



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**"IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO –
TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI"**

AUTOR: Byron Patricio Guashca Vega

TUTOR: Ing. Rodrigo Iván Acosta Lozada. Mg.

AMBATO - ECUADOR

Enero - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO – TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. **Byron Patricio Guashca Vega** portador de la cedula de ciudadanía: C.I. 0503446965, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, enero 2022

Ing. Rodrigo Iván Acosta Lozada. Mg.

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Byron Patricio Guashca Vega**, con C.I 0503446965 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO – TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, 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, enero 2022



Byron Patricio Guashca Vega

C.I: 0503446965

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, 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, enero 2022



Byron Patricio Guashca Vega

C.I: 0503446965

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Byron Patricio Guashca Vega de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO – TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, enero 2022

Para constancia firman:

Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez. PhD.

Miembro Calificador

In. Byron Genaro Cañizares Proaño. Mg

Miembro Calificador

DEDICATORIA

A lo largo de mi vida universitaria que comenzó como un reto, pero con paciencia y tenacidad, con momentos alegres y tristes he llegado a esta instancia, el presente trabajo se lo dedico a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para continuar por el camino correcto junto a una familia maravillosa quienes han sido un ejemplo de superación, enseñándome que con esfuerzo y dedicación se puede llegar a cumplir los sueños y anhelos que uno se propone.

A mi padre Edgar Guashca y a mi madre Aurora Vega por inculcarme valores y principios, por su amor y apoyo incondicional, pero sobre todo el trabajo y sacrificio de todos estos años, a mis hermanos Verónica, Marlene, Jenny, Jessica, Jefferson y Fabián por su comprensión y confianza depositada en mí.

A mis amigos y compañeros que vivimos varias anécdotas en el transcurso de mi vida universitaria gracias por el cariño brindado.

Byron Patricio Guashca Vega

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por permitirme ser parte de esta gran familia universitaria permitiéndome formarme como un profesional, a mis maestros que impartieron sus conocimientos para poderme desarrollar como profesional y como persona, a mi familia y amigos que siempre estuvieron apoyándome en todo momento.

A mi tutor, Ing. Rodrigo Acosta. Mg, por la ayuda, tiempo y colaboración brindada para poder desarrollar y terminar el proyecto de titulación.

Byron Patricio Guashca Vega

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
RESUMEN.....	xx
ABSTACT	xxi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	2
1.1.3 Fundamentación teórica	3
1.1.3.1 Vía o carretera	3
1.1.3.2 Pavimento.....	3

1.1.3.3 Tipos de pavimentos.....	3
1.1.3.4 Estructura del pavimento flexible.....	4
1.1.3.5 Tránsito.....	6
1.1.3.6 Tráfico promedio diario anual.....	6
1.1.3.7 Clasificación funcional por importancia en la red vial.....	7
1.1.3.8 Conservación vial.....	7
1.1.3.9 Ciclo de vida de un pavimento.....	8
1.1.3.10 Ciclo de vida deseable de un pavimento.....	8
1.1.3.11 Niveles de intervención en la conservación vial.....	8
1.1.3.12 Índice de condición de pavimento (PCI).....	10
1.1.3.13 Fallas en pavimentos asfálticos.....	11
1.1.3.14 Estudio de suelos.....	12
1.1.3.15 Ensayo de relación de soporte de California (CBR).....	16
1.1.3.16 Viga Benkelman.....	17
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 General.....	18
1.2.2 Específicos.....	18
CAPÍTULO II.....	19
METODOLOGÍA.....	19
2.1. Descripción de la metodología.....	19
2.2. Tipos de investigación.....	19

2.2.1. Investigación exploratoria.....	19
2.2.2 Investigación de laboratorio.....	19
2.2.3 Investigación descriptiva.....	19
2.3 Población y muestra.....	20
2.3.1 Población.....	20
2.3.2 Muestra.....	20
2.4 Materiales y equipos.....	20
2.5 Métodos.....	24
2.5.1 Plan de recolección de datos.....	24
2.5.2 Plan de procesamiento y análisis de información.....	24
CAPÍTULO III.....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
3.1 Análisis y discusión de resultados.....	26
3.1.1 Ubicación del Proyecto.....	26
3.1.2 Levantamiento Georeferenciado.....	26
3.1.3 Análisis de tráfico.....	27
3.1.3.1 Cálculo Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por el método de la trigésima hora.....	28
3.1.3.2 Cálculo del Factor de Hora Pico.....	30
3.1.3.3 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	31
3.1.3.4 Cálculo del Tráfico Atraído.....	32

3.1.3.5 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total.....	33
3.1.3.6 Cálculo del Tráfico Futuro o Proyectado	34
3.1.3.7 Clasificación Vial en función del (TPDA).....	36
3.1.3.8 Cálculo de Ejes Equivalentes	36
3.1.4 Evaluación Superficial del Pavimento mediante el Método del Índice de Condición de Pavimento (PCI)	38
3.1.4.1 Cálculo de Unidades de muestreo	39
3.1.4.2 Cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI)	42
3.1.4.3 Resultados del Índice de Condición de Pavimento (PCI)	45
3.1.5 Cálculo de Deflexiones mediante el método de la Viga Benkelman	46
3.1.5 Estudio de Suelos	55
3.1.5.1 Análisis Granulométrico	55
3.1.5.2 Límites de Atterberg	56
3.1.5.3 Ensayo de Compactación Proctor modificado Tipo B	56
3.1.5.4 Ensayo de Relación de Soporte California (CBR).....	56
3.1.6 Plan de Conservación Vial	57
CAPÍTULO IV	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
4.1 Conclusiones	59
4.2 Recomendaciones.....	60
BIBLIOGRAFÍA	61

ANEXOS	64
--------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de calificación de PCI	10
Tabla 2. Tamaño de Tamices.	13
Tabla 3. Plan de recolección de datos	24
Tabla 4. Ubicación de la estación de conteo	27
Tabla 5. Número de vehículos por día	28
Tabla 6. Tráfico de la Hora Pico	30
Tabla 7. TPDA Actual de la vía Lasso - Toacazo	32
Tabla 8. Tráfico Atraído.....	33
Tabla 9. TPDA total de la vía Lasso – Toacazo.....	34
Tabla 10. Índice de crecimiento vehicular	35
Tabla 11. Tráfico Futuro	35
Tabla 12. Tráfico Futuro	36
Tabla 13. Factores de daño según el tipo de vehículo.....	37
Tabla 14. Factores de distribución direccional.	37
Tabla 15. Porcentajes de W18 en un Carril D1.....	37
Tabla 16. Determinación de Ejes Equivalentes.....	38
Tabla 17. Datos para la evaluación por el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI).....	39
Tabla 18. Unidades de Muestreo para el Índice de Condición de Pavimento (PCI) en el tramo de la Vía.	42
Tabla 19. Rangos de calificación de Índice de Condición de Pavimento (PCI)	45

Tabla 20. Resultados de (PCI) de la vía Lasso – Toacazo	45
Tabla 21. Deflexiones obtenidas de la vía Lasso - Toacazo	46
Tabla 22. Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2.....	47
Tabla 23. Deflexiones corregidas temperatura.....	48
Tabla 24. Factores de corrección por estacionalidad	48
Tabla 25. Deflexiones corregidas por estacionalidad	49
Tabla 26. Radio de Curvatura	50
Tabla 27. Desviación estándar	51
Tabla 28. Valor “t” y probabilidad de ocurrencia de $D > D_c$	52
Tabla 29. Tabla de resumen con deflexiones calculadas	53
Tabla 30. Tipos de deflexiones	54
Tabla 31. Deflexión Tipo I.....	54
Tabla 32. Coordenadas de los pozos a cielo abierto	55
Tabla 33. Clasificación de Suelos según AASHTO M145	55
Tabla 34. Resultados de Límites de Atterberg	56
Tabla 35. Resultados de ensayo de compactación	56
Tabla 36. Clasificación de suelos en base a la Relación de Soporte de California (CBR)	57
Tabla 37. Clasificación del suelo de la vía en estudio en base a la Relación de Soporte California (CBR).....	57
Tabla 38. Tipos de Falla con su respectiva Solución de la vía Lasso-Toacazo	58
Tabla 39. Anexo A-1 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 1 ...	65

Tabla 40. Anexo A-2 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 2	67
Tabla 41. Anexo A-3 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 3	69
Tabla 42. Anexo A-4 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 4	71
Tabla 43. Anexo A-5 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 5	73
Tabla 44. Anexo A-6 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 6	75
Tabla 45. Anexo A-7 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 7	77
Tabla 46. Anexo B-1 Evaluación Visual (PCI).....	80
Tabla 47. Anexo B-2 Evaluación Visual (PCI).....	83
Tabla 48. Anexo B-3 Evaluación Visual (PCI).....	86
Tabla 49. Anexo B-4 Evaluación Visual (PCI).....	88
Tabla 50. Anexo B-5 Evaluación Visual (PCI).....	90
Tabla 51. Anexo B-6 Evaluación Visual (PCI).....	93
Tabla 52. Anexo B-7 Evaluación Visual (PCI).....	95
Tabla 53. Anexo B-8 Evaluación Visual (PCI).....	98
Tabla 54. Anexo B-9 Evaluación Visual (PCI).....	100
Tabla 55. Anexo B-10 Evaluación Visual (PCI).....	102
Tabla 56. Anexo B-11 Evaluación Visual (PCI).....	104

Tabla 57. Anexo B-12 Evaluación Visual (PCI).....	106
Tabla 58. Anexo B-13 Evaluación Visual (PCI).....	108
Tabla 59. Anexo B-14 Evaluación Visual (PCI).....	111
Tabla 60. Anexo B-15 Evaluación Visual (PCI).....	113
Tabla 61. Anexo C1- Granulometría Calicata 1.....	117
Tabla 62. Anexo C2- Límites de Atterberg Calicata 1.....	118
Tabla 63. Anexo C3- Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 1	119
Tabla 64. Anexo C4- Ensayo CBR Calicata 1	120
Tabla 65. Anexo C5- Granulometría Calicata 2.....	123
Tabla 66. Anexo C6 - Límites de Atterberg Calicata 2.....	124
Tabla 67. Anexo C7- Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 2	125
Tabla 68. Anexo C8- Ensayo CBR Calicata 2	126
Tabla 69. Anexo C9- Granulometría Calicata 3.....	129
Tabla 70. Anexo C10- Límites de Atterberg Calicata 3.....	130
Tabla 71. Anexo C11- Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 3	131
Tabla 72. Anexo C12- Ensayo CBR Calicata 3	132
Tabla 73. Anexo C13- Granulometría Calicata 4	135
Tabla 74. Anexo C14- Límites de Atterberg Calicata 4.....	136
Tabla 75. Anexo C15- Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 4	137
Tabla 76. Anexo C16- Ensayo CBR Calicata 4	137

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Estructura de Pavimento Flexible	4
Gráfico 2. Estado de un camino con mantenimiento vs sin mantenimiento	8
Gráfico 3. Curva Granulométrica.....	14
Gráfico 4. Clasificación de los suelos según AASHTO	14
Gráfico 5. Clasificación de los suelos según SUCS.....	15
Gráfico 6. Carta de Plasticidad	16
Gráfico 7. Viga Benkelman.....	18
Gráfico 8. Vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+010.....	20
Gráfico 9. Vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+010.....	26
Gráfico 10. Ubicación de la estación de conteo	28
Gráfico 11. Formato de registro de vehículos	29
Gráfico 12. TPDA total según el tipo de vehículo	34
Gráfico 13. Formato de evaluación del índice de Condición de Pavimento (PCI)....	43
Gráfico 14. Ábaco de Valores deducidos, falla Grieta de Borde	44
Gráfico 15. Análisis deflectométrico	54
Gráfico 16. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo	81
Gráfico 17. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta longitudinal y transversal	81
Gráfico 18. Curvas de Valor deducido Corregido	82
Gráfico 19. Curvas de Valor deducido para falla tipo Huecos	84

Gráfico 20. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta longitudinal y transversal	84
Gráfico 21. Curvas de Valor deducido Corregido	85
Gráfico 22. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo	87
Gráfico 23. Curvas de Valor deducido para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	87
Gráfico 24. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta longitudinal y transversal	89
Gráfico 25. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo	89
Gráfico 26. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta de Borde.....	91
Gráfico 27. Curvas de Valor deducido para falla tipo Meteorización / desprendimiento de Agregados.....	91
Gráfico 28. Curvas de Valor deducido Corregido	92
Gráfico 29. Curvas de Valor deducido para falla tipo Huecos	94
Gráfico 30. Curvas de Valor deducido para falla tipo Parcheo y Acometida de Servicios Públicos	94
Gráfico 31. Curvas de Valor deducido para falla tipo Meteorización/Desprendimiento de Agregados.....	96
Gráfico 32. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grietas longitudinales y Transversales.....	96
Gráfico 33. Curvas de Valor deducido Corregido	97
Gráfico 34. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo	99
Gráfico 35. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grietas longitudinales y Transversales.....	99

Gráfico 36. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grietas longitudinales y Transversales.....	101
Gráfico 37. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grietas longitudinales y Transversales.....	103
Gráfico 38. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta de Borde.....	105
Gráfico 39. Curvas de Valor deducido para falla tipo Exudación	107
Gráfico 40. Curvas de Valor deducido para falla tipo Meteorización/Desprendimiento de Agregados.....	109
Gráfico 41. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo	109
Gráfico 42. Curvas de Valor deducido Corregido	110
Gráfico 43. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta de Borde.....	112
Gráfico 44. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta Parabólica.....	112
Gráfico 45. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta Longitudinales y transversales	114
Gráfico 46. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta de Borde.....	114

RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como objetivo implementar un proceso de conservación para la estructura de la capa de rodadura de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta la 4+010 de la provincia de Cotopaxi, ya que la red vial requiere de un proceso de mantenimiento. Primero se realizó un levantamiento georeferenciado, con la ayuda de un receptor satelital GPS a una distancia de 20 metros en los dos lados de la vía, información que permitió realizar un modelo digital con las características geométricas. Se realizó un estudio de tráfico vehicular con el cual se determinó el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Posteriormente y mediante una evaluación visual a lo largo de la vía se determinó el Índice de Condición de Pavimento (PCI); con el ensayo de la Viga Benkelman se obtuvo deflexiones de la carpeta asfáltica. Para complementar los estudios se realizaron ensayos de laboratorios como son: Granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado tipo B y ensayo de Relación de Soporte de California (CBR), este último obtuvo una clasificación de regular a buena, el suelo subrasante tiene un comportamiento acorde a las necesidades de la estructura del pavimento. Finalmente, todos los resultados de los ensayos arrojaron que la vía tiene un buen comportamiento estructural, sin embargo, se propone un mantenimiento rutinario con el objetivo de mejorar y prolongar la vida útil de la capa de rodadura.

Palabras claves: Pavimentos, Subrasante, Carpeta asfáltica, Conservación vial, PCI, Viga Benkelman, CBR.

ABSTACT

The present technical project aims to implement a conservation process for the structure of the tread layer of the Lasso – Toacazo road in the section from abscisa 0+00 to 4+010 in the province of Cotopaxi, since the network vial requires a maintenance process. First, a georeferenced survey was carried out, with the help of a GPS satellite receiver at a distance of 20 meters on both sides of the road, information that allowed to make a digital model with the geometric characteristics. A vehicle traffic study was carried out with which the Annual Average Daily Traffic (TPDA) was determined. Subsequently and throught a visual evaluation along the road, the Pavement Condition Index (PCI) was determined; with the Benkelman Beam test deflections of the asphalt layer were obtained. To complement the studies laboratory tests are carried out such as: Granulometry, Atterberg limits, Modified Proctor type B and California Bearing Ratio (CBR) test, the latter obtained a classification from fair to good, the subgrade soil has a behavior in accordance with the needs of the pavement structure. Finally, all the results of the tests showed that the road has a good structural behavior, however, routine maintenance is proposed in order to improve and extend the life of the tread layer.

Keywords: Pavements, Subgrade, Asphalt folder, Road conservation, PCI, Benkelman Beam, CBR.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

1.1.1 Antecedentes

Desde la antigüedad el hombre ha tendido la necesidad de desplazarse de un lugar a otro, lo realizaban a pie o en animales, por lo que tuvieron que desarrollar rutas que les permitiera comunicarse y desarrollar las actividades diarias de comercio y transporte. Con el paso del tiempo y el avance de la tecnología el ser humano tuvo la necesidad de mejorar las técnicas de construcción de caminos y carreteras, ya que existían problemas de circulación vehicular. [1]

Los pavimentos con el transcurso del tiempo tienden a presentar fallas o deterioros que se evidencia sobre la capa de rodadura, lo cual provoca una disminución de la capacidad de un tránsito cómodo y seguro para los usuarios. Estas fallas son producto de la repetición continua de cargas o paso de vehículos, a causa de la estructura del pavimento y de condiciones climáticas. Entre los factores principales tenemos: El tipo de vehículos y su peso, número de vehículos que transitan por una carretera durante un periodo determinado, ocasionando deformaciones y agrietamientos afectando a la estructura del pavimento, fuertes precipitaciones, radiación solar y el viento disminuyen paulatinamente la resistencia y la durabilidad de las estructuras. Por otro lado, al momento de la construcción se debe tomar en cuenta la calidad de materiales que se están empleando ya que eso representa una durabilidad limitada. Una intervención oportuna sobre la superficie de rodadura evita que progrese y obligue a una reconstrucción y arreglo, por ello es importante un monitoreo del estado de las vías sin importar la época del año. [2]

Se debe considerar un sistema de gestión indicada que permita que el pavimento de una vía o carretera cumpla su función y de la misma manera con su vida útil, para disminuir costos de operación y mantenimiento. [3]

La conservación, mantenimiento y mejoramiento de una red vial es una necesidad que tienen las autoridades y la sociedad para mejorar las vías de comunicación con

diferentes regiones, localidades, municipios, etc, fortaleciendo la productividad y desarrollo tanto económico como social. Al contar con un adecuado sistema vial, las distancias que separan las ciudades y provincias se reducen, reduciendo el costo de transporte público o privado. Un adecuado sistema de Administración Vial permite optimizar los recursos que se invierten en este tipo de proyectos ya sea antes, durante y después de la construcción, brindando una eficiencia y funcionalidad de las vías. [4]

1.1.2 Justificación

La estructura vial en el Ecuador es considerado un pilar esencial para el desarrollo de la productividad, tomando en cuenta los principios de equidad, excelencia, sostenibilidad ambiental y competitividad, [5] permitiendo el crecimiento económico y la conectividad entre diferentes regiones de un territorio, produciendo e intercambiando bienes mediante la actividad comercial y cultural. [6]

Cotopaxi una de las provincias del Ecuador ubicado en el centro del país, en la región Interandina se caracteriza por desempeñar actividades de comercio, ganadería, industria y agricultura, por ende, la red vial debe encontrarse en óptimas condiciones de tal manera que los productos puedan llegar a los diferentes sectores con la finalidad de satisfacer la demanda de toda la población.

La conservación de una vía hace alusión al conjunto de actividades de obras de ingeniería vial, que se lleva a cabo cuando se detecta un deterioro del camino; es así, que se debe realizar un monitoreo visual diario para la corrección inmediata de defectos. Cabe mencionar que la conservación vial es una actividad que involucra una magnitud económica importante, siendo así que debe realizarse con una intervención oportuna y eficaz para minimizar gastos y proporcionar un nivel de servicio operativo óptimo. [7]

Mediante la evaluación de pavimentos obtenemos información tanto para el diseño como la administración de la infraestructura priorizando las actividades de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción; además un inventario de las condiciones de la red vial, también evaluar los costos adicionales que estas pueden surgir por el uso de la carretera. [8]

El proyecto tiene como objetivo obtener información actual en la que se encuentra la estructura de la capa de rodadura de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la provincia de Cotopaxi, con la finalidad de implementar el proceso de mantenimiento y conservación de la vía y evitar el deterioro, facilitando la reducción de costos que provenga de la reparación del mismo y proporcionar un nivel de servicio operativo óptimo.

1.1.3 Fundamentación teórica

1.1.3.1 Vía o carretera

Es un medio que permite la circulación de vehículos en diferentes condiciones, que requiere de seguridad, rapidez y comodidad. Está constituido por una o varias calzadas, y cada calzada puede tener uno o varios carriles y ser de uno o ambos sentidos de circulación, en base a los volúmenes de tránsito, la composición vehicular, clasificación de acuerdo a su función y la distribución direccional, de manera que ofrezca una movilidad eficaz, confortable a los usuarios. [9]

1.1.3.2 Pavimento

Es una estructura asentada sobre un suelo acondicionado, cuyo fin es proporcionar una superficie de rodadura mediante el cual permita un tránsito seguro y confortable de vehículos, bajo distintas condiciones climáticas que se puedan presentar y a velocidades deseadas. Diseñadas para soportar y absorber cargas producidas por el tráfico vehicular. [10]

1.1.3.3 Tipos de pavimentos

Pavimento flexible

Este tipo de pavimento está constituido o conformado por una capa bituminosa y agregados pétreos que está colocada por lo general sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. Sin embargo, se puede excluir de cualquiera de las dos capas, esto dependerá de las condiciones en las que se ejecute la obra.

Pavimento semirrígido

Mantiene una relación estructural similar a la de un pavimento flexible, una de las capas está rigidizada artificialmente con distintos aditivos como: asfalto, emulsión cemento, cal y químicos. Cuya finalidad es mejorar las propiedades mecánicas de los materiales los cuales no son aptos para la construcción de la estructura del pavimento.

Pavimento rígido

Es aquel que está conformado por una capa que es de losa de concreto hidráulico, que esta sobrepuesta sobre la subrasante que esta con una capa de material granular determinado, llamada subbase del pavimento rígido, los esfuerzos producidos se distribuyen en una zona muy amplia. La capacidad estructural del pavimento está dada por la resistencia de la losa. [11]

1.1.3.4 Estructura del pavimento flexible

Este tipo de estructuras poseen una delgada capa de mezcla asfáltica que se asienta sobre una capa base y a la vez sobre una capa de sub-base que por lo general están constituidos de material granular. Estas capas son apoyadas sobre un suelo compactado que es la subrasante. [12]

Gráfico 1. Estructura de Pavimento Flexible



Fuente: Pavimentos, 2015

Subrasante

Es el terreno o suelo sobre la cual se apoya la estructura del pavimento que se encuentra a una profundidad a la cual no influyen las cargas de tránsito. Puede estar conformada en corte o relleno, para ello se toma en cuenta las características físicas y mecánicas

del suelo en el que se encuentra. Hasta contar con las propiedades y secciones requeridas para la vía.

La subrasante es el encargado de proporcionar el espesor del pavimento, por ello debe cumplir con parámetros de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por humedad. [13]

Sub-base

Es una capa que se encuentra por debajo de la base y a la vez sobre la capa subrasante, debe proporcionar apoyo uniforme y al pavimento.

Este elemento estructural funciona como una plataforma de trabajo, siendo un cimiento uniforme de soporte para la base. Tiene que ser permeable evitando el paso o filtración de líquidos, desempeñando una función como drenante, por lo que deben ser materiales que no contengan finos que provengan de la subrasante. [14]

Base

Es la capa que está ubicada por debajo de la capa de rodadura (carpeta asfáltica) y sobre la sub-base, que está compuesta por materiales granulares previamente seleccionados que deben cumplir con ciertas especificaciones, cuya función primordial es absorber, soportar y repartir los esfuerzos verticales provocadas por el tránsito vehicular hacia la sub-base y subrasante, ya sea tránsito pesado, medio o ligero .[14][15]

Carpeta asfáltica

Es la capa se planta sobre la estructura superior del pavimento es decir la capa base, cuya finalidad es brindar una superficie de rodamiento sobre la vía.

La principal función es proporcionar impermeabilización a la superficie, de esta manera evita el ingreso de agua a las capas inferiores que podrían comprometer su desempeño estructural.

Está elaborado con material pétreo seleccionado que cumple con especificaciones técnicas solicitadas y un aglomerante como lo es el asfalto. Se debe utilizar una

dosificación correcta debido a que si se utiliza un exceso de asfalto podría perder estabilidad y crear una superficie resbalosa. Esta superficie está expuesta al intemperismo por lo cual requiere de un mantenimiento periódico a fin de mantener las condiciones adecuadas para su uso. [13]

1.1.3.5 Tránsito

En el diseño de una carretera o de alguna obra complementaria de la misma se tiene que partir de información sobre datos de tráfico, con la finalidad de compararlo con la capacidad de volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. De acuerdo a esta información se establece las características del diseño geométrico, de la misma manera para el diseño de la estructura del pavimento a implementarse.

Para proyectos de mejoramiento vial (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de diseño y construcción de vías alternas, es más accesible realizar el conteo de tráfico actual y en base a ello predecir la demanda futura. Por lo contrario, cuando son lugares menos desarrollados es difícil realizar el estudio de tráfico. [16]

1.1.3.6 Tráfico promedio diario anual

El tráfico Promedio Anual (TPDA) es el volumen de flujo vehicular, que se obtiene de una estación de conteo permanente que proporciona una base confiable para pronosticar el tráfico que se puede producir en el futuro. Sin embargo, como no se tiene estaciones permanentes, se puede estimar el TPDA semanal tomando un muestreo de 24 horas diarias por al menos 4 días por semana incluyendo los días sábado y domingo. Por lo general se lo realiza de los meses y semanas más representativos del año, con la finalidad de establecer las variaciones estacionales máximas y mínimas. Los resultados que se obtienen son comparados entre los volúmenes de tránsito de días ordinarios con los fines de semana y se procede a realizar ajustes para poder obtener el TPDA. [16]

1.1.3.7 Clasificación funcional por importancia en la red vial

- **Corredores arteriales**

Son aquellos caminos de gran jerarquía, aquellos que conectan las Capitales Provinciales, puertos marítimos con los del Oriente, pasos de frontera con alta movilidad que deben cumplir con estándares adecuados para un tráfico fluido y seguro

- **Vías colectoras**

Caminos de jerarquía media, cuya finalidad es recolectar el tráfico de las zonas rurales de una región, que se conectan a través de caminos locales para que estos sean conducidos hacia corredores arteriales. Son caminos para recorridos intermedios o regionales, que requieren de ciertos estándares para cumplir su función.

- **Caminos vecinales**

Son carreteras de tipo convencional básicas en las que están incluidos los caminos que no se mencionan en las denominaciones anteriores, desarrollados para recibir el tráfico doméstico de las poblaciones rurales, entre ellas las localidades que tiene producciones agrícolas, además que conectan a sitios turísticos. [5]

1.1.3.8 Conservación vial

Es un proceso de carácter preventivo que adoptan los municipios, prefecturas o el estado con la finalidad de mantener los caminos en niveles de desempeño eficientes que permiten la circulación vehicular en el transcurso de todo el año, independientemente del tipo de carretera que se trate ahorrando costos considerables de operación vehicular.

La conservación vial permite:

- Que se encuentre en buen estado
- Ahorrar costos de operación
- Acceso a servicios (salud, educación, etc.)
- Ahorro de tiempo para los usuarios. [17]

1.1.3.9 Ciclo de vida de un pavimento

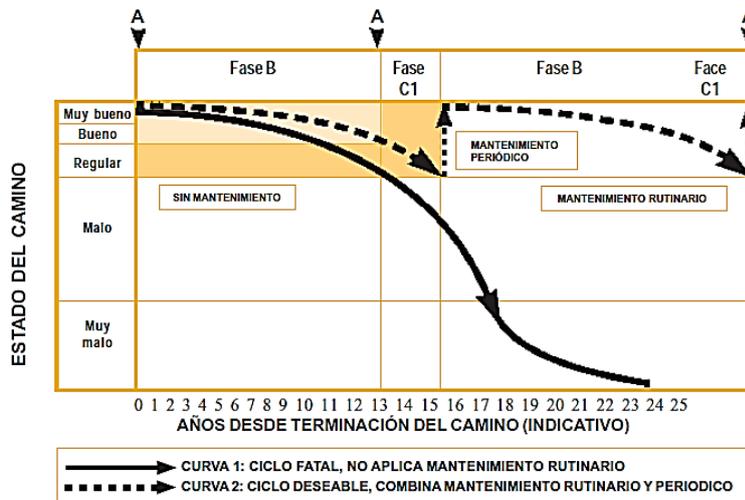
El pavimento es una estructura que durante el paso del tiempo se va deteriorando debido a diferentes agentes tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes, diseño deficiente, etc. Todos estos factores son agresivos a medida que transcurren los años a tal punto que se puede convertir en intransitables.

