	1				
<b>Sección:</b>	14	<b>Abscisa final:</b>	8+395	<b>Área muestreo (m<sup>2</sup>):</b>	231				
<b>Inspeccionado por:</b>	Toaquiza Licta Jenny Paulina	<b>Fecha:</b>		<b>Ancho de vía (m):</b>	6,6				
<b>No.</b>	<b>Daño</b>		<b>ESQUEMA</b>						
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>							
2	Exudación	m <sup>2</sup>							
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m <sup>2</sup>							
6	Depresión	m <sup>2</sup>							
7	Grieta de borde	m							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel carril / berma	m							
10	Grietas long. y trasnv.	m							
11	Parqueo	m <sup>2</sup>							
12	Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>							
13	Baches / huecos	cant.							
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>							
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>							
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>							
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>							
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>							
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>							
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades parciales</b>				<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor Deducido</b>	
1	H	192,5					192,5	83,33%	89
						<b>Valor Deducido Total: 89</b>			
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>		2		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):</b>		89,00							
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>		2,01							
CÁLCULO DEL PCI									
<b>No.</b>	<b>Valores Deducidos</b>						<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	89						89	1	89
						<b>Máx CDV: 89</b>			
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 89 <b>PCI = 11 MUY MALO</b>									

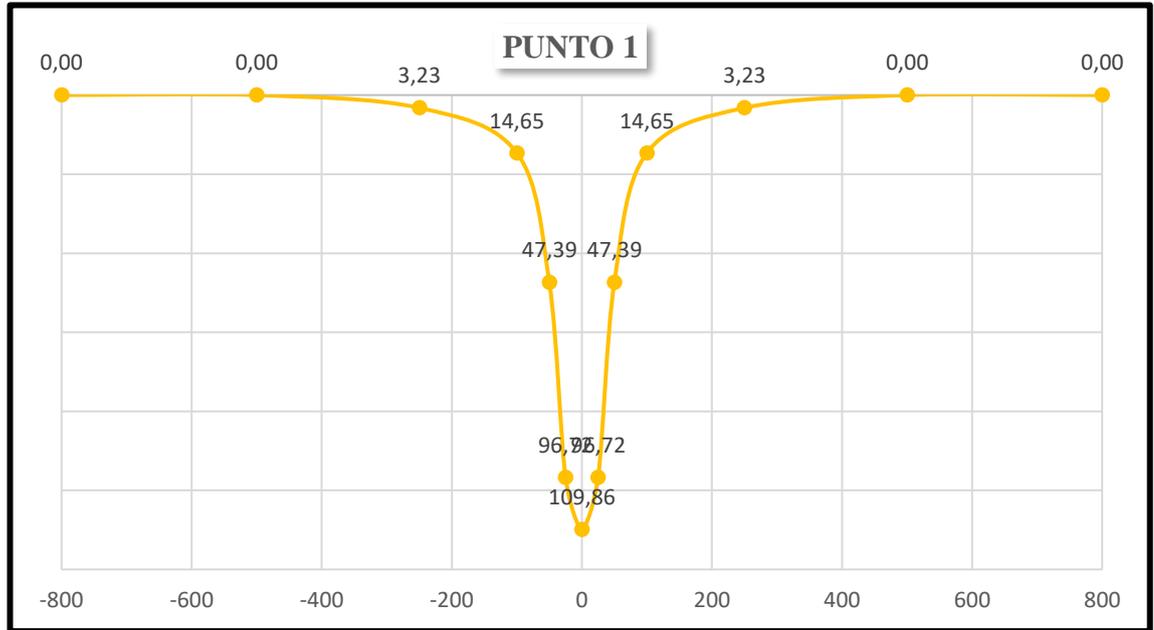




**ANEXO C -  
DEFLEXIONES (VIGA  
BENKELMAN)**

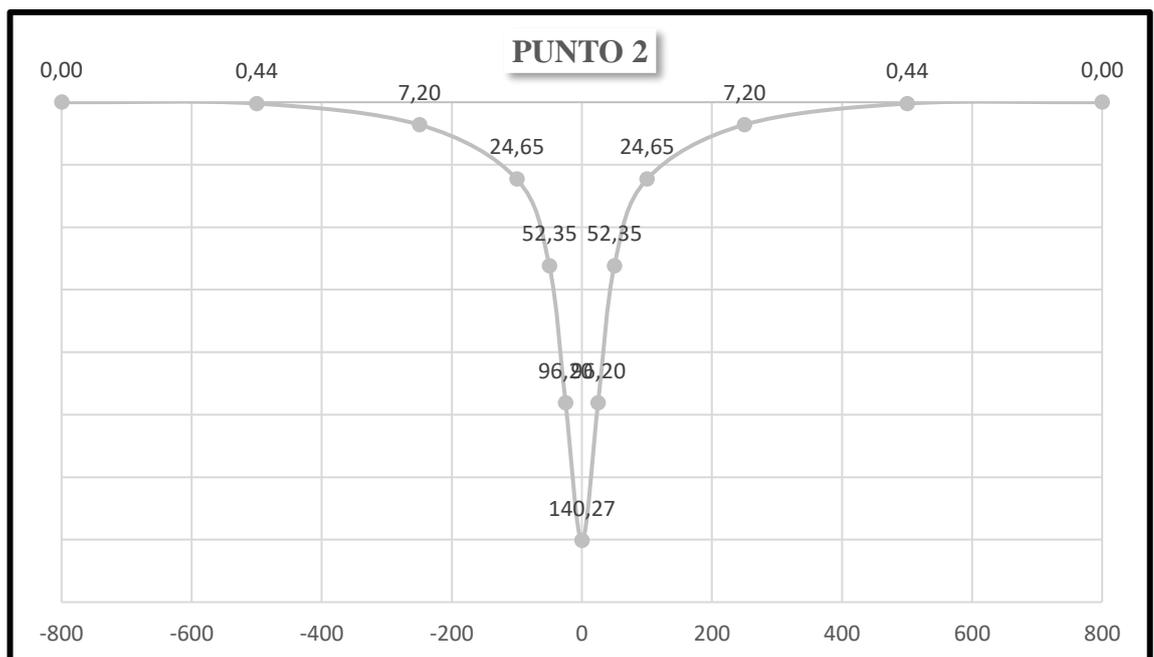
**Anexo C – 1, (Punto 1 – Diagrama deflexión, abscisa 4+800)**

x	-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
y	0,00	0,00	3,23	14,65	47,39	96,72	109,86	96,72	47,39	14,65	3,23	0,00	0,00



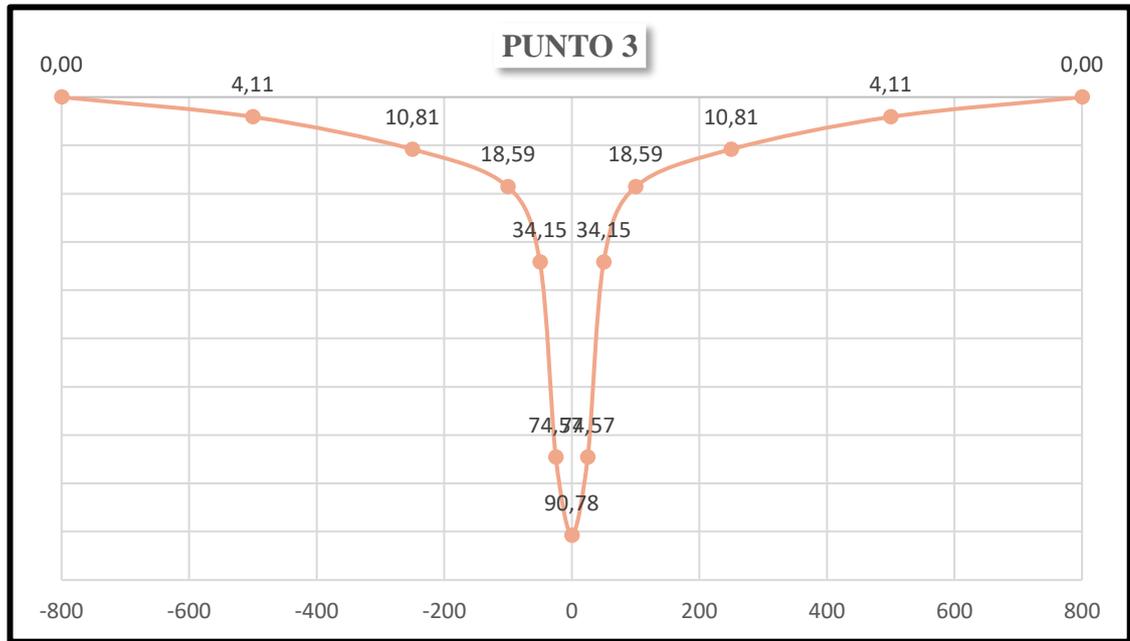
**Anexo C – 2, (Punto 2 – Diagrama deflexión, abscisa 5+300)**

x	-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
y	0,00	0,44	7,20	24,65	52,35	96,20	140,27	96,20	52,35	24,65	7,20	0,44	0,00



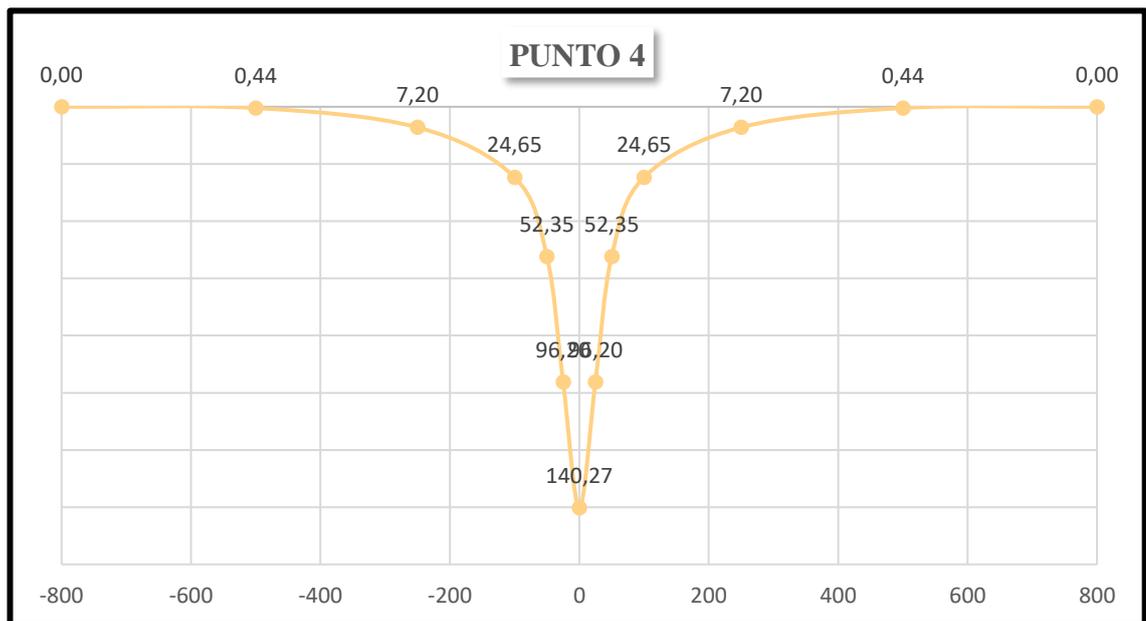
**Anexo C – 3, (Punto 3 – Diagrama deflexión, abscisa 5+800)**

x	-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
y	0,00	4,11	10,81	18,59	34,15	74,57	90,78	74,57	34,15	18,59	10,81	4,11	0,00



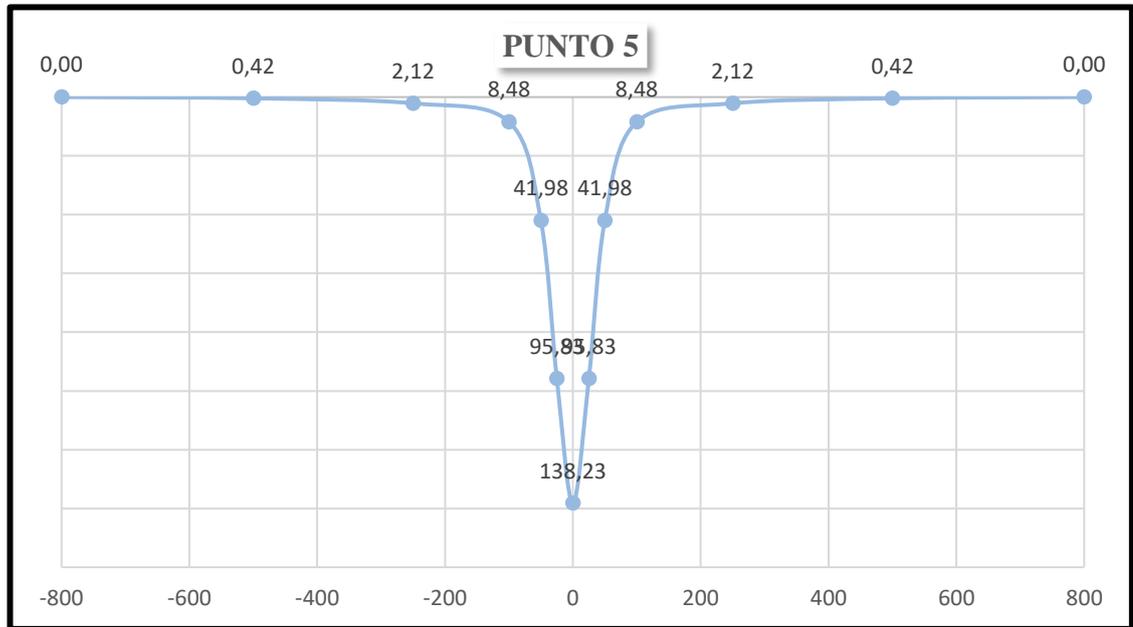
**Anexo C – 4, (Punto 4 – Diagrama deflexión, abscisa 6+300)**

x	-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
y	0,00	1,03	5,14	12,53	23,63	39,86	72,95	39,86	23,63	12,53	5,14	1,03	0,00



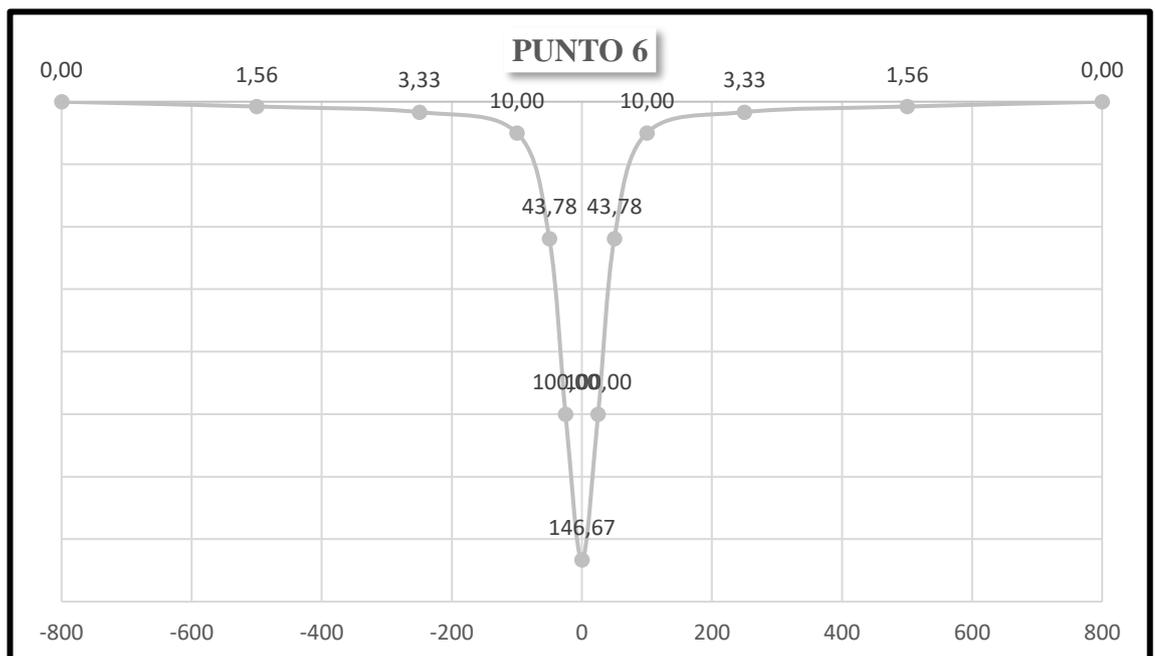
**Anexo C – 5, (Punto 5 – Diagrama deflexión, abscisa 6+800)**

x	-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
y	0,00	0,42	2,12	8,48	41,98	95,83	138,23	95,83	41,98	8,48	2,12	0,42	0,00



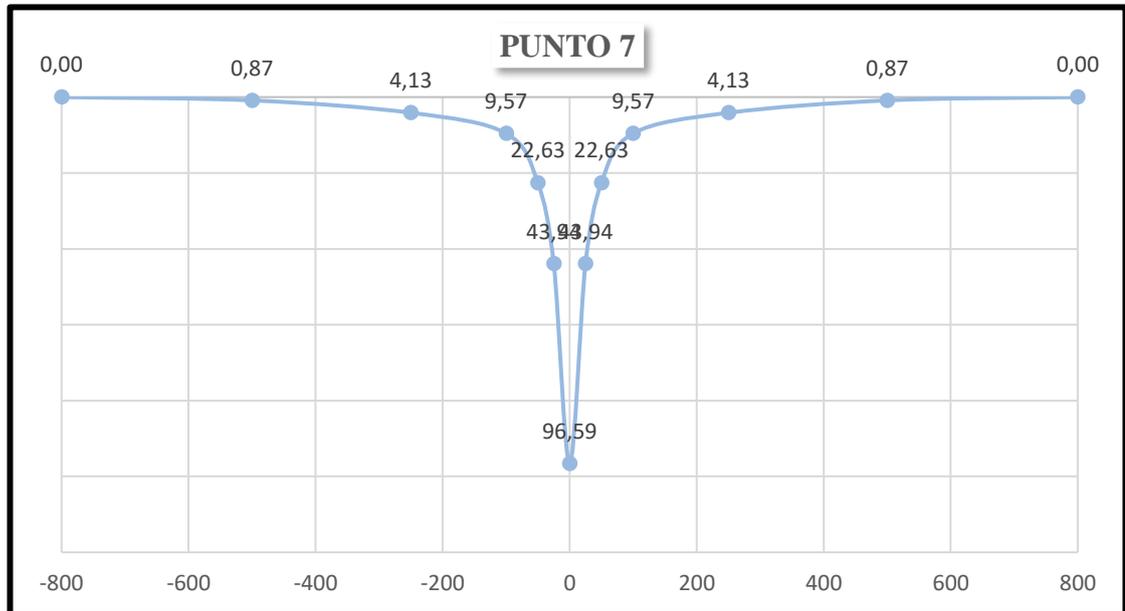
**Anexo C – 6, (Punto 6 – Diagrama deflexión, abscisa 7+300)**

x	-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
y	0,00	1,56	3,33	10,00	43,78	100,00	146,67	100,00	43,78	10,00	3,33	1,56	0,00



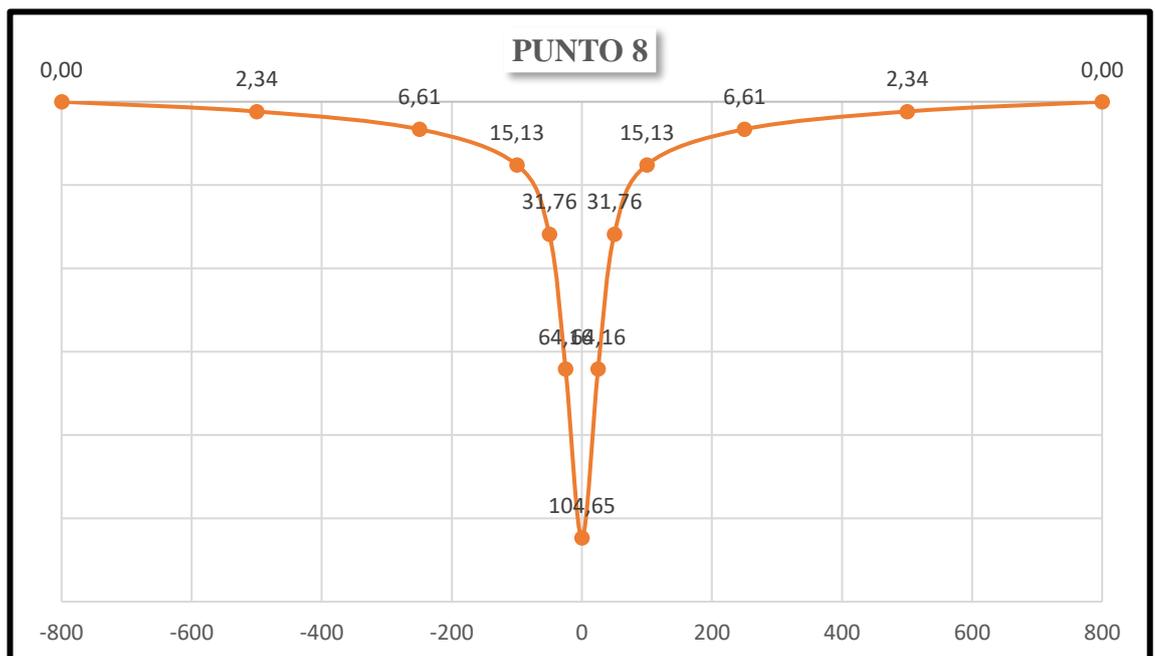
**Anexo C – 7, (Punto 7 – Diagrama deflexión, abscisa 7+800)**

x	-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
y	0,00	0,87	4,13	9,57	22,63	43,94	96,59	43,94	22,63	9,57	4,13	0,87	0,00



**Anexo C – 8, (Punto 8 – Diagrama deflexión, abscisa 8+300)**

x	-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
y	0,00	2,34	6,61	15,13	31,76	64,16	104,65	64,16	31,76	15,13	6,61	2,34	0,00



**ANEXO D - DCP  
(PENETRÓMETRO  
DINÁMICO DE CONO)**

Anexo D – 1, (Calicata 1 – Ensayo DCP, abscisa 5+300)

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DCP</b> 							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISIA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABSCISA:</b>		5+300			<b>No. CALICATA:</b>		1
<b>NORMA:</b>		ASTM D 6951-3					
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
ENSAYO DCP 1							
# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes	Penetración (mm)		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
0	40	70	41	26	487	700	571
1	57	100	75	27	500	721	601
2	73	125	96	28	529	745	630
3	83	147	114	29	550	773	665
4	95	170	130	30	570	800	700
5	110	190	143	31	590	830	733
6	125	220	154	32	609	855	762
7	137	250	161	33	628	880	793
8	154	265	171	34	646	910	820
9	170	290	191	35	661	942	850
10	190	313	192	36	682	981	872
11	210	335	203	37	700	1000	890
12	230	359	216	38	719		905
13	250	380	231	39	736		920
14	270	405	242	40	753		931
15	293	423	270	41	770		944
16	310	452	295	42	790		960
17	339	484	320	43	811		975
18	349	510	350	44	830		990
19	362	535	360	45	850		1000
20	369	560	405	46	872		
21	377	585	433	47	893		
22	396	609	462	48	917		
23	420	630	490	49	964		
24	440	650	519	50	990		
25	466	673	543	51	1000		

Anexo D – 2, (Calicata 2 – Ensayo DCP, abscisa 6+300)

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DCP</b> 							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABSCISA:</b>		6+300			<b>No. CALICATA:</b>		2
<b>NORMA:</b>		ASTM D 6951-3					
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
ENSAYO DCP 2							
# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes	Penetración (mm)		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
0	53	38	21	21	349	443	194
1	70	70	50	22	365	474	198
2	75	85	61	23	383	500	200
3	80	97	70	24	414	519	201
4	90	110	78	25	435	543	203
5	100	121	85	26	461	567	205
6	115	126	92	27	495	590	216
7	120	140	100	28	524	618	247
8	134	155	110	29	550	642	279
9	142	169	120	30	582	668	343
10	157	180	127	31	615	696	401
11	161	200	133	32	673	730	469
12	179	210	140	33	733	761	542
13	189	220	148	34	792	777	610
14	195	233	154	35	845	810	715
15	225	250	158	36	886	840	865
16	250	269	166	37	927	872	986
17	263	290	174	38	965	903	1000
18	276	320	180	39	997	930	
19	293	364	184	40	1000	970	
20	330	410	190	41		1000	

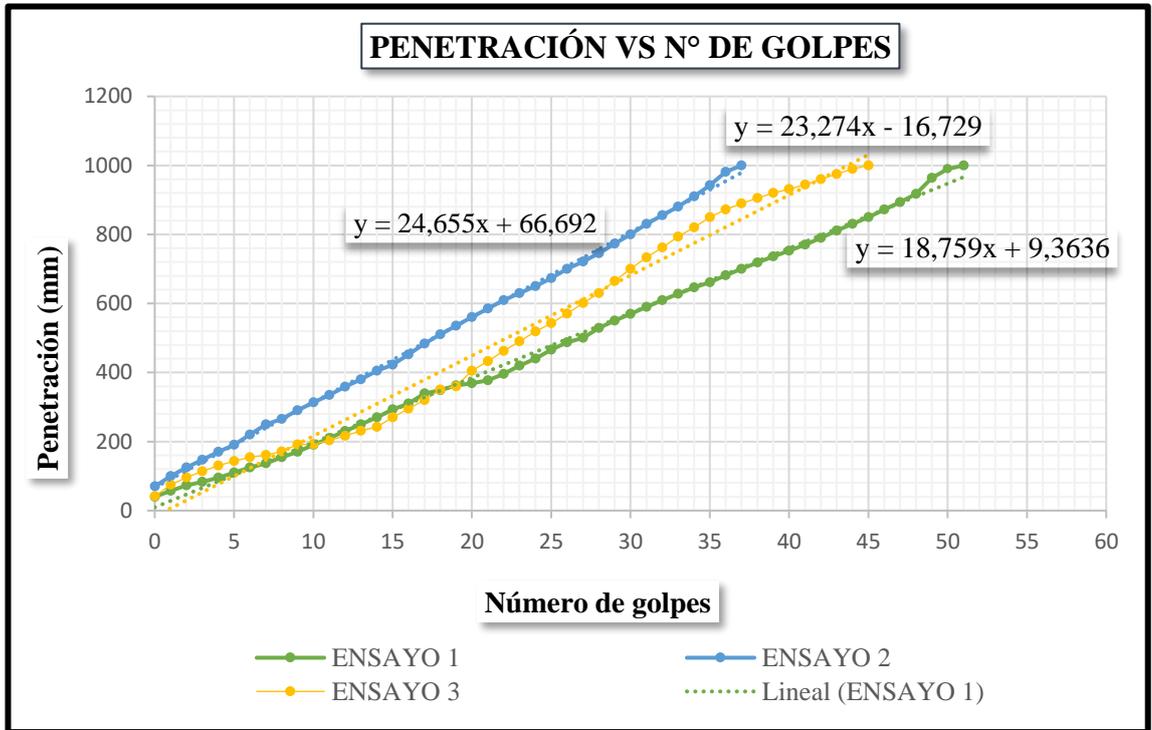
Anexo D – 3, (Calicata 3 – Ensayo DCP, abscisa 7+300)

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DCP</b> 							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABSCISA:</b>		7+300			<b>No. CALICATA:</b>		3
<b>NORMA:</b>		ASTM D 6951-3					
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
ENSAYO DCP 2							
# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes	Penetración (mm)		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
0	37	70	30	21	395	586	583
1	59	110	66	22	417	600	600
2	74	148	101	23	438	618	630
3	80	173	131	24	450	646	660
4	105	204	160	25	462	690	690
5	132	233	194	26	476	695	715
6	140	266	233	27	502	722	736
7	166	305	264	28	523	736	752
8	186	332	302	29	542	753	770
9	200	354	335	30	557	779	790
10	210	375	370	31	578	795	805
11	224	392	400	32	590	811	817
12	234	412	419	33	605	811	837
13	254	435	441	34	630	811	848
14	270	452	452	35	661		860
15	288	473	480	36	685		870
16	300	502	494	37	785		870
17	323	520	506	38	982		870
18	348	551	531	39	1000		
19	365	561	538	40			
20	378	571	562	41			

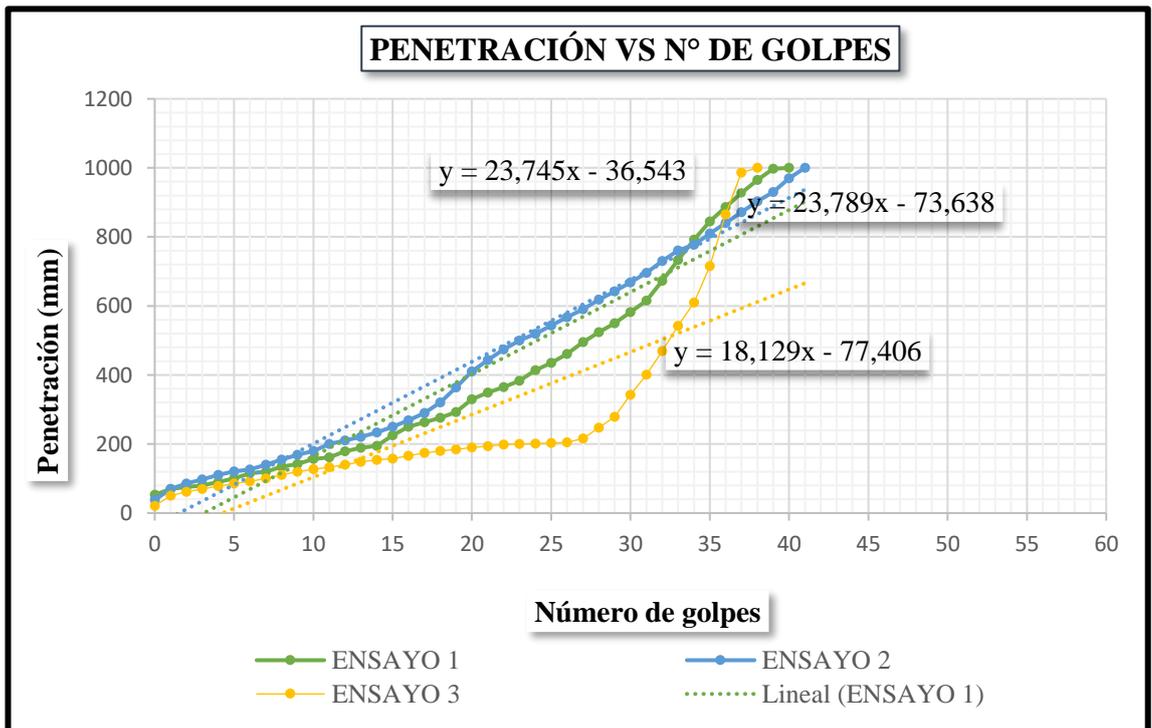
Anexo D – 4, (Calicata 4 – Ensayo DCP, abscisa 8+300)