El proceso de deterioro empieza lento y poco visible, posteriormente a una etapa crítica donde se puede visualizar las fallas que se presentan, finalmente llega a un punto de descomposición total. [17]

1.1.3.10 Ciclo de vida deseable de un pavimento

El ciclo de vida sin mantenimiento se considera fatal, ya que esto conlleva al deterioro total del pavimento, pero si se aplica un sistema de mantenimiento apropiado puede mantener un rango de deterioro aceptable, mostrado de la siguiente manera. [17]

Gráfico 2. Estado de un camino con mantenimiento vs sin mantenimiento



Fuente: Mantenimiento rutinario de caminos, 2003.

1.1.3.11 Niveles de intervención en la conservación vial

Denominado niveles de intervención a las diferentes acciones realizadas en vías, clasificadas por la magnitud de trabajo, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario) hasta una más complicada (reconstrucción o rehabilitación).

Mantenimiento rutinario

Este tipo de intervención se realiza con la reparación localizada de pequeñas fallas en la superficie de la carpeta asfáltica, en la nivelación de la misma y de las bermas, mantenimiento de los sistemas de drenaje, taludes, limpieza de zonas de descanso y de dispositivos de señalética. Se lo realiza una o más veces al año, dependiendo de cómo se encuentre la vía.

Las actividades que se realizan son las siguientes:

- Limpieza de calzada y pequeños derrumbes.
- Reparación localizada en de pequeñas fallas en la capa de rodadura.
- Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- Control de la vegetación y mantenimiento de señalización.

Mantenimiento periódico

A diferencia del mantenimiento rutinario las actividades periódicas se las realiza cada cierto número de años. El mantenimiento consiste en restablecer algunas características de la capa de rodadura, preservando la textura de la misma, manteniendo la integridad estructural de la vía por un tiempo más amplio así evitando la destrucción.

Las actividades que se realizan son las siguientes:

- Restablecimiento de las características de la capa de rodadura.
- Reparación de las obras de arte.
- Reparación del sistema de drenaje.

Rehabilitación

Tiene como finalidad realizar una reparación de refuerzo estructural y la calidad de la carpeta asfáltica, esta intervención se realiza cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado que no resiste una mayor cantidad de tránsito en el futuro. La rehabilitación se lleva a cabo cuando no hay una conservación adecuada.

Las actividades que se realizan son las siguientes:

- Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la capa de rodadura.
- Mejorar el sistema de drenaje.

Mejoramiento

Las mejoras de las vías están relacionadas con las características geométricas como; el ancho, alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, también la renovación de la superficie y la rehabilitación. Estas actividades se las realizan con la finalidad de incrementar la demanda, velocidad de circulación sobre todo la seguridad de los vehículos al transitar por la vía.

Reparaciones de emergencia

Este tipo de intervenciones se las lleva a cabo cuando la vía se encuentra en mal estado o incluso intransitable, debido a un descuido grande o de un desastre natural. Cuando se realiza una reparación de emergencia no se enmiendan las fallas estructurales, pero la circulación vehicular regular se realiza por un tiempo limitado. Por lo general las vías quedan en un estado regular. [17]

1.1.3.12 Índice de condición de pavimento (PCI)

El Índice de Condición de Pavimentos es un procedimiento visual aplicado a las fallas que se presentan en el pavimento, su severidad y el área afectada, no requiere de equipos sofisticados o especializados. Determina el estado en el que se encuentra el pavimento utilizando una escala que va desde 0 (muy mal estado) hasta 100 (perfecto estado). En la siguiente tabla se muestra las escalas en las que se miden. [18]

Tabla 1. Rangos de calificación de PCI

Rango PCI	Calificación	Intervención
85-100	Excelente	Mantenimiento
70-85	Muy bueno	Mantenimiento
55-70	Bueno	Rehabilitación
40-55	Regular	Rehabilitación
25-40	Malo	Rehabilitación
10-25	Muy malo	Reconstrucción
0-10	Fallado	Reconstrucción

Fuente: Pavimentos, 2015

Al realizar la inspección de daños, se evalúa la calidad de tránsito para establecer el nivel de severidad de daños en el pavimento, de la siguiente manera:

- **L (Low, Bajo):** Se genera vibraciones en el vehículo, no requiere de una reducción de velocidad para la comodidad y seguridad del usuario, provoca un ligero rebote y una pequeña incomodidad.
- **M (Medium, Medio):** Se aprecian vibraciones y rebotes significativos en el vehículo, de manera que requiere una reducción de la velocidad para la comodidad y seguridad del usuario, provocando incomodidad.
- **H (High, Alto):** Se aprecian vibraciones y rebotes excesivos en el vehículo, de manera que requiere una reducción de velocidad considerable para comodidad y seguridad del usuario, provocando una incomodidad, peligro y daño severo. [19]

1.1.3.13 Fallas en pavimentos asfálticos

Causas por las que surgen las fallas

Durante la vida útil de los pavimentos, diferentes aspectos afectan a la carpeta asfáltica (capa de rodadura), el cual incide al momento de ofrecer un servicio eficaz, cómodo, y seguro a los usuarios. Entre las causas por las que se produce estas fallas tenemos:

- Fin del periodo de diseño original, y falta de intervención y rehabilitación para mayor duración.
- Incremento del tránsito con respecto al diseño del pavimento
- Materiales de mala calidad implementados para la construcción de la estructura.
- Agentes climáticos imprevistos.
- Ausencia de un sistema de drenaje o inadecuado. [20]

A continuación, se presentan los daños o fallas que ocurren en pavimentos con superficie asfáltica:

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 longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimiento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de línea férrea
15. Ahuellamiento
16. Desplazamientos
17. Grietas parabólicas
18. Hinchamiento
19. Meteorización / desprendimiento de agregados. [19]

1.1.3.14 Estudio de suelos

En la ingeniería civil el estudio de suelos se los realiza para varios proyectos de construcción, por lo tanto, los ingenieros civiles tienen que determinar las propiedades del suelo, origen, distribución y tamaño del grano, capacidad de drenar el agua, compresión, resistencia al corte y la capacidad de soporte de carga. El tamaño de las partículas varía, por lo general se los llama grava, arena, limo o arcilla. [21]

Los ensayos de laboratorio que se realizan para determinar las propiedades del suelo son:

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg (Líquido y Plástico)
- Proctor modificado
- Ensayo de Relación de Soporte California (CBR). [22]

Análisis granulométrico

Este método tiene como finalidad separar muestras de suelos de un grupo de partículas, esto se lo realiza utilizando tamices. [22]

Tabla 2. Tamaño de Tamices.

Malla Número	Abertura (mm)
4"	101.600
2"	50.800
1"	25.400
3/4"	19.100
1/2"	12.700
3/8"	9.520
1/4"	6.350
#4	4.760
#6	3.360
#8	2.380
#10	2.000
12	1.680
20	0.840
40	0.420
60	0.250
100	0.149
200	0.074

Fuente: Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Tomo 1

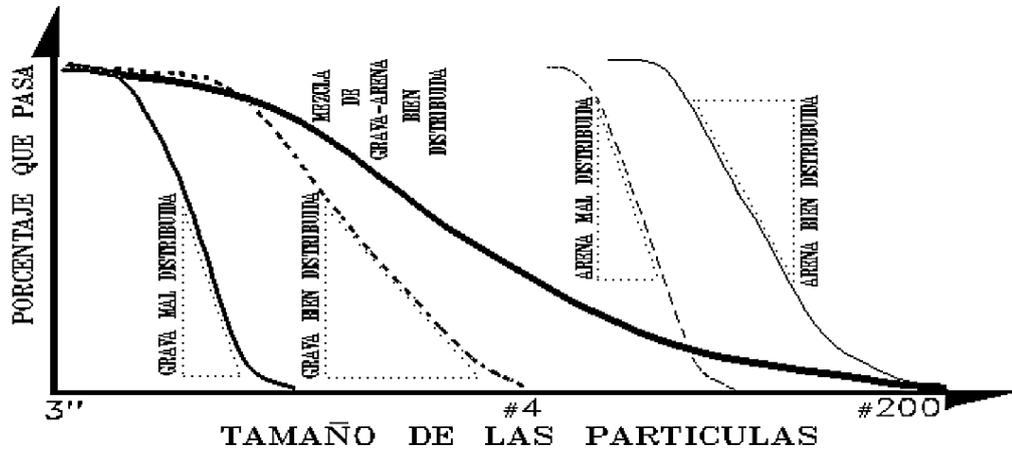
Pendiente granulométrica

Una vez realizado el ensayo granulométrico aplicado con los tamices y se ha obtenido una representación de la curva se procede a realizar un análisis.

El análisis de la curva granulométrica se las debe interpretar de la siguiente manera:

- Si las curvas son muy verticales los suelos tendrán una mala distribución.
- Si las curvas poseen una pendiente moderada, los suelos tendrán una buena distribución.
- Si las curvas son horizontales significa que tiene una mala distribución como es el caso de las arcillas y limos.
- Finalmente, si las curvas abarcan todo el gráfico con una pendiente moderada de izquierda a derecha, podríamos decir que es una mezcla bien graduada de grava arena, limo y arcilla. [22]

Gráfico 3. Curva Granulométrica



Fuente: Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Tomo 1

Clasificación de los suelos según la AASHTO

Utiliza los límites líquido y plástico para obtener la clasificación, estas están distribuidas en grupos de la siguiente manera; A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7. Además, utiliza un índice de grupo para comparar diferentes suelos dentro de un mismo grupo.

Gráfico 4. Clasificación de los suelos según AASHTO

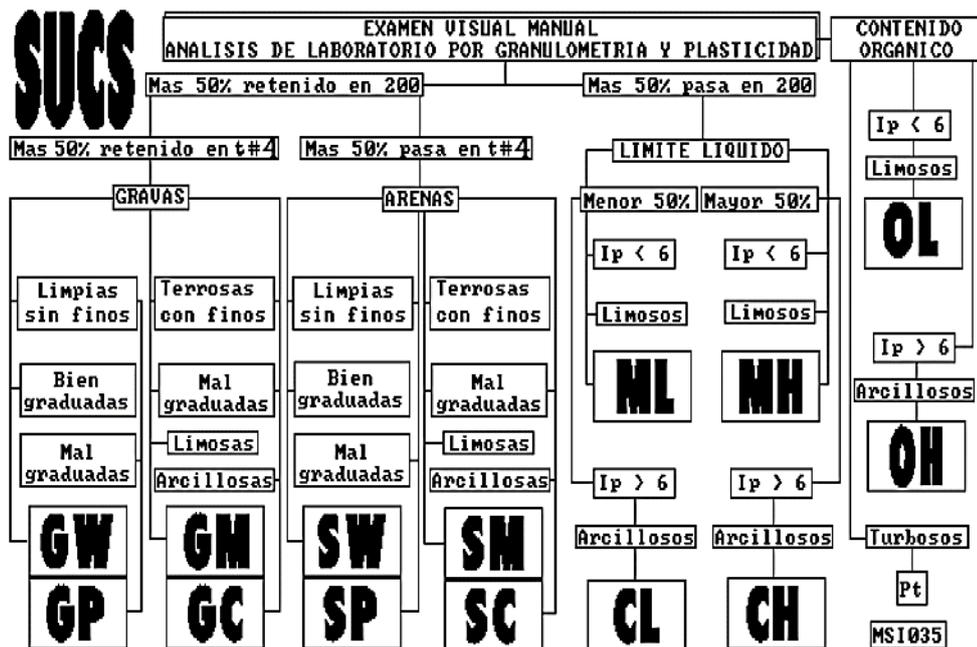
Clasificación General	Materiales Granulares (35 % o menos del total pasa el tamiz No. 200)							Materiales limo-arcillosos (más del 35 % del total pasa el tamiz No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 ^a A-7-6
Porcentaje de material que pasa el tamiz No. 10	50 max										
No. 40	30 max	50 max	51 min								
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Características de la fracción que pasa el tamiz No. 40											
Límite líquido, w_L				40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Índice Plástico, I_P	6 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Índice de Grupo ^b	0		0	0		4 max		8 max	12 max	16 max	20 max

Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos, Joseph E. Bowles

Clasificación de los suelos según SUCS

EL Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS) identifica y clasifica a los suelos, de tal manera que nos permite obtener las propiedades necesarias para la ejecución de un proyecto de ingeniería. Utiliza una nomenclatura para identificar a cada uno de ellos de la siguiente manera.

Gráfico 5. Clasificación de los suelos según SUCS



Fuente: Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Tomo 1

- **Nomenclatura**
- **G** = Grava
- **S** = Arena
- **M** = Limo
- **W** = Bien graduada
- **P** = Pobremente
- **C** = Arcilla
- = Limos y arcillas orgánicas
- **L** = Baja y media plasticidad
- **H** = Alta plasticidad
- **Pt** = Turba o fangos

de carreteras. Se aplica una carga en una superficie de contacto y se desarrollan dos resistencias: al corte perimetral y de compresión. Mediante el ensayo se determina la resistencia al corte del suelo bajo ciertas condiciones de humedad y densidades controladas, que se obtiene al realizar otro ensayo que se denomina Proctor Modificado. El CBR se expresa en términos de porcentaje:

$$\text{CBR} = (\text{Esfuerzo del suelo ensayado} / \text{Esfuerzo de suelo patrón}) \times 100$$

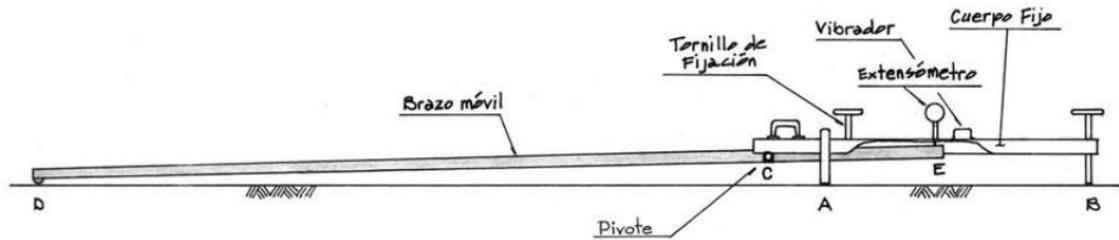
Se lo puede realizar tanto en campo como en laboratorio. En el laboratorio se usan gráficos de humedad vs densidad. El método de Relación de Soporte de California se aplica en muestras remoldeadas y compactadas con un contenido de humedad óptimo y una máxima densidad seca. Requiere de tres ensayos: Contenido de humedad, propiedades expansivas del material y resistencia a la penetración. [24]

1.1.3.16 Viga Benkelman

Los ensayos no destructivos permiten medir las deflexiones superficiales, en el cual se refleja el estado de la estructura del pavimento de manera rápida, económica que se puede aplicar en cualquier momento sin la necesidad e intervención de trabajos previos. Estas deflexiones son una recopilación de información de suma importancia ya que se puede saber el estado y características en las que se encuentra la estructura de los pavimentos. La viga Benkelman es considerada un instrumento importante en el ámbito de pavimentos y carreteras, ya que es un método de evaluación estructural, cuya metodología es medir deflexiones a nivel superficial a ciertas distancias. Para obtenerlas se aplica una carga de 18000 lb, que se las hace con la aplicación de llantas dobles del eje trasero simple de un camión. Las deflexiones se miden en un punto de inicio o referencia y a cada distancia de acuerdo con el avance del camión, de este modo se va creando o formando la curva de deflexiones. Este instrumento mecánico funciona por medio de del principio de la palanca. La viga está constituida por dos partes. Primero posee un cuerpo fijo que se coloca en el terreno por medio de dos apoyos, dos de ellos están fijos en el punto A y uno trasero que es regulable en el punto B. El segundo tiene un brazo móvil que está acoplado a una articulación en el punto C, uno de los extremos del brazo (DE) está en el punto D que se encuentra apoyado en el suelo, el otro extremo está en contacto con un extensómetro que tiene movimiento

vertical en el punto E. A continuación, se muestra una ilustración del mecanismo mencionado. [25]

Gráfico 7. Viga Benkelman



Fuente: Evaluación Estructural usando Viga Benkelman Aplicada a un Pavimento, 2017

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Proponer un sistema de conservación vial en función de las características físicas de la vía Lasso – Toacazo en tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la provincia de Cotopaxi.

1.2.2 Específicos

- Realizar un levantamiento georeferenciado de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la provincia de Cotopaxi.
- Conocer el (TPDA) Tráfico Promedio Diario Anual de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la provincia de Cotopaxi.
- Evaluar la condición actual de la estructura de pavimento de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la Provincia de Cotopaxi.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Descripción de la metodología

Se empleará algunos tipos de investigación ya que esto permitirá recabar información verídica, importante y necesaria para el desarrollo del proyecto técnico.

2.2. Tipos de investigación

2.2.1. Investigación exploratoria

Este tipo de investigación se la realiza en campo, con el objetivo de obtener información de la situación actual en el que se encuentra la vía Lasso - Toacazo, con distintas actividades como: Reconocimiento del lugar, levantamiento georeferenciado, estudio de tráfico para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), toma muestras de suelo del sitio.

2.2.2 Investigación de laboratorio

En la investigación de laboratorio se realiza los ensayos granulometría, límites de Atterberg y ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) de las muestras obtenidas en el campo con la finalidad de determinar las propiedades del suelo que constituye la estructura del pavimento de la vía Lasso – Toacazo.

2.2.3 Investigación descriptiva

Esta investigación se la realiza mediante una identificación visual que se trata de describir la situación actual en que se encuentra la superficie de rodadura de la estructura del pavimento, permitiendo identificar las fallas que se encuentran en la misma utilizando el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI). [26]

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población a ser estudiada será la vía que une Lasso con la parroquia de Toacazo del cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi, para el estudio de la conservación de la capa de rodadura.

Gráfico 8. Vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010



Realizado por. Byron Patricio Guashca Vega

Fuente. Google Earth Pro, 2021

2.3.2 Muestra

Para el proyecto técnico se obtendrán muestras de suelos del lugar, serán tomadas cada 1000 m, se realizará calicatas con dimensiones de 1.00m x 1.00m x 1.00m, el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la vía Lasso – Toacazo de la provincia de Cotopaxi.

2.4 Materiales y equipos

- **Levantamiento georeferenciado**

Materiales:

- Casco
- Chaleco
- Cuaderno de anotaciones
- Pintura

Equipos:

- Receptor Satelital (GPS)
- Flexómetro
- Cinta métrica
- Computadora

- **Tráfico promedio diario anual**

Materiales:

- Casco
- Chaleco
- Formato de coteo de vehículos

Equipo:

- Computadora

- **Índice de condición de pavimento (PCI)**

Materiales:

- Chaleco
- Casco
- Ficha de obtención de datos

Equipos:

- Manual de tipificación de fallas
- Flexómetro

- **Calicatas**

Materiales:

- Casco
- Chaleco
- Muestras de suelo

Equipos:

- Barra
- Pala
- Pico
- Flexómetro
- Fundas de polietileno

- **Análisis granulométrico**

Materiales:

- Muestras de suelo

Equipos:

- Tamices
- Tamizadora
- Recipientes
- Brocha
- Balanza electrónica

- **Límite líquido**

Materiales:

- Muestras de suelo tamizado (tamiz #40)
- Agua

Equipos:

- Copa Casagrande
- Acanalador
- Espátula
- Recipientes
- Horno

- **Límite plástico**

Materiales:

- Muestras de suelo tamizado (tamiz #40)
- Agua

Equipos:

- Placa de vidrio
- Mortero
- Espátula
- Recipientes
- Horno

- **Próctor modificado tipo B**

Materiales:

- Muestras de suelo tamizado (tamiz #40)
- Agua

Equipos:

- Bandeja metálica
- Moldes cilíndricos metálicos
- Enrasador
- Brocha
- Probeta
- Palustre
- Disco espaciador
- Balanza electrónica
- Recipientes
- Horno

- **California Bearing ratio (CBR)**

Materiales:

- Muestras de suelo tamizado (tamiz #40)
- Agua

Equipos:

- Bandeja metálica
- Moldes cilíndricos metálicos
- Enrasador
- Recipientes
- Brocha
- Probeta
- Palustre
- Martillo de compactación
- Pesos de sobrecarga
- Disco espaciador de metal
- MULTTISPEED 34-V1172
- Balanza Electrónica
- Horno

2.5 Métodos

2.5.1 Plan de recolección de datos

Para la recopilación de datos y desarrollo del proyecto técnico se realizará y se llevará a cabo el siguiente plan.

Tabla 3. Plan de recolección de datos

Preguntas Básicas	Explicación
¿Para qué se evalúa?	Para implementar un proceso de conservación para estructura del pavimento de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la provincia de Cotopaxi.
¿Qué se evalúa?	Las características físicas y mecánicas en las que se encuentra la estructura del pavimento
¿Dónde se evalúa?	En la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la provincia de Cotopaxi
¿Sobre qué aspectos?	Proceso de conservación vial para la estructura del pavimento, capacidad y calidad de los materiales.
¿Quién evalúa?	Byron Patricio Guashca Vega
¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none">• Estudios de Campo Levantamiento georeferenciado, Estudio de tráfico, PCI, medición de deflexiones• Ensayos de laboratorio Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR

Fuente. Byron Patricio Guashca Vega, 2021

2.5.2 Plan de procesamiento y análisis de información

Para la ejecución, procesamiento y análisis de datos del proyecto se realizarán las siguientes actividades:

- Realizar el levantamiento georeferenciado de la vía Lasso – Toacazo con un receptor satelital GPS (Sistema de Posicionamiento Global), en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la provincia de Cotopaxi. Con coordenadas UTM y datum WGS84, con la ayuda de una cinta se marcarán las abscisas a cada 20m en tramos largos y se tomará el ancho de la vía.
- Realizar una base de datos en Excel con los puntos tomados del levantamiento y se empleará un software donde se creará un modelo digital de la vía con sus respectivas curvas de nivel, alineamiento horizontal y sección transversal de la misma.
- Realizar el estudio de tráfico para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).
- Realizar ensayos de las muestras obtenidas del suelo en el laboratorio para determinar las propiedades y características de la estructura que conforma el pavimento,
- Identificar visualmente las fallas que presenta el pavimento.
- Implementar un proceso de conservación vial de acuerdo a la información obtenida de la vía.

CAPÍTULO III

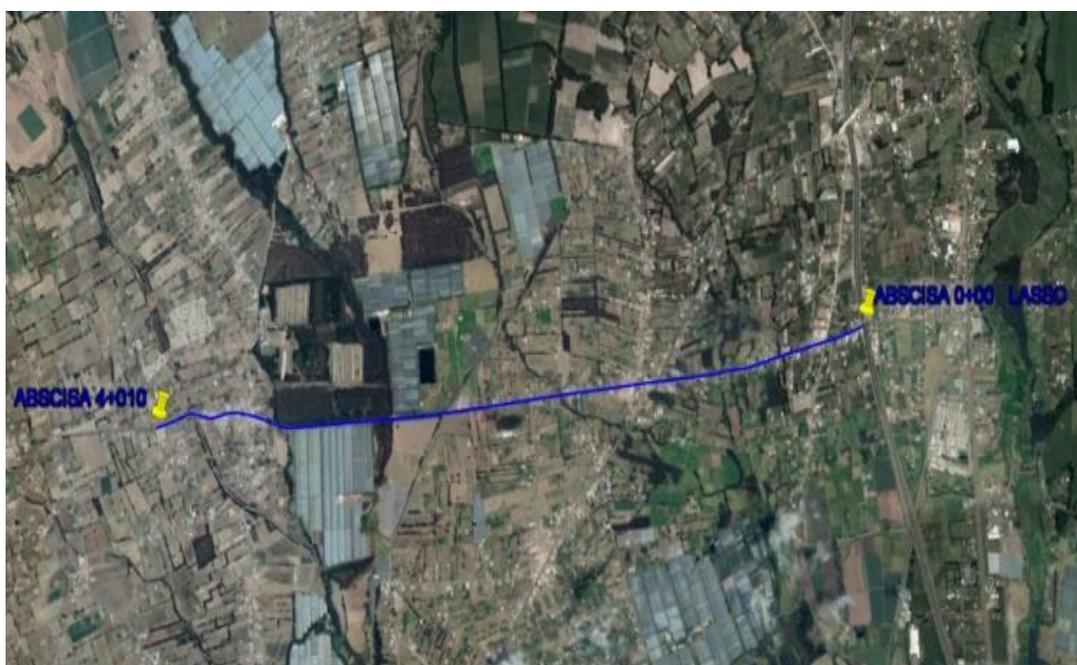
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto en estudio se encuentra localizado en la vía que une Lasso con la parroquia de Toacazo, en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Gráfico 9. Vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010



Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Fuente: Google Earth Pro, 2021

3.1.2 Levantamiento Georeferenciado

El levantamiento georeferenciado se realizó mediante el abscisado de la vía existente a cada 20m , en los cuales se obtuvo las coordenadas de dichos puntos mediante un receptor satelital GPS-eTrex-Venture-HC, además se obtuvo el ancho promedio que tiene la calzada que es de 7.80m.

La información obtenida se exportó desde el receptor GPS hacia una hoja de Microsoft Excel, al momento de exportar los datos se realizó una configuración en la que se

ordenaron las celdas para mayor comodidad y visualización de los mismos, de la siguiente manera (número o código de punto de referencia, Coordenada en este, Coordenada en norte, Elevación). El documento fue guardado con una extensión de texto (*.txt), a continuación se exportó al programa AutoCAD Civil 3D y se creó el modelo digital de la vía, con una longitud total del tramo 4.010km. ANEXO E(PLANOS)

3.1.3 Análisis de tráfico

Para el desarrollo del proyecto se realizó un estudio y análisis de tráfico para determinar la cantidad de vehículos que circulan por la vía Lasso – Toacazo, mediante un conteo manual desde el día lunes 31 de mayo hasta el domingo 6 de junio del 2021, en los dos sentidos de circulación durante una semana en un período de 12 horas, de 07:00 am hasta las 19:00 pm, en intervalos de 15 minutos. (se detalla en el anexo A Conteo Vehicular)

La estación de conteo vehicular se ubicó en la abscisa 1+840 debido a que este lugar no presentaba ninguna interrupción de flujo vehicular.

Tabla 4. Ubicación de la estación de conteo

Coordenada de la Estación de Conteo	
Coordenadas en Este	763590.64m E
Coordenadas en Norte	9915984.62m N

Fuente. Byron Patricio Guashca Vega, 2021

Gráfico 10. Ubicación de la estación de conteo



Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Fuente: Google Earth Pro, 2021

3.1.3.1 Cálculo Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por el método de la trigésima hora

Mediante el conteo manual realizado en la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta la 4+010, como se detalla en el ANEXO A. En la tabla N°5 se detalla el número de vehículos diarios que circulan por la vía en estudio, el día con mayor cantidad de vehículos es el martes 1 de junio del 2021, con 2607 vehículos.

Tabla 5. Número de vehículos por día

Día	N° de vehículos
Lunes	2200
Martes	2607
Miércoles	2062
Jueves	2109
Viernes	2266
Sábado	2104
Domingo	2006

Fuente. Byron Patricio Guashca Vega, 2021

Gráfico 11. Formato de registro de vehículos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Proyecto: "IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABCISCA 0+000 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"										
Día:	Martes		Ubicación:	km 1+840	Sentido de conteo:		Ambos			Hoja N°: 2
Fecha:	1/6/2021			Realizado por:		Byron Guashca				
Hora	Livianos			Buses	Camiones					Total vehículos por hora
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Dos ejes		Tres ejes	> Tres ejes	Subtotal	
	Livianos	Medianos								
7H00-7H15	22	38	6	1	7	2	1	0	77	315
7H15-7H30	26	35	5	1	2	3	0	0	72	
7H30-7H45	20	37	8	1	5	3	0	0	74	
7H45-8H00	25	40	7	1	11	7	1	0	92	
8H00-8H15	18	32	3	1	3	4	1	0	62	225
8H15-8H30	15	24	2	1	5	6	0	0	53	
8H30-8H45	17	29	4	0	3	2	0	0	55	
8H45-9H00	10	25	6	0	4	9	1	0	55	
9H00-9H15	14	26	3	1	4	7	0	0	55	214
9H15-9H30	10	21	2	0	2	6	1	0	42	
9H30-9H45	13	33	1	3	4	6	0	0	60	
9H45-10H00	16	23	4	1	3	10	0	0	57	
10H00-10H15	11	22	3	1	6	9	1	0	53	207
10H15-10H30	10	23	1	0	5	6	0	0	45	
10H30-10H45	12	34	5	0	4	7	1	0	63	
10H45-11H00	8	27	0	2	5	3	1	0	46	
11H00-11H15	16	21	2	0	5	7	0	0	51	177
11H15-11H30	12	17	2	0	2	4	0	0	37	
11H30-11H45	14	25	2	0	6	5	0	0	52	
11H45-12H00	10	23	0	0	2	2	0	0	37	
12H00-12H15	12	32	1	0	4	7	0	0	56	182
12H15-12H30	8	26	3	1	3	7	0	0	48	
12H30-12H45	13	22	1	0	4	6	0	0	46	
12H45-13H00	6	14	2	0	6	3	1	0	32	
13H00-13H15	7	18	1	0	2	5	0	0	33	130
13H15-13H30	5	12	1	0	3	4	0	0	25	
13H30-13H45	10	15	2	1	2	5	0	0	35	
13H45-14H00	6	19	3	0	4	4	0	1	37	
14H00-14H15	10	17	4	1	9	6	0	0	47	179
14H15-14H30	11	21	4	0	5	6	1	0	48	
14H30-14H45	9	15	2	0	6	5	0	0	37	
14H45-15H00	10	20	4	1	1	10	1	0	47	
15H00-15H15	11	22	5	2	6	6	0	0	52	214
15H15-15H30	8	30	6	2	5	3	0	0	54	
15H30-15H45	10	25	3	3	5	8	0	0	54	
15H45-16H00	8	33	1	3	4	5	0	0	54	
16H00-16H15	17	37	3	0	8	5	0	0	70	275
16H15-16H30	19	26	9	2	5	9	0	1	71	
16H30-16H45	16	29	3	4	7	4	0	0	63	
16H45-17H00	14	31	4	3	12	7	0	0	71	
17H00-17H15	12	36	10	1	8	4	2	2	75	283
17H15-17H30	19	24	14	2	4	4	0	0	67	
17H30-17H45	19	28	12	2	10	5	0	0	76	
17H45-18H00	16	27	6	0	10	6	0	0	65	
18H00-18H15	11	27	3	0	7	2	0	1	51	206
18H15-18H30	14	34	5	1	3	5	0	0	62	
18H30-18H45	13	30	2	0	1	2	0	0	48	
18H45-19H00	15	24	3	0	2	1	0	0	45	
Sumatoria parcial	628	1249	183	43	234	252	13	5	2607	2607

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

El día martes 1 de junio del 2021 se determinó la hora pico de (7:00 a 8:00 am), con una cantidad de 315 vehículos, ya que ese día se realiza la feria en la ciudad de Latacunga.

La tabla N°6, registra la cantidad de vehículos que circularon a la hora mencionada, detallada a continuación.

Tabla 6. Tráfico de la Hora Pico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”								
Día:	Martes	Sentido de conteo:	Ambos	Hoja N°: 2				
Fecha:	01/06/2021	Realizado por:	Byron Guashca					
Hora	Livianos	Buses	Camiones				Subtotal	Total
			C-2-L	C-2-P	C-3	C>3		
7H00-7H15	66	1	7	2	1	0	77	315
7H15-7H30	66	1	2	3	0	0	72	
7H30-7H45	65	1	5	3	0	0	74	
7H45-8H00	72	1	11	7	1	0	92	
Subtotal	269	4	25	15	2	0		315
Total	269	4	42				315	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.3.2 Cálculo del Factor de Hora Pico

$$FHP_{15} = \frac{Q}{4 * Q_{15 \text{ máx}}} \quad \text{Fórmula 3.1}$$

Donde:

Q: Total de volumen de tráfico en la hora pico.

Q_{15 máx}: Volumen máximo en el transcurso de la hora pico.

$$FHP_{15} = \frac{315 \text{ veh}}{4 * 92 \text{ veh}}$$

$$FHP_{15} = 0.856$$

Nota: Se consideró $FHP_{15} = 1$ para obtener un tránsito uniforme.

$$\therefore FHP_{15} = 1$$

3.1.3.3 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

$$TPDA \text{ act} = \frac{VHP * FHP}{k} \quad \text{Fórmula 3.2}$$

Donde:

TPDA act.: Tráfico promedio diario anual actual.

VHP: Número de vehículos en la hora pico.

FHP: Factor hora pico.

K: Porcentaje de la 30ava hora de diseño.

K=8%-12% (10%) Para zona urbana.

K=12%-18% (15%) Para zona rural.

Se considera el coeficiente k=15% por ser una zona rural.

- **Vehículos Livianos**

$$TPDA \text{ act} = \frac{269 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 1793 \text{ vehículos/día}$$

- **Buses**

$$TPDA \text{ act} = \frac{4 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 27 \text{ vehículos/día}$$

- **Camiones**

$$TPDA \text{ act} = \frac{42 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 280 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tabla 7. TPDA Actual de la v\u00eda Lasso - Toacazo

Tipo de veh\u00edculo	VHP (Veh\u00edculos Hora Pico)	TPDA Actual veh\u00edculo/d\u00eda
Livianos	269	1793
Buses	4	27
Camiones	42	280
Total		2100

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.3.4 C\u00e1lculo del Tr\u00e1fico Atra\u00edo

$$Ta = 10\% \text{ TPDA actual}$$

F\u00f3rmula 3.3

Donde:

Ta: Tr\u00e1fico atra\u00edo.

TPDA Actual: Tr\u00e1fico Promedio Diario Anual Actual.

- **Tr\u00e1fico atra\u00edo para veh\u00edculos livianos**

$$Ta = 10\% * 1793$$

$$Ta = 179 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Tr\u00e1fico atra\u00edo para buses**

$$Ta = 10\% * 27$$

$$Ta = 3 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Tr\u00e1fico atra\u00edo para camiones**

$$Ta = 10\% * 280$$

$T_a = 28$ vehiculos/día

Tabla 8.Tráfico Atraído

Tipo de vehículo	TPDA Actual (vehículo/día)	Tráfico Atraído (vehículo/día)
Livianos	1793	179
Buses	27	3
Camiones	280	28
Total	2100	210

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.3.5 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total

$$TPDA_{total} = TPDA_{actual} + T_a$$

Fórmula 3.4

Donde:

TPDA_{total} : Tráfico Promedio Diario Anual Total.

TPDA_{actual}: Tráfico Promedio Diario Anual Actual.

T_a: Tráfico atraído.

- **TPDA_{total} para vehículos livianos**

$$TPDA_{total} = 1793 + 179$$

$$TPDA_{total} = 1972 \text{ veh\acute{u}culos/d\acute{a}a}$$

- **TPDA_{total} para buses**

$$TPDA_{total} = 27 + 3$$

$$TPDA_{total} = 30 \text{ veh\acute{u}culos/d\acute{a}a}$$

- **TPDA_{total} para camiones**

$$TPDA_{total} = 280 + 28$$

$$TPDA_{total} = 308 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

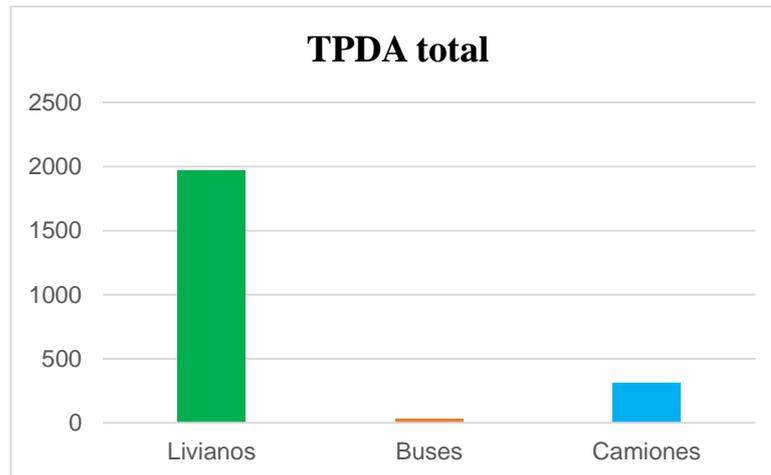
Tabla 9. TPDA total de la v\u00eda Lasso – Toacazo

Tipo de veh\u00edculo	TPDA Actual (veh\u00edculo/d\u00eda)	Tr\u00e1fico Atra\u00edo (veh\u00edculo/d\u00eda)	TPDA Total
Livianos	1793	179	1972
Buses	27	3	30
Camiones	280	28	308
Total	2100	210	2310

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

El valor de **TPDA** es de **2310** veh\u00edculos/d\u00eda

Gr\u00e1fico 12. TPDA total seg\u00fan el tipo de veh\u00edculo



Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.3.6 C\u00e1lculo del Tr\u00e1fico Futuro o Proyectado

El tr\u00e1fico futuro de la v\u00eda Lasso –Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010, ser\u00e1 proyectado para un periodo de 20 a\u00f1os, el cual iniciar\u00e1 en el a\u00f1o 2021 hasta el a\u00f1o 2041.

$$Tf = TPDA_{total} (1+i)^n \quad \text{F\u00f3rmula 3.5}$$

Donde:

Tf: Tr\u00e1fico futuro.

TPDA_{total}: Tr\u00e1fico Promedio Diario Anual total.

i: \u00cdndice de crecimiento vehicular.

n: Número de años proyectados.

Tabla 10. Índice de crecimiento vehicular

Periodo	Tipo de vehículo		
	Livianos	Buses	Camiones
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2030	3.25	1.62	1.58
2030-2035	3.25	1.62	1.58
2035-2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: MTOP, 2013

En la siguiente tabla 11, se muestra la proyección del tráfico vehicular en 20 años con una cantidad de 4201 vehículos/día para el año 2041 en ambos sentidos de circulación.

Tabla 11. Tráfico Futuro

N°	Año	Tasa de Crecimiento %			Tráfico Futuro (vehículos/día)			TPDA Futuro Total (veh/día)
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
0	2021	3.57	1.78	1.74	1972	30	308	2310
1	2022	3.57	1.78	1.74	2042	31	313	2386
2	2023	3.57	1.78	1.74	2115	31	319	2465
3	2024	3.57	1.78	1.74	2191	32	324	2547
4	2025	3.57	1.78	1.74	2269	32	330	2631
5	2026	3.25	1.62	1.58	2314	33	333	2680
6	2027	3.25	1.62	1.58	2389	33	338	2760
7	2028	3.25	1.62	1.58	2467	34	344	2845
8	2029	3.25	1.62	1.58	2547	34	349	2930
9	2030	3.25	1.62	1.58	2630	35	355	3020
10	2031	3.25	1.62	1.58	2715	35	360	3110
11	2032	3.25	1.62	1.58	2803	36	366	3205
12	2033	3.25	1.62	1.58	2895	36	372	3303
13	2034	3.25	1.62	1.58	2989	37	378	3404
14	2035	3.25	1.62	1.58	3086	38	384	3508
15	2036	3.25	1.62	1.58	3186	38	390	3614
16	2037	3.25	1.62	1.58	3290	39	396	3725
17	2038	3.25	1.62	1.58	3397	39	402	3838
18	2039	3.25	1.62	1.58	3507	40	408	3955
19	2040	3.25	1.62	1.58	3621	41	415	4077
20	2041	3.25	1.62	1.58	3739	41	421	4201

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.3.7 Clasificación Vial en función del (TPDA)

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 es de 2310 vehículos/día, y la proyección en 20 años da como resultado un tráfico futuro de 4201 vehículos/día, de acuerdo a estos valores la vía se clasifica actualmente como Colectora Clase II y a futuro (20 años) como Colectora Clase I de acuerdo a la Tabla 12.

Tabla 12. Tráfico Futuro

Función	Clase de carretera (según MOP)	TPDA (Año final de diseño)
Corredor Arterial	RI - RII (1)	>8000
	I	3000 – 8000
Colectora	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
Vecinal	IV	100 - 300
	V	300

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

3.1.3.8 Cálculo de Ejes Equivalentes

Para el cálculo del número total de ejes equivalentes de la vía en estudio, se considera solo los ejes equivalentes sencillos de 8.2 toneladas, es decir los vehículos pesados, mediante la siguiente ecuación.

$$W18 = ((\sum_{i=1}^{l=m} FD * TPDA) * 365) * Fd * DI \quad \text{Fórmula 3.6}$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes para el período de diseño establecido.

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual para el periodo de diseño establecido.

FD: Factor de daño (Tabla 13 se especifica los factores de daño).

fd: Factor de distribución direccional.

D1: Porcentaje de W18 en el carril D1.

Tabla 13. Factores de daño según el tipo de vehículo.

Tipo	Simple		Simple doble		Tándem		Trídem		Factor de daño (Fd)
	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
C-2P	2.5	0.02	-	-	-	-	-	-	1.29
	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
C-2G	6	0.68	11	3.24	-	-	-	-	3.92
C-3	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.75
C-4	6	0.68	-	-	-	-	25	1.4	2.08
C-5	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.75
C-6	6	0.68	-	-	18	2.07	25	1.4	4.15

Fuente: F. Moreira, Guía de Pavimentos, 2015

La vía Lasso – Toacazo consta de 2 carriles uno en cada dirección, por lo tanto, se considera el 50% de tránsito para cada carril (Fd).

Tabla 14. Factores de distribución direccional.

Número de Carriles	Porcentaje de vehículos en Carril (%)
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Norma AASHTO 93 Diseño de Estructuras de Pavimentos, 2014

Tabla 15. Porcentajes de W18 en un Carril D1.

Número de Carriles en una dirección	Porcentaje de W18 en un Carril (%)
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80

Fuente: Norma AASHTO 93 Diseño de Estructuras de Pavimentos, 2014

Tabla 16. Determinación de Ejes Equivalentes.

Ejes Equivalentes									
N°	Año	Tráfico Futuro veh/día					TPDA Futuro Total	W18 Acumulado	W18 Por Carril
		Livianos	Buses	Camiones					
				C-2-L	C-2-G	C-3			
0	2021	1972	30	184	110	14	2310	269465	134732
1	2022	2042	31	187	112	14	2386	543584	271792
2	2023	2115	31	190	114	14	2465	821976	410988
3	2024	2191	32	194	116	15	2547	1106498	553249
4	2025	2269	32	197	118	15	2631	1395293	697646
5	2026	2314	33	199	119	15	2680	1686840	843420
6	2027	2389	33	202	121	15	2760	1982662	991331
7	2028	2467	34	205	123	16	2845	2284141	1142070
8	2029	2547	34	209	125	16	2930	2590365	1295182
9	2030	2630	35	212	127	16	3020	2901243	1450621
10	2031	2715	35	215	129	16	3110	3216395	1608197
11	2032	2803	36	219	131	17	3205	3537675	1768837
12	2033	2895	36	222	133	17	3303	3863229	1931615
13	2034	2989	37	226	135	17	3404	4193908	2096954
14	2035	3086	38	229	137	17	3508	4529241	2264621
15	2036	3186	38	233	139	18	3614	4870323	2435161
16	2037	3290	39	236	141	18	3725	5216058	2608029
17	2038	3397	39	240	144	18	3838	5567969	2783985
18	2039	3507	40	244	146	19	3955	5926009	2963004
19	2040	3621	41	248	148	19	4077	6289173	3144586
20	2041	3739	41	252	151	19	4201	6658513	3329256

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.4 Evaluación Superficial del Pavimento mediante el Método del Índice de Condición de Pavimento (PCI)

El Índice de Condición de Pavimento (PCI) determina el estado en el que se encuentra el pavimento, el objetivo de este método es identificar visualmente las fallas que presenta a lo largo de la vía Lasso – Toacazo de la Provincia de Cotopaxi en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010, para posteriormente realizar los cálculos correspondientes.

Tabla 17. Datos para la evaluación por el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI).

Datos	
Ancho Promedio de Calzada	7.80 m
Longitud del Tramo (Lt)	4010 m
Área del Tramo (A)	230 ± 93m ²
Error Admisible Estimado para PCI de la Sección e	5%
Desviación Estándar del PCI para Pavimentos Asfálticos σ	10

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.4.1 Cálculo de Unidades de muestreo

➤ Longitud de la Unidad de Muestra

$$L = \frac{A}{Av} \qquad \text{Fórmula 3.7}$$

Donde:

L: Longitud de la Unidad de Muestra

A: Área de la muestra

Av: Ancho de la Vía

$$L = \frac{230 \pm 93m^2}{7.80m}$$

$$L = 17.56m \text{ hasta } 41.41m$$

$$L = 30m$$

➤ Área Real del Tramo

$$A = Av * L \qquad \text{Fórmula 3.8}$$

Donde:

L: Longitud de la Unidad de Muestra

A: Área de la Muestra

Av: Ancho de Vía

$$A = 7.80m * 30m$$

$$A = 234m^2$$

Al tener un área de $234m^2$ está en el rango de $230 \pm 93m^2$, se continúa con el cálculo.

➤ **Número Total de Muestras.**

$$N = \frac{Lt}{L} \quad \text{Fórmula 3.9}$$

Donde:

N: Número total de muestras.

Lt: Longitud del tramo de la vía

L: Longitud de la unidad de muestra

$$N = \frac{4010m}{30m}$$

$$N = 133.67 \approx 134 \text{ unidades}$$

➤ **Unidades Mínimas de Muestreo**

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N-1) + \sigma^2} \quad \text{Fórmula 3.10}$$

Donde:

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo

e: Error Admisible Estimado para PCI de la sección

σ : Desviación Estándar del PCI para Pavimentos Asfálticos

$$n = \frac{134 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (134 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.38 \approx 14 \text{ unidades}$$

➤ **Intervalo de la Muestra**

$$i = \frac{N}{n} \qquad \text{Fórmula 3.11}$$

Donde:

i: Intervalo de la Muestra

N: Número Total de Unidades de Muestreo

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo

$$i = \frac{134 \text{ unidades}}{14 \text{ unidades}}$$

$$i = 9.5 \approx 9$$

➤ **Corrección para las Unidades de Muestreo**

$$nc = \frac{N}{i} \qquad \text{Fórmula 3.12}$$

Donde:

nc: Número Corregido de Unidades de Muestreo

N: Número Total de Unidades de Muestreo

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo

$$nc = \frac{134 \text{ unidades}}{9}$$

$$nc = 14.88 \approx 15 \text{ unidades}$$

Tabla 18. Unidades de Muestreo para el Índice de Condición de Pavimento (PCI) en el tramo de la Vía.

N° de Muestra	Abscisa Inicial	Abscisa Final
1	0+160	0+190
2	0+430	0+460
3	0+700	0+730
4	0+970	1+000
5	1+240	1+270
6	1+510	1+540
7	1+780	1+810
8	2+050	2+080
9	2+320	2+350
10	2+590	2+620
11	2+860	2+890
12	3+130	3+160
13	3+400	3+430
14	3+670	3+700
15	3+940	3+970

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.4.2 Cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Una vez determinada los tramos y obtenido la información de las fallas en la vía en estudio se procede calcular el Índice de Condición de Pavimento (PCI). Se tomó la muestra 11 para explicar el proceso de cálculo.

Gráfico 13. Formato de evaluación del índice de Condición de Pavimento (PCI)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	11	Responsable: Byron Guashca				
Abscisa Inicial:	2 + 860	Área de Muestreo	234 m ²					
Abscisa Final:	2 + 890	Fecha:	10/6/2021					
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO								
N°	Fallas	Unidad						
1	Piel de Cocodrilo	m ²						
2	Exudación	m ²						
3	Agrietamiento en bloque	m ²						
4	Abultamientos y Hundimientos	m						
5	Corrugación	m ²						
6	Depresión	m ²						
7	Grieta de borde	m						
8	Grieta de reflexión de Junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y Transversales	m						
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²						
12	Agregado Pulido	m ²						
13	Huecos	Unidad						
14	Cruce de Vía Ferrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grietas parabólicas	m ²						
18	Hinchamiento	m ²						
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²						
Falla N°	Severidad		Alto (H)	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)						
7		X		0.9	2.7	3.6	1.54	8
Valor Deducido Total (VDT)								8
Cálculo de PCI								
				PCI=	100-VDT	PCI=		92

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

➤ **Cálculo de la Densidad**

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Área Total del Daño}}{\text{Área de la Muestra}} * 100 \quad \text{Fórmula 3.13}$$

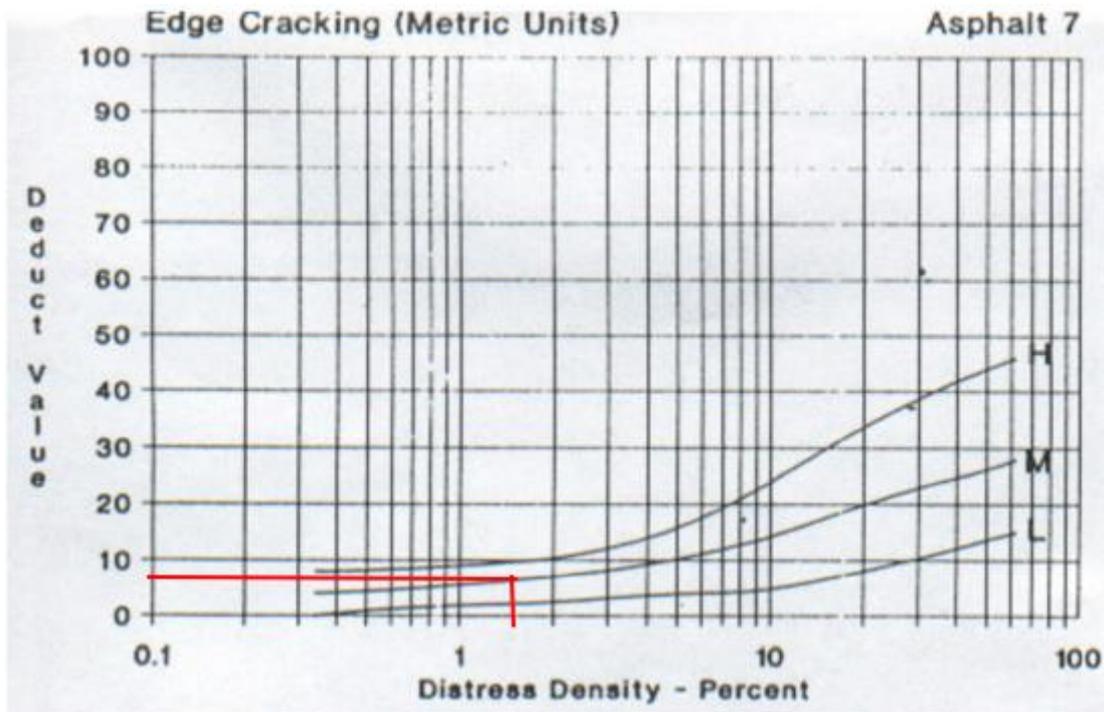
$$\text{Densidad} = \frac{3.6}{234} * 100$$

$$\text{Densidad} = 1.54$$

➤ **Cálculo del Valor Deducido**

El valor deducido se determina mediante las curvas para pavimentos asfálticos, que depende del tipo de falla y severidad, en este caso nuestro valor es de 8.

Gráfico 14. Ábaco de Valores deducidos, falla Grieta de Borde



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

➤ **Cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI) de la Muestra**

Una vez determinado el valor deducido se calcula el valor de (PCI) de la siguiente manera.

$$\text{PCI} = 100 - (VDT) \quad \text{Fórmula 3.14}$$

$$\text{PCI} = 100 - 8$$

$$\text{PCI} = 92$$

Tabla 19. Rangos de calificación de Índice de Condición de Pavimento (PCI)

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

Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

La Unidad de muestra analizada tiene un índice de Condición de Pavimento (PCI) de 92 por lo que se encuentra en una condición de Excelente.

3.1.4.3 Resultados del Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Tabla 20. Resultados de (PCI) de la vía Lasso – Toacazo

N° de Muestra	Abscisa Inicial	Abscisa Final	Área del Tramo (m2)	PCI por Muestra	Calificación	Intervención
1	0+160	0+190	234	68	BUENO	Rehabilitación
2	0+430	0+460	234	77	MUY BUENO	Mantenimiento
3	0+700	0+730	234	79	MUY BUENO	Mantenimiento
4	0+970	1+000	234	76	MUY BUENO	Mantenimiento
5	1+240	1+270	234	85	MUY BUENO	Mantenimiento
6	1+510	1+540	234	79	MUY BUENO	Mantenimiento
7	1+780	1+810	234	82	MUY BUENO	Mantenimiento
8	2+050	2+080	234	75	MUY BUENO	Mantenimiento
9	2+320	2+350	234	83	MUY BUENO	Mantenimiento
10	2+590	2+620	234	99	EXCELENTE	Mantenimiento
11	2+860	2+890	234	92	EXCELENTE	Mantenimiento
12	3+130	3+160	234	96	EXCELENTE	Mantenimiento
13	3+400	3+430	234	76	MUY BUENO	Mantenimiento
14	3+670	3+700	234	81	MUY BUENO	Mantenimiento
15	3+940	3+970	234	83	MUY BUENO	Mantenimiento
Promedio (PCI)				82.07	MUY BUENO	Mantenimiento

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

La Vía Lasso – Toacazo tiene un Índice de Condición de Pavimento (PCI) de 82.07 lo cual nos indica que se encuentra en MUY BUEN estado, tomando en cuenta que necesita mantenimiento rutinario y periódico. En el Anexo B se detalla la evaluación del pavimento por medio del método (PCI).

3.1.5 Cálculo de Deflexiones mediante el método de la Viga Benkelman

El pavimento al encontrarse sometido a cargas vehiculares constantes se producen deflexiones y estas son determinadas mediante la viga Benkelman.

Tabla 21. Deflexiones obtenidas de la vía Lasso - Toacazo

Estación	Abscisa	Carril izquierdo	Carril derecho	Lectura del deflectómetro en campo (x 10e-2mm)						Temperatura (°C)
				D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1	0+020		X	0	16	19	22	27	27	27
2	0+200	X		0	11	13	17	22	22	27
3	0+400		X	0	13	16	20	24	24	27
4	0+600	X		0	12	15	18	21	21	29
5	0+800		X	0	10	17	22	25	25	28
6	1+000	X		0	14	17	21	24	24	29
7	1+200		X	0	9	13	16	23	23	29
8	1+400	X		0	13	15	18	21	21	30
9	1+600		X	0	12	16	24	32	32	32
10	1+800	X		0	16	21	25	30	30	32
11	2+000		X	0	10	14	20	25	25	31
12	2+200	X		0	15	23	29	33	33	31
13	2+400		X	0	12	16	22	27	27	32
14	2+600	X		0	6	11	19	22	22	32
15	2+800		X	0	7	11	17	20	20	30
16	3+000	X		0	6	14	17	20	20	30
17	3+200		X	0	9	13	18	22	22	31
18	3+400	X		0	8	15	19	21	21	31
19	3+600		X	0	10	13	16	23	23	30
20	3+800	X		0	14	19	23	28	28	30
21	4+000		X	0	12	15	20	25	25	30

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

➤ **Corrección por el brazo de la viga Benkelman con relación 1:2**

$$D = RB * (Df - D0) \qquad \text{Fórmula 3.15}$$

Donde :

D: Deflexión corregida

RB: Relación del brazo de la viga Benkelman 1:2

D0: Deflexión inicial registrada en campo

Df: Deflexión final registrada en cada estación

$$D = RB * (Df - D0)$$

$$D = 2 * (27 - 0)$$

$$D = 54 * 10^{-2} \text{mm}$$

Este procedimiento lo hacemos para todas las lecturas obtenidas en campo.