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DCP</b> 							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABSCISA:</b>		8+300		<b>No. CALICATA:</b>		4	
<b>NORMA:</b>		ASTM D 6951-3					
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
ENSAYO DCP 1							
# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes	Penetración (mm)		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
0	23	20	50	24	310	474	420
1	45	39	73	25	330	495	440
2	55	51	85	26	348	515	457
3	76	66	99	27	366	560	480
4	91	87	110	28	386	584	500
5	100	101	120	29	410	609	520
6	107	115	133	30	431	664	545
7	116	128	142	31	460	694	564
8	126	143	156	32	490	720	588
9	142	156	170	33	525	780	622
10	154	170	180	34	570	803	653
11	170	180	191	35	635	865	683
12	177	194	207	36	850	894	717
13	184	205	223	37	1000	950	750
14	194	233	241	38		983	785
15	202	247	260	39		1000	810
16	212	260	279	40			840
17	223	275	293	41			862
18	232	290	303	42			900
19	244	317	325	43			930
20	253	344	344	44			962
21	270	373	364	45			990
22	280	401	383	46			1000
23	295	435	402	47			

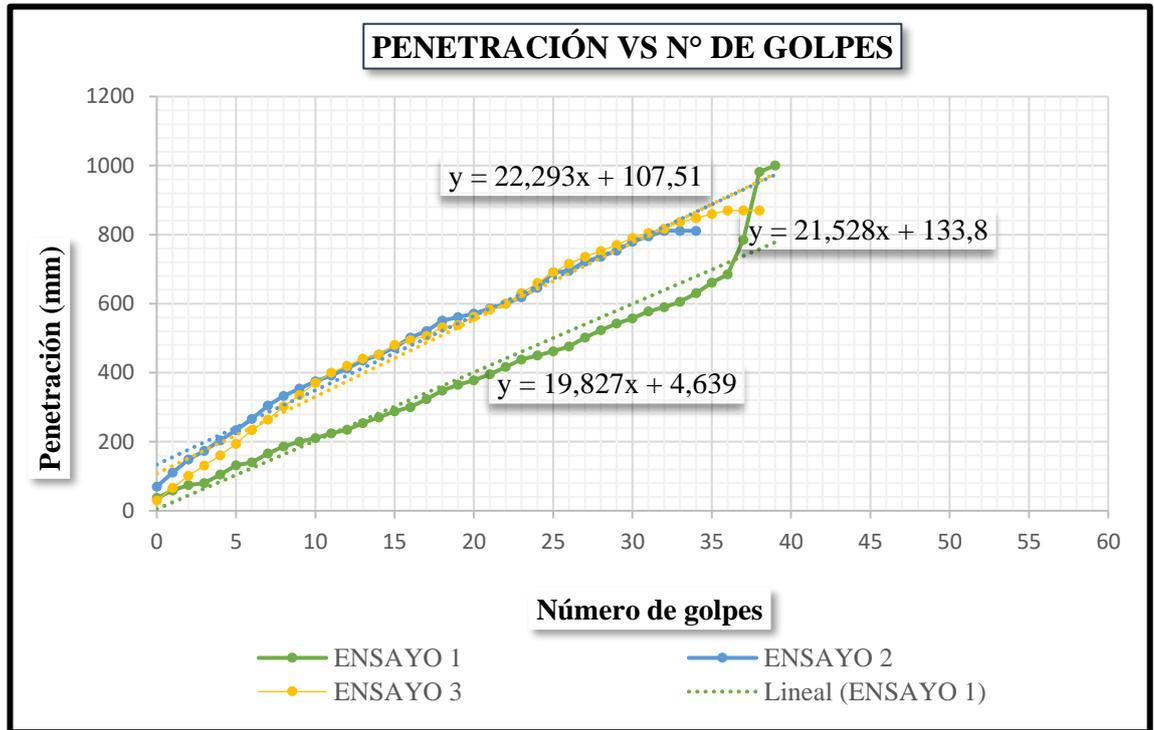
Anexo D – 5, (Calicata 1 – Diagrama DCP, abscisa 5+300)



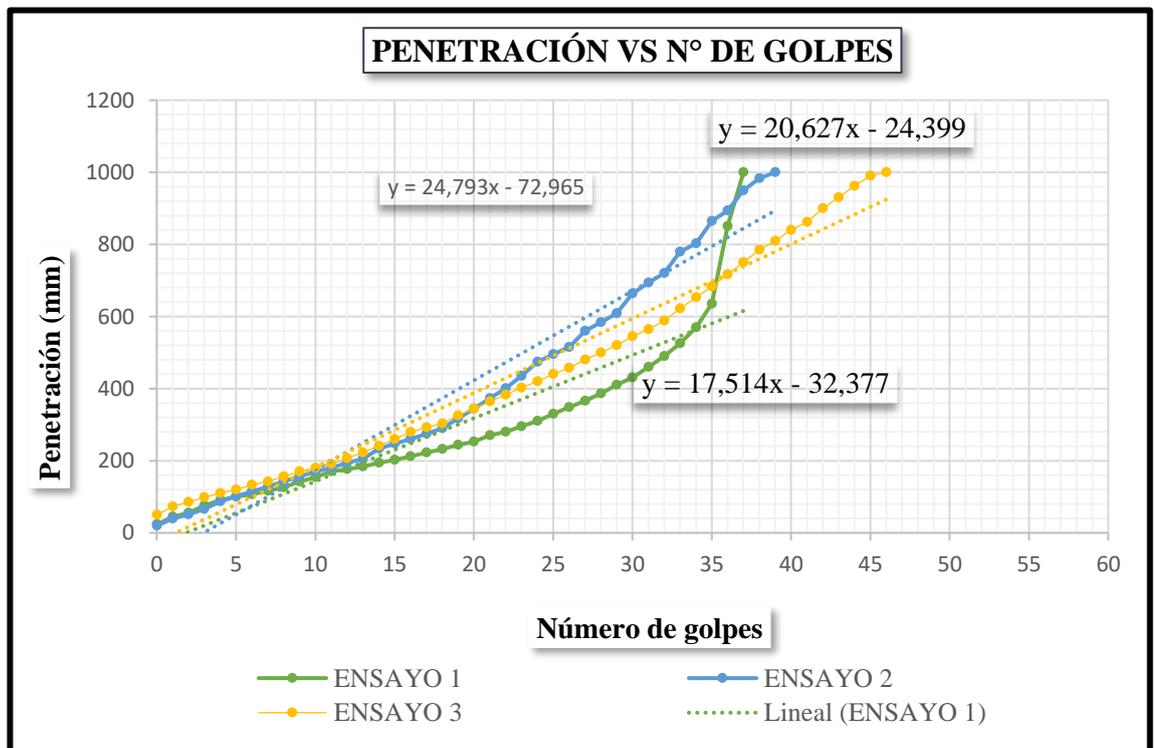
Anexo D – 6, (Calicata 2 – Diagrama DCP, abscisa 6+300)



Anexo D – 7, (Calicata 3 – Diagrama DCP, abscisa 7+300)



Anexo D – 8, (Calicata 4 – Diagrama DCP, abscisa 8+300)



**ANEXO E -  
(CLASIFICACIÓN DE  
SUELOS NORMA  
AASHTO)**

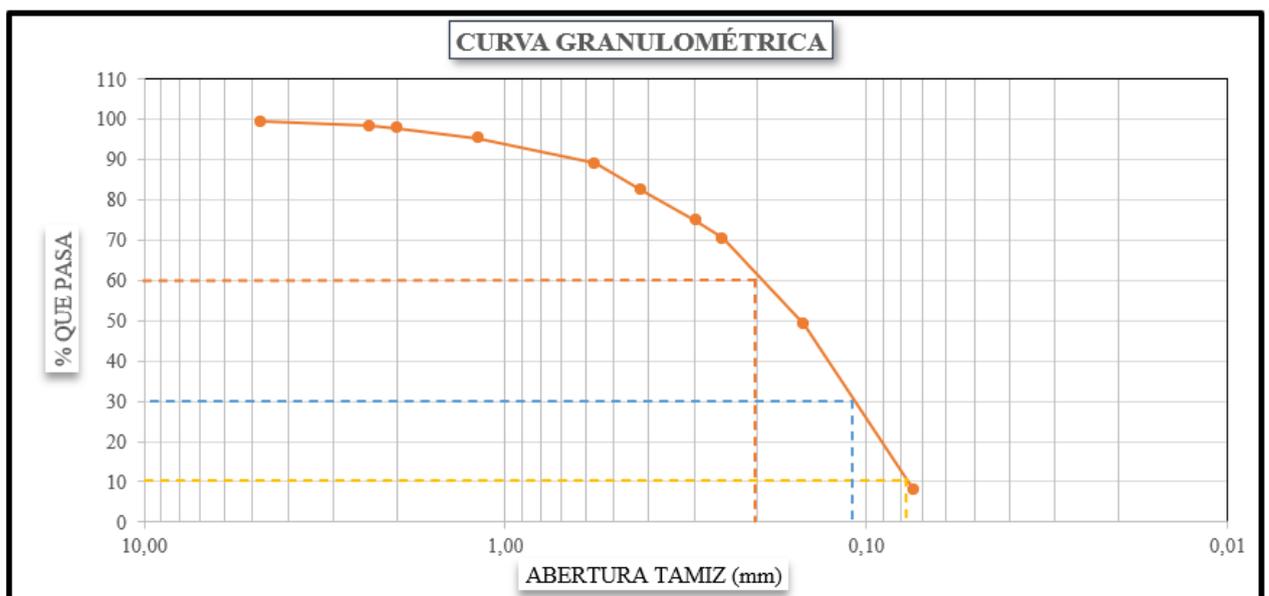
**Anexo E, Clasificación de suelos según la AASHTO M145**

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)					
	A-1		A3	A-2		
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6
Porcentaje que pasa						
Tamiz N° 10 (2mm)	50 máx	-	-	-	-	-
Tamiz N° 40 (0,425mm)	30 máx	50 máx	51 mín	-	-	-
Tamiz N° 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40						
Límite líquido (LL)	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de Plasticidad (IP)	6 máx	No Plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo de uso del Material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena Fina	Grava y arena arcillosa o limosa		
Características de capa y Subrasante	Excelente o Bueno					
Clasificación General	Materiales limosos y arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz N°200)					
Clasificación de Grupo	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5(*) A-7-6(*)		
Porcentaje que pasa:						
Tamiz N° 10 (2mm)	-	-	-	-	-	-
Tamiz N° 40 (0,425mm)	-	-	-	-	-	-
Tamiz N° 200 (0,075mm)	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40						
Límite líquido (LL)	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	41 mín	41 mín
Índice de Plasticidad (IP)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	11 mín	11 mín
Tipo de uso del material	Suelos limosos			Suelos arcillosos		
Características de capa y Subrasante	Pobre o Malo					

# **ANEXO F - (ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO)**

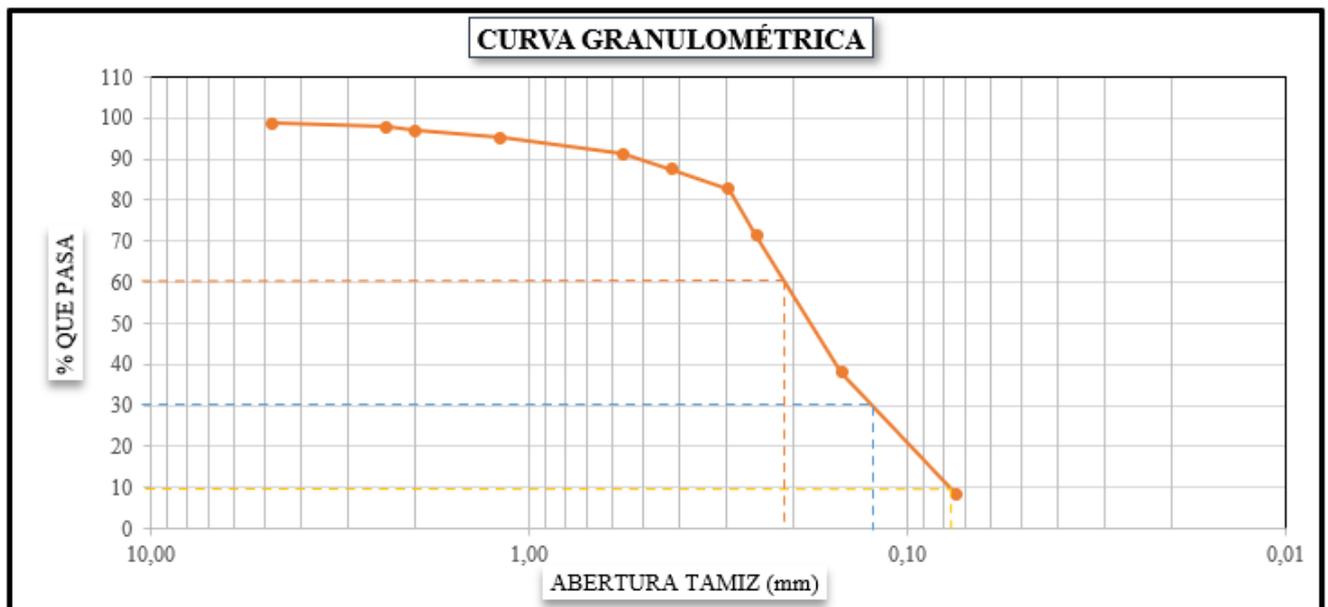
## Anexo F – 1, Granulometría del suelo Subrasante, muestra 1 – Abscisa 5+300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
 							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISCA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABSCISA:</b>		5+300		<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>		1000 gr	
<b>NORMA:</b>		ASTM D421-58		<b>No. CALICATA:</b>		1	
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA		
4	4,76	5,7	5,7	0,57	99,43		
8	2,38	11,2	16,9	1,69	98,31		
10	2,00	5,6	22,5	2,25	97,75		
16	1,19	23,5	46	4,60	95,40		
30	0,565	63,8	109,8	10,98	89,02		
40	0,42	66,5	176,3	17,63	82,37		
50	0,297	74,6	250,9	25,09	74,91		
60	0,25	45,3	296,2	29,62	70,38		
100	0,149	213,2	509,4	50,94	49,06		
200	0,074	410	919,4	91,94	8,06		
<b>FUENTE</b>		<b>75,3</b>	<b>994,7</b>	<b>100,00</b>			
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL				
Diámetro Efectivo D10 mm	0,08		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)		
Diámetro Equiparable D30 mm	0,11						
Diámetro Dimensional D60 mm	0,2		0,57	91,37	8,06		
Cu: D60/D10	2,50						
Cc: (D30) <sup>2</sup> /(D60*D10)	0,76						



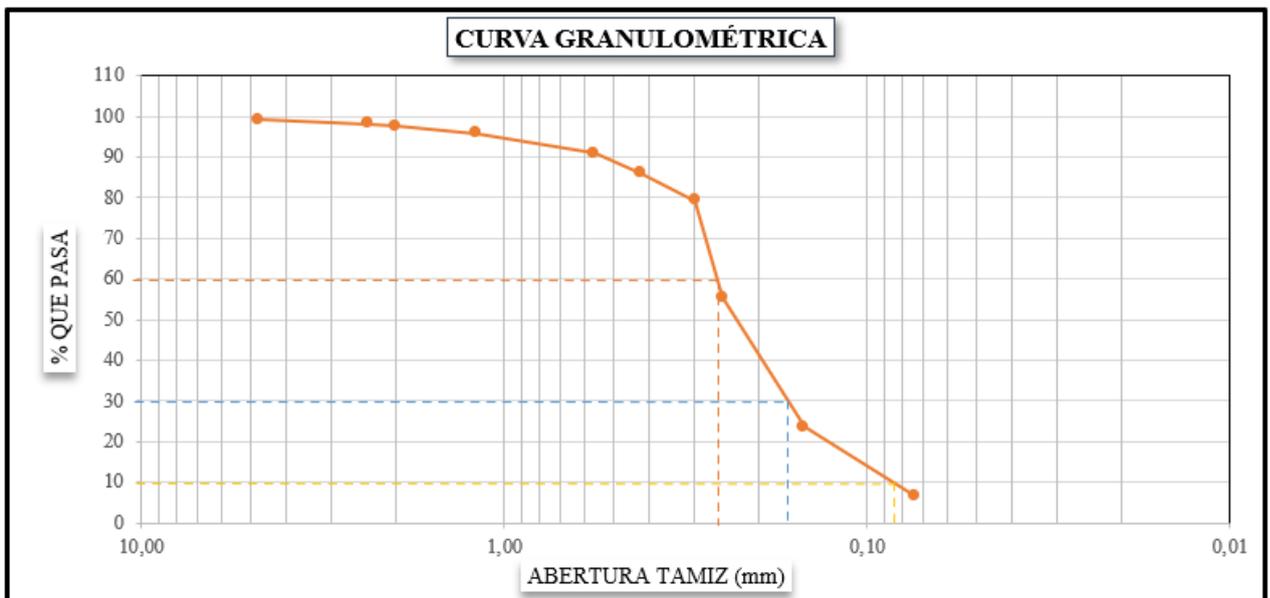
## Anexo F – 2, Granulometría del suelo Subrasante, muestra 2 – Abscisa 6+300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
 							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISIA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABCISIA:</b>	6+300	<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	1000 gr				
<b>NORMA:</b>	ASTM D421-58	<b>No. CALICATA:</b>	1				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA						
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA		
4	4,76	11,9	11,9	1,19	98,81		
8	2,38	10,2	22,1	2,21	97,79		
10	2,00	9,3	31,4	3,14	96,86		
16	1,19	15,6	47	4,70	95,30		
30	0,565	39,9	86,9	8,69	91,31		
40	0,42	36,7	123,6	12,36	87,64		
50	0,297	50,1	173,7	17,37	82,63		
60	0,25	111,9	285,6	28,56	71,44		
100	0,149	333,8	619,4	61,94	38,06		
200	0,074	298,6	918	91,80	8,20		
<b>FUENTE</b>		<b>62,8</b>	<b>980,8</b>	<b>100,00</b>			
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL				
Diámetro Efectivo D10 mm	0,078		<b>GRAVA (%)</b>	<b>ARENA (%)</b>	<b>LIMO Y ARCILLA (%)</b>		
Diámetro Equiparable D30 mm	0,13						
Diámetro Dimensional D60 mm	0,22		1,19	90,61	8,20		
Cu: D60/D10	2,82						
Cc: (D30) <sup>2</sup> /(D60*D10)	0,98						



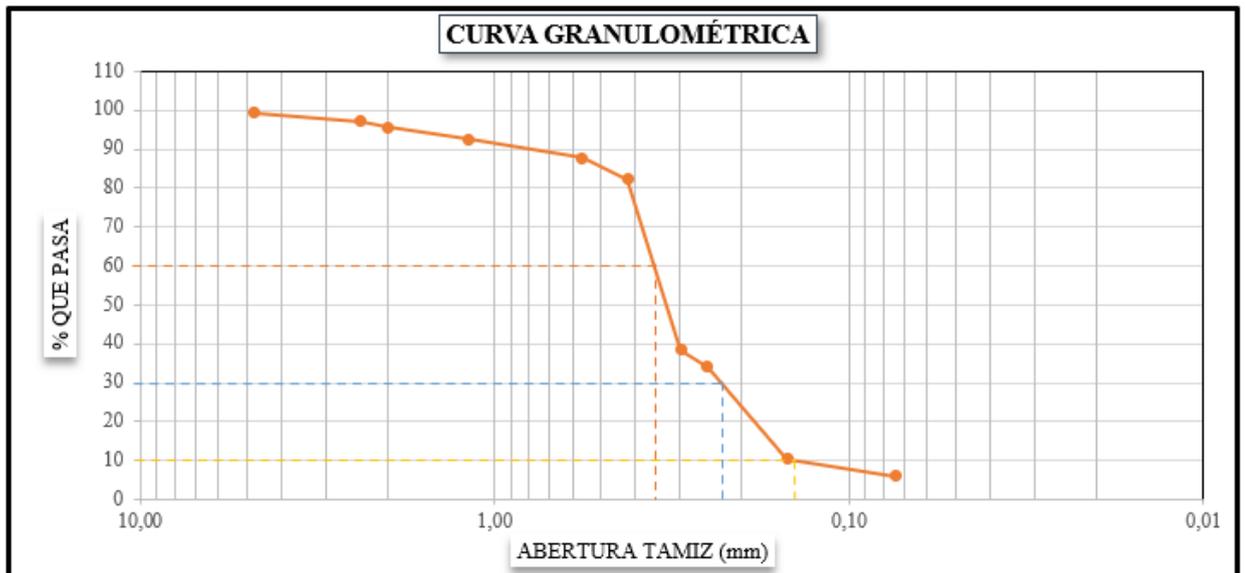
### Anexo F – 3, Granulometría del suelo Subrasante, muestra 3 – Abscisa 7+300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
 							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISIA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABCISIA:</b>	7+300	<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	1000 gr				
<b>NORMA:</b>	ASTM D421-58	<b>No. CALICATA:</b>	1				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA						
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA		
4	4,76	8,9	8,9	0,89	99,11		
8	2,38	9,8	18,7	1,87	98,13		
10	2,00	4,8	23,5	2,35	97,65		
16	1,19	17,4	40,9	4,09	95,91		
30	0,565	50,4	91,3	9,13	90,87		
40	0,42	48,2	139,5	13,95	86,05		
50	0,297	67,6	207,1	20,71	79,29		
60	0,25	237,3	444,4	44,44	55,56		
100	0,149	320,5	764,9	76,49	23,51		
200	0,074	169,2	934,1	93,41	6,59		
<b>FUENTE</b>		<b>61,4</b>	<b>995,5</b>	<b>100,00</b>			
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL				
Diámetro Efectivo D10 mm	0,085	<b>GRAVA (%)</b>			<b>ARENA (%)</b>		<b>LIMO Y ARCILLA (%)</b>
Diámetro Equiparable D30 mm	0,17						
Diámetro Dimensional D60 mm	0,26	0,89			92,52		6,59
Cu: D60/D10	3,06						
Cc: (D30) <sup>2</sup> /(D60*D10)	1,31						



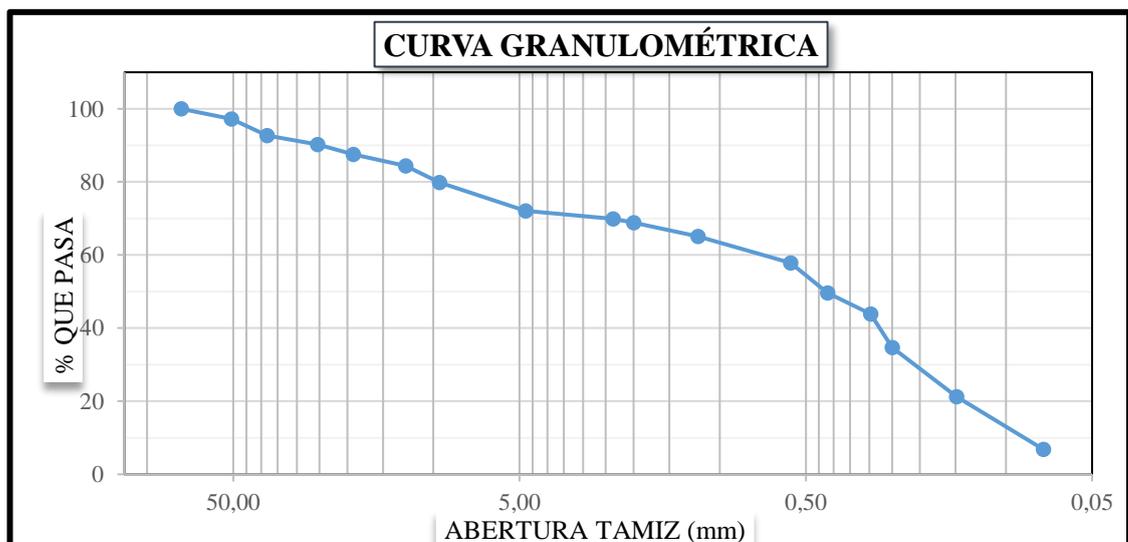
## Anexo F – 4, Granulometría del suelo Subrasante, muestra 4 – Abscisa 8+300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
				<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			
<b>ABSCISA:</b>	8+300	<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	1000 gr				
<b>NORMA:</b>	ASTM D421-58	<b>No. CALICATA:</b>	1				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA						
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA		
4	4,76	6,7	6,7	0,67	99,33		
8	2,38	22,7	29,4	2,94	97,06		
10	2,00	14,6	44	4,40	95,60		
16	1,19	31	75	7,50	92,50		
30	0,565	47	122	12,20	87,80		
40	0,42	56,6	178,6	17,86	82,14		
50	0,297	437,6	616,2	61,62	38,38		
60	0,25	44,2	660,4	66,04	33,96		
100	0,149	234,6	895	89,50	10,50		
200	0,074	45,3	940,3	94,03	5,97		
<b>FUENTE</b>		<b>52,7</b>	<b>993</b>	<b>100,00</b>			
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL				
Diámetro Efectivo D10 mm	0,15		<b>GRAVA (%)</b>	<b>ARENA (%)</b>	<b>LIMO Y ARCILLA (%)</b>		
Diámetro Equiparable D30 mm	0,24						
Diámetro Dimensional D60 mm	0,36		0,67	93,36	5,97		
Cu: D60/D10	2,40						
Cc: (D30) <sup>2</sup> /(D60*D10)	1,07						



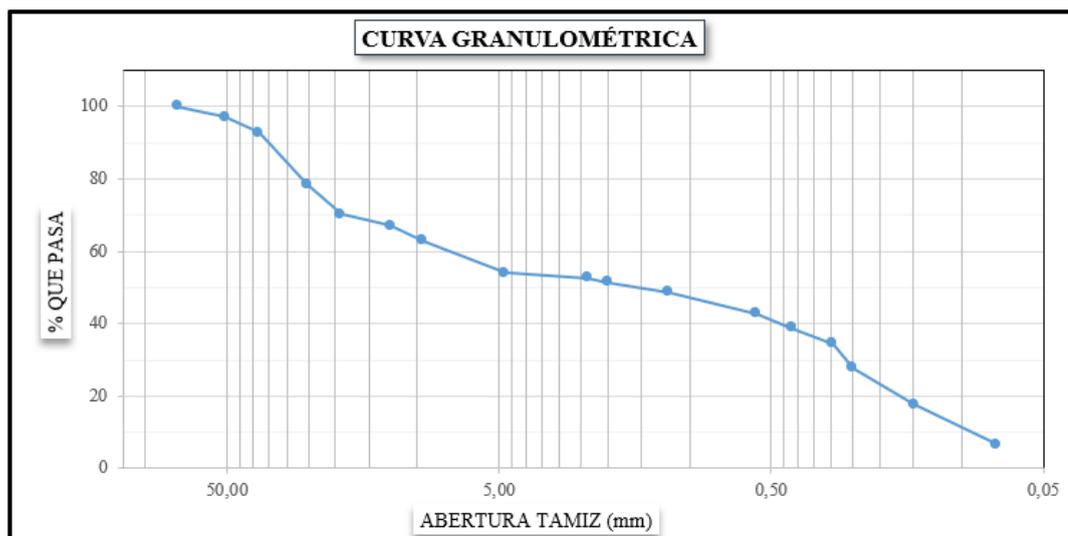
Anexo F – 5, Granulometría del material Granular, muestra 1 – Abscisa 5+300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
<p><b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISCA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</p>							
<b>ABSCISA:</b>		5+300		<b>No. CALICATA:</b>		1	
<b>NORMA:</b>		AASHTO T180					
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
GRANULOMETRÍA DE LOS ÁRIDOS							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETEN/ACUM (gr)	% PESO RETEN/ACUM	% QUE PASA		
3"	76,1	0	0	0	100		
2"	50,8	275	275	2,75	97,25		
1 1/2"	38,1	452	727	7,27	92,73		
1"	25,4	246	973	9,73	90,27		
3/4"	19,05	271	1244	12,44	87,56		
1/2"	12,5	315	1559	15,59	84,41		
3/8"	9,53	456	2015	20,15	79,85		
#4	4,76	776	2791	27,91	72,09		
<b>PASA #4</b>	-	7072	7209,00	72,09	-		
8	2,36	30,2	30,20	2,18	69,91		
10	2	15,2	45,40	3,27	68,82		
16	1,19	51,9	97,30	7,01	65,08		
30	0,565	100,56	197,86	14,26	57,83		
40	0,42	113	310,86	22,41	49,68		
50	0,297	80,8	391,66	28,23	43,86		
60	0,25	127,2	518,86	37,40	34,69		
100	0,149	185,8	704,66	50,80	21,29		
200	0,074	200,6	905,26	65,26	6,83		
Fuente	-	125	94,74	6,83	-		
<b>TOTAL</b>			10000,00				
<b>TOTAL CUARTEO (gr)</b>			1000,00				