Tabla 22. Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2

Estación	Abscisa	Deflexiones Corregidas (x 10e-2mm)						Temperatura (°C)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1	0+020	54	22	16	10	0	0	27
2	0+200	44	22	18	10	0	0	27
3	0+400	48	22	16	8	0	0	27
4	0+600	42	18	12	6	0	0	29
5	0+800	50	30	16	6	0	0	28
6	1+000	48	20	14	6	0	0	29
7	1+200	46	28	20	14	0	0	29
8	1+400	42	16	12	6	0	0	30
9	1+600	64	40	32	16	0	0	32
10	1+800	60	28	18	10	0	0	32
11	2+000	50	30	22	10	0	0	31
12	2+200	66	36	20	8	0	0	31
13	2+400	54	30	22	10	0	0	32
14	2+600	44	32	22	6	0	0	32
15	2+800	40	26	18	6	0	0	30
16	3+000	40	28	12	6	0	0	30
17	3+200	44	26	18	8	0	0	31
18	3+400	42	26	12	4	0	0	31
19	3+600	46	26	20	14	0	0	30
20	3+800	56	28	18	10	0	0	30
21	4+000	50	26	20	10	0	0	30

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

➤ **Corrección por efecto de Temperatura**

$$D(20^{\circ}\text{C}) = \frac{D0}{0.001*(t-20^{\circ}\text{C})*(h)+1} \quad \text{Fórmula 3.16}$$

Donde:

D(20°): Deflexión corregida

D0: Deflexión inicial registrada en campo

h: Espesor de la capa asfáltica (cm)

t: Temperatura del pavimento (°C)

$$D(20^{\circ}\text{C}) = \frac{54}{0.001 * (27^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) * (7) + 1}$$

$$D(20^{\circ}\text{C}) = 51.48 * 10^{-2}\text{mm}$$

Este procedimiento lo hacemos para todas las lecturas obtenidas en campo.

Tabla 23. Deflexiones corregidas temperatura

Estación	Abscisa	Deflexiones Corregidas (x 10e-2mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	0+020	51.48	20.97	15.25	9.53	0.00	0.00	27	7
2	0+200	41.94	20.97	17.16	9.53	0.00	0.00	27	7
3	0+400	45.76	20.97	15.25	7.63	0.00	0.00	27	7
4	0+600	39.51	16.93	11.29	5.64	0.00	0.00	29	7
5	0+800	47.35	28.41	15.15	5.68	0.00	0.00	28	7
6	1+000	45.16	18.81	13.17	5.64	0.00	0.00	29	7
7	1+200	43.27	26.34	18.81	13.17	0.00	0.00	29	7
8	1+400	39.25	14.95	11.21	5.61	0.00	0.00	30	7
9	1+600	59.04	36.90	29.52	14.76	0.00	0.00	32	7
10	1+800	55.35	25.83	16.61	9.23	0.00	0.00	32	7
11	2+000	46.43	27.86	20.43	9.29	0.00	0.00	31	7
12	2+200	61.28	33.43	18.57	7.43	0.00	0.00	31	7
13	2+400	49.82	27.68	20.30	9.23	0.00	0.00	32	7
14	2+600	40.59	29.52	20.30	5.54	0.00	0.00	32	7
15	2+800	37.38	24.30	16.82	5.61	0.00	0.00	30	7
16	3+000	37.38	26.17	11.21	5.61	0.00	0.00	30	7
17	3+200	40.85	24.14	16.71	7.43	0.00	0.00	31	7
18	3+400	39.00	24.14	11.14	3.71	0.00	0.00	31	7
19	3+600	42.99	24.30	18.69	13.08	0.00	0.00	30	7
20	3+800	52.34	26.17	16.82	9.35	0.00	0.00	30	7
21	4+000	46.73	24.30	18.69	9.35	0.00	0.00	30	7

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

➤ **Corrección por estacionalidad**

Tabla 24. Factores de corrección por estacionalidad

Tipo de suelo Subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa - Permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa - Sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

Fuente: CONREVIAL

De acuerdo a los resultados obtenidos el tipo de suelo subrasante de la vía es Arenosa permeable y se realizó en una estación seca, tomando como factor de 1.2

$$D = 1.2 * D(20^{\circ}C) \quad \text{Fórmula 3.17}$$

Donde:

$D(20^{\circ}C)$: Deflexión corregida por temperatura $20^{\circ}C$

D: Deflexión corregida por estacionalidad

$$D = 1.2 * 51.48$$

$$D = 61.77 * 10^{-2} \text{mm}$$

Tabla 25. Deflexiones corregidas por estacionalidad

Estación	Abscisa	Deflexiones Corregidas (x 10e-2mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	0+020	61.77	25.17	18.30	11.44	0.00	0.00
2	0+200	50.33	25.17	20.59	11.44	0.00	0.00
3	0+400	54.91	25.17	18.30	9.15	0.00	0.00
4	0+600	47.41	20.32	13.55	6.77	0.00	0.00
5	0+800	56.82	34.09	18.18	6.82	0.00	0.00
6	1+000	54.19	22.58	15.80	6.77	0.00	0.00
7	1+200	51.93	31.61	22.58	15.80	0.00	0.00
8	1+400	47.10	17.94	13.46	6.73	0.00	0.00
9	1+600	70.85	44.28	35.42	17.71	0.00	0.00
10	1+800	66.42	31.00	19.93	11.07	0.00	0.00
11	2+000	55.71	33.43	24.51	11.14	0.00	0.00
12	2+200	73.54	40.11	22.28	8.91	0.00	0.00
13	2+400	59.78	33.21	24.35	11.07	0.00	0.00
14	2+600	48.71	35.42	24.35	6.64	0.00	0.00
15	2+800	44.86	29.16	20.19	6.73	0.00	0.00
16	3+000	44.86	31.40	13.46	6.73	0.00	0.00
17	3+200	49.03	28.97	20.06	8.91	0.00	0.00
18	3+400	46.80	28.97	13.37	4.46	0.00	0.00
19	3+600	51.59	29.16	22.43	15.70	0.00	0.00
20	3+800	62.80	31.40	20.19	11.21	0.00	0.00
21	4+000	56.07	29.16	22.43	11.21	0.00	0.00

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

➤ **Cálculo del Radio de Curvatura**

$$RC = \frac{3125}{D0 - D25}$$

Fórmula 3.18

Donde:

RC: Radio de Curvatura en m

D0: Deflexión máxima en 0.01mm

D25: Deflexión a 25cm en 0.01mm

$$RC = \frac{3125}{61.77 - 25.17}$$

$$RC = 85.37 \text{ m}$$

Tabla 26. Radio de Curvatura

Estación	Abscisa	Deflexiones Corregidas (x 10e-2mm)		Radio de Curvatura
		D0	D25	
1	0+020	61.77	25.17	85.37
2	0+200	50.33	25.17	124.17
3	0+400	54.91	25.17	105.07
4	0+600	47.41	20.32	115.34
5	0+800	56.82	34.09	137.50
6	1+000	54.19	22.58	98.87
7	1+200	51.93	31.61	153.79
8	1+400	47.10	17.94	107.17
9	1+600	70.85	44.28	117.62
10	1+800	66.42	31.00	88.22
11	2+000	55.71	33.43	140.23
12	2+200	73.54	40.11	93.49
13	2+400	59.78	33.21	117.62
14	2+600	48.71	35.42	235.24
15	2+800	44.86	29.16	199.03
16	3+000	44.86	31.40	232.20
17	3+200	49.03	28.97	155.82
18	3+400	46.80	28.97	175.29
19	3+600	51.59	29.16	139.32
20	3+800	62.80	31.40	99.52
21	4+000	56.07	29.16	116.10
Promedio				135.09

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

➤ **Deflexión Característica**

Primero se calcula la desviación estándar

Tabla 27. Desviación estándar

Estación	Abcisa	D0	D0 - \bar{D}	(D0 - \bar{D}) ²
1	0+020	61.77	6.58	43.35
2	0+200	50.33	-4.86	23.57
3	0+400	54.91	-0.28	0.08
4	0+600	47.41	-7.78	60.47
5	0+800	56.82	1.63	2.65
6	1+000	54.19	-1.00	1.01
7	1+200	51.93	-3.26	10.63
8	1+400	47.10	-8.09	65.39
9	1+600	70.85	15.66	245.22
10	1+800	66.42	11.23	126.15
11	2+000	55.71	0.52	0.27
12	2+200	73.54	18.35	336.67
13	2+400	59.78	4.59	21.06
14	2+600	48.71	-6.48	42.00
15	2+800	44.86	-10.33	106.69
16	3+000	44.86	-10.33	106.69
17	3+200	49.03	-6.16	37.99
18	3+400	46.80	-8.39	70.43
19	3+600	51.59	-3.60	12.96
20	3+800	62.80	7.61	57.98
21	4+000	56.07	0.89	0.78
Promedio=		55.02	Σ=	1372.07

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D0 - \bar{D})^2}{(n-1)}}$$

Fórmula 3.19

Donde:

σ: Desviación estándar

D0: Deflexión recuperable corregida en la estación (0.01mm)

\bar{D} : Deflexión media 0.01mm

n: Número de datos

$$\sigma = \sqrt{\frac{1372.07}{(21 - 1)}}$$

$$\sigma = 8.28$$

Tabla 28. Valor “t” y probabilidad de ocurrencia de D > Dc

Valor de Diseño	Dc	Área D > Dc %
50	D	50
75	D+0.674*σ	25
85	D+σ	15
90	D+1.3σ	10
95	D+1.645σ	5
98	D+2σ	2
99	D+2.33σ	1

Fuente: Modelación geotécnica de pavimentos, 2007

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

Según CONREVIAl se toma el 95% de probabilidad, que supera solamente el 5% de las determinaciones efectuadas, entonces el valor “t” es de 1.645.

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

Fórmula 3.20

$$Dc = 55.02 + (1.645 * 8.28)$$

$$Dc = 68.65 \text{ -}^2 \text{ mm}$$

➤ Deflexión Admisible

Se calcula de acuerdo al número de ejes equivalentes de la tabla N°16.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{W_{18}}\right)^{0.25} * 100$$

Fórmula 3.21

Donde:

W₁₈: 134732 → 0.134(en millones)

D_{adm}: Deflexión admisible

$$D_{adm} \left(= \frac{1.15}{0.134} \right)^{0.25} * 100$$

$$D_{adm} = 171.16 * 10 \text{ -}^2 \text{ mm}$$

➤ **Deflexión Crítica**

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100 \quad \text{Fórmula 3.22}$$

Donde:

D_{cr} :Deflexión crítica

W_{18} : 134732 → 0.134(en millones)

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{0.134} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 164.93 * 10^{-2} mm$$

Tabla 29. Tabla de resumen con deflexiones calculadas

Estación	Abscisa	D0	Deflexión Característica	Deflexión Crítica	Deflexión Admisible	Radio de Curvatura
1	0+020	61.77	68.65	164.93	171.16	85.37
2	0+200	50.33	68.65	164.93	171.16	124.17
3	0+400	54.91	68.65	164.93	171.16	105.07
4	0+600	47.41	68.65	164.93	171.16	115.34
5	0+800	56.82	68.65	164.93	171.16	137.50
6	1+000	54.19	68.65	164.93	171.16	98.87
7	1+200	51.93	68.65	164.93	171.16	153.79
8	1+400	47.10	68.65	164.93	171.16	107.17
9	1+600	70.85	68.65	164.93	171.16	117.62
10	1+800	66.42	68.65	164.93	171.16	88.22
11	2+000	55.71	68.65	164.93	171.16	140.23
12	2+200	73.54	68.65	164.93	171.16	93.49
13	2+400	59.78	68.65	164.93	171.16	117.62
14	2+600	48.71	68.65	164.93	171.16	235.24
15	2+800	44.86	68.65	164.93	171.16	199.03
16	3+000	44.86	68.65	164.93	171.16	232.20
17	3+200	49.03	68.65	164.93	171.16	155.82
18	3+400	46.80	68.65	164.93	171.16	175.29
19	3+600	51.59	68.65	164.93	171.16	139.32
20	3+800	62.80	68.65	164.93	171.16	99.52
21	4+000	56.07	68.65	164.93	171.16	116.10
PROMEDIO		55.02				135.09

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

Tabla 30. Tipos de deflexiones

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

Fuente: CONREVIAL

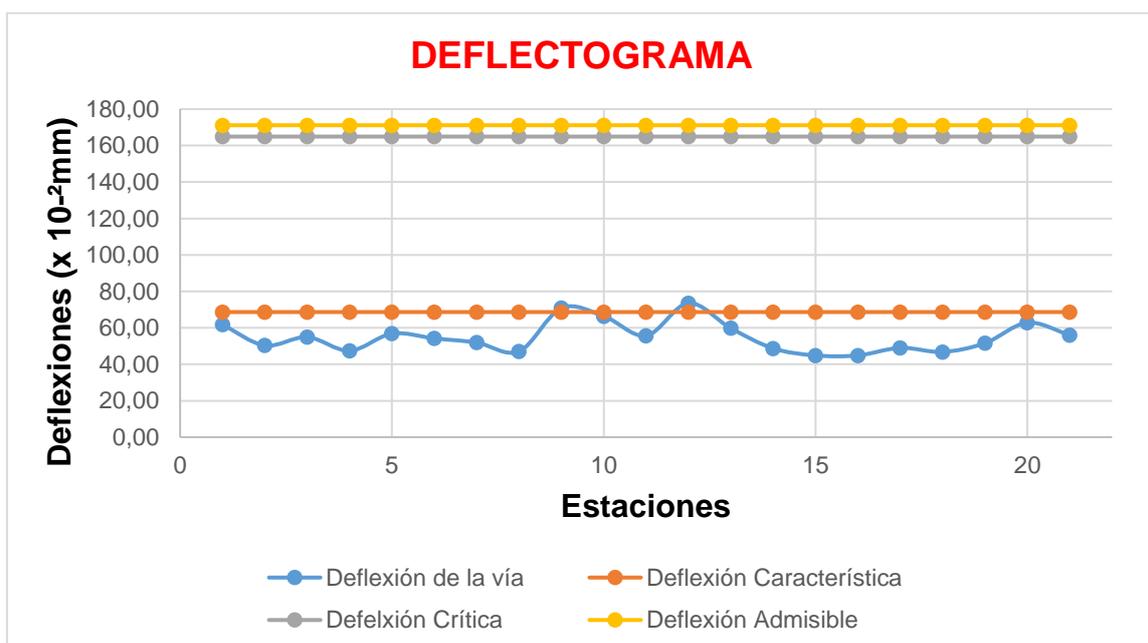
De acuerdo a la tabla N°30 de los tipos de deflexiones podemos clasificar a la vía Lasso – Toacazo como Tipo I, detallado a continuación.

Tabla 31. Deflexión Tipo I

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	
Subrasante	Tipo de deflexión
$D < D_{adm}$ $55.02 * 10^{-2} \text{mm} < 171.16 * 10^{-2} \text{mm}$	Tipo I $D < D_{adm}$ $R_c > 100$ Comportamiento Bueno
Estructura del Pavimento $R_c > 100$ $135.09 > 100$	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

Gráfico 15. Análisis deflectométrico



Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.5 Estudio de Suelos

Para el estudio de la vía Lasso – Toacazo se realizó ensayos de laboratorio en los que se determinó: Granulometría, Límite Líquido y Límite plástico, Proctor Modificado tipo B y ensayo de Relación de Soporte de California (CBR).

Previo a los ensayos se realizaron pozos a cielo abierto con 1.00m de profundidad a un costado de la vía, extrayendo una muestra de 50kg de suelo cada 1000 m de la capa subrasante, en la siguiente tabla se muestra las coordenadas en donde se realizaron los pozos a cielo abierto.

Tabla 32. Coordenadas de los pozos a cielo abierto

Calicata N°	Abscisa	Coordenada		Profundidad
		Norte	Este	
1	1+000	9916079.93m	764424.60m	1.00 m
2	2+000	9915961.53m	763431.40m	1.00 m
3	3+000	9915874.6m	762435.70m	1.00 m
4	4+000	9915871.72m	761456.29m	1.00 m

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.5.1 Análisis Granulométrico

Para clasificar el tipo de suelo se necesita de los resultados de granulometría y Límites de Atterberg, estos se encuentran en el Anexo C. A continuación se detalla el tipo de suelo de la vía en estudio.

Tabla 33. Clasificación de Suelos según AASHTO M145

Muestra	Clasificación	Grupo	Subgrupo	Tipo de material
Muestra 1	Subrasante	A-2	A-2-4	Arena arcillosa y Limosa
Muestra 2				
Muestra 3				
Muestra 4				

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.5.2 Límites de Atterberg

Para realizar el ensayo se utilizó la Norma: AASHTO T-90-70 / ASTM D424-71 obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 34. Resultados de Límites de Atterberg

Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad
Muestra 1	23.990	21.740	2.250
Muestra 2	23.650	21.100	2.550
Muestra 3	21.760	19.630	2.130
Muestra 4	22.040	19.870	2.180

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.5.3 Ensayo de Compactación Proctor modificado Tipo B

Se realizó este ensayo con las muestras obtenidas en campo del suelo subrasante, se determinó el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima de los 4 pozos a cielo abierto. En el anexo C se detalla el ensayo de compactación.

Tabla 35. Resultados de ensayo de compactación

Muestra	Densidad Seca (γ_d)	Humedad Óptima (%)
Muestra 1	1.588	15.600
Muestra 2	1.542	17.500
Muestra 3	1.480	16.300
Muestra 4	1.500	15.200

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.5.4 Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

Este ensayo permite medir la resistencia al corte del suelo con el contenido de humedad óptimo obtenido previamente. En la siguiente tabla se detalla la clasificación del suelo según la Relación de Soporte de California (CBR).

Tabla 36. Clasificación de suelos en base a la Relación de Soporte de California (CBR)

CBR%	Clasificación general	Usos
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, Diseño de pavimentos.

Tabla 37. Clasificación del suelo de la vía en estudio en base a la Relación de Soporte California (CBR)

Muestra	CBR (%)	Clasificación	Usos
Muestra 1	12.30	Regular-Buena	Subrasante
Muestra 2	15.58	Regular-Buena	Subrasante
Muestra 3	15.40	Regular-Buena	Subrasante
Muestra 4	14.62	Regular-Buena	Subrasante

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

3.1.6 Plan de Conservación Vial

Mediante los estudios realizados en campo y laboratorio permitió conocer el estado en el que se encuentra la estructura del pavimento de la vía en estudio, por consiguiente se propone el plan de mantenimiento vial de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI) y las deflexiones de la viga Benkelman.

De acuerdo a los valores obtenidos por el Índice de Condición de Pavimento (PCI), la vía Lasso – Toacazo desde la abscisa 0+00 hasta 4+010 tiene un promedio de 82.07, lo que quiere decir que esta en una condición “MUY BUENA”, pero requiere de mantenimiento rutinario detalladas a continuación.

Tabla 38. Tipos de Falla con su respectiva Solución de la vía Lasso-Toacazo

Tipo de Falla	Abscisas		Área a Intervenir	Solución
	Abscisa Inicial	Abscisa Final		
Piel de Cocodrilo	0+000	0+160	15.98 m ²	Sello Superficial Sobre carpeta
	0+700	0+730	6.75 m ²	
	0+970	1+000	7.04 m ²	
	2+050	2+080	7.06 m ²	
	3+400	3+430	7.62 m ²	
Exudación	3+130	3+160	2.95 m ²	Se aplica arena/ agregados y cilindrado
Grieta de Borde	1+240	1+270	5.94 m	Sellado de Grieta/ Parcheo parcial profundo
	2+860	2+890	3.60 m	
	3+670	3+700	5.30 m	
	3+940	3+970	2.31 m	
Grietas Longitudinales y Transversales	0+160	0+190	11.60 m	Sellado de Grietas
	0+430	0+460	9.47m	
	0+970	1+00	9.15m	
	1+780	1+810	14.48m	
	2+050	2+080	3.53m	
	2+320	2+350	9.03m	
	2+590	2+620	2.20m	
	3+940	3+970	6.19m	
Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	0+700	0+730	1.38 m ²	Sustitución del Parche
	1+510	1+540	1.27 m ²	
Huecos	0+430	0+460	2.00	Parcheo parcial o Profundo
	1+510	1+540	1.00	
Grieta Parabólica	3+670	3+700	5.69 m ²	Parcheo parcial
Meteorización Desprendimiento de Agregados	1+240	1+270	3.38m ²	Sello superficial Tratamiento Superficial Sobre carpeta
	1+780	1+810	6.97m ²	
	3+400	3+430	2.46m ²	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega, 2021

Las deflexiones obtenidas de la Viga Benkelman son de Tipo I lo que quiere decir que el comportamiento de la subrasante es Buena, lo que se comprueba con los estudios de suelo y el ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) que dio como resultado una calidad de Regular a Bueno, por lo que se requiere únicamente una intervención de mantenimiento y tratamiento superficial.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó el levantamiento georeferenciado de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta la 4+010 de la provincia de Cotopaxi, en las que se pudo obtener características de la vía, teniendo como ancho promedio de calzada de 7.80m, además, la localización de las calicatas, áreas de muestreo para la evaluación de Índice de condición de Pavimento (PCI).
- Se conoció el (TPDA) Tráfico Promedio Diario Anual de la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010, que tiene como resultado de 2310 vehículos/día, de acuerdo al MOP 2003 se clasifica como una vía colectora clase II; es así que, la proyección a 20 años corresponde a un total de 4201 vehículos/día, que se clasificará como una vía colectora clase I.
- Se evaluó la condición actual de la estructura del pavimento de la vía por medio del método de Índice de Condición de Pavimento (PCI) que tiene un promedio de 82.07, con 15 muestras de 30m de longitud y un área 234m² cada una, tiene una calificación de “Muy Bueno”. Por medio del ensayo de la viga Benkelman se obtuvo que, el comportamiento estructural de la subrasante es “Buena” porque la deflexión promedio es menor a la deflexión admisible ($55.02 * 10^{-2} \text{mm} < 171.16 * 10^{-2} \text{mm}$) y el comportamiento estructural del pavimento es “Buena” ya que el radio de curvatura es mayor a 100 ($135.09 > 100$), por lo tanto, el tipo de deflexiones que presenta la vía son de Tipo I; así mismo , se evaluó por medio del ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) obteniendo como resultados valores comprendidos de 12.30% a 14.62% lo que quiere decir que la subrasante de la vía Lasso- Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta la 4+010 de la Provincia de Cotopaxi se clasifica como regular a bueno.
- Una vez analizado e interpretado los resultados de los métodos y ensayos realizados se concluye que, la vía Lasso – Toacazo en el tramo de la abscisa 0+00 hasta la 4+010 de la provincia de Cotopaxi se encuentra en buen estado, sin embargo, se encontraron fallas a lo largo de la vía que requieren de un mantenimiento rutinario detallados en la tabla N°38.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Cotopaxi cuente con un inventario vial actualizado de la vía para facilitar estudios complementarios a futuro, además contar con una adecuada señalización tanto horizontal como vertical con la finalidad de precautelar la seguridad de los conductores y peatones
- Se recomienda proveer de un control y mantenimiento rutinario de la carpeta asfáltica de la vía, de la misma manera la limpieza de alcantarillas, aceras, bordillos y cunetas con el propósito de evitar el deterioro prematuro de la estructura del pavimento.
- Contar con un manual o una guía detallada de los distintos tipos de fallas que se pueden presentar al momento de realizar la evaluación visual por medio del método de Índice de condición de Pavimento (PCI)
- Realizar estudios complementarios utilizando otros métodos que permitan mejorar el funcionamiento y desempeño eficiente de la estructura del pavimento con el propósito de brindar seguridad y comodidad a los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. A. Alonzo Hernández, j. A. Flores López, and J. R. Sánchez Beltrán, “Manual de mantenimiento en vías urbanas, utilizando mezcla asfáltica en caliente, tibia y en frio,” Universidad de el Salvador, 2012.
- [2] Secretaria de Comunicaciones y Transportes de Mexico, Guía de procedimientos y tecnicas para la conservacion de carreteras en México. 2014.
- [3] E. Barajas Reina and B. E. Buitrago Martinez, “Análisis comparativo del sistema de gestión de los pavimentos o mantenimiento vial la ciudad de Bogotá con la ciudad de Sao Paulo,” Universidad Católica De Colombia, 2017.
- [4] C. A. Martínez alarcón, “Analisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos,” Universidad Militar nueva Granada, 2015.
- [5] Ministerio De Transporte Y Obras Públicas Del Ecuador, Norma Para Estudios Y Diseños Viales. Quito: NEVI-12, 2013.
- [6] M. M. Ordóñez Díaz and L. C. Meneses Silva, “Criterios e indicadores de sostenibilidad en el subsector vial,” Cienc. e Ing. Neogranadina, vol. 25, no. 2, p. 81, 2015.
- [7] W. Zecenarro, “Manual de Carreteras Conserevación Vial,” Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ed. Perú, 2013, p. 1243.
- [8] G. A. Badilla Vargas, “Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI),” Infraestruct. Vial, vol. 11, no. 21, pp. 30–37, 2012.
- [9] J. J. Agudelo Ospina, “Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano,” Universidad Nacional De Colombia-Sede Medellín, 2002.
- [10] Universidad Mayor De San Simon, Pavimentos - Texto Guia. 2004.
- [11] A. Montejo Fonseca, Ingeniería De Pavimentos Para Carreteras, 2nd ed. Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones, 2002.
- [12] C. Giordani and D. Leone, “Pavimentos.” Universidad Tecnológica Nacional, pp.

1–6.

- [13] E. D. Rodríguez Velásquez, “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la av. Luis Montero, Distrito de Castilla,” Universidad de Piura, 2009.
- [14] R. J. Miranda Rebolledo, “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos,” Universidad Austral De Chile, 2010.
- [15] J. L. Briceño Terrones, “Diseño Estructural del pavimento de la av. Juan Pablo II y su interconexión con la vía de evitamiento utilizando geosintéticos en el distrito Victor Larco Herrera – Trujillo – la Libertad,” Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.
- [16] MTOP, “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras,” in Mtop, vol. 2, 2003, p. 475.
- [17] J. R. Menéndez, *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas Manual*. Lima, 2003.
- [18] H. A. Rondón Quintana and F. A. Reyes Lizcano, *Pavimentos*. Bogotá: ECOE, 2015.
- [19] L. R. Vásquez Varela, *Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras*. Manizales, 2002.
- [20] M. Corros, E. Urbáez, and G. Corredor, *Manual de Evaluación de Pavimentos*. 2009.
- [21] Braja M. Das, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*, 4th ed. Mexico: Cengage Learning Editores, S.A, 2015.
- [22] E. Juárez Badillo and A. Rico Rodríguez, *Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Mexico: Limusa, 2005.
- [23] J. E. Bowles, *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*, 1st ed. Mexico: McGraw Hill, 1981.
- [24] W. Araujo, “Ecuaciones de Correlación del CBR con Propiedades Índice de Suelos Para la Ciudad de Piura,” Universidad De Piura, 2014.

- [25] J. Balarezo, “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento,” Universidad De Piura, 2017.
- [26] D. I. Cajas Peralvo, “Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo Sector Santa Rosa – Juan Benigno Vela En El Tramo De La Abscisa 6+400 Hasta 9+600 De La Provincia De Tungurahua,” Universidad Técnica De Ambato, 2021.

ANEXOS

ANEXO A.
CONTEO VEHICULAR

Tabla 39. Anexo A-1 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR 											
Proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”											
Día:	Lunes		Ubicación:	km 1+840	Sentido de conteo:		Ambos			Hoja N°: 1	
Fecha:	31/5/2021				Realizado por:		Byron Guashca				
Hora	Livianos			Buses	Camiones			Tres ejes	> Tres ejes	Subtotal	Total vehículos por hora
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Dos ejes						
					Livianos	Medianos					
7H00-7H15	10	15	4	0	2	3	0	0	34	141	
7H15-7H30	5	13	3	1	4	1	1	0	28		
7H30-7H45	9	18	1	0	5	2	0	0	35		
7H45-8H00	13	22	3	1	3	2	0	0	44		
8H00-8H15	10	25	4	0	4	5	0	1	49	174	
8H15-8H30	15	20	6	1	3	2	0	0	47		
8H30-8H45	8	27	1	0	6	4	0	0	46		
8H45-9H00	5	18	2	1	4	2	0	0	32		
9H00-9H15	9	25	4	0	7	3	0	0	48	182	
9H15-9H30	14	27	3	0	5	1	0	1	51		
9H30-9H45	11	22	2	0	2	1	1	0	39		
9H45-10H00	8	24	0	1	7	4	0	0	44		
10H00-10H15	5	16	1	0	2	7	0	1	32	171	
10H15-10H30	13	19	2	0	3	9	1	0	47		
10H30-10H45	17	28	1	0	6	2	0	0	54		
10H45-11H00	10	20	3	0	1	4	0	0	38		
11H00-11H15	12	15	1	1	7	1	0	0	37	188	
11H15-11H30	15	23	0	0	4	6	0	0	48		
11H30-11H45	20	17	2	0	5	10	0	0	54		
11H45-12H00	17	21	1	1	4	5	0	0	49		
12H00-12H15	14	15	3	0	2	7	0	0	41	168	

12H15-12H30	16	17	2	1	3	2	1	0	42	
12H30-12H45	10	18	1	0	4	6	0	1	40	
12H45-13H00	13	21	4	0	2	5	0	0	45	
13H00-13H15	7	19	3	1	3	8	0	0	41	175
13H15-13H30	10	24	2	0	4	6	1	0	47	
13H30-13H45	8	30	4	0	2	3	0	0	47	
13H45-14H00	11	20	2	0	5	2	0	0	40	
14H00-14H15	10	27	3	0	3	5	0	0	48	
14H15-14H30	8	25	0	1	4	2	0	0	40	185
14H30-14H45	12	23	2	0	5	2	1	0	45	
14H45-15H00	19	30	1	0	1	1	0	0	52	
15H00-15H15	15	22	2	0	7	4	0	1	51	
15H15-15H30	21	20	2	1	8	3	1	0	56	204
15H30-15H45	19	17	1	0	3	6	0	0	46	
15H45-16H00	17	24	3	0	5	2	0	0	51	
16H00-16H15	19	27	1	1	6	3	1	0	58	199
16H15-16H30	18	23	4	0	4	1	0	0	50	
16H30-16H45	20	20	2	0	2	0	0	0	44	
16H45-17H00	18	21	3	0	3	2	0	0	47	
17H00-17H15	17	24	5	0	4	3	0	0	53	229
17H15-17H30	28	17	3	0	5	7	0	0	60	
17H30-17H45	21	21	4	1	4	5	0	0	56	
17H45-18H00	25	24	1	1	4	5	0	0	60	
18H00-18H15	21	15	2	0	3	1	0	0	42	184
18H15-18H30	24	18	1	0	4	0	1	0	48	
18H30-18H45	23	17	2	1	2	4	0	0	49	
18H45-19H00	25	15	0	0	2	3	0	0	45	
Sumatoria parcial	695	1009	107	15	188	172	9	5	2200	2200

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 40. Anexo A-2 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR 											
Proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”											
Día:	Martes			Ubicación:	Km 1+840		Sentido de conteo:	Ambos			Hoja N°: 2
Fecha:	1/06/2021				Realizado por:	Byron Guashca					
Hora	Livianos			Buses	Camiones			Tres ejes	> Tres ejes	Subtotal	Total vehículos por hora
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Dos ejes						
					Livianos	Medianos					
7H00-7H15	22	38	6	1	7	2	1	0	77	315	
7H15-7H30	26	35	5	1	2	3	0	0	72		
7H30-7H45	20	37	8	1	5	3	0	0	74		
7H45-8H00	25	40	7	1	11	7	1	0	92		
8H00-8H15	18	32	3	1	3	4	1	0	62	225	
8H15-8H30	15	24	2	1	5	6	0	0	53		
8H30-8H45	17	29	4	0	3	2	0	0	55		
8H45-9H00	10	25	6	0	4	9	1	0	55		
9H00-9H15	14	26	3	1	4	7	0	0	55	214	
9H15-9H30	10	21	2	0	2	6	1	0	42		
9H30-9H45	13	33	1	3	4	6	0	0	60		
9H45-10H00	16	23	4	1	3	10	0	0	57		
10H00-10H15	11	22	3	1	6	9	1	0	53	207	
10H15-10H30	10	23	1	0	5	6	0	0	45		
10H30-10H45	12	34	5	0	4	7	1	0	63		
10H45-11H00	8	27	0	2	5	3	1	0	46		
11H00-11H15	16	21	2	0	5	7	0	0	51	177	
11H15-11H30	12	17	2	0	2	4	0	0	37		
11H30-11H45	14	25	2	0	6	5	0	0	52		
11H45-12H00	10	23	0	0	2	2	0	0	37		

12H00-12H15	12	32	1	0	4	7	0	0	56	182
12H15-12H30	8	26	3	1	3	7	0	0	48	
12H30-12H45	13	22	1	0	4	6	0	0	46	
12H45-13H00	6	14	2	0	6	3	1	0	32	
13H00-13H15	7	18	1	0	2	5	0	0	33	130
13H15-13H30	5	12	1	0	3	4	0	0	25	
13H30-13H45	10	15	2	1	2	5	0	0	35	
13H45-14H00	6	19	3	0	4	4	0	1	37	
14H00-14H15	10	17	4	1	9	6	0	0	47	179
14H15-14H30	11	21	4	0	5	6	1	0	48	
14H30-14H45	9	15	2	0	6	5	0	0	37	
14H45-15H00	10	20	4	1	1	10	1	0	47	
15H00-15H15	11	22	5	2	6	6	0	0	52	214
15H15-15H30	8	30	6	2	5	3	0	0	54	
15H30-15H45	10	25	3	3	5	8	0	0	54	
15H45-16H00	8	33	1	3	4	5	0	0	54	
16H00-16H15	17	37	3	0	8	5	0	0	70	275
16H15-16H30	19	26	9	2	5	9	0	1	71	
16H30-16H45	16	29	3	4	7	4	0	0	63	
16H45-17H00	14	31	4	3	12	7	0	0	71	
17H00-17H15	12	36	10	1	8	4	2	2	75	283
17H15-17H30	19	24	14	2	4	4	0	0	67	
17H30-17H45	19	28	12	2	10	5	0	0	76	
17H45-18H00	16	27	6	0	10	6	0	0	65	
18H00-18H15	11	27	3	0	7	2	0	1	51	206
18H15-18H30	14	34	5	1	3	5	0	0	62	
18H30-18H45	13	30	2	0	1	2	0	0	48	
18H45-19H00	15	24	3	0	2	1	0	0	45	
Sumatoria parcial	628	1249	183	43	234	252	13	5	2607	2607

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 41. Anexo A-3 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR 											
Proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”											
Día:	Miércoles		Ubicación:	Km 1+840		Sentido de conteo:	Ambos			Hoja N°: 3	
Fecha:	02/06/2021				Realizado por:	Byron Guashca					
Hora	Livianos			Buses	Camiones			Tres ejes	> Tres ejes	Subtotal	Total vehículos por hora
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Dos ejes						
					Livianos	Medianos					
7H00-7H15	9	18	3	1	4	3	0	0	38	194	
7H15-7H30	8	28	6	1	9	2	0	1	55		
7H30-7H45	14	21	2	2	5	5	0	0	49		
7H45-8H00	13	28	3	0	6	2	0	0	52		
8H00-8H15	11	23	6	0	5	9	0	1	55	199	
8H15-8H30	8	25	6	0	7	2	0	0	48		
8H30-8H45	6	33	1	0	7	3	0	0	50		
8H45-9H00	10	26	3	1	4	2	0	0	46		
9H00-9H15	7	25	2	1	6	1	0	0	42	185	
9H15-9H30	17	26	6	0	4	1	1	0	55		
9H30-9H45	8	25	1	0	4	1	1	0	40		
9H45-10H00	9	22	1	0	10	6	0	0	48		
10H00-10H15	13	24	1	0	3	6	0	1	48	190	
10H15-10H30	10	25	2	0	5	3	1	0	46		
10H30-10H45	16	26	0	0	3	6	0	0	51		
10H45-11H00	14	22	1	0	6	2	0	0	45		
11H00-11H15	15	21	1	0	4	5	0	0	46	165	
11H15-11H30	7	16	0	0	6	2	1	0	32		
11H30-11H45	18	12	3	0	1	7	0	1	42		
11H45-12H00	9	25	1	0	8	2	0	0	45		
12H00-12H15	12	18	2	0	6	5	0	0	43	183	

12H15-12H30	13	32	2	1	5	3	1	0	57	
12H30-12H45	8	22	2	1	7	5	0	1	46	
12H45-13H00	9	13	6	0	4	5	0	0	37	
13H00-13H15	5	16	2	0	2	6	0	0	31	168
13H15-13H30	9	20	1	0	5	2	1	1	39	
13H30-13H45	8	29	6	0	3	5	0	0	51	
13H45-14H00	10	25	2	0	7	3	0	0	47	
14H00-14H15	6	15	4	0	3	5	0	0	33	
14H15-14H30	7	12	0	0	4	2	0	0	25	106
14H30-14H45	5	13	1	1	2	1	0	0	23	
14H45-15H00	5	10	2	0	3	4	0	1	25	
15H00-15H15	9	18	3	1	1	6	0	0	38	
15H15-15H30	15	20	2	0	2	2	0	0	41	156
15H30-15H45	11	27	0	0	1	1	0	0	40	
15H45-16H00	14	16	1	0	4	2	0	0	37	
16H00-16H15	7	20	1	0	6	3	0	0	37	138
16H15-16H30	9	16	4	0	4	4	0	1	38	
16H30-16H45	11	21	2	0	1	3	0	0	38	
16H45-17H00	6	13	0	1	3	2	0	0	25	
17H00-17H15	12	17	5	0	2	3	0	0	39	188
17H15-17H30	8	26	1	0	7	6	0	0	48	
17H30-17H45	13	24	4	1	5	2	0	1	50	
17H45-18H00	10	33	2	0	3	2	1	0	51	
18H00-18H15	12	28	2	1	5	7	0	0	55	190
18H15-18H30	14	17	1	0	8	6	1	0	47	
18H30-18H45	10	20	1	1	4	5	0	0	41	
18H45-19H00	11	23	3	0	4	6	0	0	47	
Sumatoria parcial	491	1035	111	14	218	176	8	9	2062	2062

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 42. Anexo A-4 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR 											
Proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”											
Día:	Jueves		Ubicación:	Km1+840	Sentido de conteo:		Ambos sentidos			Hoja N°: 4	
Fecha:	03/06/2021				Realizado por:		Byron Guashca				
Hora	Livianos			Buses	Camiones			Tres ejes	> Tres ejes	Subtotal	Total vehículos por hora
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Livianos	Medianos					
7H00-7H15	8	16	0	1	1	2	0	0	28	141	
7H15-7H30	6	18	2	0	2	1	1	0	30		
7H30-7H45	8	22	1	0	2	3	0	0	36		
7H45-8H00	9	25	4	1	3	4	0	1	47		
8H00-8H15	11	24	2	1	2	3	0	0	43	159	
8H15-8H30	7	20	1	0	0	1	0	1	30		
8H30-8H45	14	20	1	1	1	2	1	0	40		
8H45-9H00	12	22	2	0	3	6	1	0	46		
9H00-9H15	5	28	1	0	4	5	0	0	43	178	
9H15-9H30	11	18	2	1	3	3	1	0	39		
9H30-9H45	15	24	1	2	4	1	0	0	47		
9H45-10H00	13	20	3	2	3	7	0	1	49		
10H00-10H15	15	21	2	0	7	6	1	0	52	192	
10H15-10H30	7	23	2	1	4	7	0	0	44		
10H30-10H45	13	29	3	0	2	5	1	0	53		
10H45-11H00	9	24	1	2	3	3	0	1	43		
11H00-11H15	13	27	2	0	1	7	0	0	50	167	
11H15-11H30	9	13	2	1	2	5	0	0	32		
11H30-11H45	10	24	2	0	5	3	1	0	45		
11H45-12H00	11	19	0	1	4	5	0	0	40		
12H00-12H15	10	29	2	1	2	9	1	0	54	185	

12H15-12H30	11	27	3	0	3	4	0	0	48	
12H30-12H45	14	23	1	1	6	7	0	0	52	
12H45-13H00	8	16	1	0	5	1	0	0	31	
13H00-13H15	9	15	4	1	4	8	0	0	41	142
13H15-13H30	5	11	2	0	1	2	1	1	23	
13H30-13H45	8	17	2	1	4	3	0	0	35	
13H45-14H00	11	22	1	0	2	6	0	1	43	
14H00-14H15	14	18	5	0	7	4	0	0	48	
14H15-14H30	9	23	3	1	5	7	0	0	48	179
14H30-14H45	10	12	4	1	8	4	0	0	39	
14H45-15H00	12	21	1	0	3	6	1	0	44	
15H00-15H15	17	18	4	0	4	6	0	0	49	
15H15-15H30	12	26	4	2	3	5	0	1	53	196
15H30-15H45	13	22	1	1	5	3	0	0	45	
15H45-16H00	10	30	3	0	2	4	0	0	49	
16H00-16H15	14	28	4	1	10	2	1	0	60	237
16H15-16H30	18	35	1	1	4	5	0	0	64	
16H30-16H45	10	37	5	2	3	5	1	0	63	
16H45-17H00	13	24	4	1	6	2	0	0	50	
17H00-17H15	15	22	7	1	5	3	1	0	54	215
17H15-17H30	12	18	10	1	6	1	0	0	48	
17H30-17H45	14	25	4	0	7	7	0	1	58	
17H45-18H00	18	20	9	1	3	4	0	0	55	
18H00-18H15	5	13	2	0	5	2	0	0	27	118
18H15-18H30	11	17	3	0	1	3	0	1	36	
18H30-18H45	4	10	1	0	2	2	0	0	19	
18H45-19H00	7	18	2	1	4	3	1	0	36	
Sumatoria parcial	520	1034	127	32	176	197	14	9	2109	2109

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 43. Anexo A-5 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 5

  <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR</p>											
Proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”											
Día:	Viernes			Ubicación:	Km 1+840		Sentido de conteo:	Ambos			Hoja N°: 5
Fecha:	4/6/2021				Realizado por:	Byron Guashca					
Hora	Livianos			Buses	Camiones			Tres ejes	> Tres ejes	Subtotal	Total vehículos por hora
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Livianos	Medianos	Dos ejes				
7H00-7H15	12	21	4	1	6	5	1	1	51	199	
7H15-7H30	8	24	6	1	1	3	2	0	45		
7H30-7H45	15	22	8	0	2	4	0	0	51		
7H45-8H00	12	30	5	0	3	2	0	0	52		
8H00-8H15	15	33	3	0	1	4	0	0	56	168	
8H15-8H30	5	22	7	0	3	2	0	0	39		
8H30-8H45	7	17	2	0	5	6	0	0	37		
8H45-9H00	10	21	1	1	2	1	0	0	36		
9H00-9H15	11	16	1	0	6	3	0	0	37	149	
9H15-9H30	6	18	1	0	3	1	0	0	29		
9H30-9H45	10	24	1	0	4	2	0	0	41		
9H45-10H00	17	19	2	0	0	4	0	0	42		
10H00-10H15	6	12	3	0	6	3	1	0	31	162	
10H15-10H30	7	15	5	0	8	4	0	1	40		
10H30-10H45	11	21	4	0	8	6	1	0	51		
10H45-11H00	15	16	3	0	4	2	0	0	40		
11H00-11H15	7	20	2	0	7	2	0	1	39	183	
11H15-11H30	12	21	3	0	10	4	1	0	51		
11H30-11H45	16	21	3	0	5	7	1	0	53		
11H45-12H00	5	27	0	0	3	5	0	0	40		

12H00-12H15	11	24	1	3	10	6	0	0	55	195
12H15-12H30	13	22	1	0	4	4	0	0	44	
12H30-12H45	11	27	1	0	6	6	0	0	51	
12H45-13H00	14	16	2	0	4	9	0	0	45	
13H00-13H15	10	18	2	1	4	1	0		36	156
13H15-13H30	13	26	2	0	1	2	0	0	44	
13H30-13H45	9	21	1	0	3	4	0	0	38	
13H45-14H00	12	20	0	0	4	2	0	0	38	
14H00-14H15	14	22	3	0	2	3	0	0	44	200
14H15-14H30	11	20	5	0	3	4	0	1	44	
14H30-14H45	21	25	3	1	2	5	1	0	58	
14H45-15H00	14	30	3	1	3	3	0	0	54	
15H00-15H15	10	21	2	0	5	4	1	0	43	193
15H15-15H30	16	27	4	1	7	2	0	0	57	
15H30-15H45	17	31	2	0	2	3	0	0	55	
15H45-16H00	12	20	1	0	1	4	0	0	38	
16H00-16H15	15	25	4	0	6	2	0	0	52	210
16H15-16H30	22	29	3	2	5	1	0	1	63	
16H30-16H45	14	27	6	1	2	4	0	0	54	
16H45-17H00	13	20	2	0	3	3	0	0	41	
17H00-17H15	14	28	6	0	5	6	0	0	59	254
17H15-17H30	21	32	3	1	3	4	0	0	64	
17H30-17H45	19	30	5	1	4	8	0	0	67	
17H45-18H00	17	35	4	1	3	4	0	0	64	
18H00-18H15	22	30	5	2	2	3	0	0	64	197
18H15-18H30	15	24	2	0	1	1	0	0	43	
18H30-18H45	26	21	3	0	2	1	0	0	53	
18H45-19H00	12	22	2	0	0	1	0	0	37	
Sumatoria parcial	625	1113	142	18	184	170	9	5	2266	2266

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 44. Anexo A-6 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 6

  <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR</p>											
Proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”											
Día:	Sábado			Ubicación:	Km1+840	Sentido de conteo:		Ambos		Hoja N°: 6	
Fecha:	05/06/2021				Realizado por:		Byron Guashca				
Hora	Livianos			Buses	Camiones			Tres ejes	> Tres ejes	Subtotal	Total vehículos por hora
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Dos ejes						
					Livianos	Medianos					
7H00-7H15	14	27	3	1	8	6	0	0	59	226	
7H15-7H30	16	26	4	0	4	7	0	0	57		
7H30-7H45	10	25	2	0	7	5	1	0	50		
7H45-8H00	12	33	5	1	5	4	0	0	60		
8H00-8H15	10	36	1	0	7	8	0	0	62	217	
8H15-8H30	18	23	4	0	8	3	0	1	57		
8H30-8H45	10	29	2	1	4	5	0	0	51		
8H45-9H00	12	24	5	0	3	3	0	0	47		
9H00-9H15	11	26	1	0	6	2	0	0	46	176	
9H15-9H30	15	21	3	1	2	5	1	1	49		
9H30-9H45	9	27	2	0	4	2	0	0	44		
9H45-10H00	12	18	2	0	2	3	0	0	37		
10H00-10H15	8	25	1	0	7	3	1	0	45	177	
10H15-10H30	13	23	3	0	4	2	0	0	45		
10H30-10H45	18	19	2	0	7	5	0	0	51		
10H45-11H00	9	20	1	1	3	2	0	0	36		
11H00-11H15	5	20	2	0	5	4	0	0	36	160	
11H15-11H30	14	21	1	0	8	3	0	0	47		
11H30-11H45	11	18	3	0	6	4	0	0	42		
11H45-12H00	12	15	1	1	4	2	0	0	35		

12H00-12H15	18	25	2	0	9	1	0	0	55	215
12H15-12H30	18	28	4	0	5	2	0	0	57	
12H30-12H45	22	23	3	0	6	1	0	0	55	
12H45-13H00	17	25	2	0	4	0	0	0	48	
13H00-13H15	15	22	3	1	4	5	0	0	50	165
13H15-13H30	7	20	2	0	3	5	0	0	37	
13H30-13H45	9	24	1	0	6	3	1	0	44	
13H45-14H00	9	19	2	0	2	2	0	0	34	
14H00-14H15	15	18	3	0	3	1	0	0	40	171
14H15-14H30	13	17	4	0	1	1	0	1	37	
14H30-14H45	19	27	2	0	4	2	0	0	54	
14H45-15H00	10	23	3	0	2	2	0	0	40	
15H00-15H15	4	16	4	0	2	2	0	0	28	128
15H15-15H30	5	18	0	0	5	5	0	0	33	
15H30-15H45	5	21	2	0	4	1	0	0	33	
15H45-16H00	9	20	1	1	2	1	0	0	34	
16H00-16H15	7	28	3	0	3	2	0	0	43	149
16H15-16H30	5	25	2	0	4	1	0	0	37	
16H30-16H45	8	19	3	0	3	3	0	0	36	
16H45-17H00	6	24	1	0	1	1	0	0	33	
17H00-17H15	13	27	4	1	2	6	1	0	54	177
17H15-17H30	11	20	2	0	6	3	0	1	43	
17H30-17H45	15	25	3	0	1	1	0	0	45	
17H45-18H00	12	19	1	0	2	1	0	0	35	
18H00-18H15	16	25	0	0	3	3	0	0	47	143
18H15-18H30	8	19	1	0	1	5	0	0	34	
18H30-18H45	10	17	2	0	2	2	0	0	33	
18H45-19H00	3	21	0	1	2	2	0	0	29	
Sumatoria parcial	548	1091	108	10	196	142	5	4	2104	2104

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 45. Anexo A-7 Conteo Vehicular Manual de la Vía Lasso – Toacazo día 7

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR 										
Proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”										
Día:	Domingo			Ubicación:	Km1+840	Sentido de conteo:		Ambos		Hoja N°: 7
Fecha:	06/06/2021				Realizado por:		Byron Guashca			
Hora	Livianos			Buses	Camiones					Total vehículos por hora
	Automóviles	Camionetas	Motos		Livianos	Dos ejes		Tres ejes	> Tres ejes	
							Livianos			Medianos
7H00-7H15	15	24	1	0	4	2	0	0	46	179
7H15-7H30	13	21	4	1	1	2	1	0	43	
7H30-7H45	15	25	2	0	3	2	0	0	47	
7H45-8H00	12	24	1	0	3	3	0	0	43	
8H00-8H15	15	22	3	0	3	1	0	0	44	174
8H15-8H30	18	18	1	0	4	2	0	0	43	
8H30-8H45	14	21	1	0	2	2	0	0	40	
8H45-9H00	16	24	2	0	4	1	0	0	47	
9H00-9H15	12	23	2	1	1	2	0	0	41	168
9H15-9H30	15	21	4	0	3	5	0	0	48	
9H30-9H45	10	19	2	0	2	1	0	0	34	
9H45-10H00	14	25	1	0	2	3	0	0	45	
10H00-10H15	13	24	1	1	2	3	0	0	44	173
10H15-10H30	16	22	3	0	4	1	0	0	46	
10H30-10H45	11	26	2	0	2	2	0	0	43	
10H45-11H00	14	20	1	0	1	2	1	1	40	
11H00-11H15	12	28	2	0	3	1	0	0	46	184
11H15-11H30	17	25	1	0	4	3	0	0	50	
11H30-11H45	10	24	2	0	2	1	1	0	40	
11H45-12H00	14	27	3	1	1	2	0	0	48	
12H00-12H15	7	29	2	0	2	0	0	0	40	166

12H15-12H30	12	26	1	0	1	2	0	0	42	
12H30-12H45	13	23	3	0	2	1	0	1	43	
12H45-13H00	9	27	2	0	3	0	0	0	41	
13H00-13H15	15	21	1	0	2	0	0	0	39	151
13H15-13H30	8	20	1	0	1	2	0	1	33	
13H30-13H45	15	21	3	1	4	0	0	0	44	
13H45-14H00	16	18	0	0	1	0	0	0	35	
14H00-14H15	14	16	4	0	1	1	1	0	37	
14H15-14H30	9	22	1	0	4	1	0	0	37	144
14H30-14H45	10	19	2	0	2	0	0	0	33	
14H45-15H00	12	20	2	0	2	1	0	0	37	
15H00-15H15	13	21	3	0	3	0	0	0	40	
15H15-15H30	8	27	4	0	2	0	0	0	41	180
15H30-15H45	11	29	2	0	5	0	0	0	47	
15H45-16H00	19	25	2	1	4	1	0	0	52	
16H00-16H15	15	19	1	0	1	2	0	0	38	159
16H15-16H30	12	21	1	0	3	0	1	0	38	
16H30-16H45	10	17	2	0	1	1	0	0	31	
16H45-17H00	18	27	3	0	3	1	0	0	52	
17H00-17H15	9	27	1	0	3	1	0	0	41	167
17H15-17H30	11	20	2	0	2	0	0	0	35	
17H30-17H45	13	25	2	0	1	2	0	0	43	
17H45-18H00	16	28	1	1	1	1	0	0	48	
18H00-18H15	12	25	3	0	2	1	1	0	44	161
18H15-18H30	15	21	1	0	1	0	0	0	38	
18H30-18H45	10	27	2	0	0	1	0	0	40	
18H45-19H00	17	20	1	0	0	1	0	0	39	
Sumatoria parcial	625	1104	92	7	108	61	6	3	2006	2006

Realizado por: Byron Patricio Guashca

ANEXO B.
ÍNDICE DE CONDICIÓN
DE PAVIMENTO

Tabla 46. Anexo B-1 Evaluación Visual (PCI)