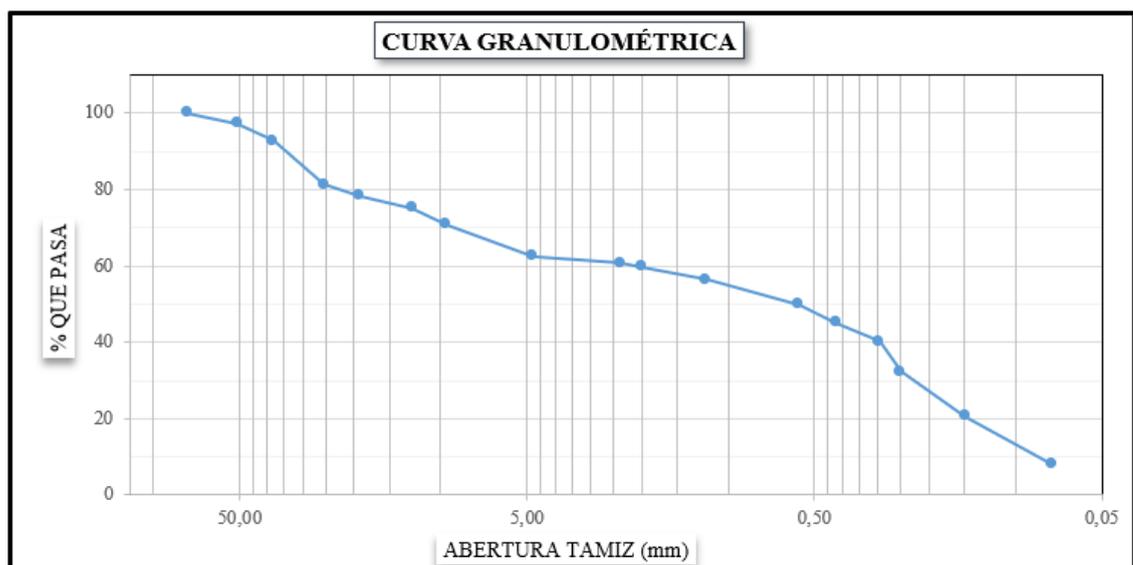
## Anexo F – 6, Granulometría del material Granular, muestra 2 – Abscisa 6+300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
							
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABSCISA:</b>		6+300		<b>No. CALICATA:</b>		2	
<b>NORMA:</b>		AASHTO T180					
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
GRANULOMETRÍA DE LOS ÁRIDOS							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETEN/ACUM (gr)	% PESO RETEN/ACUM	% QUE PASA		
3"	76,1	0	0	0	100		
2"	50,8	286	286	2,86	97,14		
1 1/2"	38,1	431	717	7,17	92,83		
1"	25,4	1423	2140	21,4	78,6		
3/4"	19,05	843	2983	29,83	70,17		
1/2"	12,5	311	3294	32,94	67,06		
3/8"	9,53	424	3718	37,18	62,82		
#4	4,76	883	4601	46,01	53,99		
<b>PASA #4</b>	-	5312	5399,00	53,99	-		
8	2,36	26,8	26,80	1,45	52,54		
10	2	18,3	45,10	2,43	51,56		
16	1,19	54,6	99,70	5,38	48,61		
30	0,565	109,3	209,00	11,28	42,71		
40	0,42	72,1	281,10	15,18	38,81		
50	0,297	81,9	363,00	19,60	34,39		
60	0,25	125,3	488,30	26,36	27,63		
100	0,149	186,1	674,40	36,41	17,58		
200	0,074	204,3	878,70	47,44	6,55		
Fuente	-	114,1	121,30	6,55	-		
<b>TOTAL</b>			10000,00				
<b>TOTAL CUARTEO (gr)</b>			1000,00				



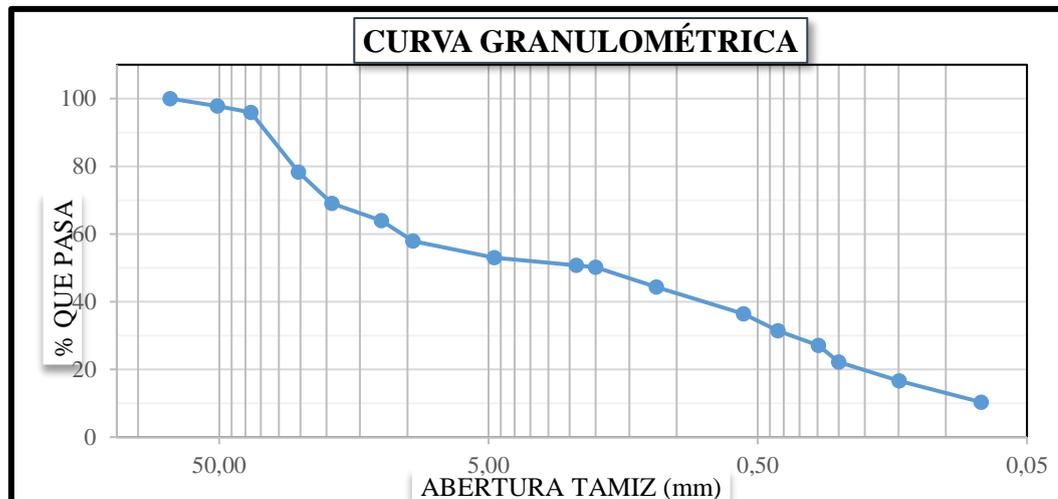
Anexo F – 7 , Granulometría del material Granular, muestra 3 – Abscisa 7+300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
							
<p><b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</p>							
<b>ABSCISA:</b>		7+300		<b>No. CALICATA:</b>		3	
<b>NORMA:</b>		AASHTO T180					
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
GRANULOMETRÍA DE LOS ÁRIDOS							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETEN/ACUM (gr)	% PESO RETEN/ACUM	% QUE PASA		
3"	76,1	0	0	0	100		
2"	50,8	280,5	280,5	2,805	97,195		
1 1/2"	38,1	441,5	722	7,22	92,78		
1"	25,4	1156	1878	18,78	81,22		
3/4"	19,05	284	2162	21,62	78,38		
1/2"	12,5	313	2475	24,75	75,25		
3/8"	9,53	440	2915	29,15	70,85		
#4	4,76	829,5	3744,5	37,445	62,555		
<b>PASA #4</b>	-	6092	6255,50	62,555	-		
8	2,36	28,5	28,50	1,78	60,77		
10	2	16,75	45,25	2,83	59,72		
16	1,19	53,25	98,50	6,16	56,39		
30	0,565	104,93	203,43	12,73	49,83		
40	0,42	73,7	277,13	17,34	45,22		
50	0,297	81,35	358,48	22,42	40,13		
60	0,25	126,25	484,73	30,32	32,23		
100	0,149	186	670,73	41,96	20,60		
200	0,074	202,45	873,18	54,62	7,93		
Fuente	-	119,55	126,82	7,93	-		
<b>TOTAL</b>			10000,00				
<b>TOTAL CUARTEO (gr)</b>					1000,00		



Anexo F – 8, Granulometría del material Granular, muestra 4 – Abscisa 8+300

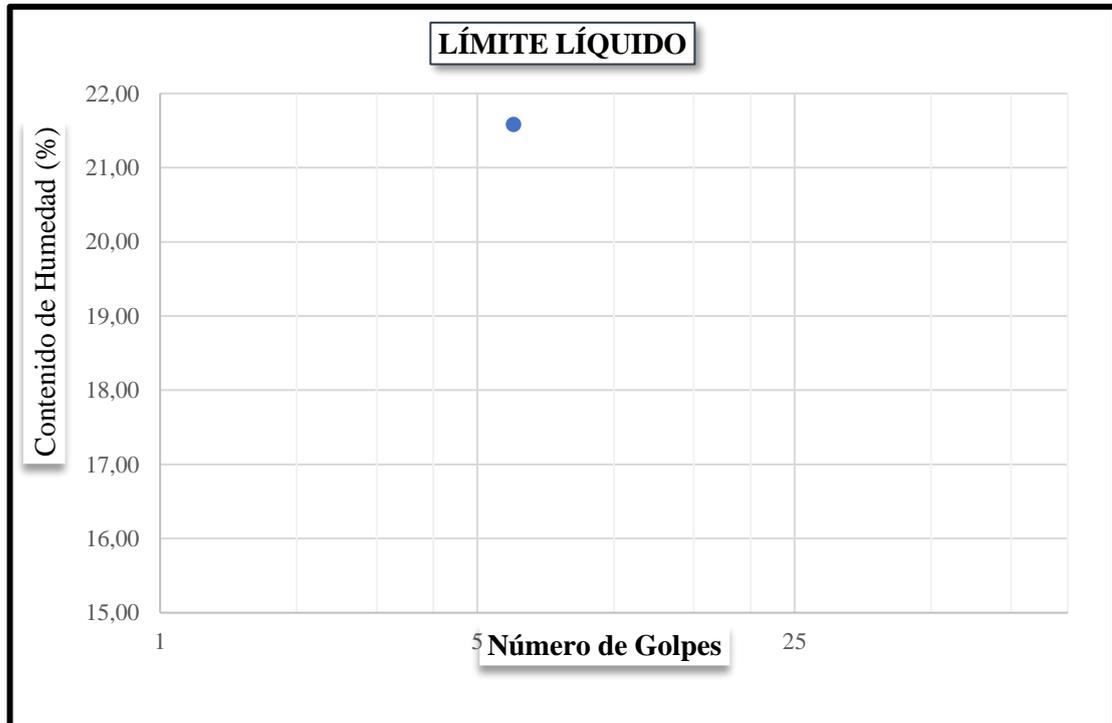
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
				<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCSISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			
<b>ABSCISA:</b>	8+300	<b>No. CALICATA:</b>	4				
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180						
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA						
GRANULOMETRÍA DE LOS ÁRIDOS							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETEN/ACUM (gr)	% PESO RETEN/ACUM	% QUE PASA		
3"	76,1	0	0	0	100		
2"	50,8	217	217	2,17	97,83		
1 1/2"	38,1	196	413	4,13	95,87		
1"	25,4	1759	2172	21,72	78,28		
3/4"	19,05	923	3095	30,95	69,05		
1/2"	12,5	513	3608	36,08	63,92		
3/8"	9,53	598	4206	42,06	57,94		
#4	4,76	495	4701	47,01	52,99		
<b>PASA #4</b>	-	4621	5299,00	52,99	-		
8	2,36	42,16	42,16	2,23	50,76		
10	2	11,03	53,19	2,82	50,17		
16	1,19	110,9	164,09	8,70	44,29		
30	0,565	148,6	312,69	16,57	36,42		
40	0,42	94,1	406,79	21,56	31,43		
50	0,297	82,5	489,29	25,93	27,06		
60	0,25	91,4	580,69	30,77	22,22		
100	0,149	105,9	686,59	36,38	16,61		
200	0,074	118,4	804,99	42,66	10,33		
Fuente	-	84,6	195,01	10,33	-		
<b>TOTAL</b>			10000,00				
<b>TOTAL CUARTEO (gr)</b>			1000,00				



# **ANEXO G - (LÍMITES DE ATTENBERG)**

Anexo G – 1, Límites de Atterberg de la Subrasante, muestra 1 – Abscisa 5+300

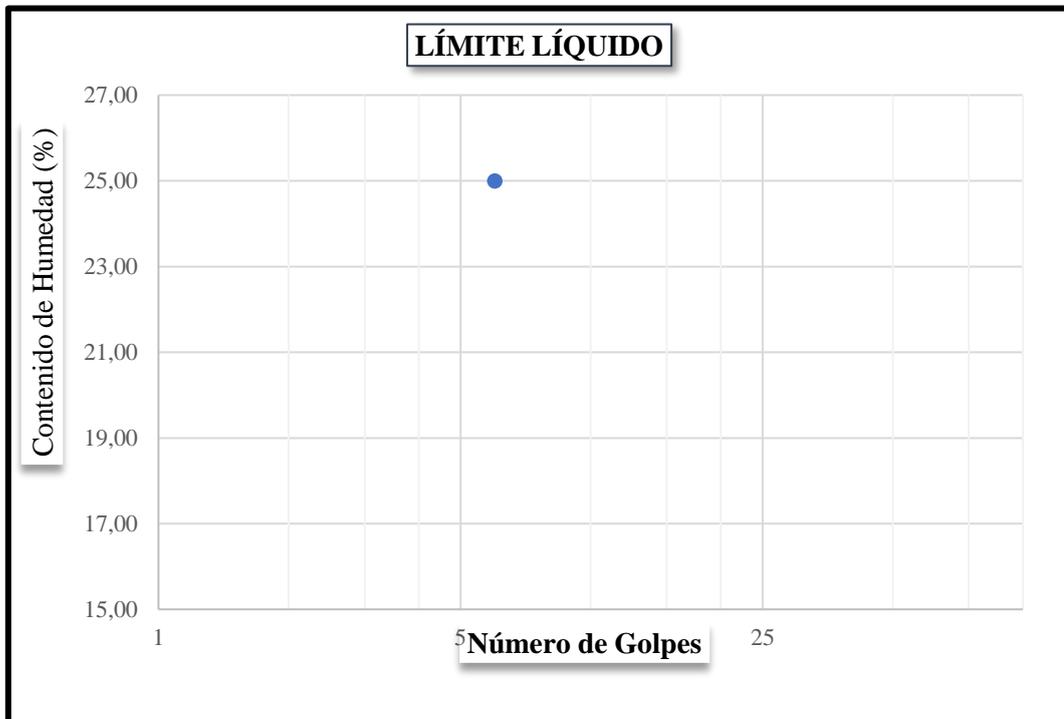
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>ABS:</b>		5+300		<b>No. CALICATA:</b>		1		
<b>NORMA:</b>		ASTM D4318						
<b>REALIZADO POR:</b> TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra	W%	Promedio W%
1,1	6	16,85	14,21	2,00	2,64	12,21	21,63	21,58
1,2		19,24	16,18	2,00	3,05	14,18	21,53	



RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
-	np	np
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SISTEMA	AASHTO	A-3

Anexo G – 2, Límites de Atterberg de la Subrasante, muestra 2 – Abscisa 6+300

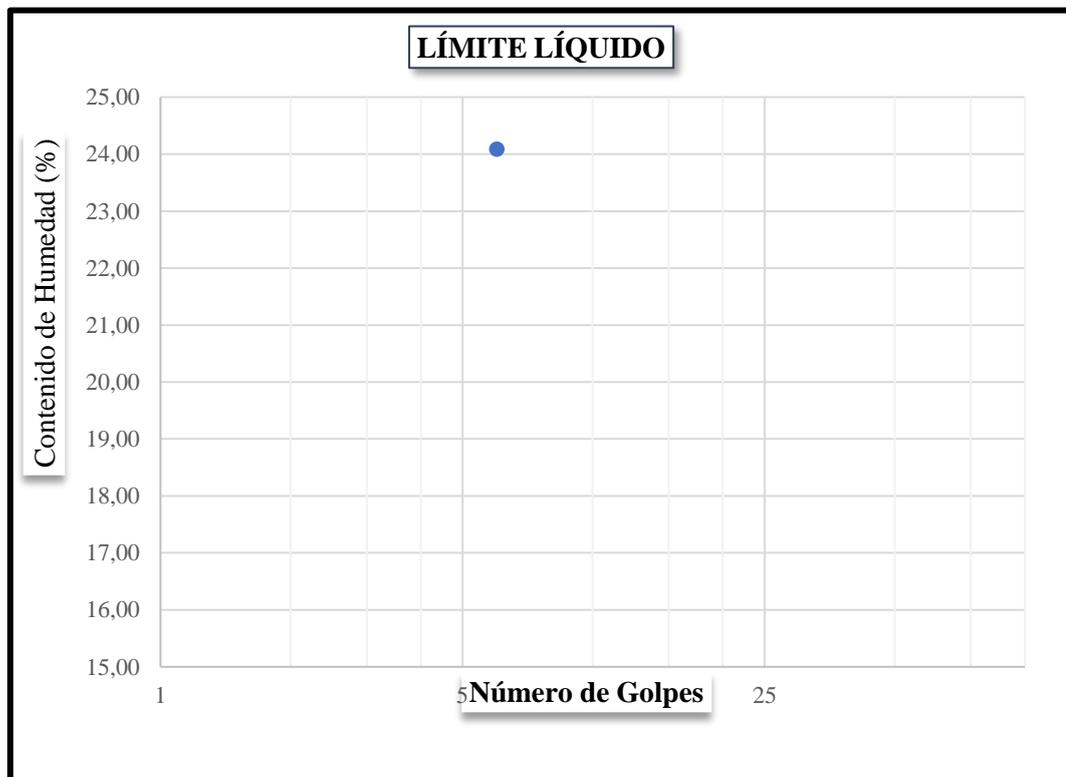
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISIA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>ABS:</b>		6+300		<b>No. CALICATA:</b>		2		
<b>NORMA:</b>		ASTM D4318						
<b>REALIZADO POR:</b>		TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA						
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra	W%	Promedio W%
2,1	7	20,33	16,54	2,00	3,78	14,54	26,01	24,99
2,2		21,58	17,79	2,00	3,79	15,79	23,98	



RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
-	np	np
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SISTEMA	AASHTO	A-3

Anexo G – 3, Límites de Atterberg de la Subrasante, muestra 3 – Abscisa 7+300

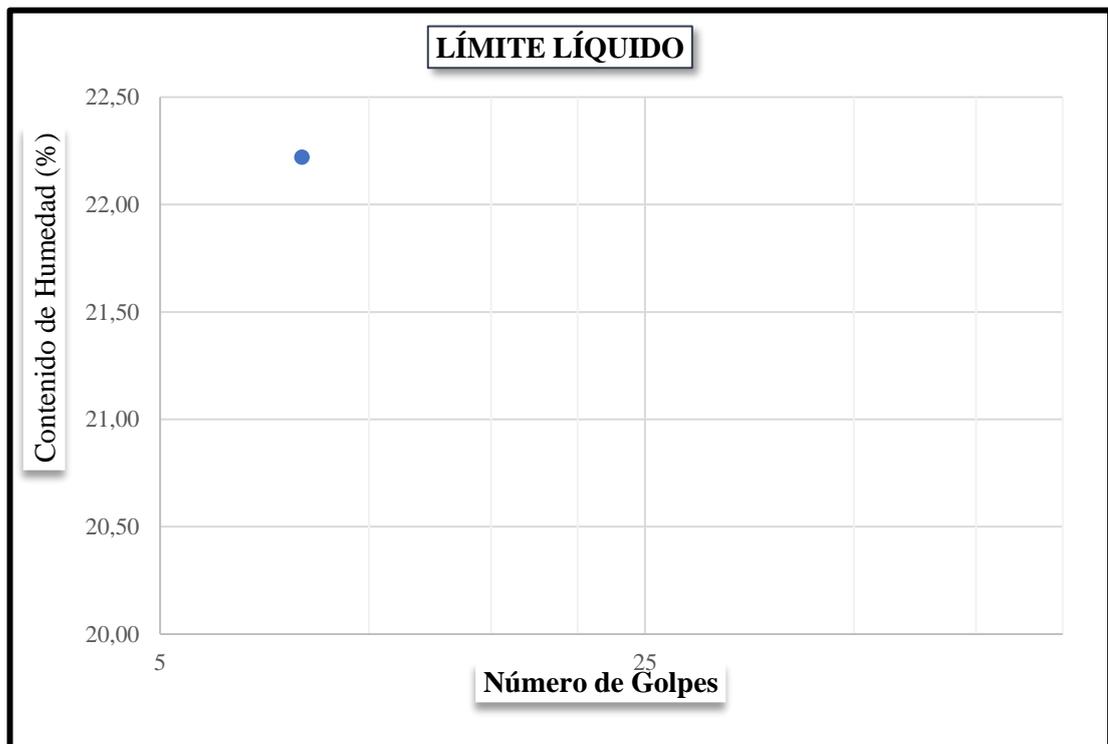
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		LÍMITES DE ATTERBERG		
 								
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCSISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>ABS:</b> 7+300			<b>No. CALICATA:</b> 3					
<b>NORMA:</b> ASTM D4318								
<b>REALIZADO POR:</b> TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra	W%	Promedio W%
3,1	6	18,13	15,03	2,00	3,10	13,03	23,82	24,08
3,2		17,57	14,52	2,00	3,05	12,52	24,34	



RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
-	np	np
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SISTEMA	AASHTO	A-3

Anexo G – 4, Límites de Atterberg de la Subrasante, muestra 4 – Abscisa 8+300

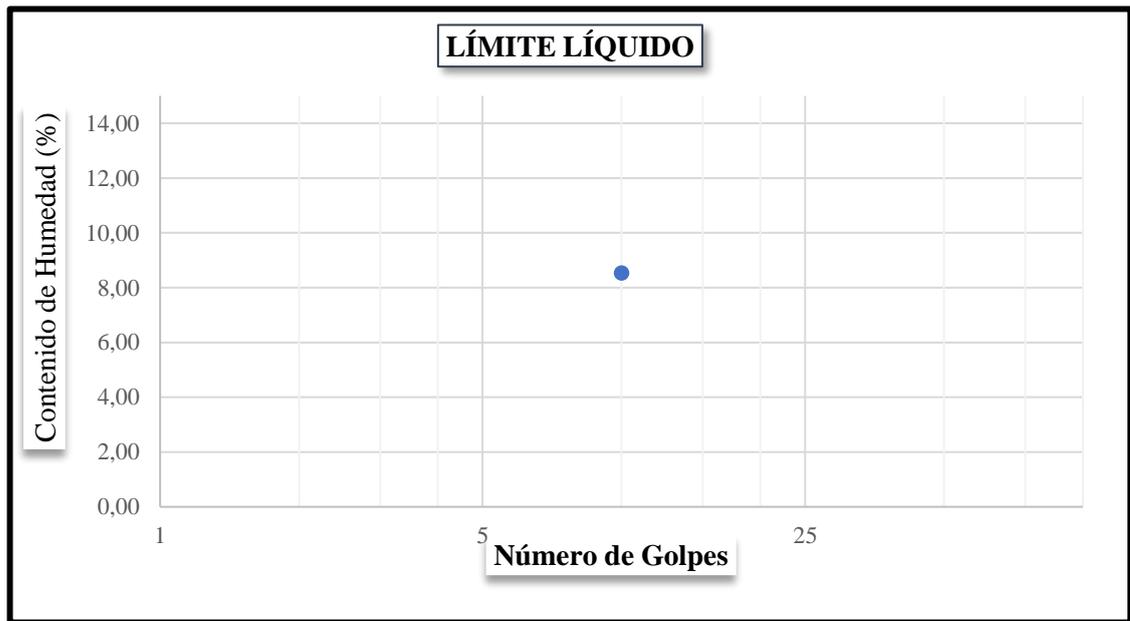
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		LÍMITES DE ATTERBERG		
 								
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>ABS:</b> 8+300			<b>No. CALICATA:</b> 4					
<b>NORMA:</b> ASTM D4318								
<b>REALIZADO POR:</b> TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra	W%	Promedio W%
4,1	8	25,73	21,45	2,00	4,28	19,45	22,02	22,22
4,2		24,48	20,36	2,00	4,12	18,36	22,42	



RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
-	np	np
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SISTEMA	AASHTO	A-3

**Anexo G – 5, Límites de Atterberg del material granular, muestra 1 – Abscisa 5+300**

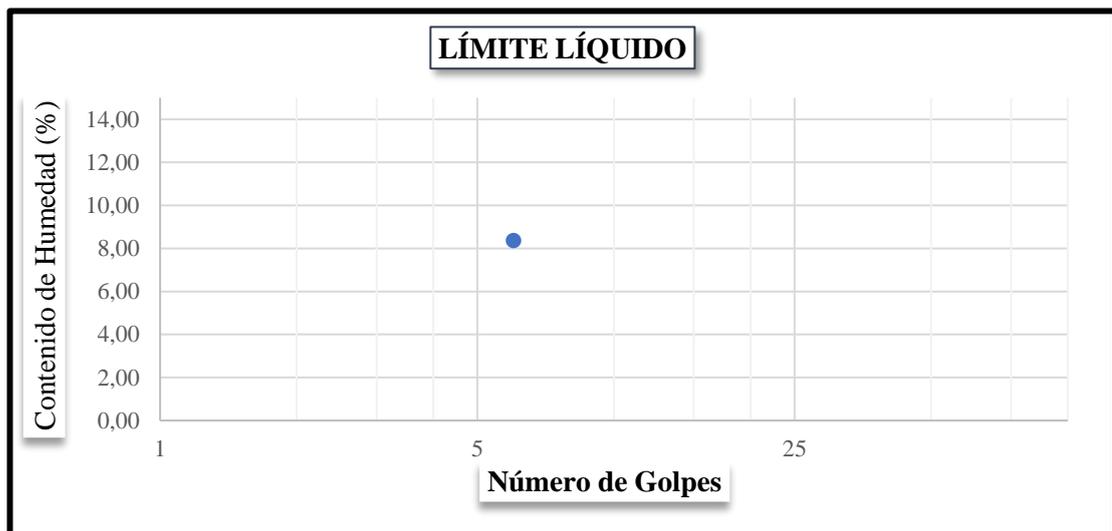
Recipiente Nro.		Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra	W%	Promedio W%
1,1	10		27,34	26,09	11,49	1,25	14,60	8,56	8,54
1,2			26,09	26,42	11,63	1,26	14,79	8,52	



RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
-	np	np
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SISTEMA	AASHTO	A-3

**Anexo G – 6, Límites de Atterberg del material granular, muestra 2 – Abscisa 6+300**

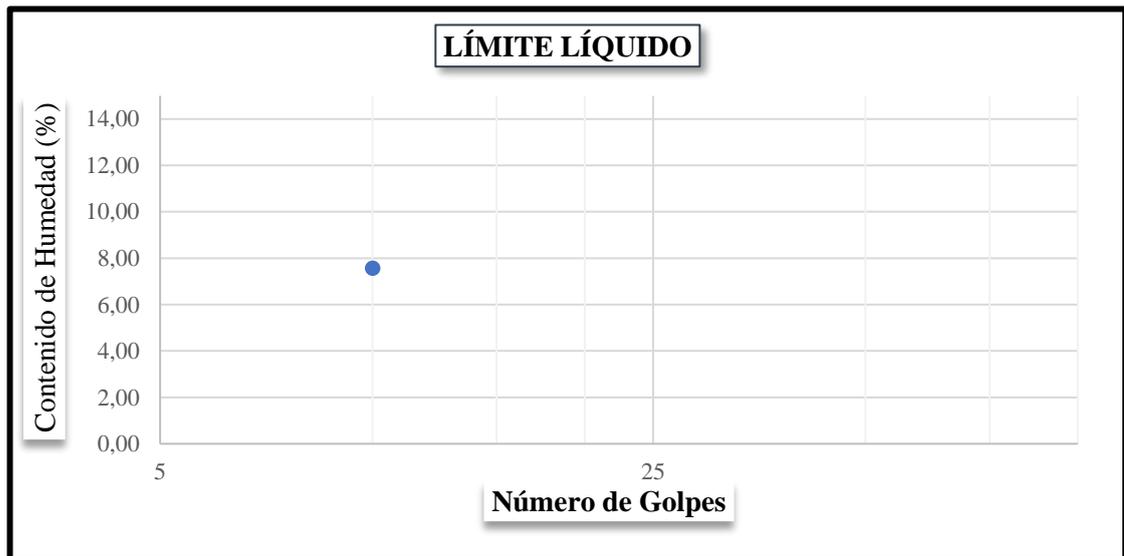
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		LÍMITES DE ATTERBERG		
<p><b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</p>								
<b>ABS:</b> 6+300			<b>No. CALICATA:</b> 2					
<b>NORMA:</b> ASTM D4318								
<b>REALIZADO POR:</b> TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra	W%	Promedio W%
2,1	11	28,78	27,42	10,93	1,36	16,49	8,25	8,37
2,2		27,88	26,62	11,80	1,26	14,82	8,50	



RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
-	np	np
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SISTEMA	AASHTO	A-3

**Anexo G – 7, Límites de Atterberg del material granular, muestra 3 – Abscisa 7+300**

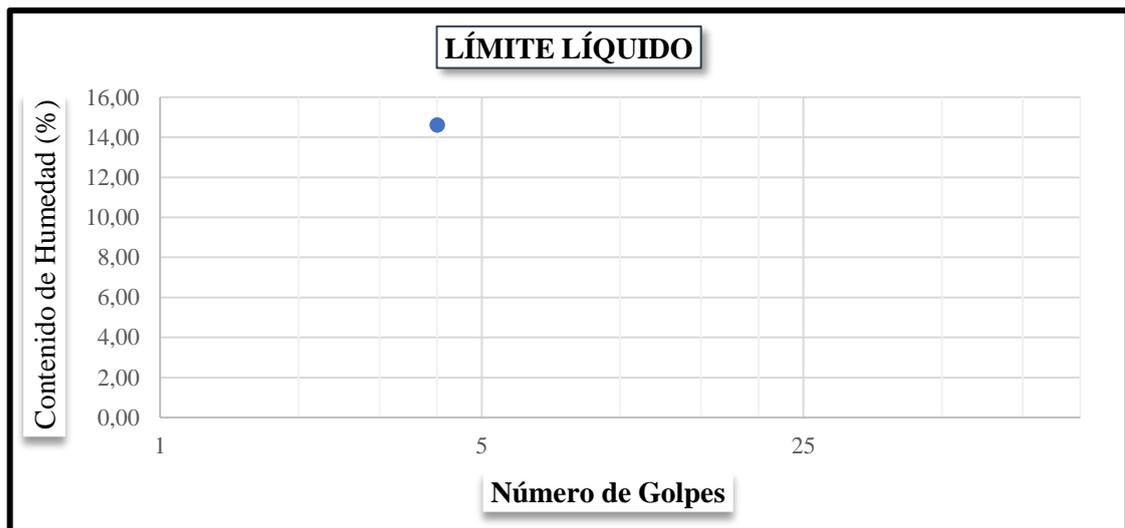
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		LÍMITES DE ATTERBERG		
<p><b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</p>								
<b>ABS:</b> 7+300			<b>No. CALICATA:</b> 3					
<b>NORMA:</b> ASTM D4318								
<b>REALIZADO POR:</b> TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra	W%	Promedio W%
3,1	10	26,98	25,77	11,71	1,21	14,06	8,61	7,57
3,2		28,42	27,40	11,77	1,02	15,63	6,53	



RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
-	np	np
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SISTEMA	AASHTO	A-3

**Anexo G – 8, Límites de Atterberg del material granular, muestra 4 – Abscisa 8+300**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		LÍMITES DE ATTERBERG		
 								
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>ABS:</b> 8+300			<b>No. CALICATA:</b> 4					
<b>NORMA:</b> ASTM D4318								
<b>REALIZADO POR:</b> TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra	W%	Promedio W%
4,1	4	23,64	21,37	5,74	2,27	15,63	14,52	14,61
4,2		22,74	20,55	5,65	2,19	14,90	14,70	



RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
-	np	np
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SISTEMA	AASHTO	A-4

# **ANEXO H - ENSAYO DE ABRASIÓN**

## Anexo H – 1, Ensayo Abrasión, muestra 1 – Abcisa 5+300

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBIADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN</b>					
ORIGEN:	Vía Quero - Mocha	ABSCISA:	0+000 - 1+000		
ENSAYADO POR:	Toaquiza Licta Jenny Paulina				
FECHA:					
NORMA:	INEN 860				
PESO DE LA MUESTRA:	5000 gr				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR		
Masa de la muestra a ensayar (A)		gr	5000,00		
Masa de la muestra despues del ensayo (B)		gr	3286,41		
Masa perdida por desgaste $C = A - B$		gr	1713,59		
Desgaste del agregado $D = (C/A) * 100\%$		%	34,27		

Condición que establece la Norma	<40%	CUMPLE
----------------------------------	------	--------

## Anexo H – 2, Ensayo Abrasión, muestra 2 – Abcisa 6+300

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBIADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN</b>					
ORIGEN:	Vía Quero - Mocha	ABSCISA:	1+000 - 2+000		
ENSAYADO POR:	Toaquiza Licta Jenny Paulina				
FECHA:					
NORMA:	INEN 860				
PESO DE LA MUESTRA:	5000 gr				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR		
Masa de la muestra a ensayar (A)		gr	5000,00		
Masa de la muestra despues del ensayo (B)		gr	3294,12		
Masa perdida por desgaste $C = A - B$		gr	1705,88		
Desgaste del agregado $D = (C/A) * 100\%$		%	34,12		

Condición que establece la Norma	<40%	CUMPLE
----------------------------------	------	--------

### Anexo H – 3, Ensayo Abrasión, muestra 3 – Abscisa 7+300

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN</b>					
ORIGEN:	Vía Quero - Mocha	ABSCISA:	2+000 - 3+000		
ENSAYADO POR:	Toaquiza Licta Jenny Paulina				
FECHA:					
NORMA:	INEN 860				
PESO DE LA MUESTRA:	5000 gr				
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>		
Masa de la muestra a ensayar (A)		gr	5000,00		
Masa de la muestra después del ensayo (B)		gr	3158,62		
Masa perdida por desgaste $C = A - B$		gr	1841,38		
Desgaste del agregado $D = (C/A) * 100\%$		%	<b>36,83</b>		

Condición que establece la Norma	<b>&lt;40%</b>	<b>CUMPLE</b>
----------------------------------	----------------	---------------

### Anexo H – 4, Ensayo Abrasión, muestra 4 – Abscisa 8+300

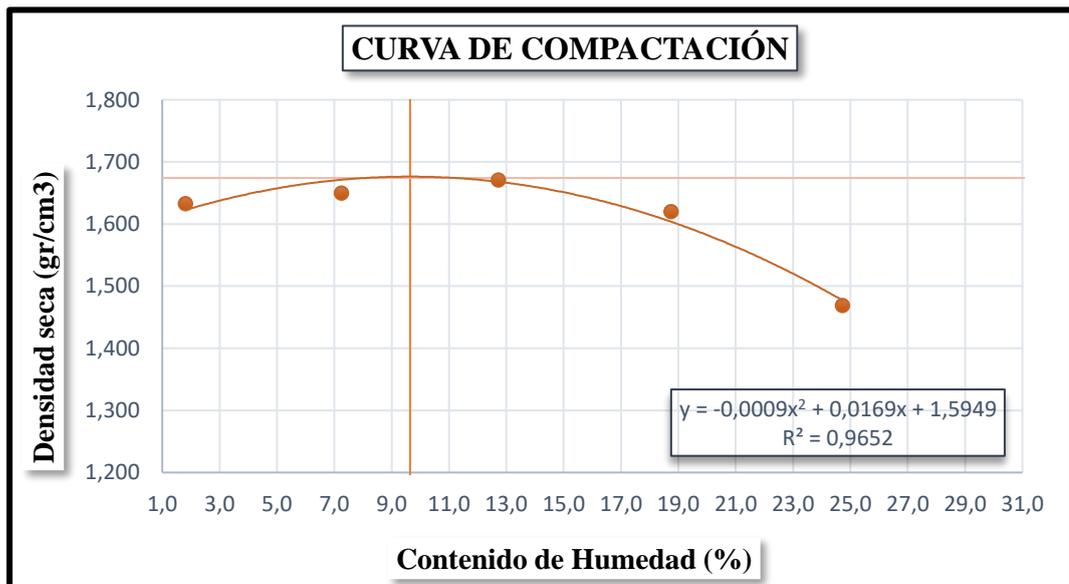
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN</b>					
ORIGEN:	Vía Quero - Mocha	ABSCISA:	3+000 - 4+000		
ENSAYADO POR:	Toaquiza Licta Jenny Paulina				
FECHA:					
NORMA:	INEN 860				
PESO DE LA MUESTRA:	5000 gr				
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>		
Masa de la muestra a ensayar (A)		gr	5000,00		
Masa de la muestra después del ensayo (B)		gr	3198,72		
Masa perdida por desgaste $C = A - B$		gr	1801,28		
Desgaste del agregado $D = (C/A) * 100\%$		%	<b>36,03</b>		

Condición que establece la Norma	<b>&lt;40%</b>	<b>CUMPLE</b>
----------------------------------	----------------	---------------

# **ANEXO I - Ensayo Proctor Modificado**

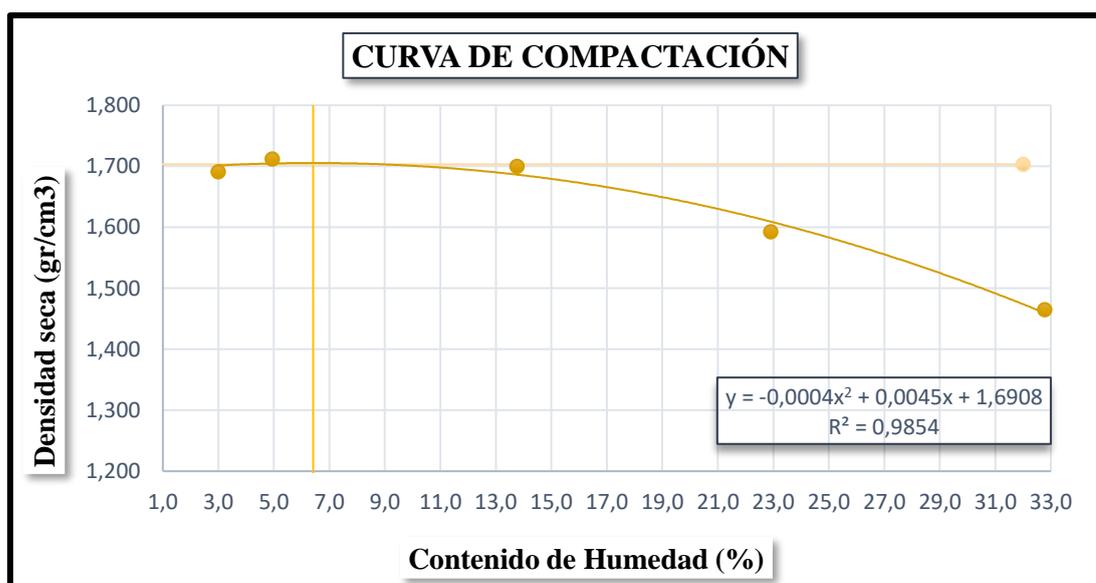
**Anexo I – 1, Ensayo Proctor Modificado del suelo Subrasante, muestra 1 – Abscisa 5+300**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	4+800	<b>No. CALICATA:</b> 1			
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	3769		
		Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	942,53		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	6	10	14	18
Humedad inicial añadida en (cc)	0	150	250	350	450
P molde + suelo húmedo (gr)	5336,8	5437,9	5544,3	5582,6	5496,23
Peso suelo húmedo	1568	1668,7	1775	1813	1727
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,663	1,770	1,883	1,924	1,832
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	R-45	R-46	R-47	R-48	R-49
Peso del recipiente (gr)	40,91	55,10	56,49	65,16	46,18
Peso suelo húm. + recip (gr)	209,38	209,80	197,16	197,47	147,99
Peso suelo seco + recip (gr)	206,39	199,35	181,29	176,59	127,81
Peso del agua (gr)	2,99	10,45	15,87	20,88	20,18
Peso suelo seco (gr)	165,48	144,25	124,8	111,43	81,63
Contenido de agua (%)	1,81	7,24	12,72	18,74	24,72
w (%) Promedio	1,81	7,24	12,72	18,74	24,72
Peso unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,633	1,650	1,671	1,620	1,469
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm<sup>3</sup>):</b>			1,674		
<b>Humedad Óptima:</b>			9,64		



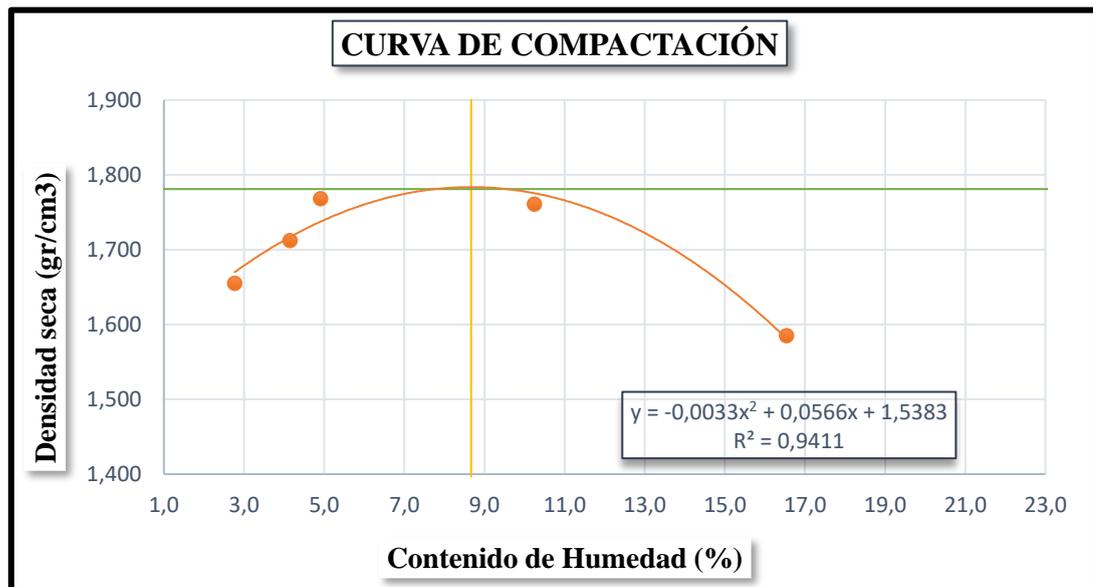
Anexo I – 2, Ensayo Proctor Modificado del suelo Subrasante, muestra 2 –  
Abscisa 6+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	6+300	<b>No. CALICATA:</b> 2			
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	3769		
		Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	942,53		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	100	200	300	400
P molde + suelo húmedo (gr)	5410,90	5463,10	5592,00	5615,10	5602,10
Peso suelo húmedo	1641,70	1693,90	1822,80	1845,90	1832,90
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,74	1,80	1,93	1,96	1,95
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	J-9	J-10	J-11	J-12	J-13
Peso del recipiente (gr)	41,32	67,80	54,23	62,30	52,13
Peso suelo húm. + recip (gr)	195,50	250,22	176,30	209,36	202,30
Peso suelo seco + recip (gr)	191,03	241,63	161,54	181,96	165,23
Peso del agua (gr)	4,47	8,59	14,76	27,40	37,07
Peso suelo seco (gr)	149,71	173,83	107,31	119,66	113,10
Contenido de agua (%)	2,99	4,94	13,75	22,90	32,78
w (%) Promedio	2,99	4,94	13,75	22,90	32,78
Peso unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,69	1,71	1,70	1,59	1,47
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm<sup>3</sup>):</b>			1,703		
<b>Humedad Óptima:</b>			6,42		



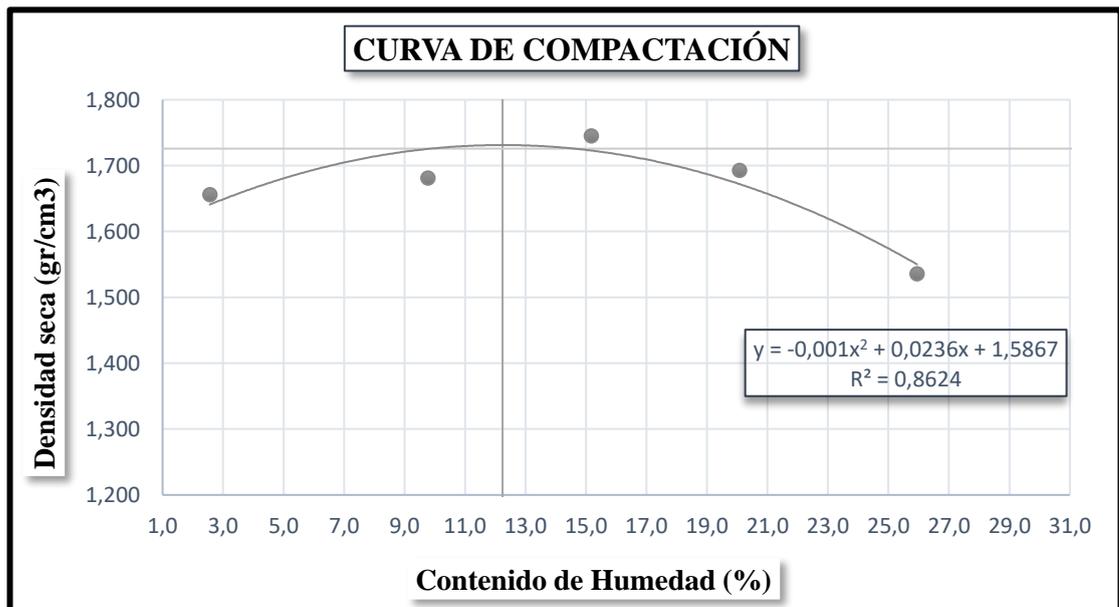
Anexo I – 3, Ensayo Proctor Modificado del suelo Subrasante, muestra 3 –  
Abscisa 7+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISIA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	7+300	<b>No. CALICATA:</b> 3			
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	3769		
		Volumen del molde (cm3):	942,53		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	10	14	18
Humedad inicial añadida en (cc)	0	100	250	350	450
P molde + suelo húmedo (gr)	5372,30	5449,50	5517,50	5598,65	5510,30
Peso suelo húmedo	1603,10	1680,30	1748,30	1829,45	1741,10
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1,70	1,78	1,86	1,94	1,85
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Peso del recipiente (gr)	49,60	68,20	49,62	44,16	64,12
Peso suelo húm. + recip (gr)	194,50	243,22	197,21	199,65	210,35
Peso suelo seco + recip (gr)	190,60	236,25	190,30	185,20	189,60
Peso del agua (gr)	3,90	6,97	6,91	14,45	20,75
Peso suelo seco (gr)	141,00	168,05	140,68	141,04	125,48
Contenido de agua (%)	2,77	4,15	4,91	10,25	16,54
w (%) Promedio	2,77	4,15	4,91	10,25	16,54
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,66	1,71	1,77	1,76	1,59
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>			1,781		
<b>Humedad Óptima:</b>			8,67		



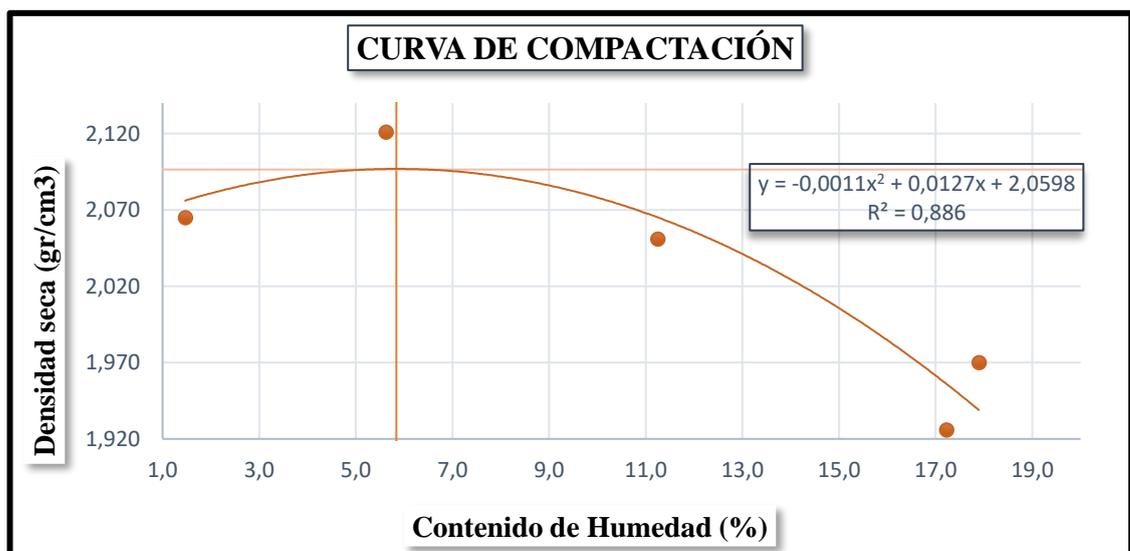
**Anexo I – 4, Ensayo Proctor Modificado del suelo Subrasante, muestra 4 –  
Abscisa 8+300**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABCISA:</b>	3+000 - 4+000	<b>No. CALICATA:</b> 3			
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA				
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	3769		
		Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	942,53		
<b>Proceso de Compactación</b>					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	150	250	350	550
P molde + suelo húmedo (gr)	5369,80	5508,50	5663,40	5685,80	5592,00
Peso suelo húmedo	1600,60	1739,30	1894,20	1916,60	1822,80
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,70	1,85	2,01	2,03	1,93
<b>Determinación del Contenido de Humedad</b>					
Numero de recipiente	M-45	M-46	M-47	M-48	M-49
Peso del recipiente (gr)	56,45	41,25	44,33	46,22	48,01
Peso suelo húm. + recip (gr)	221,51	185,80	218,97	198,20	221,30
Peso suelo seco + recip (gr)	217,39	172,94	195,96	172,79	185,60
Peso del agua (gr)	4,12	12,86	23,01	25,41	35,70
Peso suelo seco (gr)	160,94	131,69	151,63	126,57	137,59
Contenido de agua (%)	2,56	9,77	15,18	20,08	25,95
w (%) Promedio	2,56	9,77	15,18	20,08	25,95
Peso unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,66	1,68	1,75	1,69	1,54
<b>Resultados</b>					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm<sup>3</sup>):</b>			1,726		
<b>Humedad Óptima:</b>			12,24		



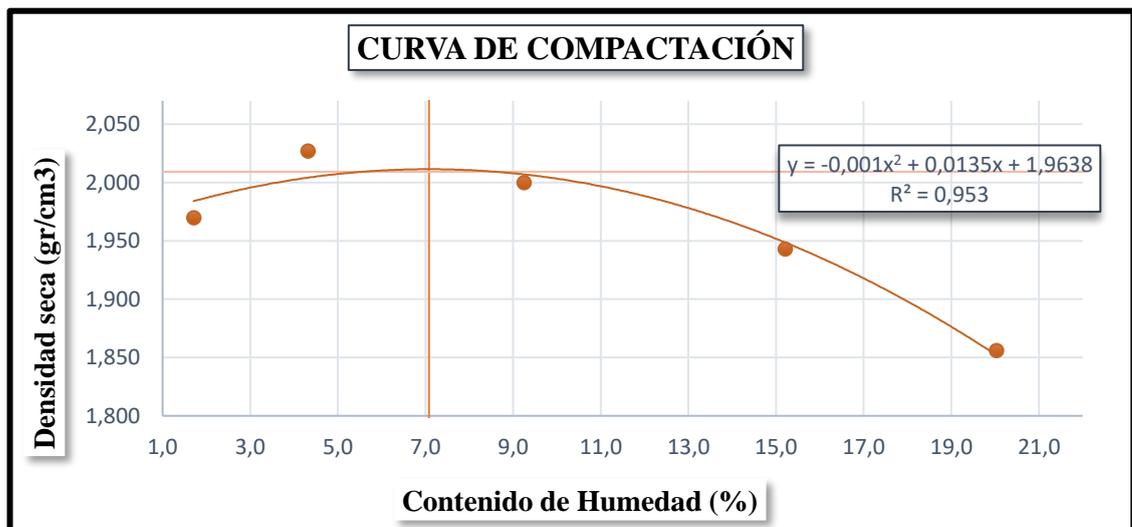
Anexo I – 5, Ensayo Proctor Modificado del material Granular, muestra 1 –  
Abscisa 5+300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL	
				<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISIA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	5+300	<b>No. CALICATA:</b> 1			
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	5413		
		Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	2101,91		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	150	300	450	600
P molde + suelo húmedo (gr)	9816,3	10121,3	10210,3	10293,2	10159,3
Peso suelo húmedo	4403	4708,3	4797	4880	4746
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	2,095	2,240	2,282	2,322	2,258
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	W-6	C-V	W-3	W-4	C-15
Peso del recipiente (gr)	52,10	43,22	64,89	66,90	48,52
Peso suelo húm. + recip (gr)	219,40	173,90	246,90	282,74	280,60
Peso suelo seco + recip (gr)	216,98	166,94	228,50	249,98	246,50
Peso del agua (gr)	2,42	6,96	18,40	32,76	34,10
Peso suelo seco (gr)	164,88	123,72	163,61	183,08	197,98
Contenido de agua (%)	1,47	5,63	11,25	17,89	17,22
w (%) Promedio	1,47	5,63	11,25	17,89	17,22
Peso unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2,065	2,121	2,051	1,970	1,926
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm<sup>3</sup>):</b>			2,096		
<b>Humedad Óptima:</b>			5,84		



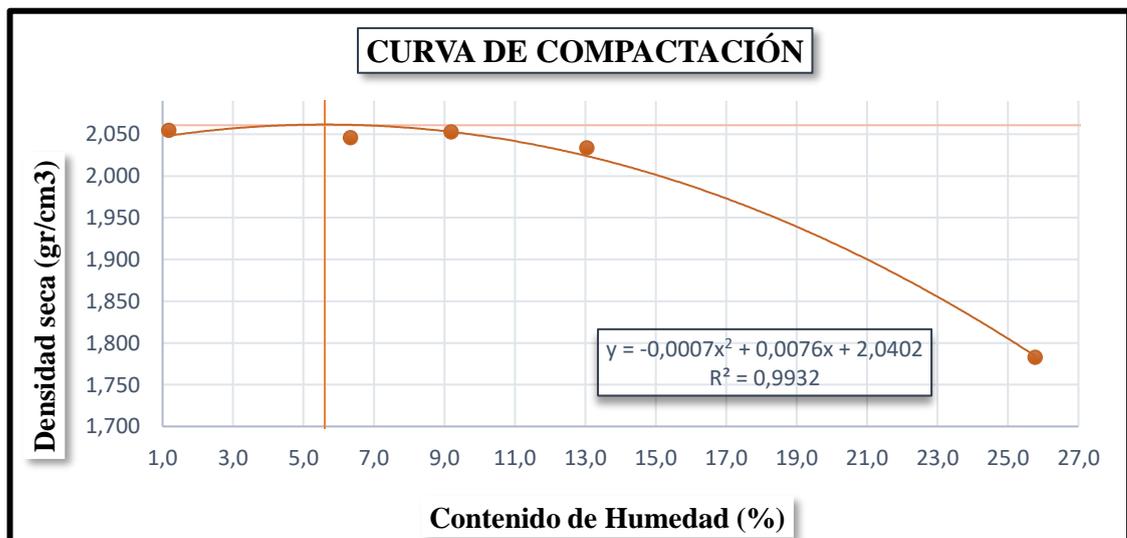
**Anexo I – 6, Ensayo Proctor Modificado del material Granular, muestra 2 – Abscisa 6+300**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCSISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	6+300	<b>No. CALICATA:</b>	2		
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	5413		
		Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	2101,91		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	150	300	450	600
P molde + suelo húmedo (gr)	9625,8	9857,21	10005,91	10117,9	10095,87
Peso suelo húmedo	4213	4444,2	4593	4705	4683
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	2,004	2,114	2,185	2,238	2,228
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	T-2	T-4	T-6	T-8	T-10
Peso del recipiente (gr)	62,10	46,98	66,80	69,21	55,80
Peso suelo húm. + recip (gr)	217,50	215,89	235,90	259,63	247,60
Peso suelo seco + recip (gr)	214,89	208,90	221,59	234,50	215,60
Peso del agua (gr)	2,61	6,99	14,31	25,13	32,00
Peso suelo seco (gr)	152,79	161,92	154,79	165,29	159,80
Contenido de agua (%)	1,71	4,32	9,24	15,20	20,03
w (%) Promedio	1,71	4,32	9,24	15,20	20,03
Peso unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,970	2,027	2,000	1,943	1,856
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm<sup>3</sup>):</b>			2,009		
<b>Humedad Óptima:</b>			7,08		



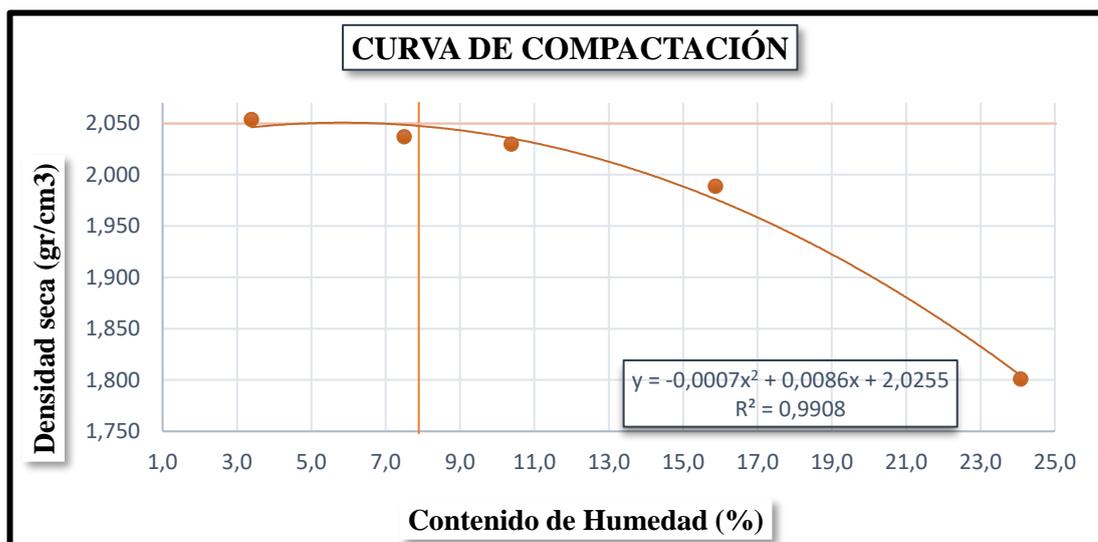
Anexo I – 7, Ensayo Proctor Modificado del material Granular, muestra 3 –  
Abscisa 7+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISIA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	1+000 - 2+000	<b>No. CALICATA:</b> 2			
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	5413		
		Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ):	2101,91		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	150	300	450	600
P molde + suelo húmedo (gr)	9782,5	9984,5	10125,6	10245,9	10124,87
Peso suelo húmedo	4370	4571,5	4713	4833	4712
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	2,079	2,175	2,242	2,299	2,242
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	W-6	C-V	W-3	W-4	C-15
Peso del recipiente (gr)	52,10	43,22	64,89	66,90	48,52
Peso suelo húm. + recip (gr)	245,89	245,63	219,84	315,17	246,32
Peso suelo seco + recip (gr)	243,65	233,58	206,80	286,54	205,80
Peso del agua (gr)	2,24	12,05	13,04	28,63	40,52
Peso suelo seco (gr)	191,55	190,36	141,91	219,64	157,28
Contenido de agua (%)	1,17	6,33	9,19	13,03	25,76
w (%) Promedio	1,17	6,33	9,19	13,03	25,76
Peso unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2,055	2,046	2,053	2,034	1,783
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm<sup>3</sup>):</b>			2,061		
<b>Humedad Óptima:</b>			5,60		