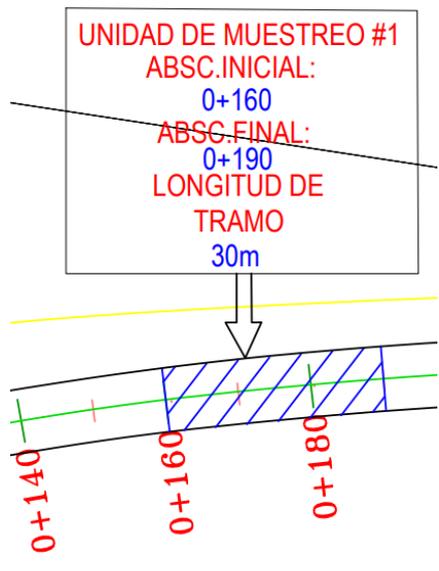
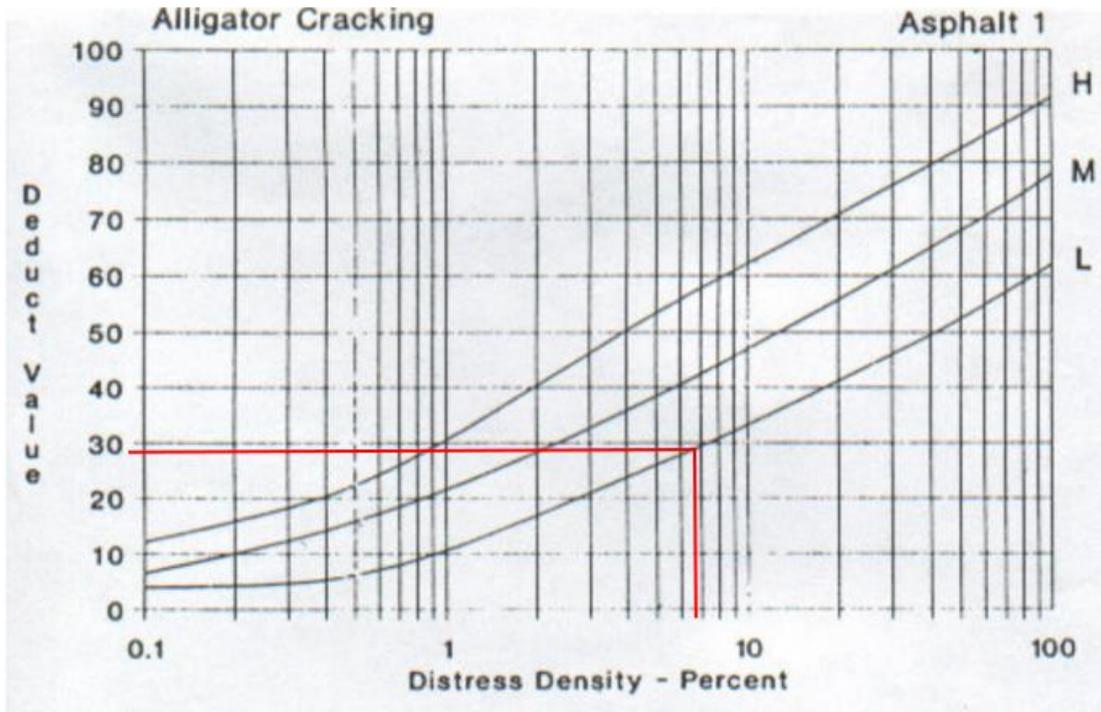
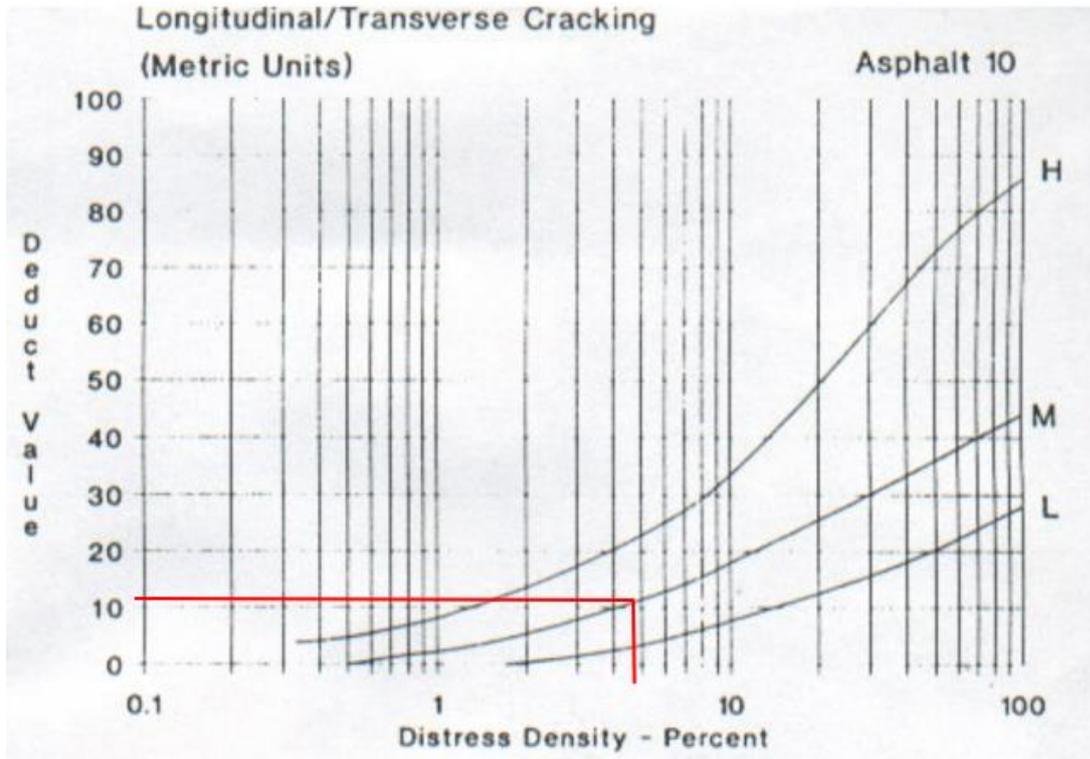
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	1	Responsable: Byron Guashca							
Abscisa Inicial:	0 + 160	Área de Muestreo	234 m ²								
Abscisa Final:	0 + 190	Fecha:	26/6/2021								
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
N°	Fallas	Unidad									
1	Piel de Cocodrilo	m ²									
2	Exudación	m ²									
3	Agrietamiento en bloque	m ²									
4	Abultamientos y Hundimientos	m									
5	Corrugación	m ²									
6	Depresión	m ²									
7	Grieta de borde	m									
8	Grieta de reflexión de Junta	m									
9	Desnivel Carril/Berma	m									
10	Grietas longitudinales y Transversales	m									
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²									
12	Agregado Pulido	m ²									
13	Huecos	Unidad									
14	Cruce de Vía Férrea	m ²									
15	Ahuellamiento	m ²									
16	Desplazamiento	m ²									
17	Grietas parabólicas	m ²									
18	Hinchamiento	m ²									
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²									
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1	X			9.67	2.86	3.45		15.98	6.83	29	
10		X		4.20	2.80	4.60		11.60	4.96	11	
								Valor Deducido Total (VDT)	40		
Número de Deduciones >2 (q) =								2			
Mayor Valor Deducido (HDVi) =								29			
Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (mi) =								7.52			
N°	Valores Deducidos						VD Total	q	VDC		
1	29	11					40	2	32		
2	29	2					31	1	31		
								Máx (VDC)	32		
								Cálculo de PCI			
								PCI =	100 - VDT	PCI =	68

Gráfico 16. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo



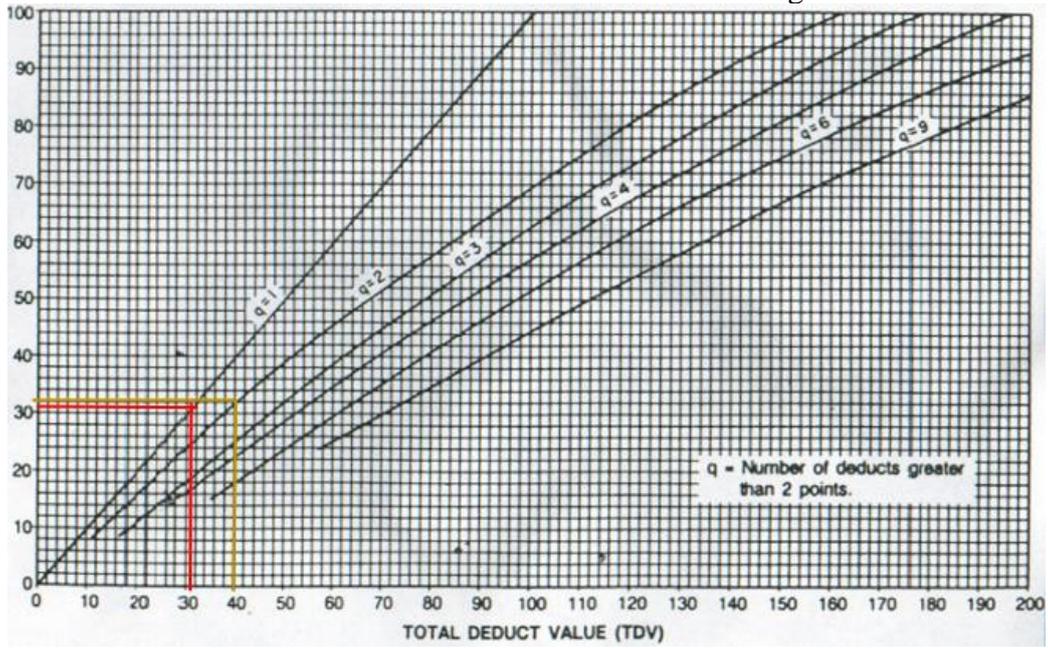
Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 17. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta longitudinal y transversal



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 18. Curvas de Valor deducido Corregido



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 47. Anexo B-2 Evaluación Visual (PCI)

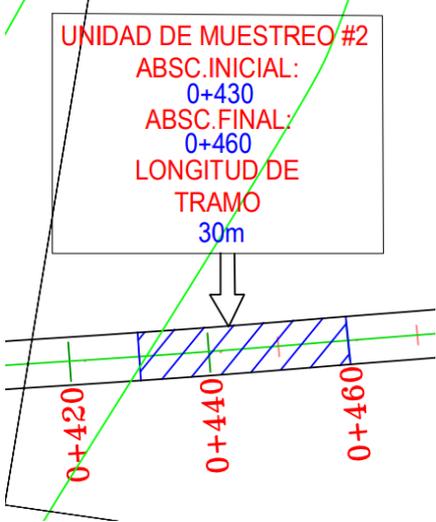
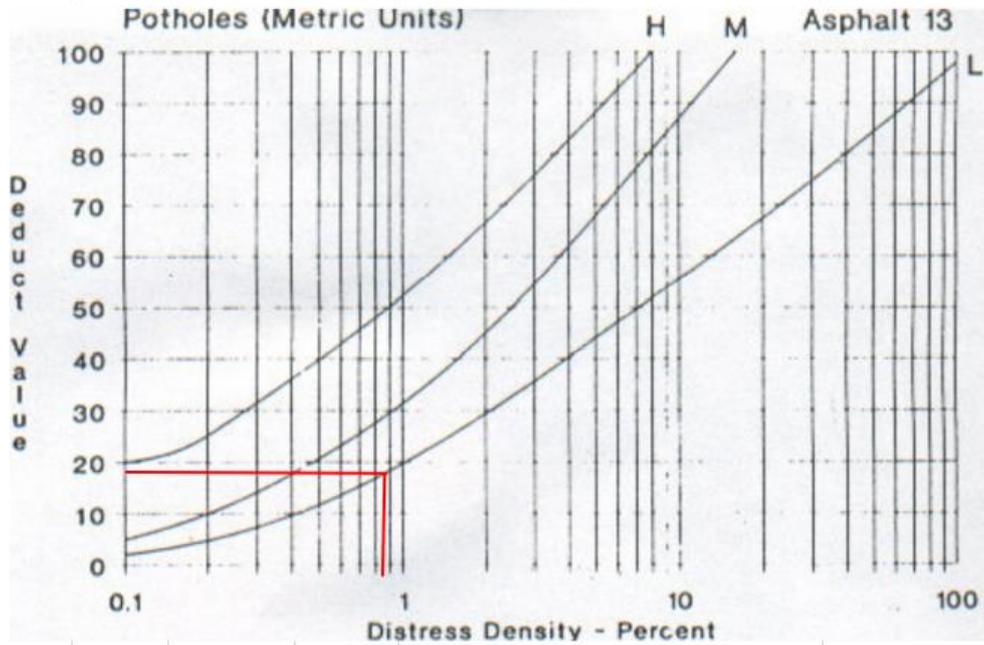
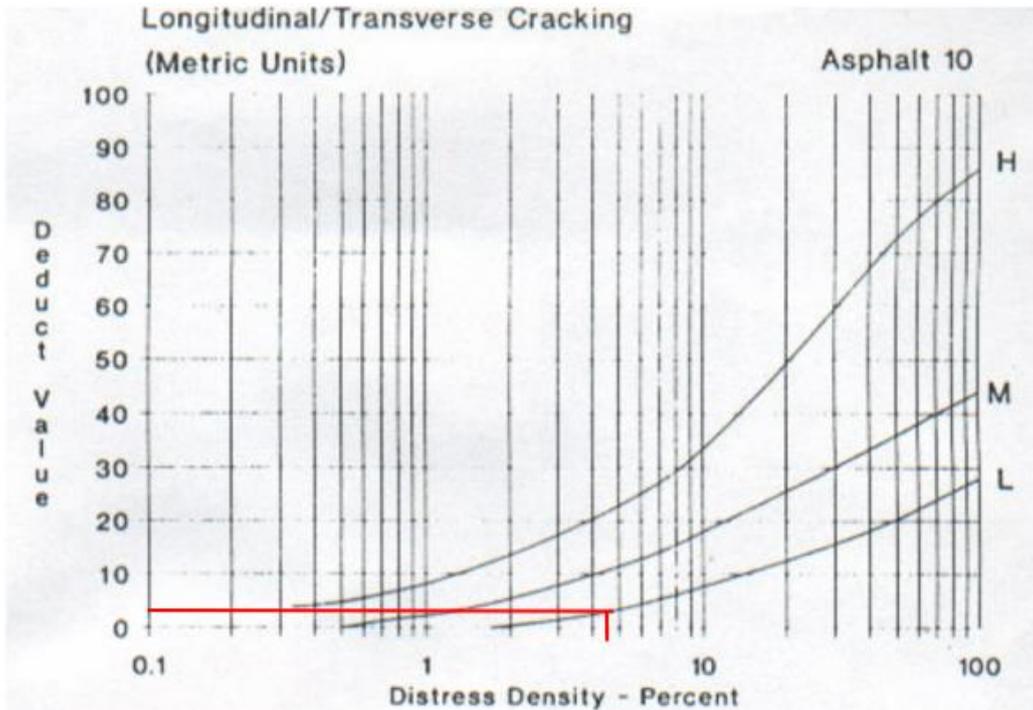
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	2		Responsable: Byron Guashca					
Abscisa Inicial:	0 + 430	Área de Muestreo:	234 m ²							
Abscisa Final:	0 + 460	Fecha:	26/6/2021							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
N°	Fallas	Unidad								
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas longitudinales y Transversales	m								
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Agregado Pulido	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²								
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
10	X			1.90	2.50	2.40	2.67	9.47	4.05	4
13	X			2				2	0.85	19
									Valor Deducido Total (VDT)	23
Número de Deducciones >2 (q) =						2				
Mayor Valor Deducido (HDVi) =						19				
Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (mi) =						8.44				
N°	Valores Deducidos						VD Total	q	VDC	
1	19	4					23	2	21	
2	19	2					21	1	23	
									Máx (VDC)	23
Cálculo de PCI										
PCI =	100 - VDT	PCI =	77							

Gráfico 19. Curvas de Valor deducido para falla tipo Huecos



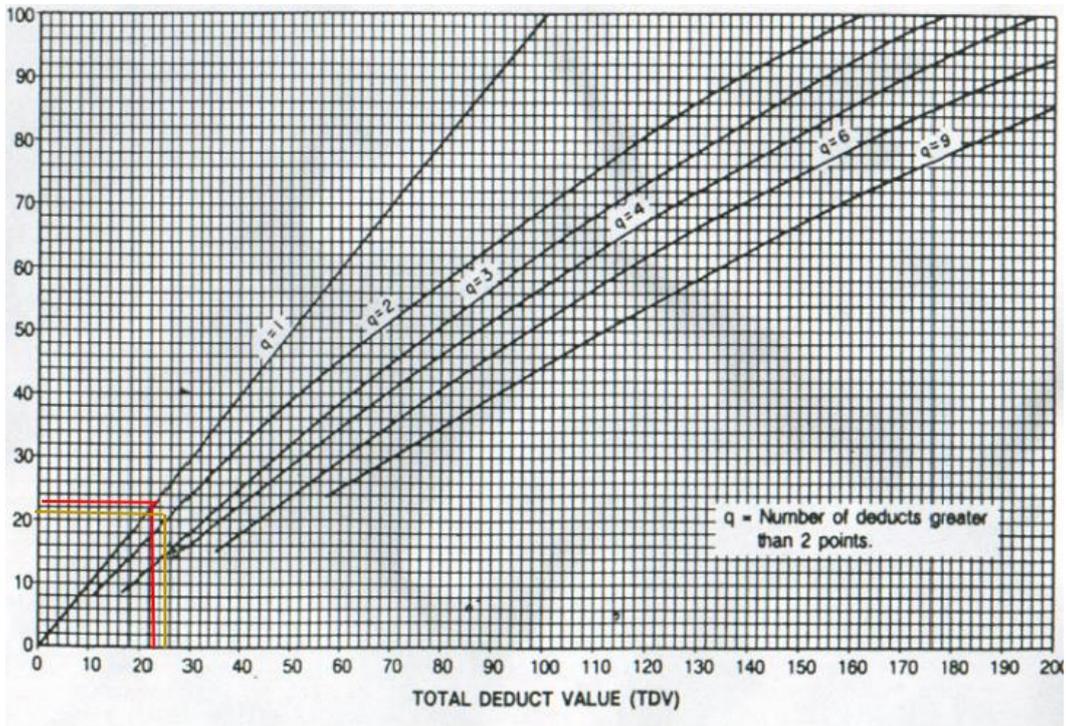
Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 20. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta longitudinal y transversal



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 21. Curvas de Valor deducido Corregido

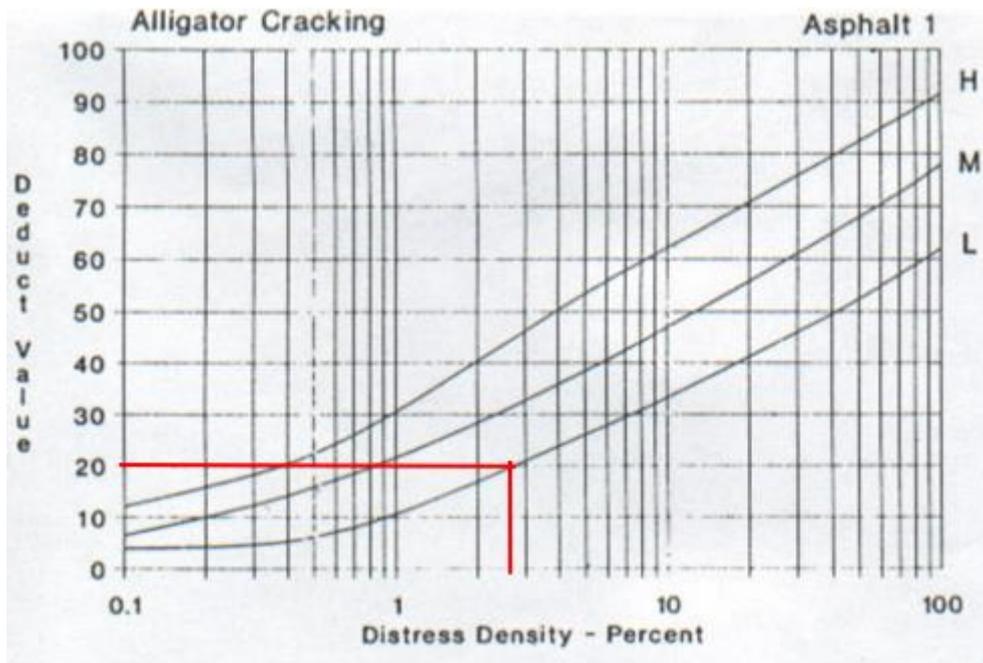


Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 48. Anexo B-3 Evaluación Visual (PCI)

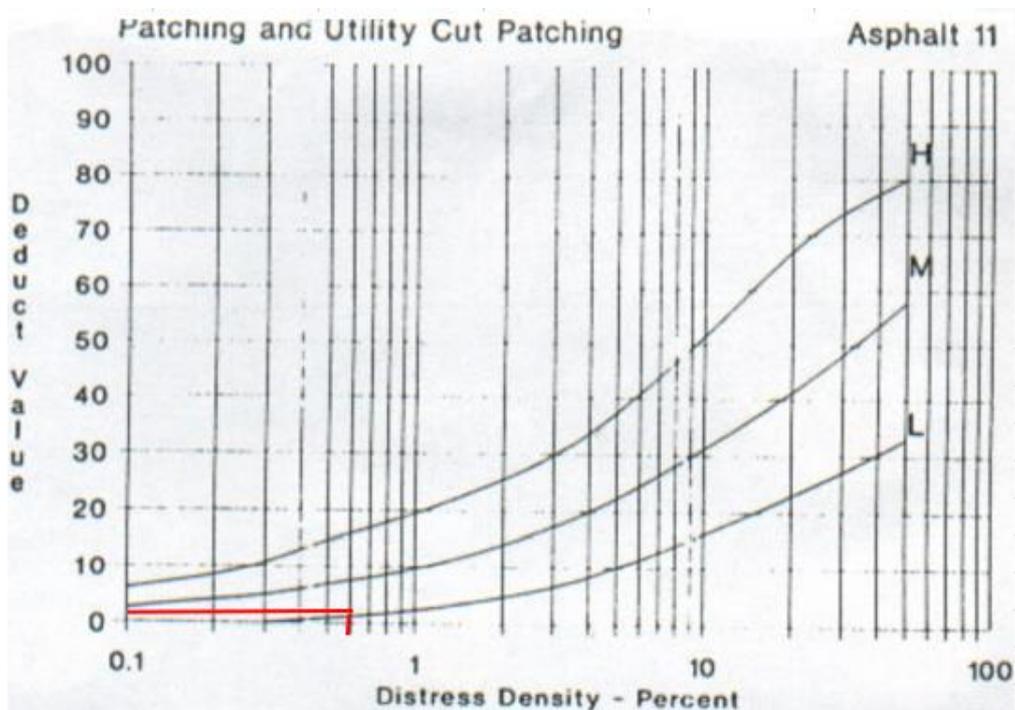
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	3		Responsable: Byron Guashca					
Abscisa Inicial:	0 + 700	Área de Muestreo	234 m ²							
Abscisa Final:	0 + 730	Fecha:	26/6/2021							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
N°	Fallas	Unidad								
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas longitudinales y Transversales	m								
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Agregado Pulido	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²								
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1	X			3.06	1.45	2.24	6.75	2.88	20	
11	X			1.38			1.38	0.59	1	
							Valor Deducido Total (VDT)		21	
							Cálculo de PCI			
							PCI =	100 - VDT	PCI =	79

Gráfico 22. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 23. Curvas de Valor deducido para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 49. Anexo B-4 Evaluación Visual (PCI)

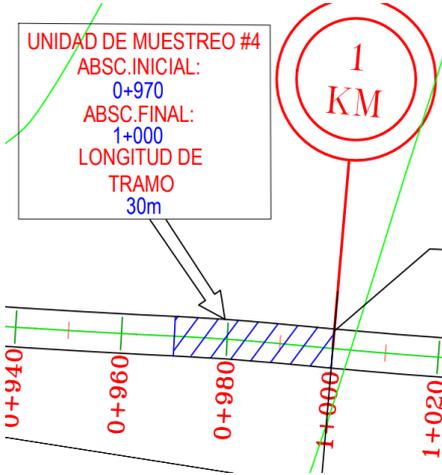
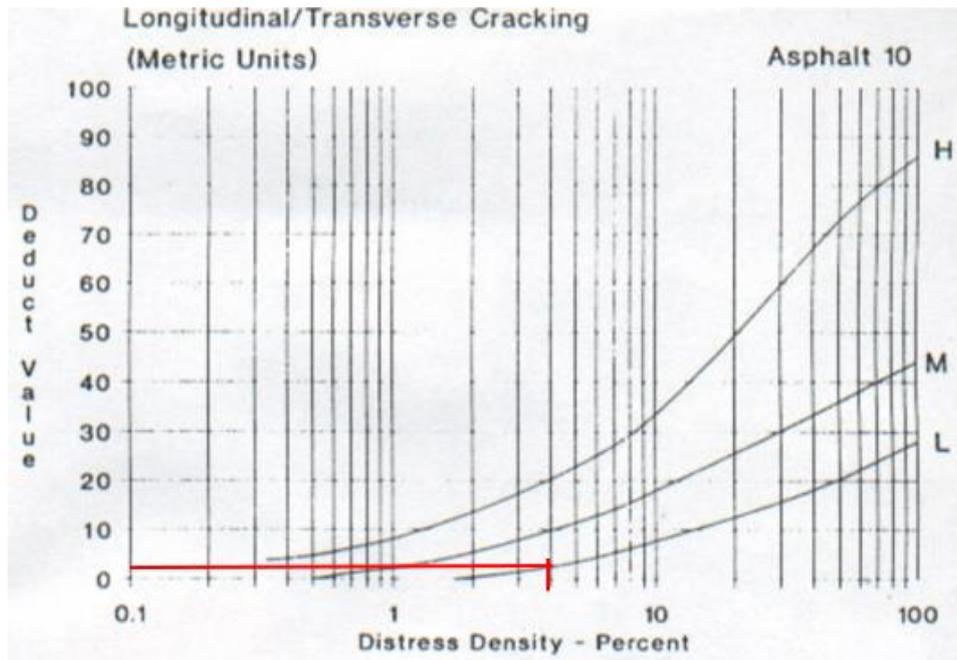
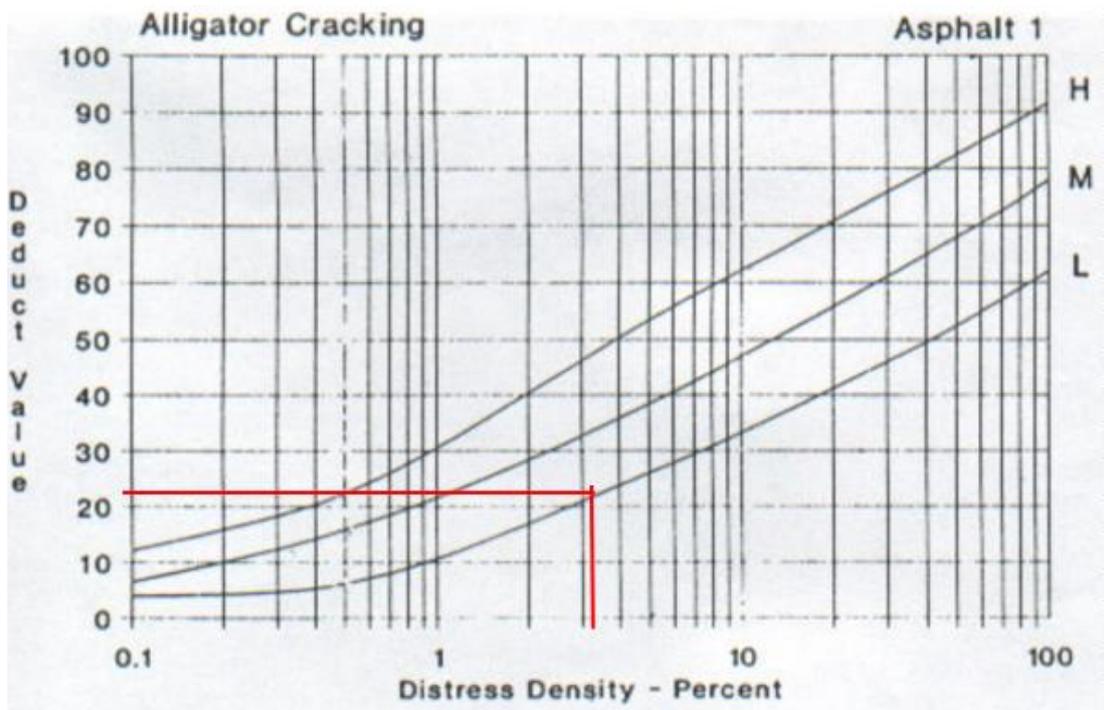
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	4	Responsable: Byron Guashca						
Abscisa Inicial:	0 + 970	Área de Muestreo	234 m ²							
Abscisa Final:	1 + 000	Fecha:	26/6/2021							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
N°	Fallas	Unidad								
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas longitudinales y Transversales	m								
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Agregado Pulido	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²								
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido			
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
10	X			4.52	2.70	1.93	9.15	3.91	2	
1	X			3.42	3.62		7.04	3.01	22	
							Valor Deducido Total (VDT)	24		
							Cálculo de PCI			
							PCI =	100 - VDT	PCI =	76

Gráfico 24. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta longitudinal y transversal



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 25. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 50. Anexo B-5 Evaluación Visual (PCI)

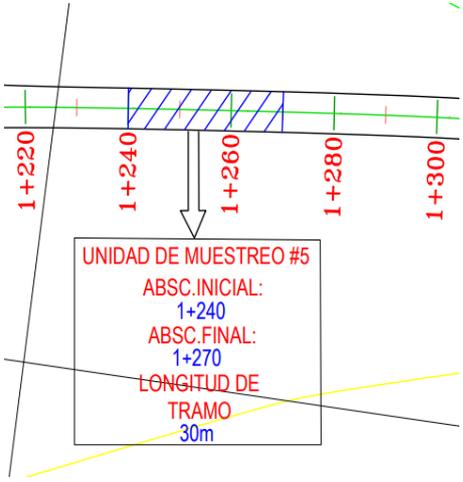
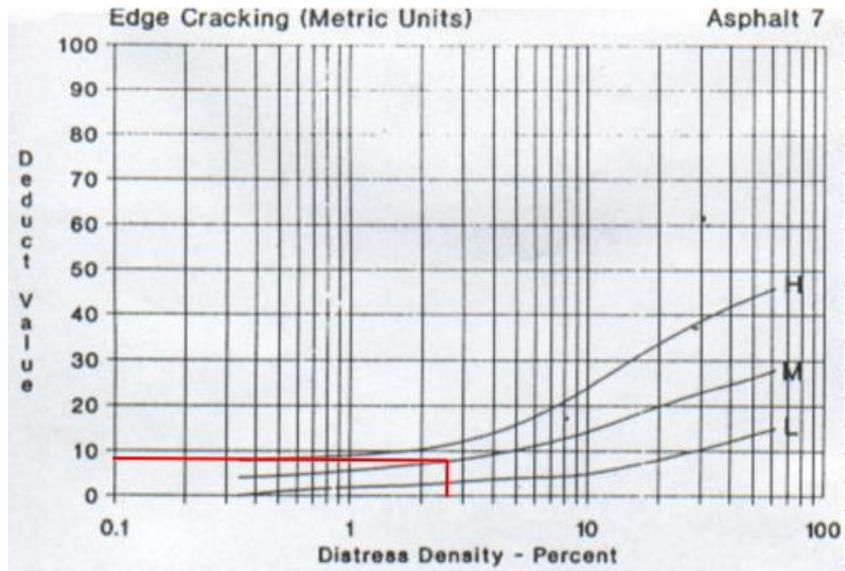
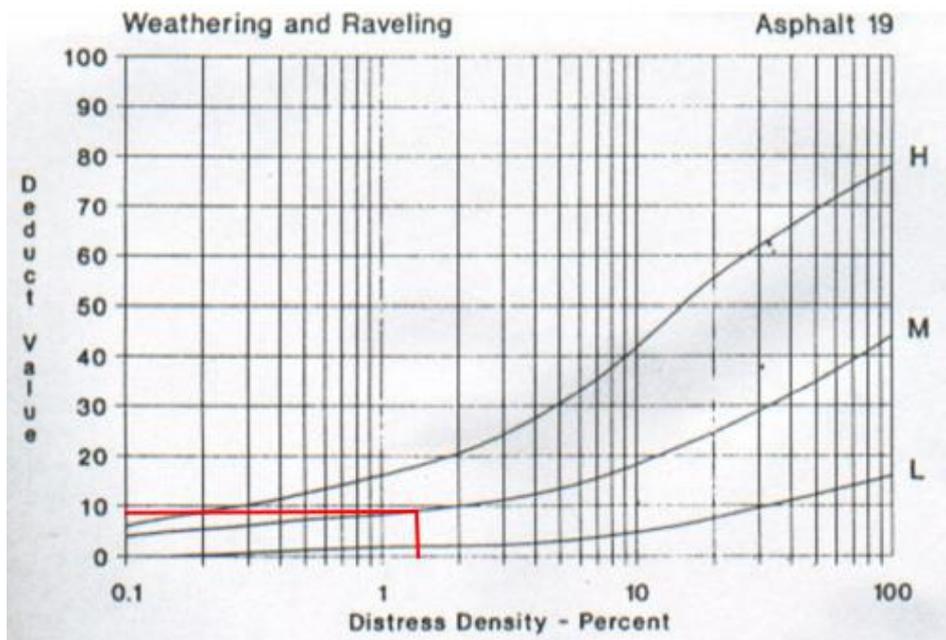
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	5	Responsable: Byron Guashca						
Abscisa Inicial:	1 + 240	Área de Muestreo	234 m ²							
Abscisa Final:	1 + 270	Fecha:	26/6/2021							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
N°	Fallas	Unidad								
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas longitudinales y Transversales	m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Agregado Pulido	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²								
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
7		X		3.40	2.54		5.94	2.54	9	
19		X		1.48	1.90		3.38	1.44	9	
								Valor Deducido Total (VDT)	18	
Número de Deduciones >2 (q) =						2				
Mayor Valor Deducido (HDVi) =						9				
Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (mi) =						9.36				
N°	Valores Deducidos						VD Total	q	VDC	
1	9	9					18	2	15	
2	9	2					11	1	13	
							Máx (VDC)		15	
							Cálculo de PCI			
							PCI =	100 - VDT	PCI =	85

Gráfico 26. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta de Borde



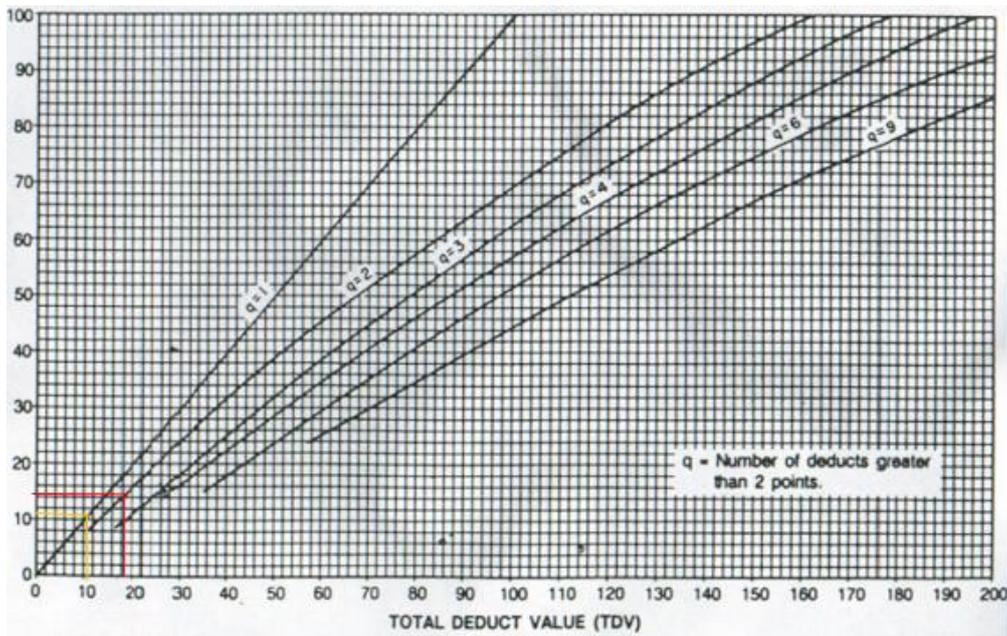
Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 27. Curvas de Valor deducido para falla tipo Meteorización / desprendimiento de Agregados



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 28. Curvas de Valor deducido Corregido



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 51. Anexo B-6 Evaluación Visual (PCI)

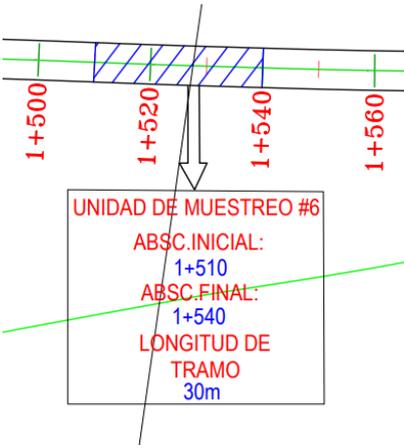
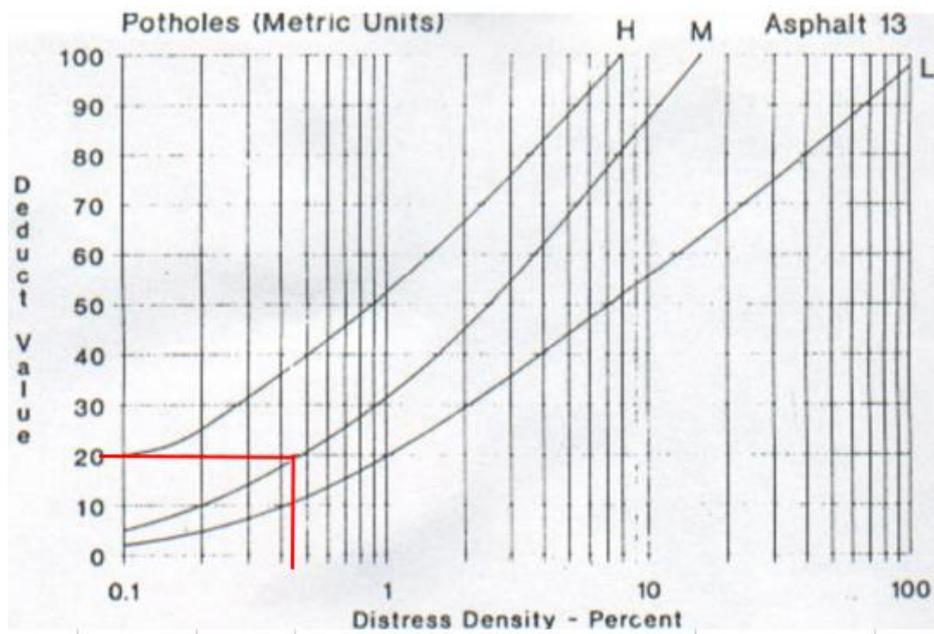
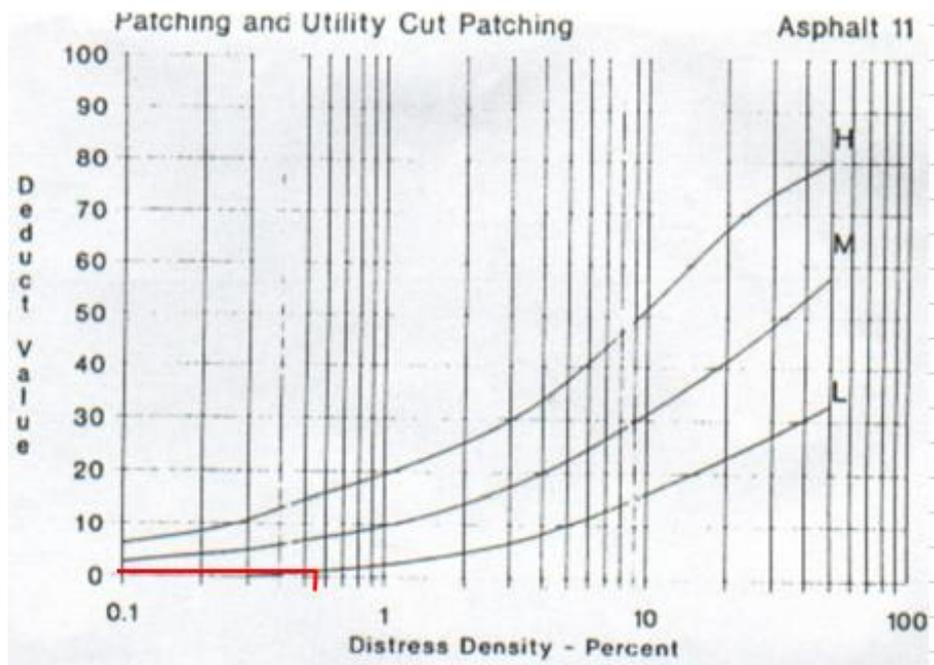
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	6	Responsable: Byron Guashca				
Abscisa Inicial:	1 + 510	Área de Muestreo	234 m ²					
Abscisa Final:	1 + 540	Fecha:	26/6/2021					
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO								
N°	Fallas	Unidad						
1	Piel de Cocodrilo	m ²						
2	Exudación	m ²						
3	Agrietamiento en bloque	m ²						
4	Abultamientos y Hundimientos	m						
5	Corrugación	m ²						
6	Depresión	m ²						
7	Grieta de borde	m						
8	Grieta de reflexión de Junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y Transversales	m						
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²						
12	Agregado Pulido	m ²						
13	Huecos	Unidad						
14	Cruce de Vía Férrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grietas parabólicas	m ²						
18	Hinchamiento	m ²						
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²						
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)					
13		X		1.00		1.00	0.43	20
11	X			1.27		1.27	0.54	1
				Valor Deducido Total (VDT)		21		
				Cálculo de PCI				
PCI=		100-VDT		PCI=		79		

Gráfico 29. Curvas de Valor deducido para falla tipo Huecos



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 30. Curvas de Valor deducido para falla tipo Parcheo y Acometida de Servicios Públicos



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 52. Anexo B-7 Evaluación Visual (PCI)

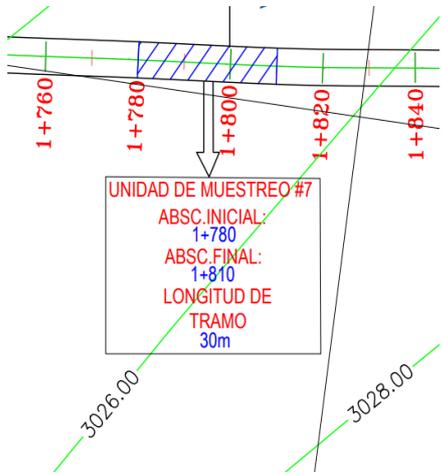
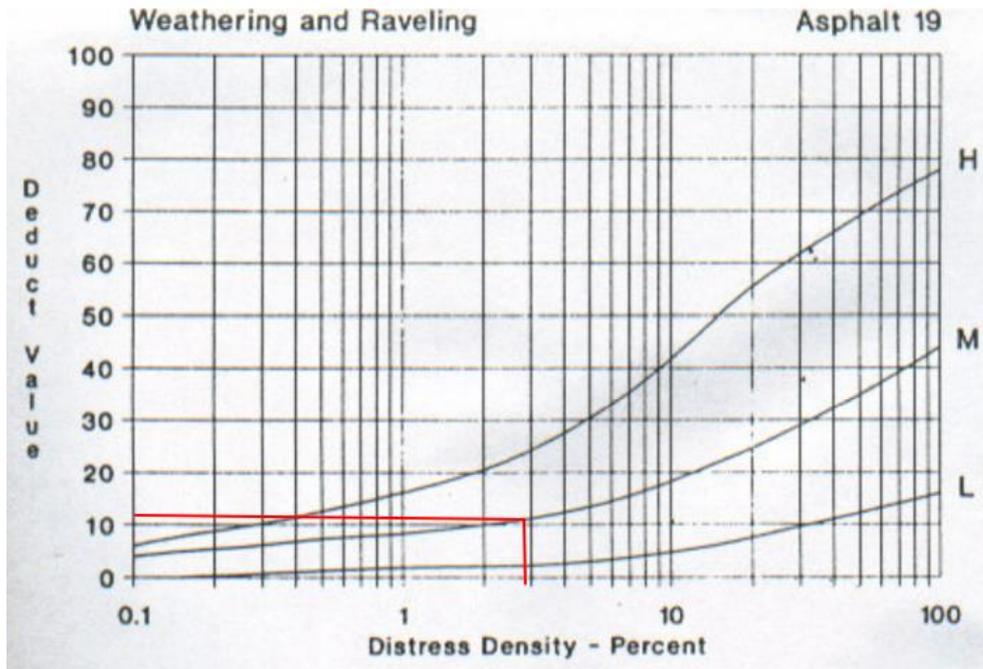
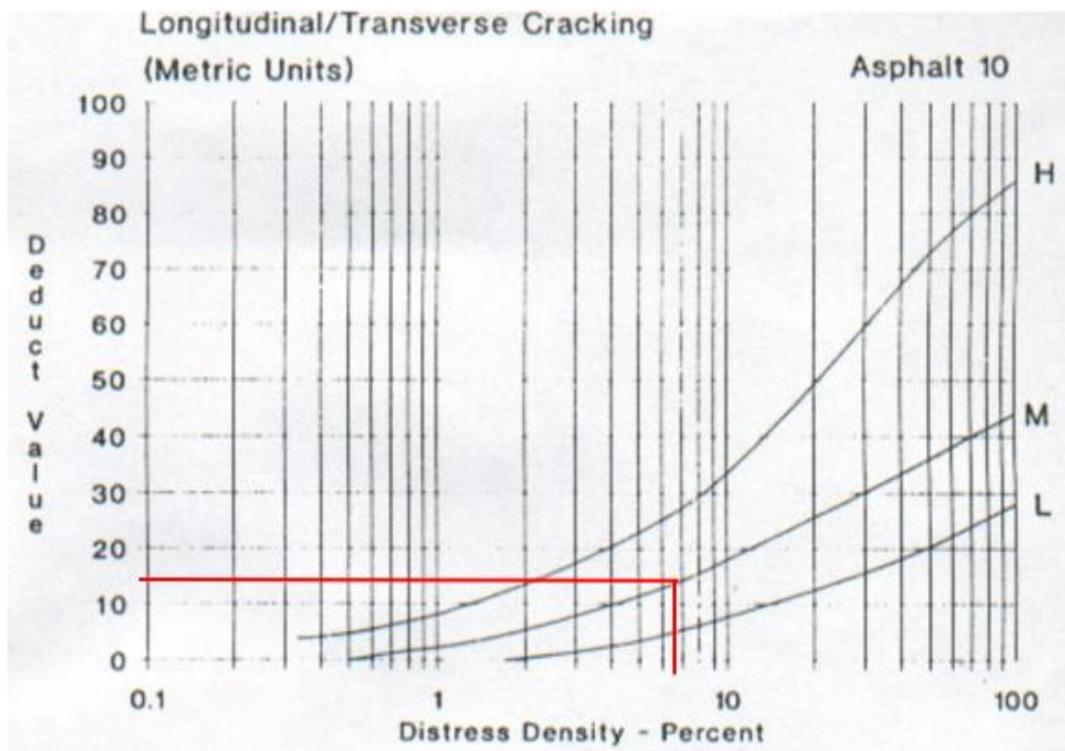
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	7	Responsable:							
Abscisa Inicial:	1 + 780	Área de Muestreo	234 m ²	Byron Guashca							
Abscisa Final:	1 + 810	Fecha:	26/6/2021								
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
N°	Fallas	Unidad									
1	Piel de Cocodrilo	m ²									
2	Exudación	m ²									
3	Agrietamiento en bloque	m ²									
4	Abultamientos y Hundimientos	m									
5	Corrugación	m ²									
6	Depresión	m ²									
7	Grieta de borde	m									
8	Grieta de reflexión de Junta	m									
9	Desnivel Carril/Berma	m									
10	Grietas longitudinales y Transversales	m									
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²									
12	Agregado Pulido	m ²									
13	Huecos	Unidad									
14	Cruce de Vía Férrea	m ²									
15	Ahuellamiento	m ²									
16	Desplazamiento	m ²									
17	Grietas parabólicas	m ²									
18	Hinchamiento	m ²									
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²									
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
19		X		2.78	4.19			6.97	2.98	11	
10		X		6.71	4.86	2.91		14.48	6.19	13	
								Valor Deducido Total (VDT)	24		
Número de Deducciones >2 (q) =								2			
Mayor Valor Deducido (HDVi) =								13			
Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (mi) =								8.99			
N°	Valores Deducidos						VD Total	q	VDC		
1	13	11					24	2	18		
2	13	2					15	1	15		
								Máx (VDC)	18		
								Cálculo de PCI			
		PC I=	100 - VDT	PCI =		82					

Gráfico 31. Curvas de Valor deducido para falla tipo Meteorización/Desprendimiento de Agregados



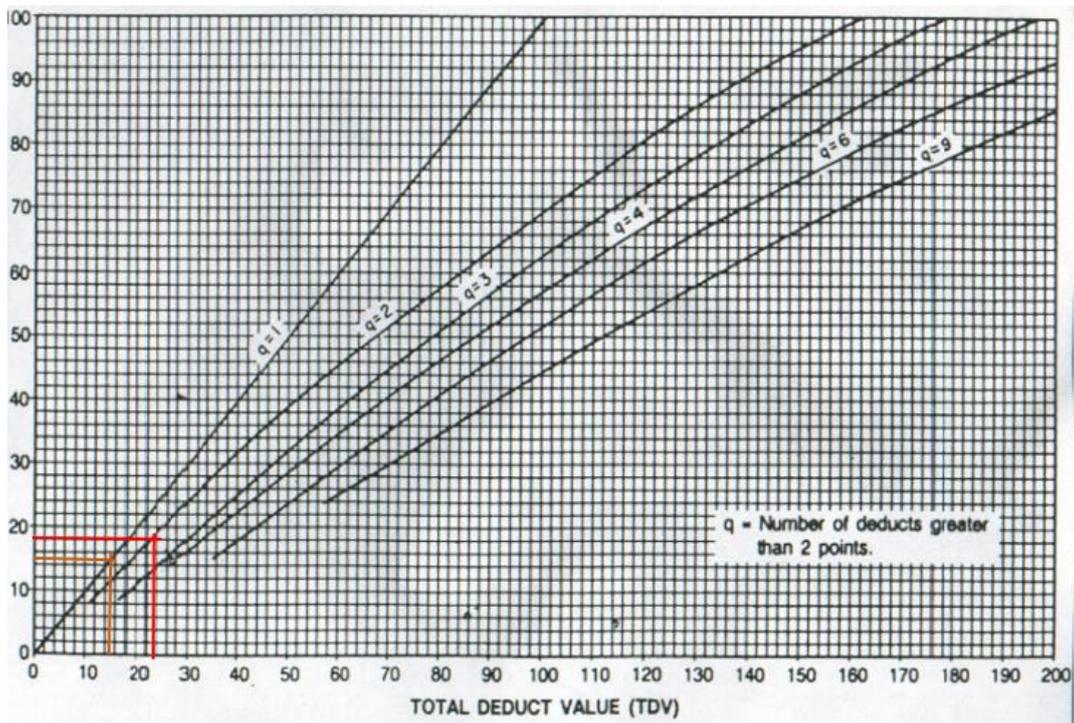
Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 32. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grietas longitudinales y Transversales



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 33. Curvas de Valor deducido Corregido



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 53. Anexo B-8 Evaluación Visual (PCI)

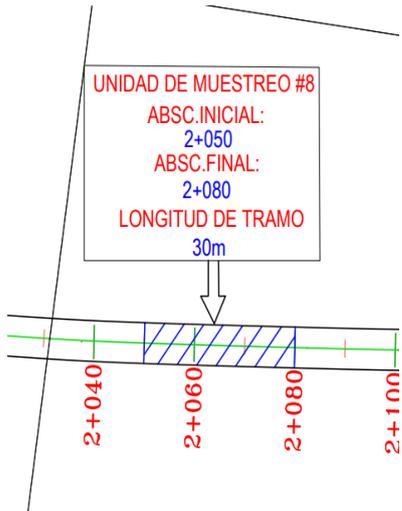
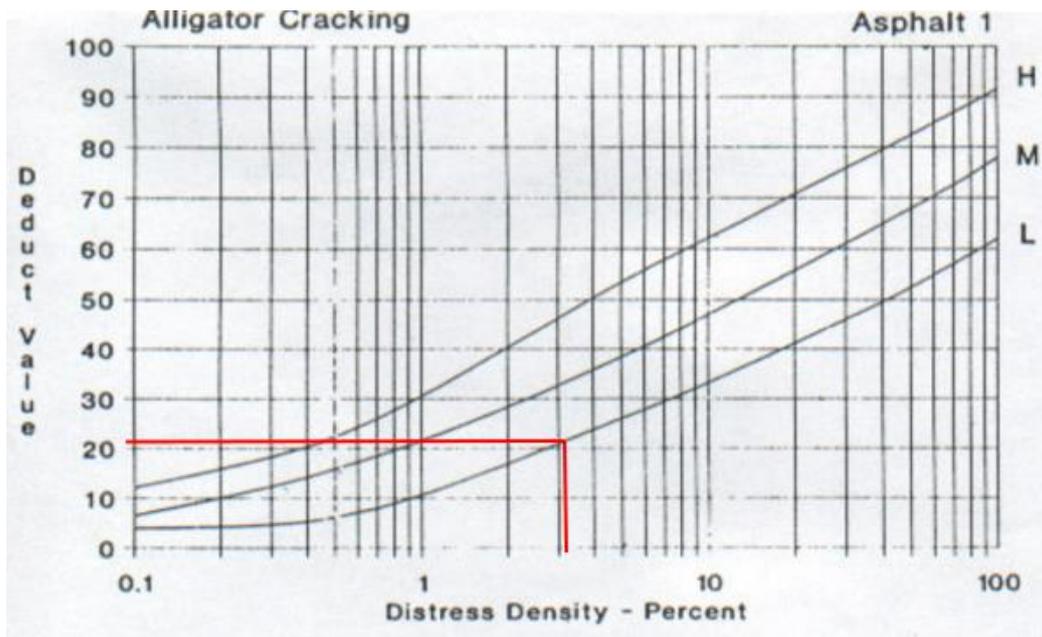
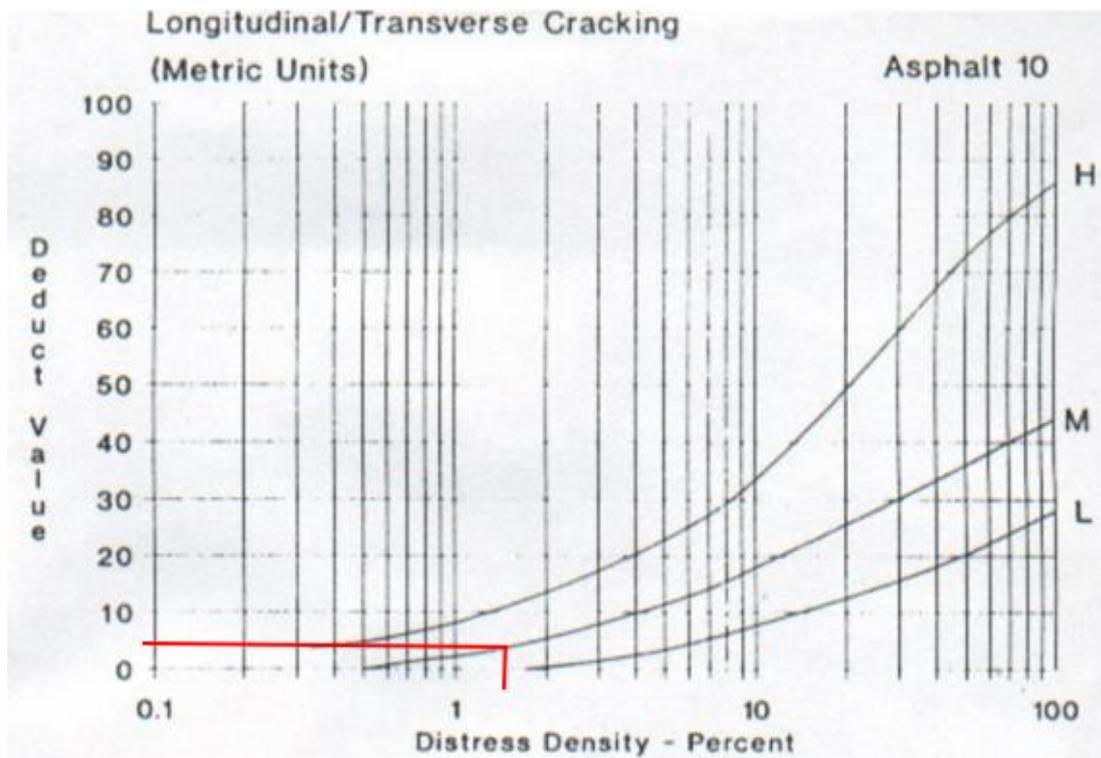
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	8	Responsable: Byron Guashca						
Abscisa Inicial:	2 + 050	Área de Muestreo	234 m ²							
Abscisa Final:	2 + 080	Fecha:	26/6/2021							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
N°	Fallas	Unidad								
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas longitudinales y Transversales	m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Agregado Pulido	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²								
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1	X			4.31	2.75		7.06	3.02	21	
10		X		1.59	1.94		3.53	1.51	4	
							Valor Deducido Total (VDT)		25	
							Cálculo de PCI			
							PCI =	100 - VDT	PCI =	75

Gráfico 34. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 35. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grietas longitudinales y Transversales



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 54. Anexo B-9 Evaluación Visual (PCI)