**Anexo I – 8, Ensayo Proctor Modificado del material Granular, muestra 4 – Abscisa 8+300**

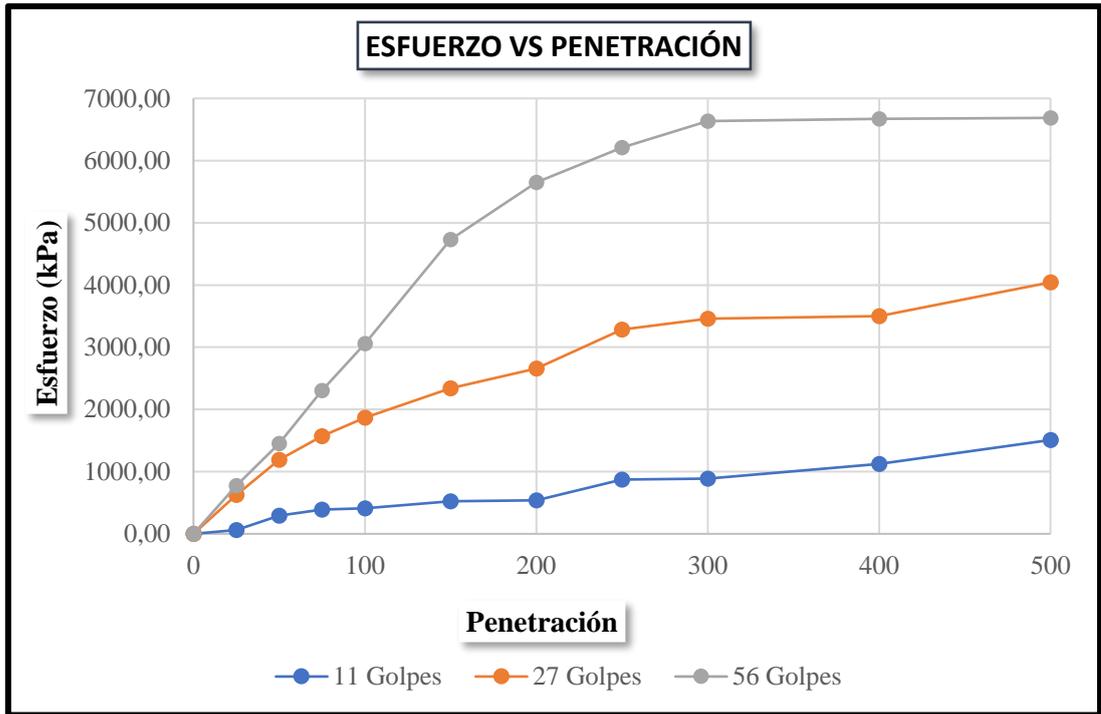
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b> 					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	1+000 - 2+000 <span style="float: right;"><b>No. CALICATA:</b>4</span>				
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25 <span style="float: right;">Altura de caída: 18 "</span>				
Número de capas:	5 <span style="float: right;">Peso del martillo: 10 lb</span>				
Peso inicial deseado (gr):	2500 <span style="float: right;">Peso del molde (gr): 5413</span>				
	Volumen del molde (cm3): 2101,91				
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	150	300	450	600
P molde + suelo húmedo (gr)	9874,6	10015,6	10123,6	10254,9	10111,32
Peso suelo húmedo	4462	4602,6	4711	4842	4698
Densidad Húmeda en gr/cm3	2,123	2,190	2,241	2,304	2,235
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	T-2	T-4	T-6	T-8	T-10
Peso del recipiente (gr)	62,10	46,98	66,80	69,21	55,80
Peso suelo húm. + recip (gr)	218,52	218,97	278,90	287,90	258,96
Peso suelo seco + recip (gr)	213,40	206,98	258,96	257,96	219,54
Peso del agua (gr)	5,12	11,99	19,94	29,94	39,42
Peso suelo seco (gr)	151,30	160,00	192,16	188,75	163,74
Contenido de agua (%)	3,38	7,49	10,38	15,86	24,07
w (%) Promedio	3,38	7,49	10,38	15,86	24,07
Peso unitario Seco (gr/cm3)	2,054	2,037	2,030	1,989	1,801
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>				2,050	
<b>Humedad Óptima:</b>				7,89	



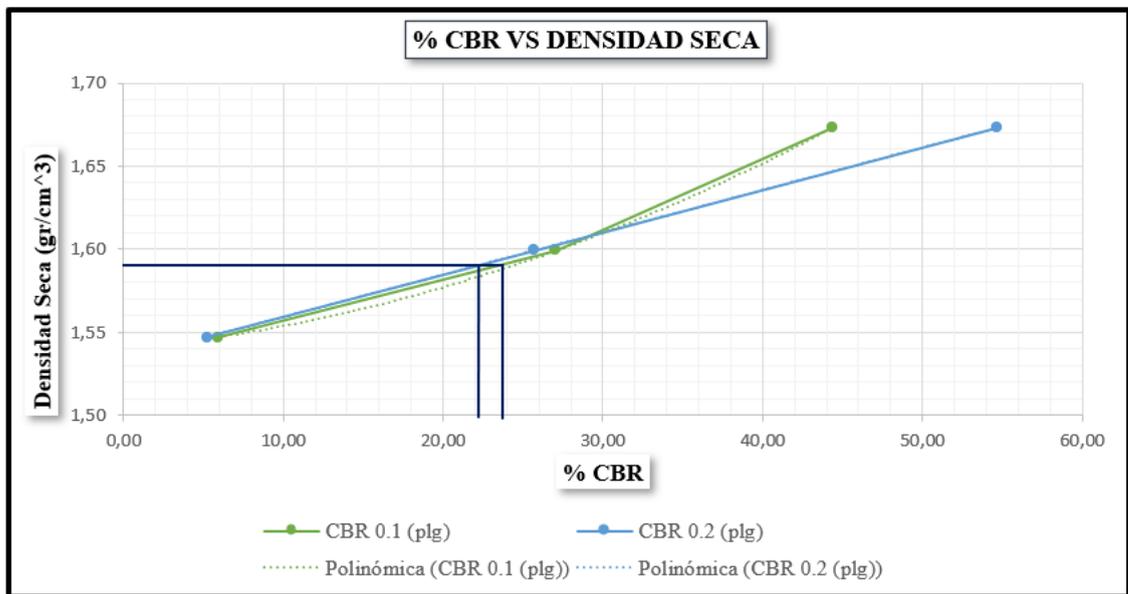
# **ANEXO J - CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California)**

## Anexo J – 1, Ensayo CBR del suelo Subrasante, muestra 1 – Abscisa 5+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR</b> 						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
<b>ABSCISA:</b>	5+300			<b>No. CALICATA:</b>	1	
<b>NORMA:</b>	ASTM D1883					
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
CBR de Laboratorio						
Molde	15		18		44	
Dimensiones	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,16
	Altura:	17,69	Altura:	17,75	Altura:	17,79
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	56		27		11	
Número de capas	5		5		5	
Antes de la saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	9648,60		9612,60		9243,80	
Peso del molde (gr)	5809,00		5925,00		5726,00	
Peso muestra húmeda (gr)	3839,60		3687,60		3517,80	
Volumen muestra (cm3)	2102,88		2103,96		2102,88	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1,83		1,75		1,67	
Densidad seca (gr/cm3)	1,66		1,60		1,53	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	9984,40		9982,10		9687,20	
Peso del molde (gr)	5809,00		5925,00		5726,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4175,40		4057,10		3961,20	
Volumen muestra (cm3)	2087,58		2103,96		2102,88	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2,00		1,93		1,88	
Densidad seca (gr/cm3)	1,67		1,60		1,55	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1,67		1,60		1,54	
Contenido de Humedad						
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Numero de recipiente	D-5	C-8	T-6	P-1	CD-5	T-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	196,18	221,79	174,65	231,44	187,75	190,16
Masa suelo seco + recip. (gr)	184,23	192,44	163,23	200,54	175,54	164,22
Masa recipiente (gr)	65,12	42,37	45,09	50,43	44,54	45,05
Masa del agua (gr)	11,95	29,35	11,42	30,90	12,21	25,94
Masa suelo seco (gr)	119,11	150,07	118,14	150,11	131,00	119,17
Contenido de humedad w%	10,03	19,56	9,67	20,58	9,32	21,77
w% promedio	9,52		10,92		12,45	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	15		18		44	
	Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	1,49	772,38	1,21	627,24	0,12	62,21
50	2,80	1451,46	2,30	1192,27	0,56	290,29
75	4,44	2301,60	3,03	1570,69	0,75	388,78
100	5,90	3058,44	3,60	1866,16	0,79	409,52
150	9,13	4732,80	4,51	2337,89	1,01	523,56
200	10,90	5650,33	5,13	2659,29	1,04	539,11
250	11,98	6210,18	6,34	3286,52	1,68	870,88
300	12,80	6635,25	6,67	3457,59	1,71	886,43
400	12,87	6671,54	6,75	3499,06	2,17	1124,88
500	12,90	6687,09	7,80	4043,36	2,91	1508,48



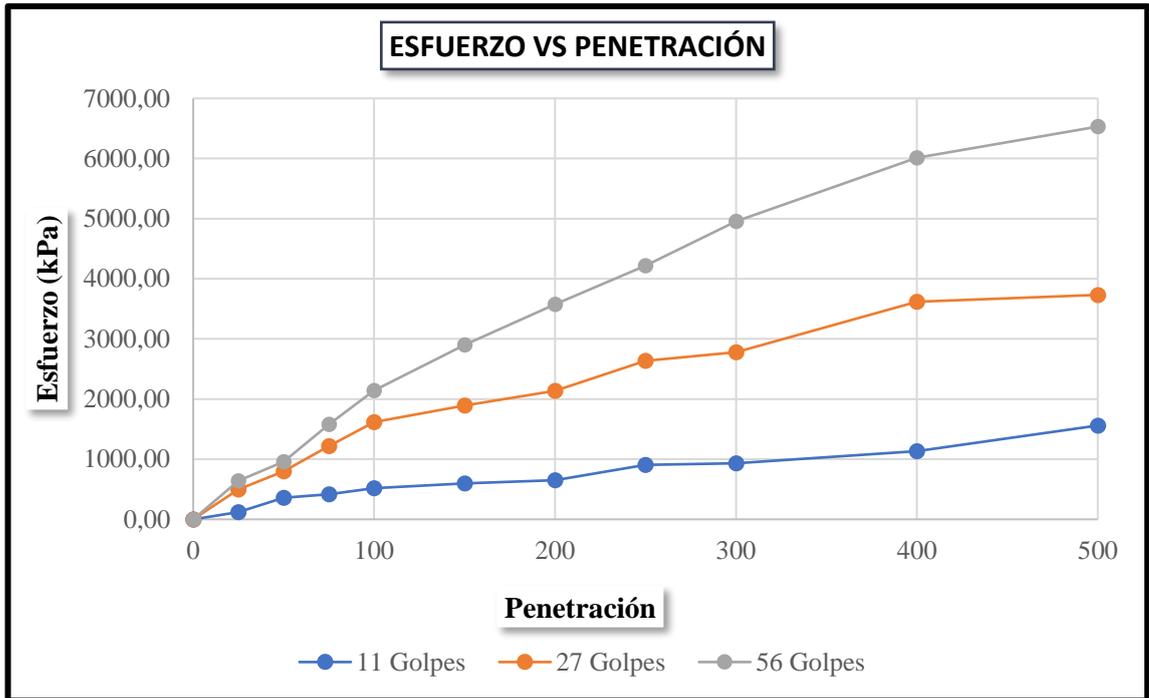
CBR Corregidos						
MOLDE	Presión (kPa)	CBR 0.1	Densidad Seca	Presión (kPa)	CBR 0.2	Densidad Seca
44	409,52	5,94	1,55	539,11	5,21	1,55
18	1866,16	27,07	1,60	2659,29	25,71	1,60
15	3058,44	44,36	1,67	5650,33	54,63	1,67



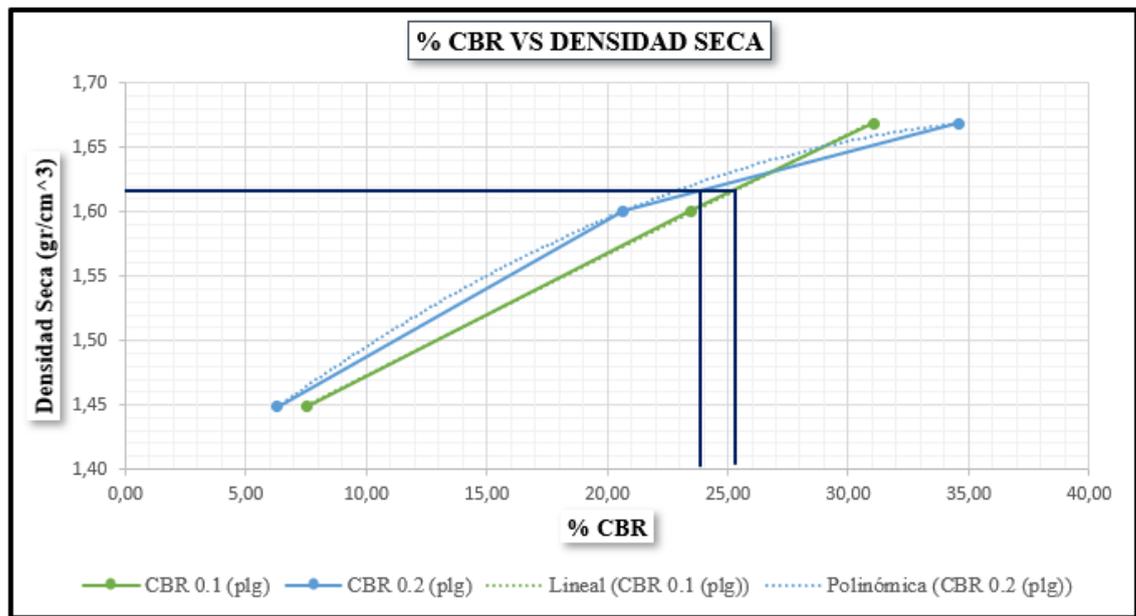
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1,674
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1,590	23,90	23,90
CBR PUNTUAL (%)			23,90

## Anexo J – 2, Ensayo CBR del suelo Subrasante, muestra 2 – Abscisa 6+300

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ABSCISA:</b>	6+300	<b>No. CALICATA:</b>		2			
<b>NORMA:</b>	ASTM D1883						
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA						
CBR de Laboratorio							
Molde	9		8		7		
Dimensiones	Diámetro:	15,18	Diámetro:	15,15	Diámetro:	15,17	
	Altura:	17,77	Altura:	17,75	Altura:	17,77	
Proceso de Compactación							
Nro. De golpes por capa	56		27		11		
Número de capas	5		5		5		
Antes de la saturación							
Muestra húmeda + molde (gr)	10335,20		10113,40		9899,30		
Peso del molde (gr)	6372,40		6370,80		6393,60		
Peso muestra húmeda (gr)	3962,80		3742,60		3505,70		
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2104,81		2098,30		2102,04		
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,88		1,78		1,67		
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,70		1,66		1,53		
Después de la Saturación							
Muestra húmeda + molde (gr)	10504,20		10215,10		10123,58		
Peso del molde (gr)	6372,40		6370,80		6393,60		
Peso muestra húmeda (gr)	4131,80		3844,30		3729,98		
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2104,81		2098,30		2102,04		
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,96		1,83		1,77		
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,64		1,54		1,45		
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1,67		1,60		1,49		
Contenido de Humedad							
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	
Numero de recipiente	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	277,30	211,60	273,40	225,60	208,50	193,01	
Masa suelo seco + recip. (gr)	259,60	183,40	260,90	197,50	195,30	166,20	
Masa recipiente (gr)	96,30	40,60	92,69	49,01	54,20	47,10	
Masa del agua (gr)	17,70	28,20	12,50	28,10	13,20	26,81	
Masa suelo seco (gr)	163,30	142,80	168,21	148,49	141,10	119,10	
Contenido de humedad w%	10,84	19,75	7,43	18,92	9,36	22,51	
w% promedio	8,91		11,49		13,16		
Penetración en la máquina CBR							
Molde	9		8		7		
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
25	1,23	637,61	0,96	497,64	0,23	119,23	
50	1,85	959,00	1,54	798,30	0,69	357,68	
75	3,05	1581,06	2,35	1218,19	0,80	414,70	
100	4,13	2140,91	3,12	1617,34	1,00	518,38	
150	5,60	2902,92	3,65	1892,08	1,15	596,14	
200	6,90	3576,82	4,12	2135,72	1,26	653,16	
250	8,14	4219,61	5,09	2638,55	1,75	907,16	
300	9,56	4955,70	5,36	2778,51	1,80	933,08	
400	11,60	6013,20	6,98	3618,29	2,19	1135,25	
500	12,60	6531,58	7,20	3732,33	3,01	1560,32	



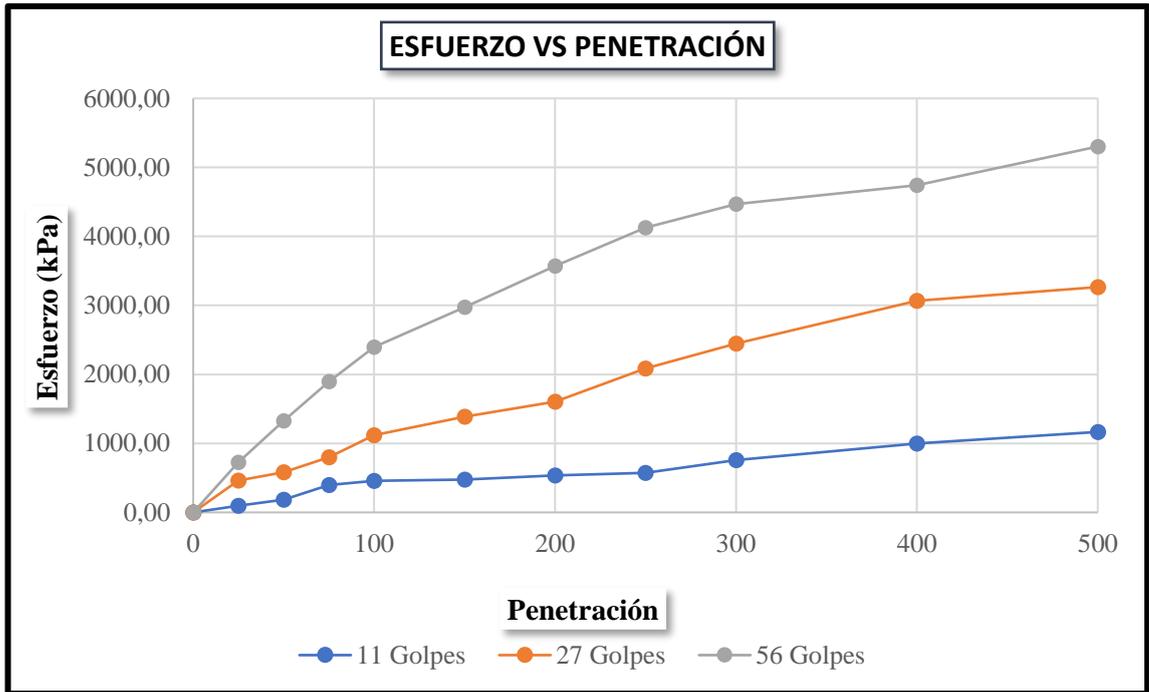
CBR Corregidos						
MOLDE	Presión (kPa)	CBR 0.1	Densidad Seca	Presión (kPa)	CBR 0.2	Densidad Seca
44	518,38	7,52	1,45	653,16	6,32	1,45
18	1617,34	23,46	1,60	2135,72	20,65	1,60
15	2140,91	31,05	1,67	3576,82	34,58	1,67



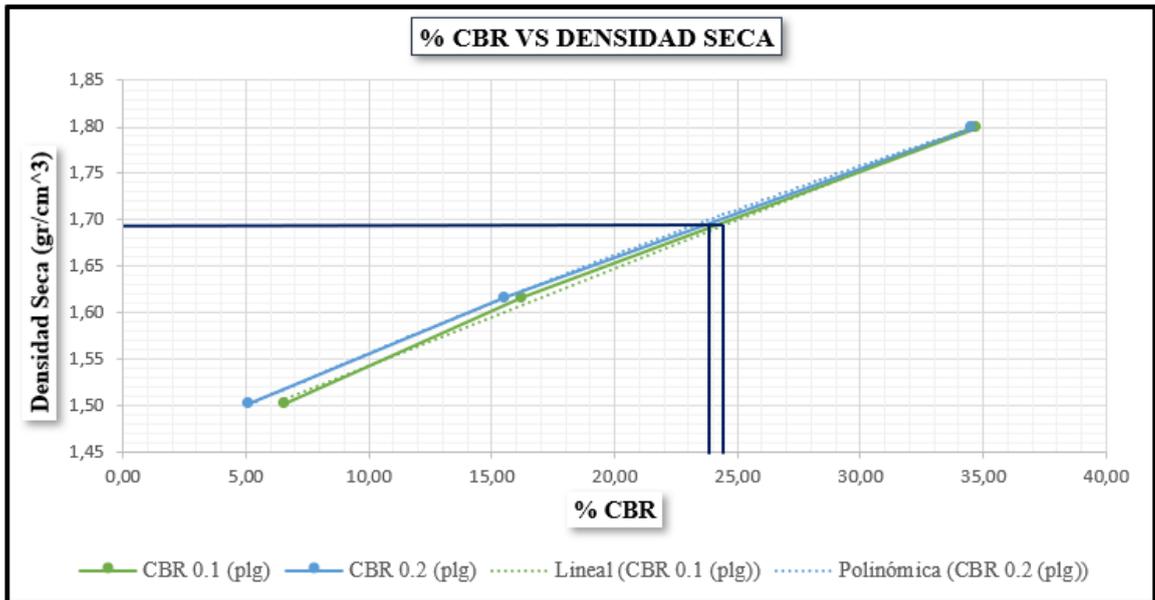
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1,703		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,618	25,30	23,90	25,30
CBR PUNTUAL (%)			25,30	

### Anexo J – 3, Ensayo CBR del suelo Subrasante, muestra 3 – Abscisa 7+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR</b> 						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISCA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
<b>ABSCISA:</b>	7+300		<b>No. CALICATA:</b>	3		
<b>NORMA:</b>	ASTM D1883					
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICTA JENNY PAULINA					
CBR de Laboratorio						
Molde	9		8		7	
Dimensiones	Diámetro: 15,18		Diámetro: 15,15		Diámetro: 15,17	
	Altura: 17,77		Altura: 17,75		Altura: 17,77	
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	56		27		11	
Número de capas	5		5		5	
Antes de la saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10563,20		10244,25		9890,15	
Peso del molde (gr)	6372,40		6370,80		6393,60	
Peso muestra húmeda (gr)	4190,80		3873,45		3496,55	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2104,81		2098,30		2102,04	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,99		1,85		1,66	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,81		1,68		1,52	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10865,30		10456,20		10244,25	
Peso del molde (gr)	6372,40		6370,80		6393,60	
Peso muestra húmeda (gr)	4492,90		4085,40		3850,65	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2104,81		2098,30		2102,04	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,13		1,95		1,83	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,79		1,62		1,50	
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1,80		1,65		1,51	
Contenido de Humedad						
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Numero de recipiente	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	235,77	224,45	193,88	221,64	197,59	190,72
Masa suelo seco + recip. (gr)	221,43	195,51	180,32	191,75	184,57	164,55
Masa recipiente (gr)	79,95	45,38	45,09	45,92	50,52	45,66
Masa del agua (gr)	14,34	28,95	13,56	29,89	13,02	26,17
Masa suelo seco (gr)	141,48	150,13	135,23	145,83	134,06	118,90
Contenido de humedad w%	10,14	19,28	10,03	20,50	9,71	22,01
w% promedio	9,14		10,47		12,30	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	9		8		7	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	1,40	725,73	0,89	461,36	0,19	98,49
50	2,56	1327,05	1,12	580,58	0,36	186,62
75	3,66	1897,27	1,54	798,30	0,77	399,15
100	4,62	2394,91	2,16	1119,70	0,88	456,17
150	5,74	2975,50	2,68	1389,26	0,92	476,91
200	6,89	3571,63	3,10	1606,98	1,03	533,93
250	7,96	4126,30	4,02	2083,88	1,11	575,40
300	8,62	4468,43	4,72	2446,75	1,46	756,83
400	9,15	4743,17	5,92	3068,80	1,93	1000,47
500	10,23	5303,02	6,30	3265,79	2,25	1166,35



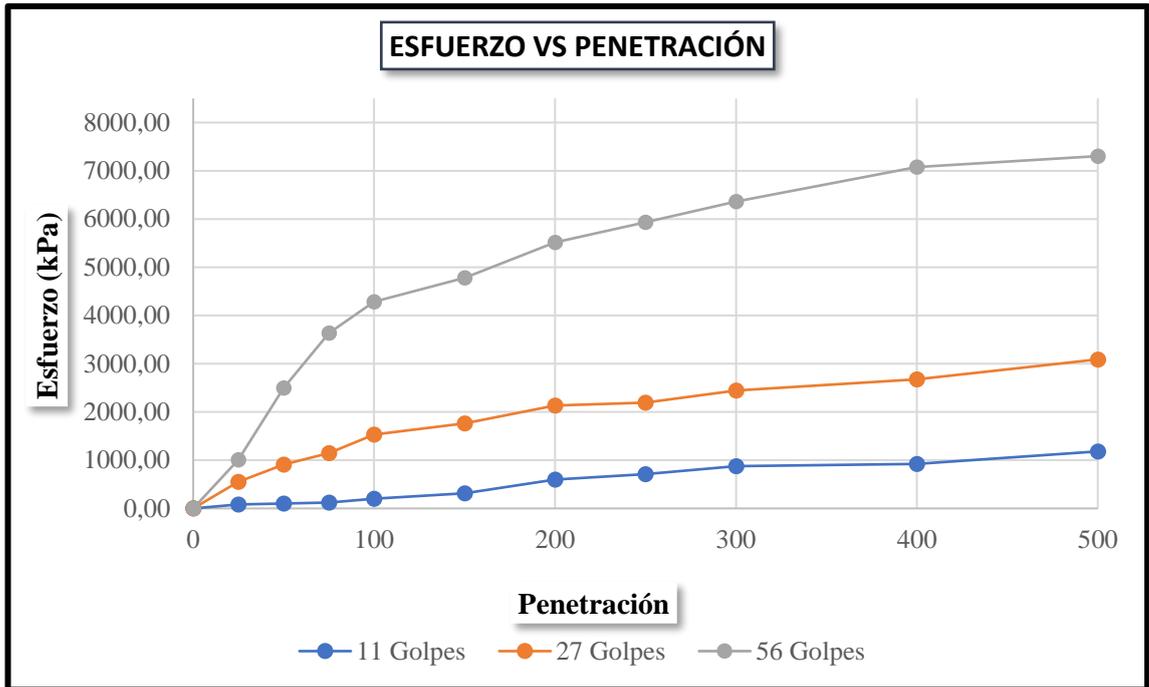
CBR Corregidos						
MOLDE	Presión (kPa)	CBR 0.1	Densidad Seca	Presión (kPa)	CBR 0.2	Densidad Seca
44	456,17	6,62	1,50	533,93	5,16	1,50
18	1119,70	16,24	1,62	1606,98	15,54	1,62
15	2394,91	34,74	1,80	3571,63	34,53	1,80



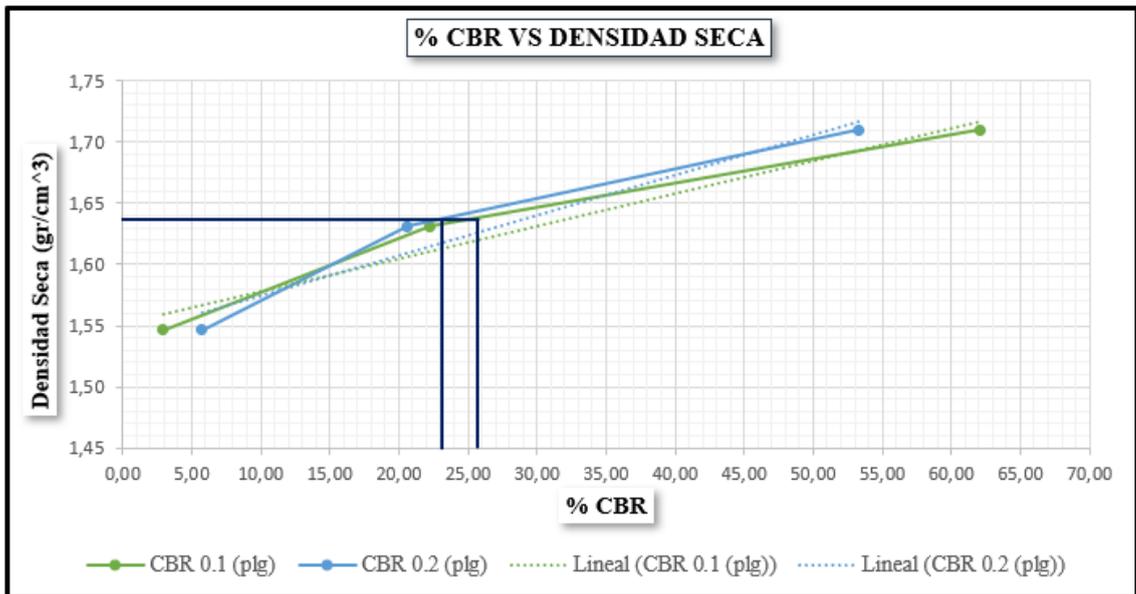
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1,781		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,692	24,40	23,80	24,40
CBR PUNTUAL (%)			24,40	

## Anexo J – 4, Ensayo CBR del suelo Subrasante, muestra 4 – Abscisa 8+300

 <span style="font-weight: bold; display: inline-block; text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</span> <span style="font-weight: bold; display: inline-block; text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</span> <span style="font-weight: bold; display: inline-block; text-align: center;">INGENIERÍA CIVIL</span> <span style="font-weight: bold; display: inline-block; text-align: center;">CBR</span> 						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
<b>ABSCISA:</b>	8+300			<b>No. CALICATA:</b>	4	
<b>NORMA:</b>	ASTM D1883					
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
CBR de Laboratorio						
Molde	12		11		10	
<b>Dimensiones</b>	Diámetro: 15,19		Diámetro: 15,17		Diámetro: 15,19	
	Altura: 17,78		Altura: 17,77		Altura: 17,77	
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	56		27		11	
Número de capas	5		5		5	
Antes de la saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10539,90		10268,90		10042,70	
Peso del molde (gr)	6485,60		6459,20		6447,40	
Peso muestra húmeda (gr)	4054,30		3809,70		3595,30	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2109,40		2102,04		2107,59	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,92		1,81		1,71	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,72		1,62		1,52	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10731,20		10584,70		10436,00	
Peso del molde (gr)	6485,60		6459,20		6447,40	
Peso muestra húmeda (gr)	4245,60		4125,50		3988,60	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2109,40		2102,04		2107,59	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,01		1,96		1,89	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,71		1,63		1,55	
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1,72		1,63		1,53	
Contenido de Humedad						
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Numero de recipiente	D-7	E-6	F-5	CD-5	CD-4	C-8
Masa suelo húmedo + recip (gr)	153,52	311,94	225,36	206,54	135,55	237,50
Masa suelo seco + recip. (gr)	142,34	278,70	207,33	179,15	125,72	201,81
Masa recipiente (gr)	45,82	91,01	52,84	44,52	44,66	42,37
Masa del agua (gr)	11,18	33,24	18,03	27,39	9,83	35,69
Masa suelo seco (gr)	96,52	187,69	154,49	134,63	81,06	159,44
Contenido de humedad w%	11,58	17,71	11,67	20,34	12,13	22,38
w% promedio	<b>6,13</b>		<b>8,67</b>		<b>10,26</b>	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	12		11		10	
<b>Penetración (plg*10-3)</b>	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	1,95	1010,84	1,07	554,67	0,16	82,94
50	4,82	2498,59	1,76	912,35	0,20	103,68
75	7,02	3639,02	2,21	1145,62	0,23	119,23
100	8,26	4281,81	2,96	1534,40	0,39	202,17
150	9,22	4779,46	3,40	1762,49	0,61	316,21
200	10,64	5515,55	4,11	2130,54	1,15	596,14
250	11,44	5930,26	4,23	2192,74	1,37	710,18
300	12,28	6365,70	4,72	2446,75	1,69	876,06
400	13,65	7075,88	5,16	2674,84	1,78	922,71
500	14,09	7303,96	5,96	3089,54	2,28	1181,90



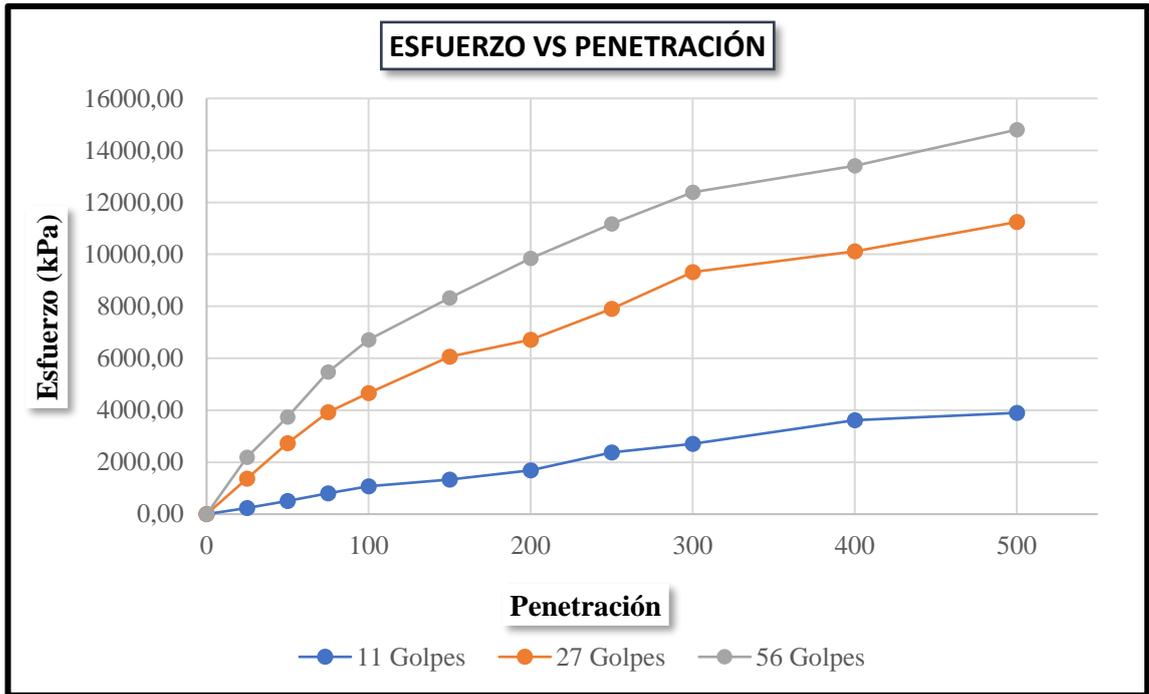
CBR Corregidos						
MOLDE	Presión (kPa)	CBR 0.1	Densidad Seca	Presión (kPa)	CBR 0.2	Densidad Seca
44	202,17	2,93	1,55	596,14	5,76	1,55
18	1534,40	22,25	1,63	2130,54	20,60	1,63
15	4281,81	62,10	1,71	5515,55	53,33	1,71



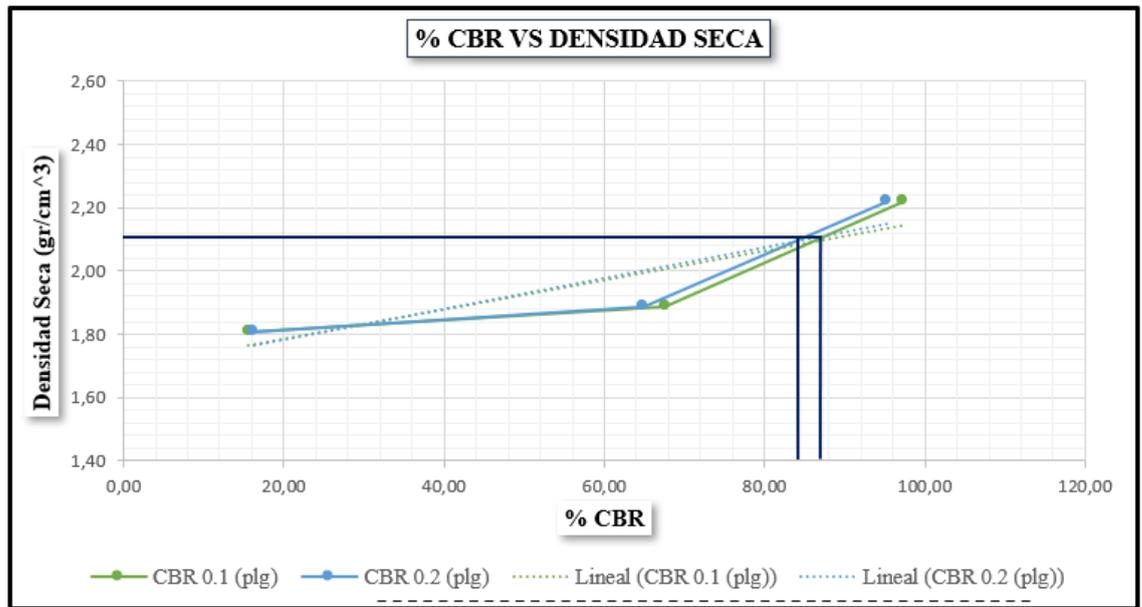
Densidad seca máxima (gr/cm³)		1,726		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,639	25,70	23,00	25,70
CBR PUNTUAL (%)			25,70	

## Anexo J – 5, Ensayo CBR del material Granular, muestra 1 – Abscisa 5+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR</b> 						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
<b>ABSCISA:</b>	5+300		<b>No. CALICATA:</b>	1		
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180					
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
CBR de Laboratorio						
Molde	15		18		44	
<b>Dimensiones</b>	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,16
	Altura:	17,69	Altura:	17,75	Altura:	17,79
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	56		27		11	
Número de capas	5		5		5	
Antes de la saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10752,23		10624,71		10555,68	
Peso del molde (gr)	5394,70		6286,41		6394,82	
Peso muestra húmeda (gr)	5357,53		4338,30		4160,86	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2102,88		2103,96		2102,88	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,55		2,06		1,98	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,40		1,91		1,81	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	11059,65		10894,60		10587,88	
Peso del molde (gr)	5394,70		5925,00		5726,00	
Peso muestra húmeda (gr)	5664,95		4969,60		4861,88	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2087,58		2103,96		2102,88	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,71		2,36		2,31	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,22		1,89		1,82	
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	2,31		1,90		1,81	
Contenido de Humedad						
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Numero de recipiente	Y-8	Y-9	Y-10	Y-11	Y-12	Y-13
Masa suelo húmedo + recip (gr)	279,01	228,59	206,85	217,60	213,01	239,60
Masa suelo seco + recip. (gr)	265,54	196,58	194,80	182,96	198,52	198,57
Masa recipiente (gr)	41,98	52,37	46,13	45,09	45,05	47,00
Masa del agua (gr)	13,47	32,01	12,05	34,64	14,49	41,03
Masa suelo seco (gr)	223,56	144,21	148,67	137,87	153,47	151,57
Contenido de humedad w%	6,03	22,20	8,11	25,13	9,44	27,07
w% promedio	<b>16,17</b>		<b>17,02</b>		<b>17,63</b>	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	15		18		44	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	4,23	2192,74	2,64	1368,52	0,45	234,31
50	7,21	3737,51	5,27	2731,86	0,98	508,01
75	10,56	5474,08	7,56	3918,95	1,54	798,30
100	12,95	6713,01	8,99	4660,23	2,07	1073,04
150	16,05	8319,99	11,69	6059,85	2,56	1327,05
200	19,00	9849,20	12,94	6707,83	3,25	1684,73
250	21,54	11165,89	15,25	7905,28	4,59	2379,36
300	23,89	12384,08	17,98	9320,46	5,21	2700,76
400	25,87	13410,47	19,52	10118,76	6,98	3618,29
500	28,54	14794,54	21,69	11243,64	7,52	3898,21



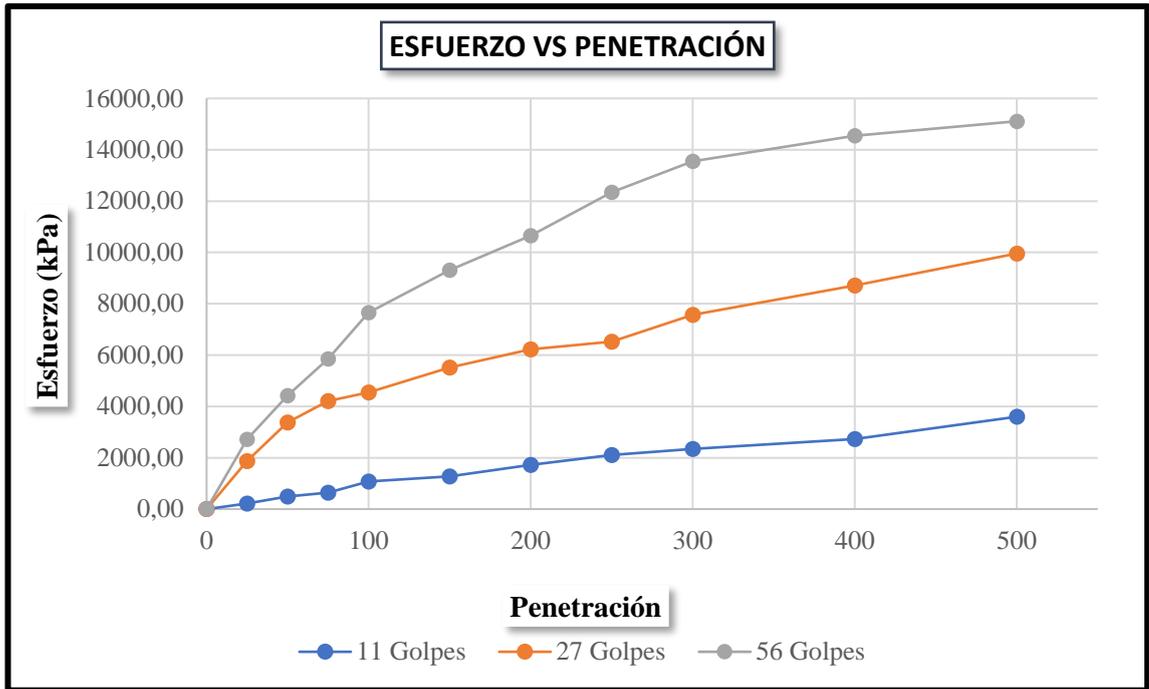
CBR Corregidos						
MOLDE	Presión (kPa)	CBR 0.1	Densidad Seca	Presión (kPa)	CBR 0.2	Densidad Seca
44	1073,04	15,56	1,81	1684,73	16,29	1,81
18	4660,23	67,59	1,89	6707,83	64,86	1,89
15	6713,01	97,36	2,22	9849,20	95,23	2,22



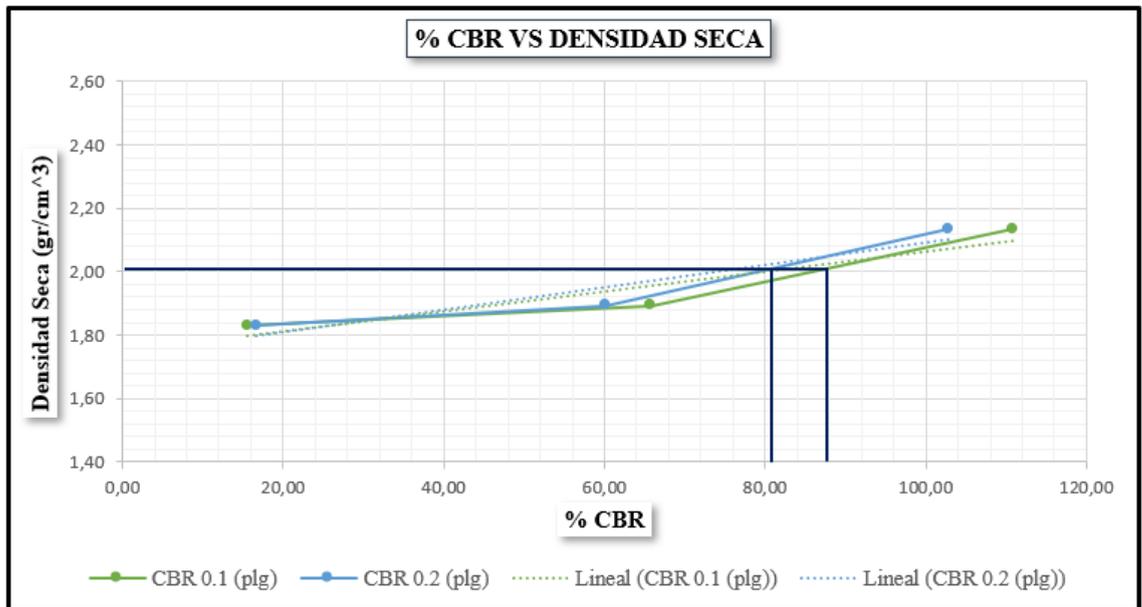
Densidad seca máxima (gr/cm³)		2,096		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
100%	2,096	86,90	84,00	86,90
<b>CBR PUNTUAL (%)</b>			<b>86,90</b>	

## Anexo J – 6, Ensayo CBR del material Granular, muestra 2 – Abscisa 6+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR</b> 						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
<b>ABSCISA:</b>	6+300			<b>No. CALICATA:</b>	2	
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180					
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
CBR de Laboratorio						
Molde	12		11		10	
Dimensiones	Diámetro: 15,19		Diámetro: 15,17		Diámetro: 15,19	
	Altura: 17,78		Altura: 17,77		Altura: 17,77	
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	56		27		11	
Número de capas	5		5		5	
Antes de la saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	11256,30		10758,30		10668,74	
Peso del molde (gr)	6485,60		6459,20		6447,40	
Peso muestra húmeda (gr)	4770,70		4299,10		4221,34	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2109,40		2102,04		2107,59	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,26		2,05		2,00	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,13		1,89		1,83	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	11869,30		10851,69		10784,90	
Peso del molde (gr)	6485,60		5925,00		5726,00	
Peso muestra húmeda (gr)	5383,70		4926,69		5058,90	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2109,40		2102,04		2107,59	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,55		2,34		2,40	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,10		1,87		1,88	
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	2,12		1,88		1,86	
Contenido de Humedad						
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Numero de recipiente	Y-8	Y-9	Y-10	Y-11	Y-12	Y-13
Masa suelo húmedo + recip (gr)	279,01	229,65	206,85	217,60	213,01	239,60
Masa suelo seco + recip. (gr)	265,54	198,20	194,80	182,96	198,52	197,88
Masa recipiente (gr)	41,98	52,37	46,13	45,09	45,05	47,00
Masa del agua (gr)	13,47	31,45	12,05	34,64	14,49	41,72
Masa suelo seco (gr)	223,56	145,83	148,67	137,87	153,47	150,88
Contenido de humedad w%	6,03	21,57	8,11	25,13	9,44	27,65
w% promedio	15,54		17,02		18,21	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	15		18		44	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	5,24	2716,31	3,62	1876,53	0,42	217,72
50	8,54	4426,96	6,52	3379,83	0,94	487,28
75	11,29	5852,50	8,12	4209,24	1,23	637,61
100	14,76	7651,28	8,76	4541,00	2,08	1078,23
150	17,96	9310,09	10,64	5515,55	2,47	1280,40
200	20,54	10647,51	12,00	6220,55	3,33	1726,20
250	23,81	12342,61	12,58	6521,21	4,07	2109,80
300	26,13	13545,25	14,60	7568,34	4,52	2343,07
400	28,06	14545,72	16,80	8708,77	5,27	2731,86
500	29,15	15110,75	19,21	9958,06	6,94	3597,55



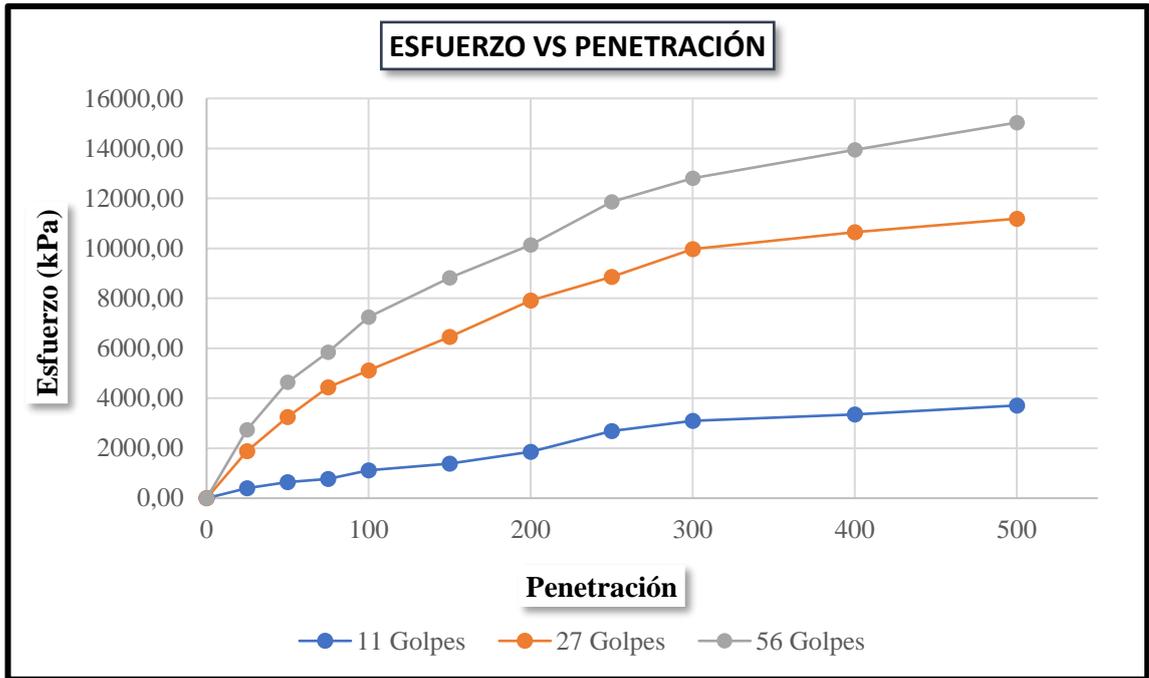
CBR Corregidos						
MOLDE	Presión (kPa)	CBR 0.1	Densidad Seca	Presión (kPa)	CBR 0.2	Densidad Seca
44	1078,23	15,64	1,83	1726,20	16,69	1,83
18	4541,00	65,86	1,89	6220,55	60,15	1,89
15	7651,28	110,97	2,13	10647,51	102,95	2,13



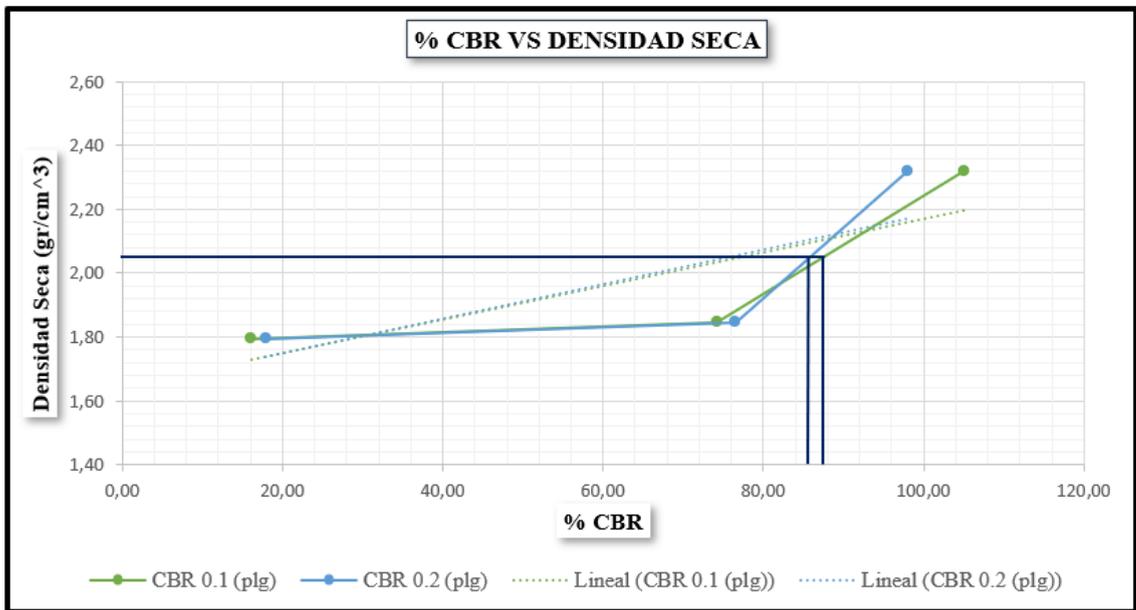
Densidad seca máxima (gr/cm³)		2,009		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
100%	2,009	88,00	81,00	88,00
CBR PUNTUAL (%)			88,00	

## Anexo J – 7, Ensayo CBR del material Granular, muestra 3 – Abscisa 7+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR</b> 						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
<b>ABSCISA:</b>	7+300			<b>No. CALICATA:</b>	3	
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180					
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
CBR de Laboratorio						
Molde	15		18		44	
Dimensiones	Diámetro: 15,17		Diámetro: 15,19		Diámetro: 15,16	
	Altura: 17,69		Altura: 17,75		Altura: 17,79	
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	56		27		11	
Número de capas	5		5		5	
Antes de la saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10589,99		10548,79		10524,90	
Peso del molde (gr)	5394,70		6286,41		6394,82	
Peso muestra húmeda (gr)	5195,29		4262,38		4130,08	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2102,88		2103,96		2102,88	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,47		2,03		1,96	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,32		1,85		1,79	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10984,70		10854,70		10745,90	
Peso del molde (gr)	5394,70		5925,00		5726,00	
Peso muestra húmeda (gr)	5590,00		4929,70		5019,90	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2087,58		2103,96		2102,88	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,68		2,34		2,39	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,07		1,77		1,77	
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	2,19		1,81		1,78	
Contenido de Humedad						
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Numero de recipiente	Y-8	Y-9	Y-10	Y-11	Y-12	Y-13
Masa suelo húmedo + recip (gr)	289,68	235,80	214,79	218,51	213,01	248,97
Masa suelo seco + recip. (gr)	274,65	193,85	199,87	175,84	198,52	196,87
Masa recipiente (gr)	41,98	52,37	46,13	45,09	45,05	47,00
Masa del agua (gr)	15,03	41,95	14,92	42,67	14,49	52,10
Masa suelo seco (gr)	232,67	141,48	153,74	130,75	153,47	149,87
Contenido de humedad w%	6,46	29,65	9,70	32,63	9,44	34,76
w% promedio	23,19		22,93		25,32	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	15		18		44	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	5,27	2731,86	3,64	1886,90	0,78	404,34
50	8,96	4644,68	6,27	3250,24	1,23	637,61
75	11,28	5847,32	8,56	4437,33	1,49	772,38
100	13,98	7246,94	9,87	5116,40	2,14	1109,33
150	17,01	8817,63	12,46	6459,00	2,68	1389,26
200	19,56	10139,50	15,26	7910,47	3,57	1850,61
250	22,87	11855,33	17,09	8859,10	5,18	2685,20
300	24,71	12809,15	19,22	9963,25	5,98	3099,91
400	26,89	13939,22	20,54	10647,51	6,47	3353,91
500	29,00	15033,00	21,58	11186,62	7,16	3711,59



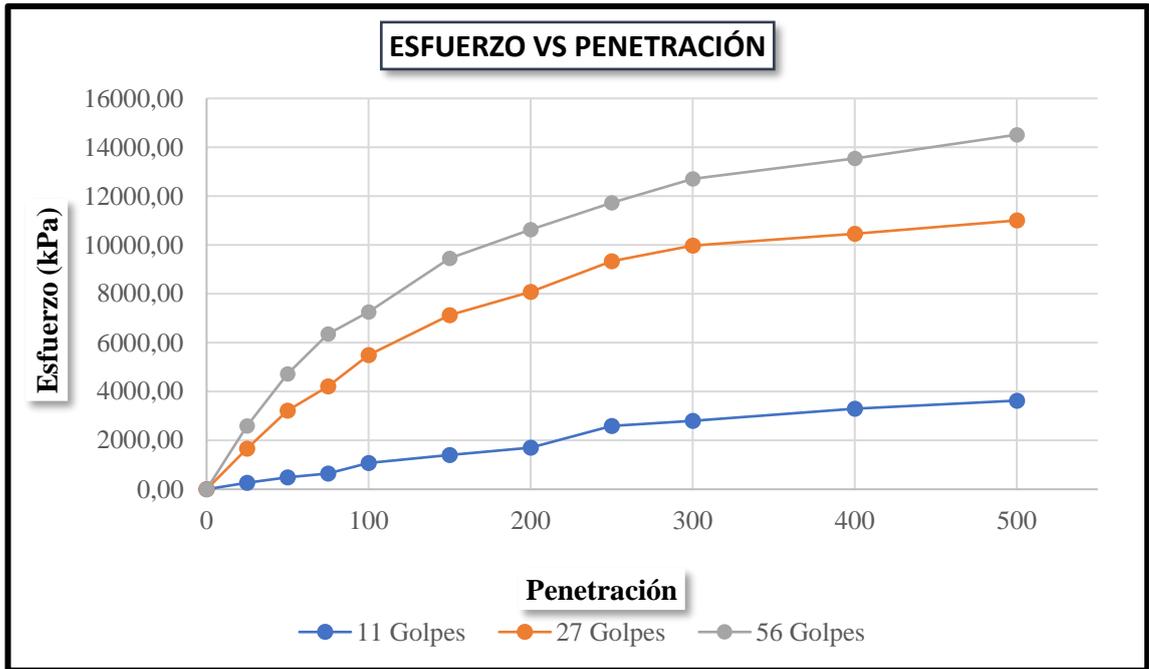
CBR Corregidos						
MOLDE	Presión (kPa)	CBR 0.1	Densidad Seca	Presión (kPa)	CBR 0.2	Densidad Seca
44	1109,33	16,09	1,79	1850,61	17,89	1,79
18	5116,40	74,21	1,85	7910,47	76,49	1,85
15	7246,94	105,11	2,32	10139,50	98,04	2,32



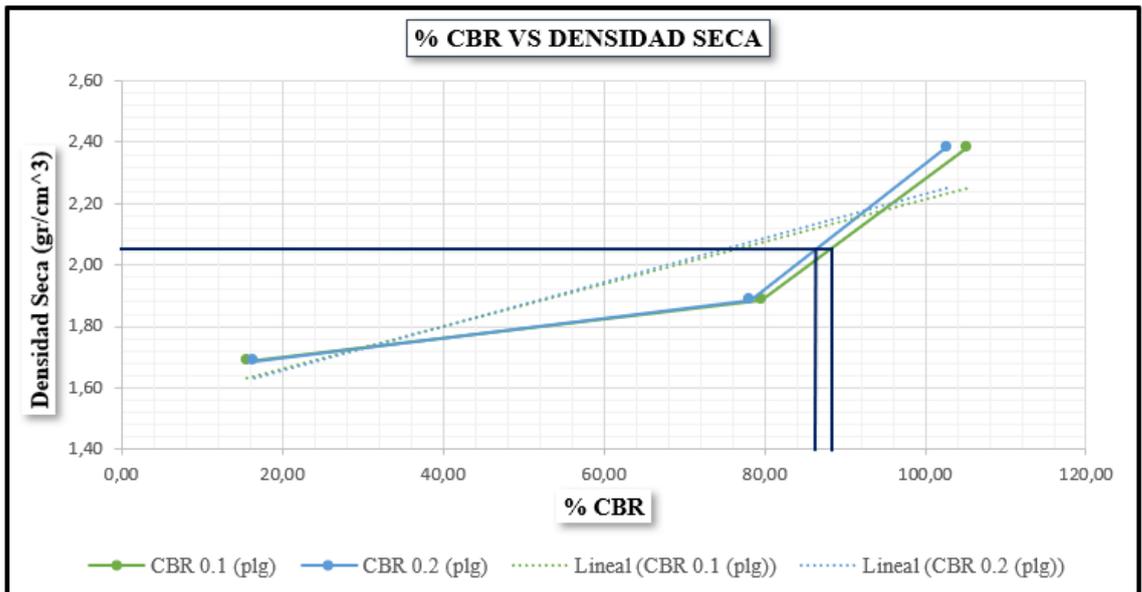
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2,061		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
100%	2,061	87,50	85,90	87,50
CBR PUNTUAL (%)			87,50	

## Anexo J – 8, Ensayo CBR del material Granular, muestra 4 – Abscisa 8+300

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR</b> 						
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
<b>ABSCISA:</b>	8+300		<b>No. CALICATA:</b>	4		
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180					
<b>REALIZADO POR:</b>	TOAQUIZA LICIA JENNY PAULINA					
CBR de Laboratorio						
Molde	15		18		44	
<b>Dimensiones</b>	Diámetro: 15,17		Diámetro: 15,19		Diámetro: 15,16	
	Altura: 17,69		Altura: 17,75		Altura: 17,79	
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	56		27		11	
Número de capas	5		5		5	
Antes de la saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10511,30		10421,30		10312,40	
Peso del molde (gr)	5394,70		6286,41		6394,82	
Peso muestra húmeda (gr)	5116,60		4134,89		3917,58	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2102,88		2103,96		2102,88	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,43		1,97		1,86	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,38		1,89		1,69	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10624,50		10498,75		10399,87	
Peso del molde (gr)	5394,70		5925,00		5726,00	
Peso muestra húmeda (gr)	5229,80		4573,75		4673,87	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2087,58		2103,96		2102,88	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,51		2,17		2,22	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,26		1,95		1,86	
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	2,32		1,92		1,77	
Contenido de Humedad						
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues
Numero de recipiente	Y-8	Y-9	Y-10	Y-11	Y-12	Y-13
Masa suelo húmedo + recip (gr)	284,51	235,80	211,53	217,62	225,98	298,12
Masa suelo seco + recip. (gr)	279,58	217,60	204,89	199,87	208,91	256,80
Masa recipiente (gr)	41,98	52,37	46,13	45,09	45,05	47,00
Masa del agua (gr)	4,93	18,20	6,64	17,75	17,07	41,32
Masa suelo seco (gr)	237,60	165,23	158,76	154,78	163,86	209,80
Contenido de humedad w%	2,07	11,01	4,18	11,47	10,42	19,69
w% promedio	<b>8,94</b>		<b>7,29</b>		<b>9,28</b>	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	15		18		44	
<b>Penetración (plg*10-3)</b>	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	5,00	2591,90	3,21	1664,00	0,51	264,37
50	9,12	4727,62	6,20	3213,95	0,94	487,28
75	12,25	6350,14	8,12	4209,24	1,24	642,79
100	14,00	7257,31	10,60	5494,82	2,08	1078,23
150	18,24	9455,24	13,75	7127,71	2,71	1404,81
200	20,50	10626,77	15,60	8086,71	3,29	1705,47
250	22,62	11725,74	18,00	9330,82	4,99	2586,71
300	24,51	12705,47	19,24	9973,61	5,41	2804,43
400	26,12	13540,06	20,18	10460,89	6,37	3302,08
500	28,00	14514,62	21,23	11005,19	7,00	3628,65



CBR Corregidos						
MOLDE	Presión (kPa)	CBR 0.1	Densidad Seca	Presión (kPa)	CBR 0.2	Densidad Seca
44	1078,23	15,64	1,69	1705,47	16,49	1,69
18	5494,82	79,70	1,89	8086,71	78,19	1,89
15	7257,31	105,26	2,38	10626,77	102,75	2,38



Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2,061		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
100%	2,061	88,05	86,00	88,05
CBR PUNTUAL (%)			88,05	

**ANEXO K - (NÚMERO  
ESTRUCTURAL –  
MÉTODO AASHTO – 93)**

## Anexo K – 1, Número Estructural SN, CBR (campo)

- CBR% = 21.055

Ecuación AASHTO 93

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

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

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 13422.92 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 1433726  Calcular W18

Número Estructural  
SN = 2.70

Observaciones

Calcular Salir

Ecuación AASHTO 93

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

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

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 27500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 1433726  Calcular W18

Número Estructural  
SN = 2.06

Observaciones

Calcular Salir

Ecuación AASHTO 93

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

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

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 %  $Z_r=0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 1433726  Calcular W18

Número Estructural  
 SN = 2.59

Observaciones

Calcular Salir

## Anexo K – 2, Número Estructural SN, CBR (laboratorio)

- CBR% = 24.15

Ecuación AASHTO 93

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

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

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 %  $Z_r=0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 14016.21 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 1433726  Calcular W18

Número Estructural  
 SN = 2.65

Observaciones

Calcular Salir

Ecuación AASHTO 93

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

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

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 27500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)   
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)   
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 1433726  
 Calcular W18

Número Estructural  
 SN = 2.06

Observaciones

Calcular Salir

Ecuación AASHTO 93

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

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

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)   
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)   
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 1433726  
 Calcular W18

Número Estructural  
 SN = 2.59

Observaciones

Calcular Salir

**ANEXO L - (TABLA DE  
VOLÚMENES –  
ESÉCIFICACIONES  
TÉCNICAS)**

## Anexo J – 1, Tabla de Volúmenes

Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Cantidad	Total
Excavación de la calzada sin clasificar incluye desalojo	2760	6,6	0,45	1	8197,20
Derrocamiento de elementos de hormigón incluye desalojo	2760	0,8	0,1	2	441,60
Terminación de la subrasante	2130	6,6	-	1	14058,00
Construcción de subbase clase 3 (Incluye transporte)	2760	6,6	0,25	1	4554,00
Base clase 4 (Incluye transporte)	2760	6,6	0,02875	1	523,71
Sum. Y riego de imprimación asfáltica RC 250	2760	6,6	-	1	18216,00
Carpeta Asfáltica Mezclado en Planta de 2" de espesor (Incluye Transporte)	2760	6,6	-	1	18216,00
Hormigón simple en cunetas $f'c=210$ Kg/cm <sup>2</sup> ., incluye encofrado y conformación	2760	0,8	0,1	2	441,60
Pintura de trafico línea simple continua lateral a=12 cm (l=variable) blanca	4300	-	-	2	4300,00
Pintura de trafico línea doble continua acrílica a=12 cm (l=variable) amarilla	4300	-	-	1	4300,00
Pintura de trafico pasos cebras	3	0,45	-	20	27,00
Limpieza de cunetas a máquina	1540	-	-	1	1540,00
Sello de fisuras con arena slurry polimérico y emulsión asfáltica	1540	6,6	-	1	10164,00

## Anexo J – 2

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### **RUBRO 01.- EXCAVACION DE LA CALZADA SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO**

**Descripción.-** Estos trabajos consistirán en la excavación, la carga y transporte del material excavado hasta la zona de desalojo.

**Procedimiento.-** Esta excavación permitirá llegar a la subrasante y construir las estructuras de drenaje, y todo otro trabajo de movimiento de tierras que sea requerido en la construcción de la vía, de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Ingeniero Fiscalizador.

Previa a la colocación de la capa de subbase, se deberá conformar y compactar el material a nivel de subrasante de acuerdo con lo previsto en el Ítem 3, Terminación de la Subrasante.

**Medición y pago.-** Las cantidades a pagarse por la excavación y desalojo de la plataforma de la vía serán los volúmenes medidos en su posición original y calculada de acuerdo con lo estipulado en las secciones típicas pertinentes de la excavación efectivamente ejecutada de acuerdo con los planos y las instrucciones del Ingeniero Fiscalizador, y aceptada. Las áreas transversales que se utilizan en el cálculo de volúmenes serán computadas en base a las secciones transversales originales del terreno natural, y las secciones transversales finales tomadas del trabajo terminado y aceptado. Las cantidades establecidas se pagarán a los precios contractuales para cada uno del rubro abajo designado y que conste en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación, y transporte del material sin clasificar al lugar establecido por la fiscalización, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

**Unidad.-** m<sup>3</sup>

**Equipo mínimo.-** Motoniveladora, cargadora, volqueta 8m<sup>3</sup> [27]

## **RUBRO 02.- DERROCAMIENTO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN INCLUYE DESALOJO**

### **DEFINICIÓN. -**

El constructor procederá a derrocar bordillos, aceras, muros y otros elementos de hormigón simple o ciclópeo que se encuentren indicados en los planos y los decididos en obra por la fiscalización, cuidando que estas remociones no afecten los elementos constructivos que se conservan, desalojando los materiales fuera de obra, a los lugares permitidos por la municipalidad.

**Unidad:** metro cúbico (m3).

**Materiales mínimos:** puntales.

**Equipo mínimo:** Herramienta menor, amoladora, andamios, martillo neumático, andamios, volqueta. [28]

## **RUBRO 03.- TERMINACION DE LA SUBRASANTE**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el acabado de la subrasante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señaladas en los planos o fijadas por el Ingeniero Fiscalizador. Este trabajo será realizado posteriormente a la excavación de calzada.

**Procedimiento.-** Para la realización de este trabajo deberán tomarse en cuenta los trabajos de topografía, perfiles y referencias estipuladas en el rubro 1 (Replanteo y Nivelación). Inmediatamente después que la excavación de la calzada haya sido terminada se procederá a la conformación y compactación de la subrasante y de ser necesario se realizarán previamente trabajos de escarificación, emparejamiento, humedecimiento u creación, para lograr una subrasante perfectamente compactada y conformada según las cotas y secciones transversales estipuladas. La subrasante acabada deberá ser mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque sobre ella la capa de subbase correspondiente.

**Medición y pago.-** La terminación de la subrasante será el número de metros cuadrados medidos a lo largo y ancho de la vía de la subrasante aceptablemente

terminada de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y la verificación y aceptación del Ingeniero Fiscalizador.

**Unidad.-** m<sup>2</sup>

**Equipo mínimo.-** Motoniveladora, rodillo liso vibratorio, tanquero de agua, plancha compactadora

**Mano de obra mínima calificada.-** Operador de motoniveladora, operador de rodillo, chofer de volqueta/tanquero, peón.[27]

**RUBRO 04.- CONSTRUCCION DE SUB-BASE CLASE 3 – (INCLUYE TRANSPORTE).**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de subbase compuestas de agregados gruesos triturados o sólo cribados, mezclados con agregado fino proveniente de trituración o un suelo fino seleccionado, o ambos. Las capas de subbase se colocarán sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de conformidad con los espesores, alineamientos, pendientes, y sección típica señalados en los planos. La subbase para utilizarse en la obra será de clase 3, la cual consta indicada en los planos.

Las sub-base clase 3 será aquella obtenida de la fuente de material de los sitios señalados en los documentos contractuales. El Contratista deberá desmenuzar, triturar, cribar, mezclar o quitar material conforme sea necesario para producir una sub-base que cumpla con los requisitos pertinentes que constan en la tabla 403-1.1 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

**Procedimiento.-** Preparación de la Subrasante.- La subrasante en todo su ancho deberá terminarse en la forma establecida en el Ítem (4) Terminación de la Subrasante, antes de comenzar la colocación la de sub-base. La superficie de la subrasante terminada deberá ser libre de cualquier material suelto o extraño. Cualquier instalación de drenaje subterráneo que hubiere sido indicado en los planos deberá ser terminada completamente antes de iniciar la colocación de sub-base.

**Mezclado.-** Los agregados gruesos y finos producidos de acuerdo con lo establecido deberán ser combinados y mezclados siguiendo el método descrito a continuación:

**Mezcla en planta:** Las fracciones individuales de agregados gruesos y agregados finos serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada. Toda la operación será conducida de manera de obtener en forma consistente los resultados especificados. La cantidad de agua que se añada será la suficiente para dar a la mezcla esparcida en la obra la humedad adecuada para poder obtener la densidad especificada.

**Distribución y conformación:** La sub-base que haya sido mezclada en planta central deberá ser cargada directamente en volquetes y transportada hasta la obra, la mezcla será esparcida por medio de motoniveladoras comenzando en el punto aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

El material deberá ser distribuido en franjas de espesor uniforme sin que se produzca segregación de tamaños, de manera que luego de la conformación y compactación se obtenga el espesor, pendiente y sección transversal indicados en los planos. Todos los trabajos de esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento, emparejamiento y compactación, deberá ser ejecutados como una operación conjunta y el equipo necesario para la realización de estos trabajos deberá ser proporcionado y utilizado por el Contratista para asegurar que la compactación final no se retrase más de la distancia estipulada por el Ingeniero Fiscalizador, y según los tramos que se construyan.

No se permitirá la colocación en montones al menos que el Ingeniero Fiscalizador lo autorice, igualmente no se permitirá al tráfico atravesar la sub-base sin completar. Donde se hace acarreo sobre material previamente colocado y compactado, el equipo de transporte deberá ser dirigido tan uniformemente como sea posible sobre toda la extensión de capas previamente construidas.

La sub-base será construida en capas compactadas de espesor igual al estipulado en la sección tipo correspondiente y que consta en los planos. En el caso de que la sub-base deba ser colocada en capas, éstas serán construidas de un espesor aproximadamente igual y se usarán para cada capa los procedimientos de construcción aquí descritos.

En lugares inaccesibles al equipo de distribución, se podrá colocar el material por cualquier medio que produzca los resultados especificados. Compactación: Inmediatamente luego de terminada la distribución y conformación del material mezclado, cada capa deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos de cilindro liso y rodillos neumáticos u otro equipo aprobado por la Fiscalización. La compactación deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro de la capa, en sentido paralelo al eje del camino siguiendo los lineamientos que constan en el numeral 403-1.05.4 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

Ensayos y Tolerancias.- Se comprobará la granulometría de sub-base mediante los ensayos INEN 696 (AASHO T-11 y T-27), los mismos que se llevarán a cabo inmediatamente después del mezclado en la planta. La aceptación de la mezcla en la planta no exonerará al Contratista de la obligación de mantener la granulometría especificada hasta que el material esté ubicado en la obra.

Todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados se determinarán según lo prescrito en el numeral 403-1.04 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

Los siguientes ensayos se realizarán para controlar la calidad de construcción de las capas de sub-base:

Densidad máxima y óptima humedad: Ensayo AASHTO T-180, método D.

Densidad de campo: Ensayo AASHO T-147, o usando equipo nuclear debidamente calibrado.

El promedio del espesor de la subbase terminada deberá ser igual que el espesor indicado en los planos y en ningún punto el espesor deberá variar de lo especificado en la sección típica.

Medición y pago.- La cantidad a pagarse por la construcción de la sub-base, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Ingeniero

Fiscalizador, medidos en su lugar después de la compactación. Se usarán las dimensiones de ancho indicadas en los planos o las dimensiones medidas en obra.

La longitud utilizada será la distancia horizontal real, medida a lo largo el eje de la vía, del tramo que se está midiendo. El espesor utilizado en el cómputo será el indicado en los planos, mismo que deberá corresponder al medido en la obra.

Las cantidades determinadas en la medición se pagarán a los precios contractuales para el rubro más abajo designado y que consta en el contrato.

Estos precios y pagados constituirán la compensación total por la producción y suministros de agregados, mezcla en planta, distribución, mezclado, hidratación, conformación y compactación del material de sub-base, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para la ejecución de los trabajos descritos, incluido el transporte.

**Unidad.-** m<sup>3</sup>

**Materiales mínimos.-** Subbase clase 3 (incluye transporte), agua.

**Equipo mínimo.-** Motoniveladora, rodillo liso vibratorio, tanquero de agua.

**Mano de obra mínima calificada.-** Operador de motoniveladora, operador de rodillo, chofer de volqueta/tanquero, peón, inspector de obra.[27]

## **RUBRO 5.-BASE CLASE 4 INCLUYE COLOCACION Y COMPACTACION**

### **DESCRIPCIÓN:**

En lo que al material de base se refiere, su granulometría de clasificación será de clase 4 , esta base clase 4, al momento de su explotación tendrá que ser constituida por fragmentos de roca o grava, cuyo tamaño deberá pasar en un 100% del tamiz de 2 pulgadas y cumplir con los requerimientos de las normas indicadas en el manual de diseño MOP-001-F-2002, en las que se define que el material de base clase 4, debe cumplir con los siguientes requisitos: El desgaste a la Abrasión en la máquina de los Ángeles tiene que ser menor al 40%, El límite líquido no debe ser mayor al 25%, su índice de plasticidad debe ser menor al 6%, tiene que tener una resistencia o un CBR

no menor al 80%; para este proceso se podrá realizar la explotación y cribado la cantera sea esta la autorizada para obtener el material de base clase 4, según como lo crea conveniente el contratista y aceptado por el fiscalizador; esta mezcla cumple con los requerimientos para producir Base Clase 4, cabe destacar que se deberá triturar el material y colocar una criba con malla no superior a 2 pulgada para de esta forma pueda cumplir con el requerimiento granulométrico de Base clase 4. La franja de diseño y los resultados del laboratorio se define en los cuadros siguientes:

<b>GRANULOMETRÍA DE BASE CLASE 4</b>	
<b>TAMIZ</b>	<b>% QUE PASA FAJA DE ESPECIFICACIONES</b>
2''	100
1''	60-90
N°4	20-50
N°200	0-15

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA</b>	<b>RESULTADO</b>
DESGASTE A LA ABRASIÓN	< 40%	18.70%
DESGASTE DE LOS SULFATOS	< 12%	6.86%
LÍMITE LÍQUIDO	< 25%	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD	< 6%	N.P.
PASANTE DEL TAMIZ N°200	< 15%	4.60%
COMPACTACIÓN PROCTOR	N.E.	2210 kg/cm <sup>3</sup>
CBR	> 80%	81.9%

Con estos resultados, y como factor de seguridad se diseñará con los CBR y módulos elásticos mínimos que deberán cumplir cada capa de la estructura del pavimento

### **MATERIALES MÍNIMOS**

Base Clase 4

### **MANO DE OBRA MINIMA**

Peón, Op. de Motoniveladora, Op. Rodillo autopropulsado, CHOFER: Tanqueros ,  
Engrasador o abastecedor responsable en construcción

### **EQUIPO MÍNIMO**

Herramientas manuales (5% M.O.), Motoniveladora, Rodillo Vibratorio liso, Camión Cisterna.[29]

### **RUBRO 6.- SUM. Y RIEGO DE IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA RC 250**

**DESCRIPCIÓN:** Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos y aprobados por Fiscalización. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será RC-250 establecidos en las Normas AASHTO M82, para productos de curado rápido, cuyos principales requerimientos se presentan en la tabla a continuación.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

Los asfaltos diluidos deben presentar un aspecto homogéneo y estar exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se los caliente a la temperatura de empleo.

El asfalto diluido será calentado de tal manera que no haya contacto con el vapor o agente empleado para el proceso. El Contratista suministrará permanentemente termómetros de precisión adecuada, en grados centígrados, para el control de la temperatura de aplicación del asfalto diluido.

El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser del asfalto.

El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente.

Para complemento de las especificaciones se tomará en cuenta “NORMAS DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES MOP001-F 2002 - ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES”.

**Unidad:** metro cuadrado ( m<sup>2</sup>)

**Equipo:** El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo, el equipo mínimo necesario constará de: herramienta menor, distribuidor de asfalto 130 HP, escoba autopropulsada 76 HP.

**Mano de Obra:** Cada equipo dispondrá de su respectiva mano de obra calificada; Estructura ocupacional E2, estructura ocupacional D2, operador equipo pesado C2.

**Materiales:** Asfalto RC250 imprimación y diésel.

**Medición y forma de pago:** La medida para el pago de este rubro será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de imprimación asfáltica RC 250 con aproximación de dos decimales debidamente ejecutado y aceptado por la Fiscalización. [30]

**RUBRO 07.-CARPETA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA DE 3" DE ESPESOR (INCLUYE TRANSPORTE), CARPETA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA DE 2" DE ESPESOR (INCLUYE TRANSPORTE)**

**DESCRIPCIÓN. –**

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

**PROCEDIMIENTO. –**

Los agregados se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesarios para reducir la humedad a un máximo de 1%; al momento de efectuar la mezcla, deberá comprobarse que los núcleos de los agregados cumplan este requisito. El calentamiento será uniforme y graduado, para evitar cualquier deterioro de los agregados. Los agregados secos y calientes pasarán a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, desde donde serán dosificados en sus distintas fracciones, de acuerdo con la fórmula maestra de obra, para ser introducidos en la mezcladora.

La mezcla de los agregados y el asfalto será efectuada en una planta central de mezcla continua o por paradas. Según el caso, los agregados y el asfalto podrán ser dosificados por volumen o al peso. La cantidad de agregados y asfalto por mezclar estará dentro de los límites de capacidad establecida por el fabricante de la planta, para la carga de cada parada o la razón de alimentación en las mezcladoras continuas. De todos modos, de existir sitios en donde los materiales no se agiten suficientemente para lograr una mezcla uniforme, deberá reducirse la cantidad de los materiales para cada mezcla. La

temperatura del cemento asfáltico, al momento de la mezcla, estará entre los 135 °C y 160 °C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120 °C y 160 °C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto.

La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.

Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón asfáltico sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el contratista deberá disponer de un equipo de comunicación confiable, entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va sellando la superficie.

Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia. Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso). El contratista realizará las pruebas correspondientes del asfalto y/o según lo solicitado por la Fiscalización bajo su costo.

#### **MEDICIÓN Y PAGO. –**

Las cantidades para pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado.

**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**Materiales mínimos:**

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Las mezclas asfálticas para emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2.

**Equipo mínimo:** Planta Asfáltica, volquetas, terminadora de asfalto, rodillo liso, rodillo neumático.

**Mano de obra mínima calificada:** 2C2, C1, D2, E2, ESTR. OC. C1.[31]

**RUBRO 08.- HORMIGÓN SIMPLE EN CUNETAS F´C=210 KG/CM2., INCLUYE ENCOFRADO, ENLUCIDO, CONFORM.**

**Conceptos de trabajo. -**

**Definición. -**

Este rubro consiste en la provisión de todos los materiales necesarios, encofrados, equipo y mano de obra para elaboración, vertido y curado del hormigón simple en cunetas, que se utilizan para soportar cargas y evacuación de las aguas lluvias y otras, con los espesores, dimensiones y detalles indicados en los planos estructurales.

**Especificaciones. -**

El hormigón tendrá una resistencia mínima de 210 Kg/cm2., a los 28 días. Los encofrados, armaduras e instalaciones, se someterán a una revisión previa a la fundición, debiendo cada uno de los elementos estar de acuerdo con lo previsto en los

planos estructurales. Pueden usarse aditivos que mejoren la trabajabilidad y las características finales o confieran impermeabilidad al elemento.

El presente rubro comprende las actividades de conformación, encofrado hormigonado y enlucido o terminado de las cunetas, para dar una adecuada funcionalidad durante el periodo de diseño del elemento estructural.

**Forma de pago. -**

La medición se lo hará en unidades de volumen y su pago se lo realizará por los metros cúbicos realmente ejecutados y aceptados por la fiscalización.

- Análisis 523537: Bordillos de Horm. Simple,  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>; tipo (A), (Sec. 12x17x50 cm.)

**Unidad:** m<sup>3</sup> [32]

**RUBRO 09.-PINTURA DE TRAFICO LINEA SIMPLE CONTINUA LATERAL a=12 cm (l=variable) blanca**

**RUBRO 10.-PINTURA DE TRAFICO LINEA DOBLE CONTINUA ACRILICA a=12 cm (l=variable) AMARILLA**

**Descripción.** - Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

**Procedimiento.** - Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F2002.

Además, Las microesferas de vidrio cumplirán las siguientes especificaciones: AASHTO M 247, Tipo 1

Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 3 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 20 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m<sup>2</sup> de marcas. Las microesferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. por cada lt. de pintura.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura de tráfico con microesferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

**Medición y pago.** - Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas en metros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje, laterales de la vía y bordillos. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

**Unidad.** – metro (m)

**Materiales mínimos.** – pintura de alto tráfico para tránsito reflectiva, microesferas de cristal

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, camión franjador

**Mano de obra mínima calificada.** – operador franjadora, pintor, peón

**Unidad.** – metro (m)

**Materiales mínimos.** – pintura de alto tráfico para tránsito reflectiva, microesferas de cristal, diluyente para pintura de tránsito #1649 s

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, camión franjador

**Mano de obra mínima calificada.** – operador franjadora, pintor, peón

## **RUBRO 11.-PINTURA DE TRAFICO PASOS CEBRAS**

**Descripción.** - Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

**Procedimiento.** - Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F2002.

Además, Las microesferas de vidrio cumplirán las siguientes especificaciones: AASHTO M 247, Tipo 1

Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Las franjas serán de un ancho mínimo de 12 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 3 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 20 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m<sup>2</sup> de marcas.

Las microesferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg por cada litro de pintura.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o microesferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

**Medición y pago.** - Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas por superficie en metros cuadrados de marcas en el pavimento, y se medirán las áreas del paso cebra. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

**Unidad.** – metro cuadrado(m<sup>2</sup>)

Materiales mínimos. – pintura de alto tráfico, para tránsito reflectivo, microesferas de cristal, diluyente para pintura de tránsito #1649 S

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, camión franjador

**Mano de obra mínima calificada.** – operador franjadora, pintor, peón[33]

## **RUBRO 12.- LIMPIEZA DE CUNETAS A MÁQUINA**

### **a) Descripción**

Consiste en el corte, figurado de obras de evacuación de aguas cunetas, así como la limpieza y rehabilitación de estas que incluya matorrales, árboles, troncos, hojarascas, basura y otros, así como el desalojo de materiales a sitios autorizados por el Fiscalizador.

Las cunetas seguirán las pendientes longitudinales de las vías y que se asegure que la cuneta sea limpiada y permita que el agua fluya normalmente hasta los puntos de descarga alcantarillas, sean ríos o quebradas, no se aceptará cunetas que presente depresiones donde se empoce el agua, siendo responsabilidad del contratista velar por su correcto funcionamiento hasta la recepción definitiva el contrato, sin coste adicional.

#### **b) Procedimiento de trabajo**

- Asegurar un control adecuado del tráfico, colocando banderilleros al inicio y al final del tramo de la vía
- Raspar y arrastrar el sedimento desde el fondo de la cuneta hacia el espaldón o colgada según sea el caso
- En el caso de que el talud requiera de material adicional, se puede arrastrar el sedimento hacia el mismo
- Asegurar que la cuneta limpiada permita que el agua fluya normalmente y no exista depresiones donde se empozará el agua
- Acumular el sedimento en una hilera o en montones para su posterior acarreo, cargado o desalojo
- Cargado y desalojo de material hasta 500 m
- Que se asegure que los desfuegos de cuneta hacia sitios de escorrentías naturales no sean mayores a los 400 ml, o a sitios indicados por el fiscalizador.

#### **c) Equipo**

- Motoniveladora
- Retroexcavadora
- Volquete

#### **d) Medición y forma de pago**

Los trabajos de limpieza se pagarán con autorización del Fiscalizador, los mismo que incluyen además la remoción, almacenamiento y desalojo de materiales, se medirán por metro lineal, ml, que corresponde a las cunetas y encauzamientos de agua

atendidos. El pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas, los materiales y operaciones conexas necesarias para la correcta ejecución del trabajo conforme a lo especificado. Este rubro se medirá en (m).[34]

### **RUBRO 13.-SELLO DE FISURAS CON ARENA SLURRY POLIMERICICO Y EMULSION ASFALTICA**

Descripción. - Se define como slurry polimérico en frío, la mezcla homogénea de emulsión asfáltica, polímeros, rellenos minerales y aditivos, convenientemente extendida y nivelada, sobre las capas de un pavimento deteriorado, que presenta microfisuras, fisuras extendidas (piel de cocodrilo), con el fin de sellar la superficie, impermeabilizar la misma para evitar el ingreso de agua a las capas subyacentes.

**Procedimiento.** –

#### **MATERIALES CONSTITUYENTES**

Emulsión asfáltica que debe contener promotor de adherencia en base aminas, antioxidantes, cargas minerales y espesantes. Polímeros de alto peso molecular, que generen mayor adhesividad al pavimento. Agregados minerales triturados y seleccionados por granulometría.

Agua

Cemento.

#### **Emulsiones asfálticas**

El tipo de emulsión asfáltica a emplear, salvo justificación en las especificaciones técnicas o contrato, deberá ser:CSS-1H, y cumplirán lo establecido en las especificaciones técnicas del MOP.

Polímeros

Combinación de polímeros de alto peso molecular, compatibles con las emulsiones asfálticas y que se incorporan en la obra.

Agua

El agua utilizada para la mezcla reciclada podrá ser agua potable, proveniente de pozos o de ríos.

Cemento

Se utilizará cemento gris.

### **CAMPOS DE APLICACIÓN**

Principalmente los slurrys poliméricos se aplican en rehabilitación de pavimentos parcialmente agotados y que presentan fisuras en su superficie; como mejora de las vías, sellado de las fisuras, impermeabilización de la superficie, previa a la realización de un refuerzo, o colocación de superficie de rodadura.

### **EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

La ejecución de las obras de slurry polimérico incluye las operaciones siguientes:

Estudio previo de las áreas deterioradas que son susceptibles de aceptar este resane superficial.

Mezcla de los componentes del slurry polimérico, en concreteira.

Incorporación de emulsión asfáltica (con promotor de adherencia en base aminas y antioxidantes), agua, agregados minerales y cemento.

Mezcla y extensión del producto obtenido en la concreteira.

La extensión se puede realizar con extendedores de caucho, llanas metálicas.

Curado y apertura al tráfico.

Ejecución de un sello asfáltico, colocación de carpetas en caliente.

### **ESTUDIO DE LOS MATERIALES**

Estudio de la emulsión

Se comprobará la compatibilidad de la emulsión asfáltica con el material pétreo a utilizar, mediante ensayos de mezcla.

Se verificará la viscosidad de aplicación, para garantizar el total sello de las fisuras.

## **ESTUDIO DE LA MEZCLA - FÓRMULA DE TRABAJO**

La fórmula de trabajo fijará como mínimo las siguientes características:

El espesor del sello de fisuras.

La granulometría del material pétreo por los tamices establecidos.

El tipo de emulsión asfáltica (con promotor de adherencia en base aminas y antioxidantes) y la proporción en masa de asfalto residual a incorporar, respecto a la masa total del material a instalar en seco.

La proporción en masa, respecto a la masa total del material a colocar en seco, de agua que se vaya a aportar.

Cemento y su proporción en masa, respecto a la masa total del producto en seco.

Tiempo de secado y apertura al tráfico, hasta la colocación de la nueva superficie de rodadura.

## **EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

Concretera

Para la ejecución del slurry polimérico se deberán emplear equipos mecánicos muy sencillos. Pueden utilizarse concretas de rendimiento aproximado de 2.5 m<sup>3</sup>/hora, con llantas neumáticas tipo automotriz, fijación del tambor en cualquier posición por medio de trinquete, sistema de transmisión por una, o dos bandas o correas tipo V, cabina amplia y ventilada para el motor, barra de remolque extensible para facilitar el transporte.

El motor puede ser a gasolina, diésel o eléctrico.

Equipo menor y de extensión.

Se deberá disponer de la cantidad de equipos que permitan el traslado del slurry polimérico hasta las áreas de trabajo, y su posterior extensión en forma homogénea, bien mezclados, y con el perfil deseado, que garantice el sello de las fisuras y la libre circulación del tráfico, hasta la colocación de la superficie de rodadura final.

Equipo de compactación.

No es necesario

### **ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA**

Terminación, rasante, espesor y anchura.

La superficie de la capa de slurry polimérico terminada deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones y acabado geométrico adecuado.

La rasante de la superficie terminada no deberá superar en 5mm la superficie de la calzada intervenida.

El espesor de la capa no deberá ser inferior al previsto para sellar las fisuras, y definido en los Planos y las especificaciones del Proyecto.

**Medición y pago.** - La unidad de medida del sello de fisuras será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de fisura sellada para cualquier ancho y profundidad de ella, en acuerdo con los documentos del proyecto y a plena satisfacción del Fiscalizador.

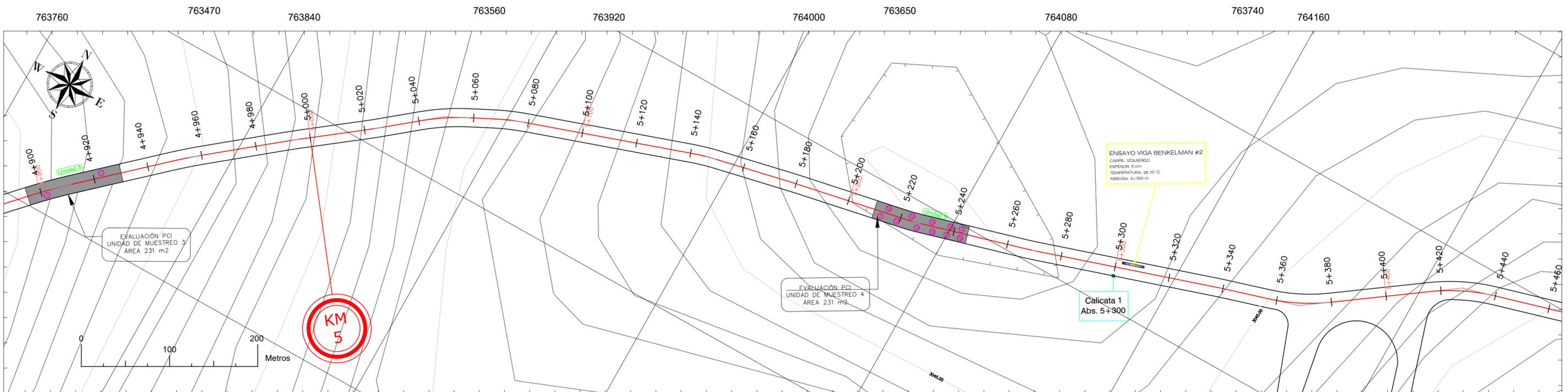
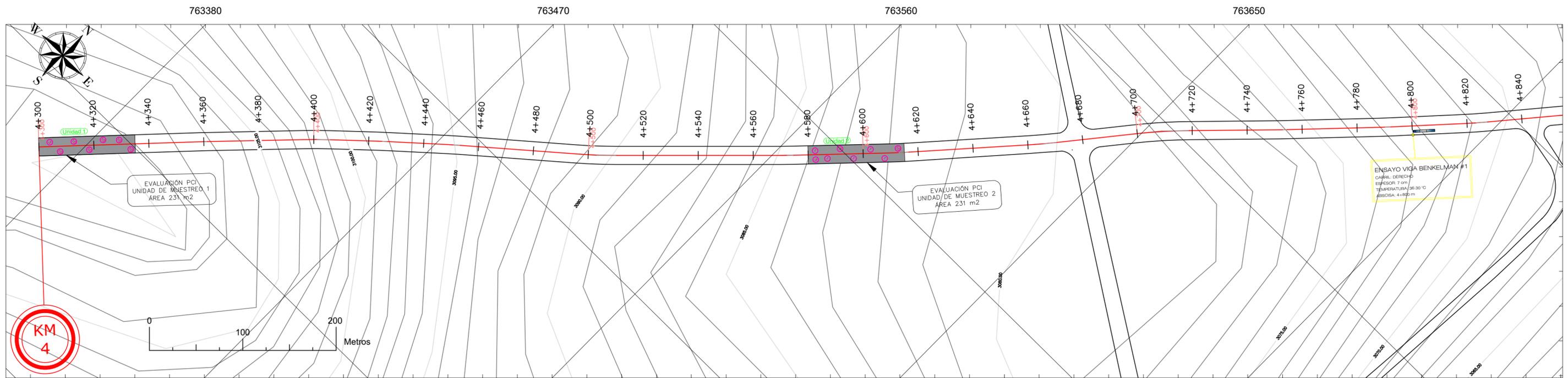
**Unidad.** – metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**Materiales mínimos.** – polímetro, agua potable, emulsión asfáltica, cemento portland, arena cuarzo.

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, concreteira 1 saco

**Mano de obra mínima calificada.** – peón, albañil, op. Equipo liviano[33]

**ANEXO M – MAPAS DE  
LA VÍA QUERO –  
MOCHA DE LA  
ABSCISA 4+300 – 8+600**



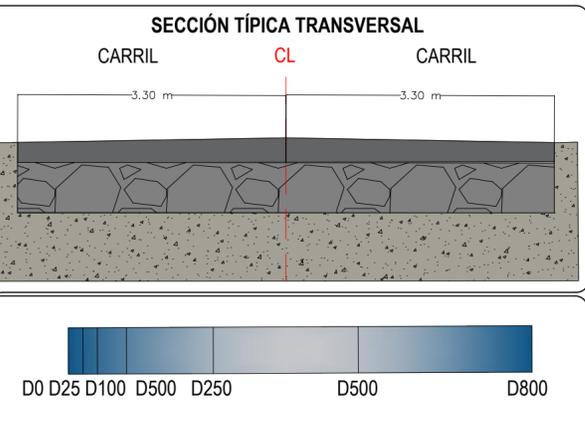
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TEMA:** EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**UBICACIÓN**

**COORDENADAS:** UTM - WGS 84 17 S  
 Abs Inicial: 4+300  
 NORTE: 9843808; ESTE: 763353  
 Abs Final: 8+600  
 NORTE: 9845849.36; ESTE: 766260.83

- TIPO DE FALLAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**
1. Piel de Cocodrilo
  2. Exudación
  3. Fisuras en Bloque
  4. Protuberancias y Hundimientos
  5. Corrugación
  6. Hundimiento
  7. Grietas de Borde
  8. Grietas de Reflexión de Juntas
  9. Desnivel de Carril/Hombros
  10. Grietas Longitudinales y Transversales
  11. Parches y Zanjas Reparadas
  12. Agregado Pulido
  13. Baches
  14. Cruce de Vía Férrea
  15. Ahuellamiento
  16. Deformaciones por Desplazamiento
  17. Grieta Parabólica o por Deslizamiento
  18. Hinchamiento
  19. Desprendimiento de Agregados

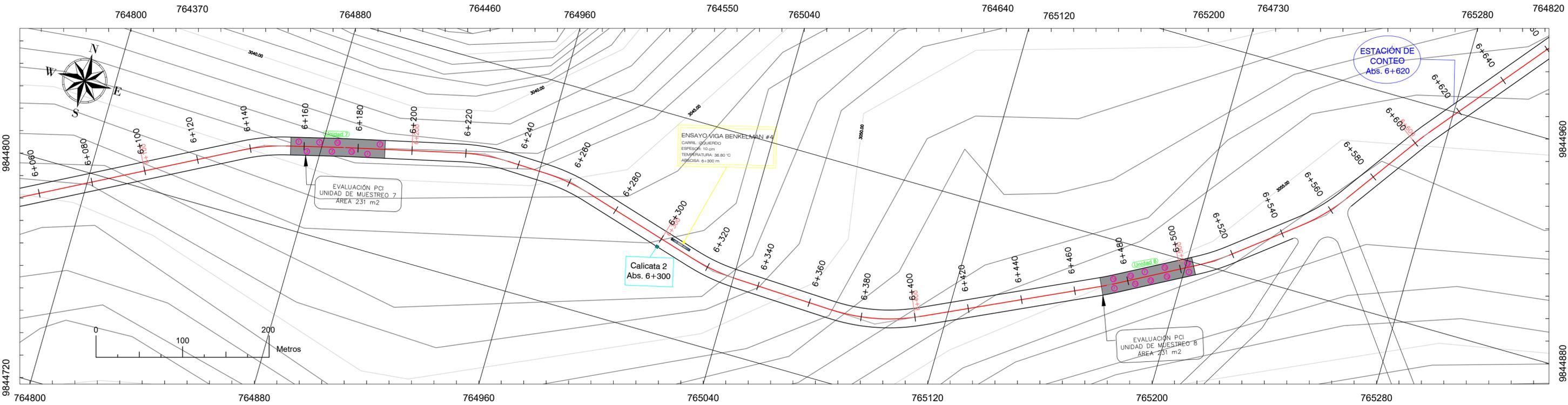
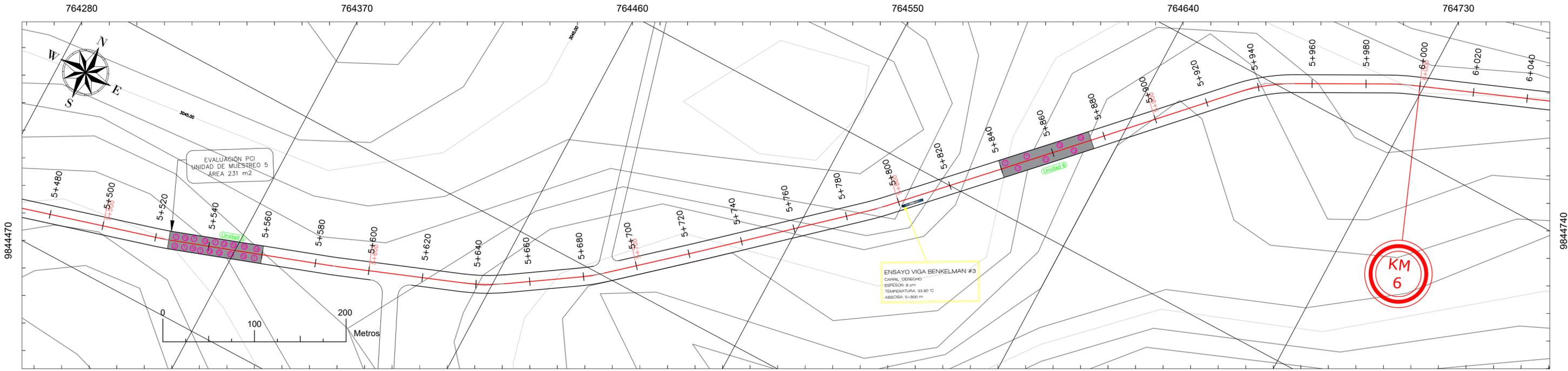


**CONTENIDO**

- ABSCISADO DE LA VÍA QUERO - MOCHA EN EL TRAMO 4+300 - 8+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI
- UNIDADES DE MEDICIÓN CON VIGA BENKELMAN
- PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: ENERO 2024

ELABORADO POR: JENNY PAULINA TOAQUIZA LICTA    DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.



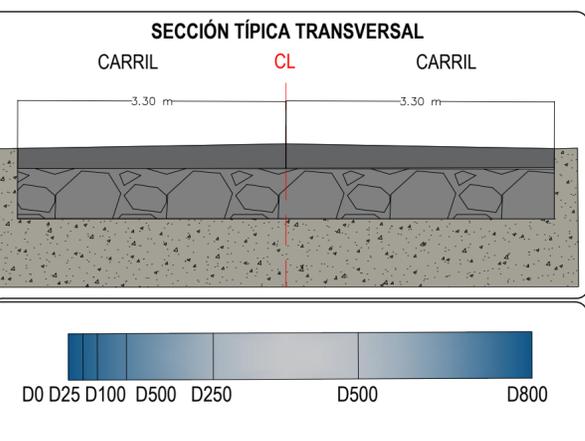
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TEMA:** EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**UBICACIÓN**

**COORDENADAS:** UTM - WGS 84 17 S  
 Abs Inicial: 4+300  
 NORTE: 9843808; ESTE: 763353  
 Abs Final: 8+600  
 NORTE: 9845849.36; ESTE: 766260.83

- TIPO DE FALLAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**
1. Piel de Cocodrilo
  2. Exudación
  3. Fisuras en Bloque
  4. Protuberancias y Hundimientos
  5. Corrugación
  6. Hundimiento
  7. Grietas de Borde
  8. Grietas de Reflexión de Juntas
  9. Desnivel de Carril/Hombros
  10. Grietas Longitudinales y Transversales
  11. Parches y Zanjas Reparadas
  12. Agregado Pulido
  13. Baches
  14. Cruce de Vía Férrica
  15. Ahuellamiento
  16. Deformaciones por Desplazamiento
  17. Grieta Parabólica o por Deslizamiento
  18. Hinchamiento
  19. Desprendimiento de Agregados

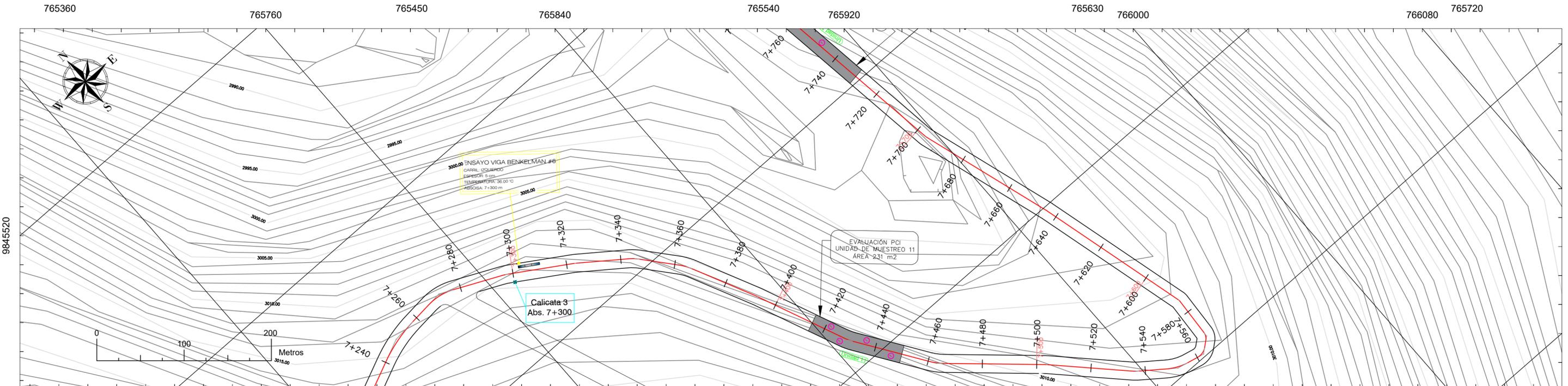
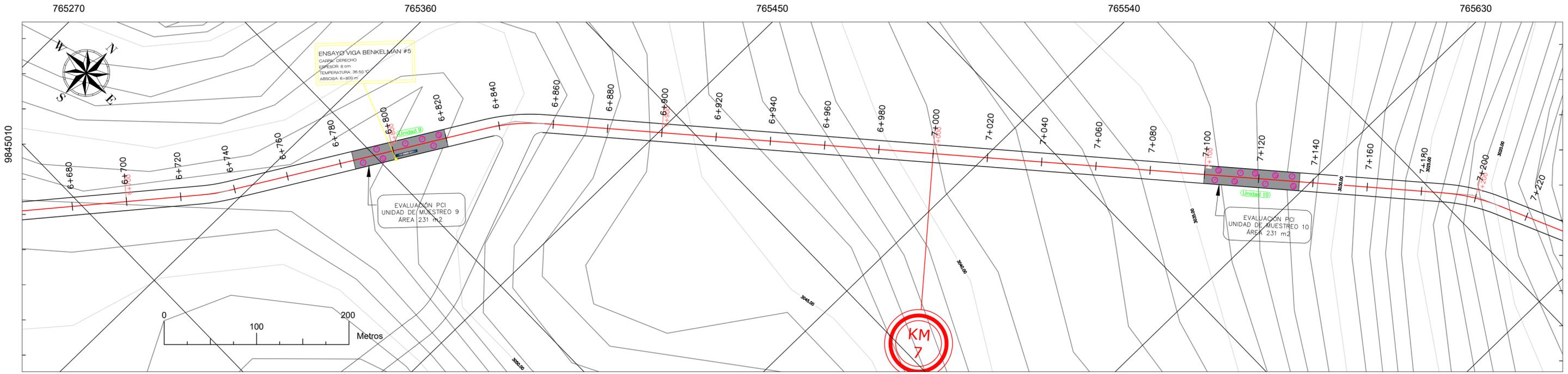


**CONTENIDO**

- ABCISADO DE LA VÍA QUERO - MOCHA EN EL TRAMO 4+300 - 8+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI
- UNIDADES DE MEDICIÓN CON VIGA BENKELMAN
- PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: ENERO 2024

ELABORADO POR: JENNY PAULINA TOAQUIZA LICTA    DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.



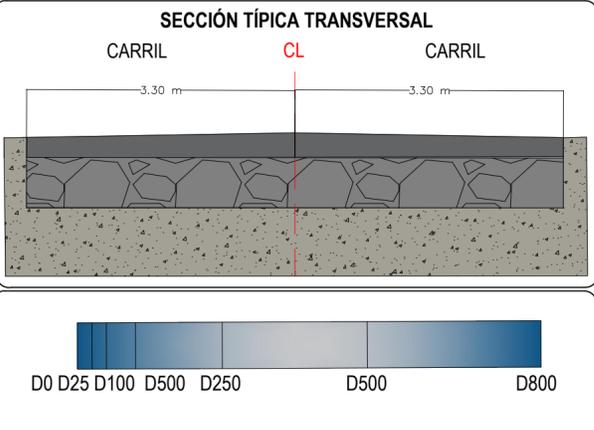
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TEMA:** EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**UBICACIÓN**

**COORDENADAS:** UTM - WGS 84 17 S  
 Abs Inical: 4+300  
 NORTE: 9843808; ESTE: 763353  
 Abs Final: 8+600  
 NORTE: 9845849.36; ESTE: 766260.83

- TIPO DE FALLAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**
1. Piel de Cocodrilo
  2. Exudación
  3. Fisuras en Bloque
  4. Protuberancias y Hundimientos
  5. Corrugación
  6. Hundimiento
  7. Grietas de Borde
  8. Grietas de Reflexión de Juntas
  9. Desnivel de Carril/Hombros
  10. Grietas Longitudinales y Transversales
  11. Parches y Zanjas Reparadas
  12. Agregado Pulido
  13. Baches
  14. Cruce de Vía Férrea
  15. Ahuellamiento
  16. Deformaciones por Desplazamiento
  17. Grieta Parabólica o por Deslizamiento
  18. Hinchamiento
  19. Desprendimiento de Agregados

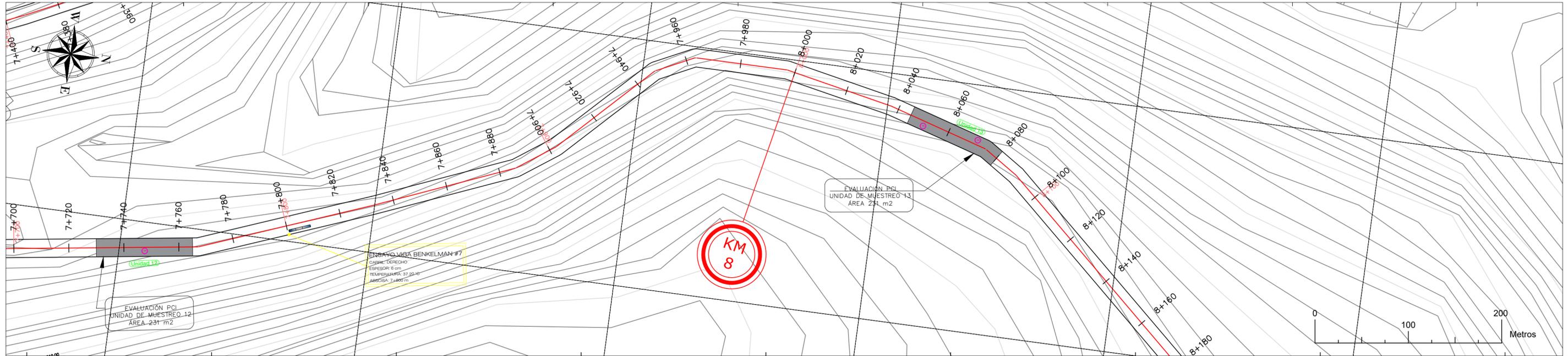


**CONTENIDO**

- ABCISADO DE LA VÍA QUERO - MOCHA EN EL TRAMO 4+300 - 8+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI
- UNIDADES DE MEDICIÓN CON VIGA BENKELMAN
- PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: ENERO 2024

ELABORADO POR: JENNY PAULINA TOAQUIZA LICTA    DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.



765840

765920

766000

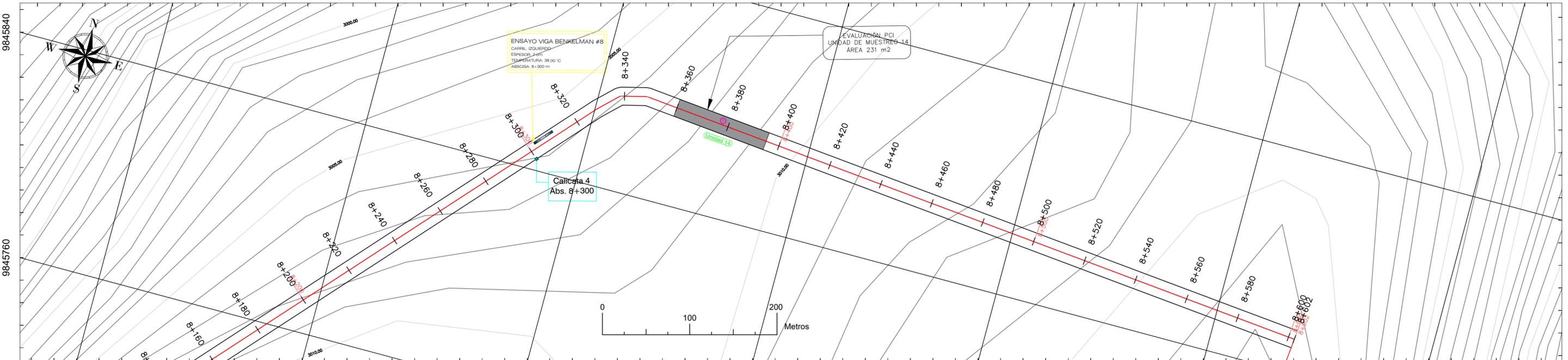
766080

766160

765900

766240

766320



765840

765920

766000

766080

766160

766240

766320

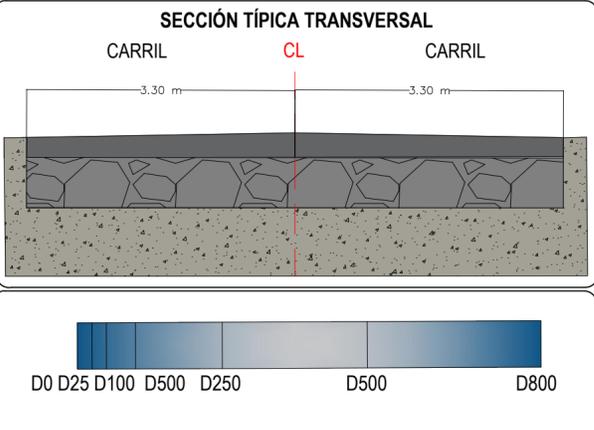
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TEMA:** EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABSCISA 4+300 - 8+600, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**UBICACIÓN**

**COORDENADAS:** UTM - WGS 84 17 S  
 Abs Inical: 4+300  
 NORTE: 9843808; ESTE: 763353  
 Abs Final: 8+600  
 NORTE: 9845849.36; ESTE: 766260.83

- TIPO DE FALLAS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**
1. Piel de Cocodrilo
  2. Exudación
  3. Fisuras en Bloque
  4. Protuberancias y Hundimientos
  5. Corrugación
  6. Hundimiento
  7. Grietas de Borde
  8. Grietas de Reflexión de Juntas
  9. Desnivel de Carril/Hombros
  10. Grietas Longitudinales y Transversales
  11. Parches y Zanjas Reparadas
  12. Agregado Pulido
  13. Baches
  14. Cruce de Vía Férrica
  15. Ahuellamiento
  16. Deformaciones por Desplazamiento
  17. Grieta Parabólica o por Deslizamiento
  18. Hinchamiento
  19. Desprendimiento de Agregados



**CONTENIDO**

- ABSCISADO DE LA VÍA QUERO - MOCHA EN EL TRAMO 4+300 - 8+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI
- UNIDADES DE MEDICIÓN CON VIGA BENKELMAN
- PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

PROVINCIA: TUNGURAHUA      ESCALA: 1:1000      FECHA: ENERO 2024

ELABORADO POR: JENNY PAULINA TOAQUIZA LICTA      DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.

# **ANEXO N – REGISTROS FOTOGRAFÍCOS**

<b>EVIDENCIA FOTOGRÁFICA</b>	
<b>CONTEO VEHICULAR</b>	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	
Conteo de vehículos	Conteo de vehículos
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN (PCI)</b>	
<b>Fotografía 5</b>	<b>Fotografía 6</b>
	
Medición del ancho de la vía	Medición de fallas
<b>Fotografía 7</b>	<b>Fotografía 8</b>
	
Medición de fallas	Medición de fallas

**DEFLEXIONES – VIGA BENKELMAN**

**Fotografía 9**



Pesaje de la volqueta con material

**Fotografía 10**



Pesaje óptimo de la volqueta a 8.2 Ton

**Fotografía 11**



Nivelación para las deflexiones

**Fotografía 12**



Medición de las deflexiones

**EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**

**Fotografía 13**



Extracción de muestras

**Fotografía 14**



Extracción de muestras

<b>Fotografía 15</b>	<b>Fotografía 16</b>
	
Medición del espesor del material granular	Extracción de muestras
<b>ENSAYO DCP</b>	
<b>Fotografía 17</b>	<b>Fotografía 18</b>
	
Realización del ensayo DCP	Lectura del ensayo DCP
<b>Fotografía 19</b>	<b>Fotografía 20</b>
	
Realización del ensayo DCP	Realización del ensayo DCP

<b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b>	
<b>Fotografía 21</b>	<b>Fotografía 22</b>
	
Pesaje para el ensayo de granulometría	Colocación de los tamices para en ensayo
<b>Fotografía 21</b>	<b>Fotografía 22</b>
	
Retiro de los tamices para en ensayo	Pesaje de muestra de los tamices
<b>ENSAYO DE ABRASIÓN</b>	
<b>Fotografía 23</b>	<b>Fotografía 24</b>
	
Tamizaje de agregados gruesos	Colocación de muestra en la máquina de Ángeles

<b>Fotografía 25</b>	<b>Fotografía 26</b>
	
Tamizaje para conocer el porcentaje de desgaste	Pesaje para conocer el porcentaje de desgaste
<b>ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>Fotografía 27</b>	<b>Fotografía 28</b>
	
Ensayo Límite Plástico	Ensayo Límite Líquido
<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>	
<b>Fotografía 29</b>	<b>Fotografía 30</b>
	
Realización del ensayo de Proctor Modificado	Enrasado de la muestra

<b>ENSAYO CBR</b>	
<b>Fotografía 31</b>	<b>Fotografía 32</b>
	
Colocación de la muestra para el ensayo	Compactación de la muestra
<b>Fotografía 33</b>	<b>Fotografía 34</b>
	
Sumergido de la muestra	Observación del esponjamiento