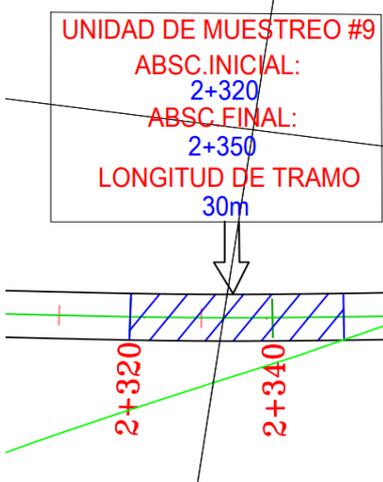
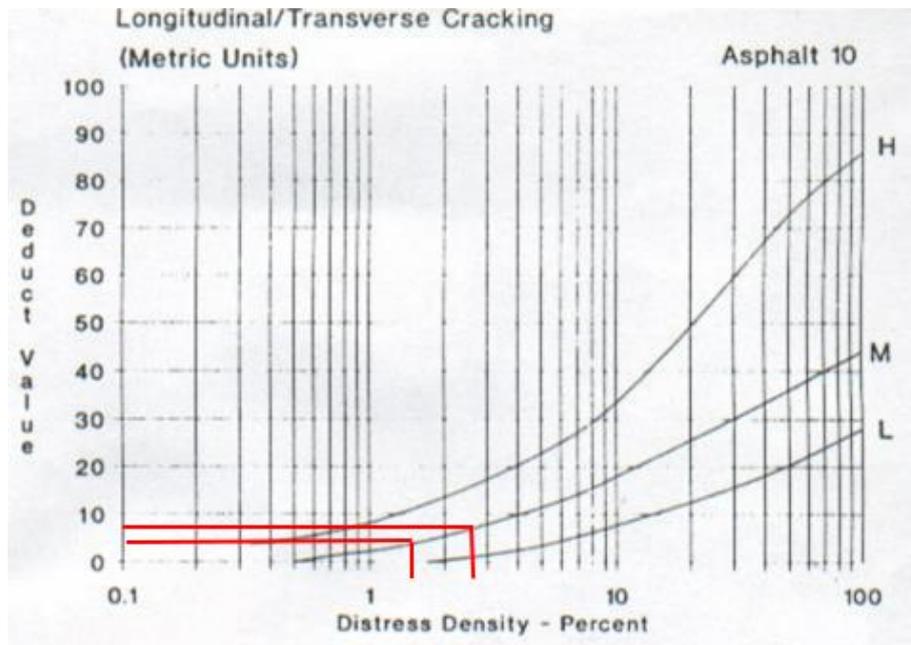
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	9	Responsable:				
Abscisa Inicial:	2 + 320	Área de Muestreo	234 m ²	Byron Guashca				
Abscisa Final:	2 + 350	Fecha:	26/6/2021					
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO								
N°	Fallas	Unidad						
1	Piel de Cocodrilo	m ²						
2	Exudación	m ²						
3	Agrietamiento en bloque	m ²						
4	Abultamientos y Hundimientos	m						
5	Corrugación	m ²						
6	Depresión	m ²						
7	Grieta de borde	m						
8	Grieta de reflexión de Junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y Transversales	m						
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²						
12	Agregado Pulido	m ²						
13	Huecos	Unidad						
14	Cruce de Vía Férrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grietas parabólicas	m ²						
18	Hinchamiento	m ²						
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²						
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)					
10		X		5.43		5.43	2.32	9
10		X		3.60		3.60	1.54	8
				Valor Deducido Total (VDT)		17		
				Cálculo de PCI				
		PCI=	100 - VDT	PCI=	83			

Gráfico 36. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grietas longitudinales y Transversales



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 55. Anexo B-10 Evaluación Visual (PCI)

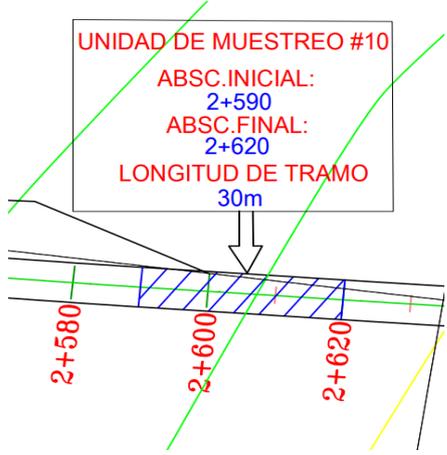
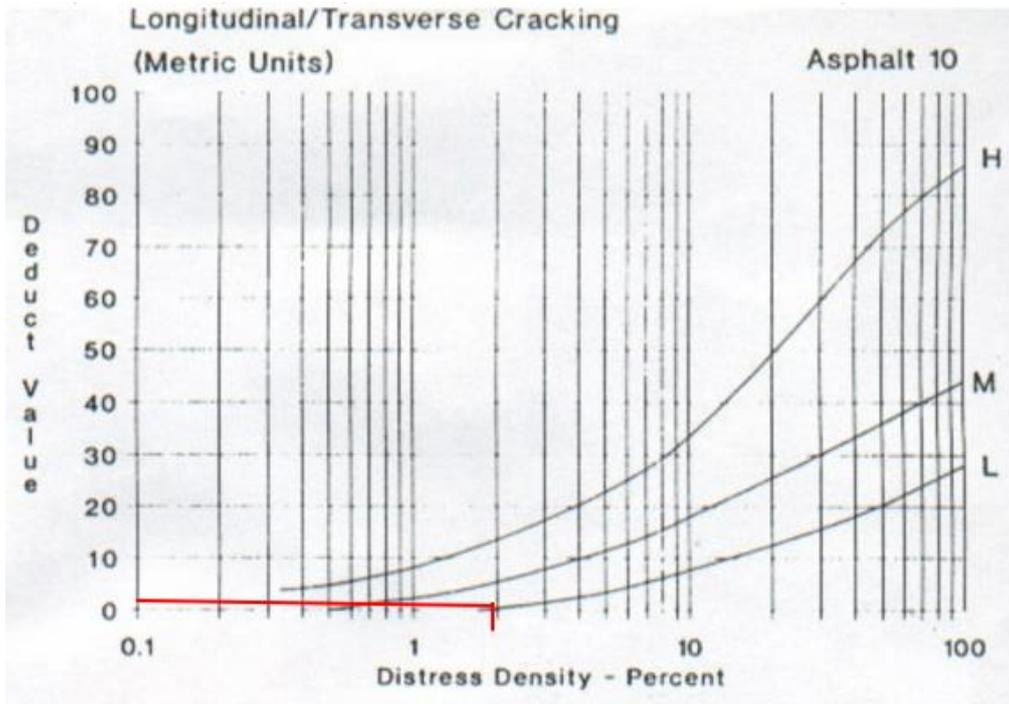
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	10	Responsable: Byron Guashca					
Abscisa Inicial:	2 + 590	Área de Muestreo	234 m ²						
Abscisa Final:	2 + 620	Fecha:	26/6/2021						
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO									
N°	Fallas	Unidad							
1	Piel de Cocodrilo	m ²							
2	Exudación	m ²							
3	Agrietamiento en bloque	m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos	m							
5	Corrugación	m ²							
6	Depresión	m ²							
7	Grieta de borde	m							
8	Grieta de reflexión de Junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y Transversales	m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²							
12	Agregado Pulido	m ²							
13	Huecos	Unidad							
14	Cruce de Vía Férrea	m ²							
15	Ahuellamiento	m ²							
16	Desplazamiento	m ²							
17	Grietas parabólicas	m ²							
18	Hinchamiento	m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²							
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)						
10	X			0.60	1.60		2.20	0.94	1
Valor Deducido Total (VDT)								1	
Cálculo de PCI									
PCI=							100 - VDT	PCI=	99

Gráfico 37. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grietas longitudinales y Transversales

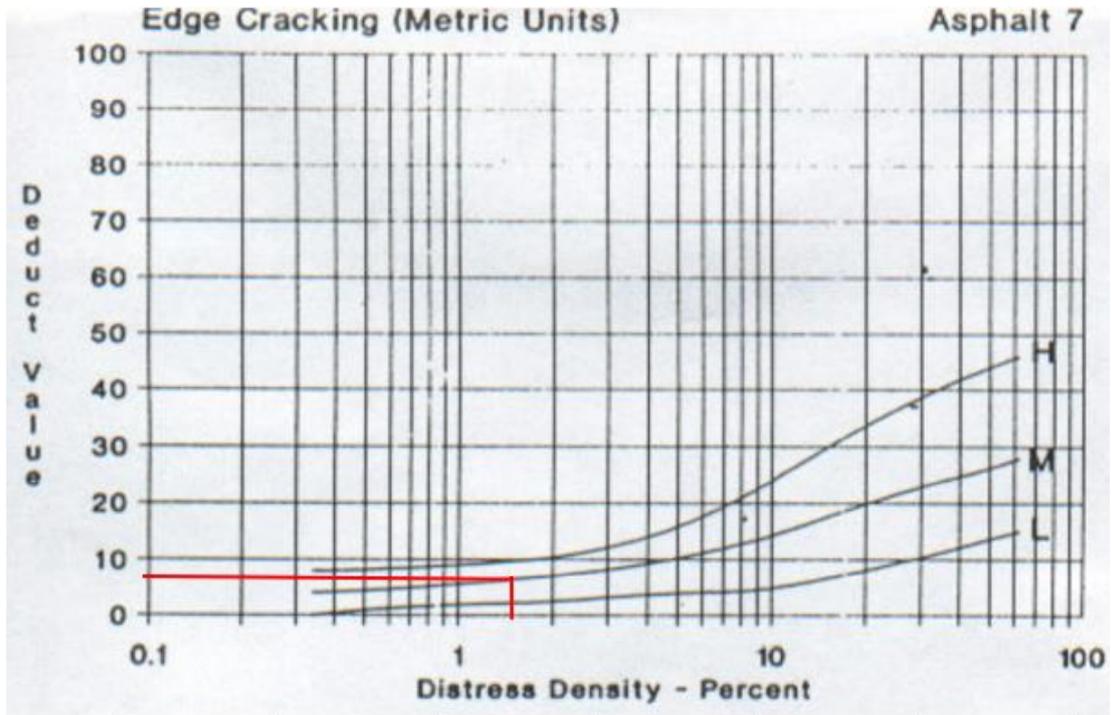


Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 56. Anexo B-11 Evaluación Visual (PCI)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo			Unidad de Muestreo:	11		Responsable: Byron Guashca		
Abscisa Inicial:	2 + 860			Área de Muestreo	234 m ²				
Abscisa Final:	2 + 890			Fecha:	26/6/2021				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO									
Nº	Fallas			Unidad					
1	Piel de Cocodrilo			m ²					
2	Exudación			m ²					
3	Agrietamiento en bloque			m ²					
4	Abultamientos y Hundimientos			m					
5	Corrugación			m ²					
6	Depresión			m ²					
7	Grieta de borde			m					
8	Grieta de reflexión de Junta			m					
9	Desnivel Carril/Berma			m					
10	Grietas longitudinales y Transversales			m					
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²					
12	Agregado Pulido			m ²					
13	Huecos			Unidad					
14	Cruce de Vía Férrea			m ²					
15	Ahuellamiento			m ²					
16	Desplazamiento			m ²					
17	Grietas parabólicas			m ²					
18	Hincharamiento			m ²					
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados			m ²					
Falla Nº	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)						
7		X		0.9 0	2.70		3.60	1.54	8
							Valor Deducido Total (VDT)	8	
							Cálculo de PCI		
					PCI=	100 - VDT	PCI=	92	

Gráfico 38. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta de Borde



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 57. Anexo B-12 Evaluación Visual (PCI)

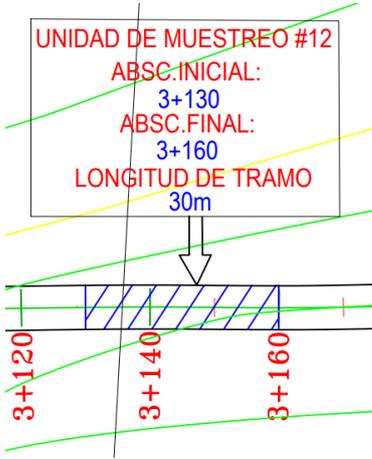
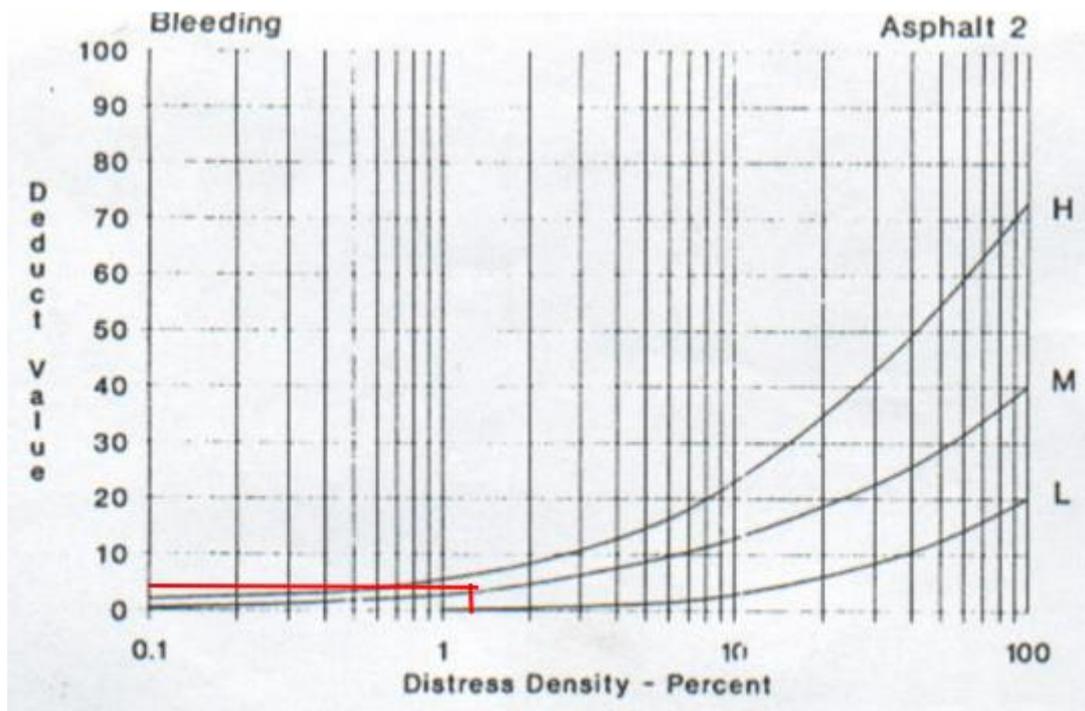
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	12	Responsable: Byron Guashca					
Abscisa Inicial:	3+ 130	Área de Muestreo	234 m ²						
Abscisa Final:	3 + 160	Fecha:	26/6/2021						
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO									
N°	Fallas	Unidad							
1	Piel de Cocodrilo	m ²							
2	Exudación	m ²							
3	Agrietamiento en bloque	m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos	m							
5	Corrugación	m ²							
6	Depresión	m ²							
7	Grieta de borde	m							
8	Grieta de reflexión de Junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y Transversales	m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²							
12	Agregado Pulido	m ²							
13	Huecos	Unidad							
14	Cruce de Vía Férrea	m ²							
15	Ahuellamiento	m ²							
16	Desplazamiento	m ²							
17	Grietas parabólicas	m ²							
18	Hinchamiento	m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²							
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)						
2	X			1.38	1.57		2.95	1.26	4
							Valor Deducido Total (VDT)		4
							Cálculo de PCI		
				PCI=	100-VDT	PCI=	96		

Gráfico 39. Curvas de Valor deducido para falla tipo Exudación



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 58. Anexo B-13 Evaluación Visual (PCI)

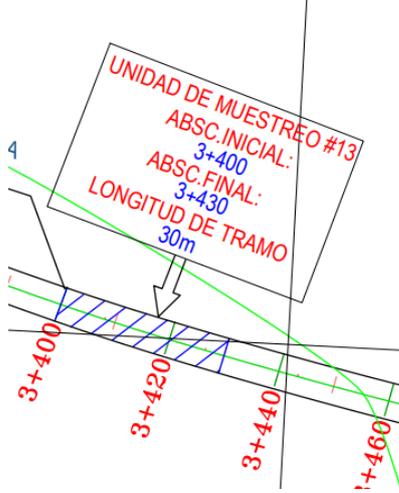
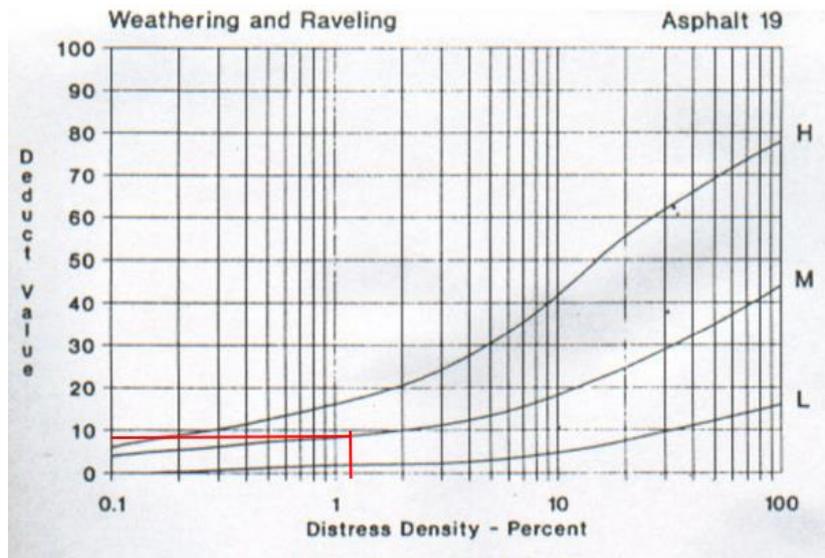
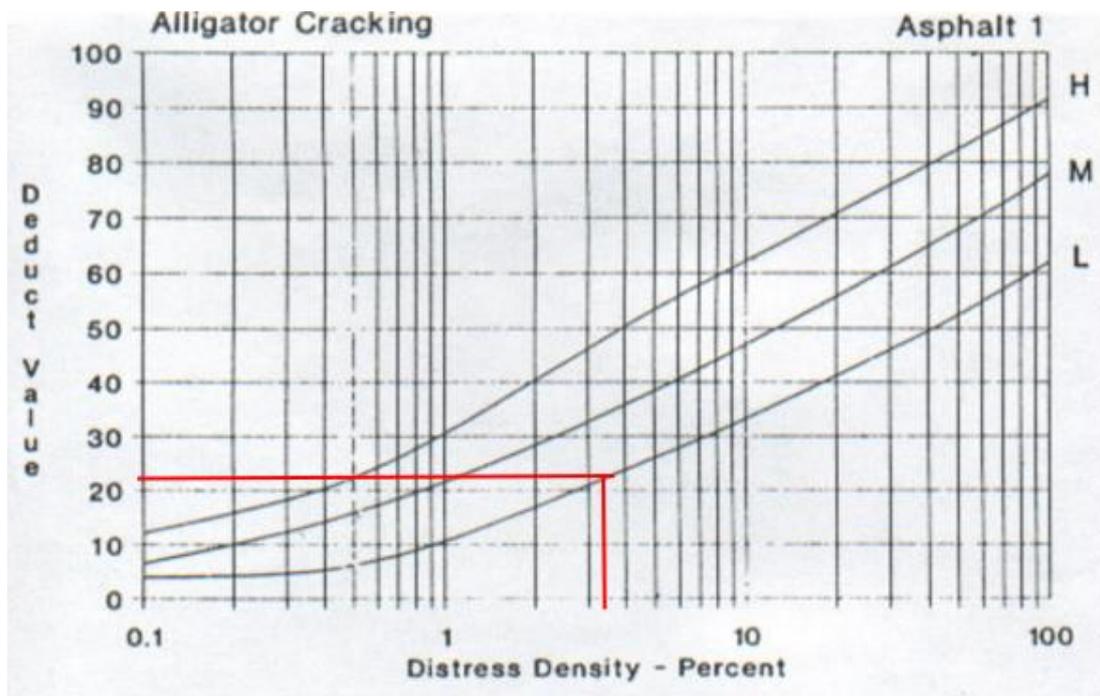
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	13				Responsable: Byron Guashca			
Abscisa Inicial:	3 + 400	Área de Muestreo	234 m ²							
Abscisa Final:	3 + 430	Fecha:	26/6/2021							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
N°	Fallas	Unidad								
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas longitudinales y Transversales	m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Agregado Pulido	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²								
Falla N°	Severidad		Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)								Alto (H)
19		X		1.49	0.97		2.46	1.05	9	
1	X			2.47	2.98	2.17	7.62	3.26	21	
								Valor Deducido Total (VDT)	30	
Número de Deduciones >2 (q) =					2					
Mayor Valor Deducido (HDVi) =					21					
Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (mi) =					8.26					
N°	Valores Deducidos						VD Total	q	VDC	
1	21	9					30	2	24	
2	21	2					23	1	22	
							Máx (VDC)		24	
							Cálculo de PCI			
							PCI =	100 - VDT	PCI =	76

Gráfico 40. Curvas de Valor deducido para falla tipo Meteorización/Desprendimiento de Agregados



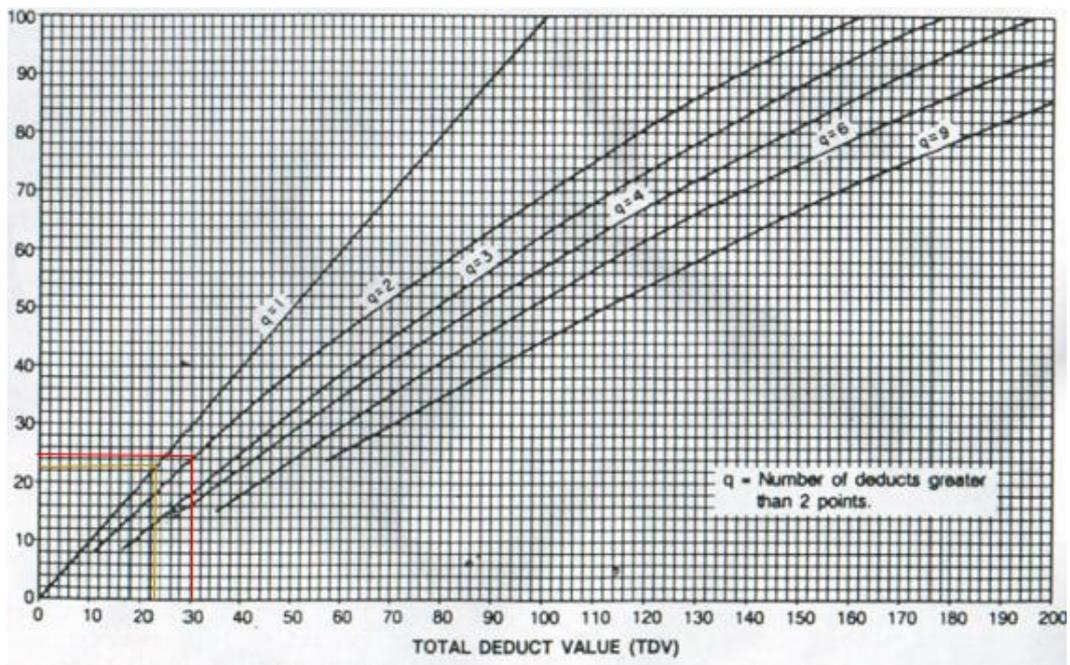
Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 41. Curvas de Valor deducido para falla tipo Piel de Cocodrilo



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 42. Curvas de Valor deducido Corregido



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 59. Anexo B-14 Evaluación Visual (PCI)

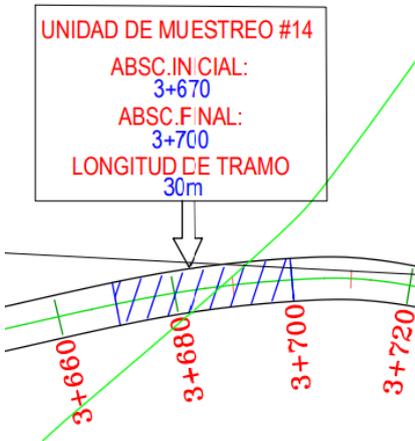
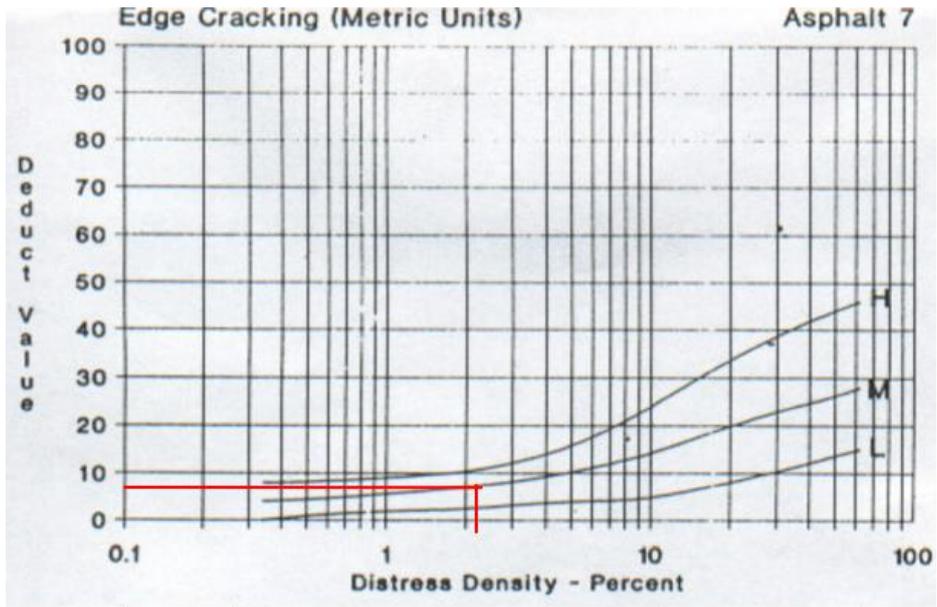
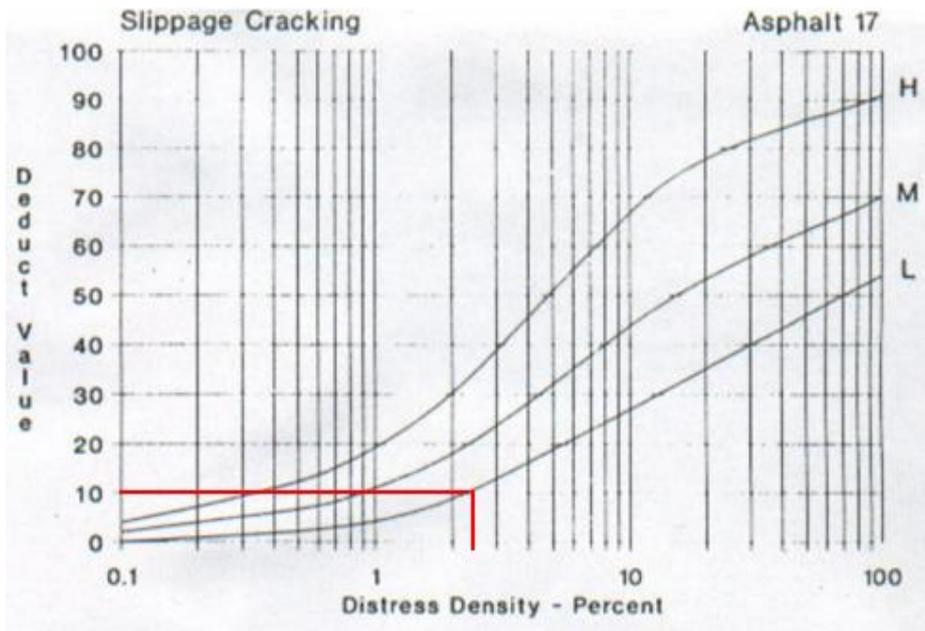
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	14	Responsable: Byron Guashca					
Abscisa Inicial:	3 + 670	Área de Muestreo	234 m ²						
Abscisa Final:	3 + 700	Fecha:	26/6/2021						
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO									
N°	Fallas	Unidad							
1	Piel de Cocodrilo	m ²							
2	Exudación	m ²							
3	Agrietamiento en bloque	m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos	m							
5	Corrugación	m ²							
6	Depresión	m ²							
7	Grieta de borde	m							
8	Grieta de reflexión de Junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y Transversales	m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²							
12	Agregado Pulido	m ²							
13	Huecos	Unidad							
14	Cruce de Vía Férrea	m ²							
15	Ahuellamiento	m ²							
16	Desplazamiento	m ²							
17	Grietas parabólicas	m ²							
18	Hinchamiento	m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²							
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)						
7		X		0.90	2.70	1.70	5.30	2.26	9
17	X			3.13	2.56		5.69	2.43	10
Valor Deducido Total (VDT)									19
Cálculo de PCI									
PCI= 100-VDT									81

Gráfico 43. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta de Borde



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 44. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta Parabólica



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Tabla 60. Anexo B-15 Evaluación Visual (PCI)

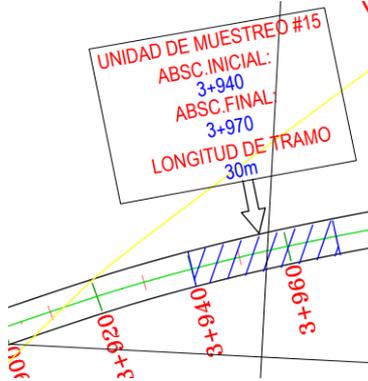
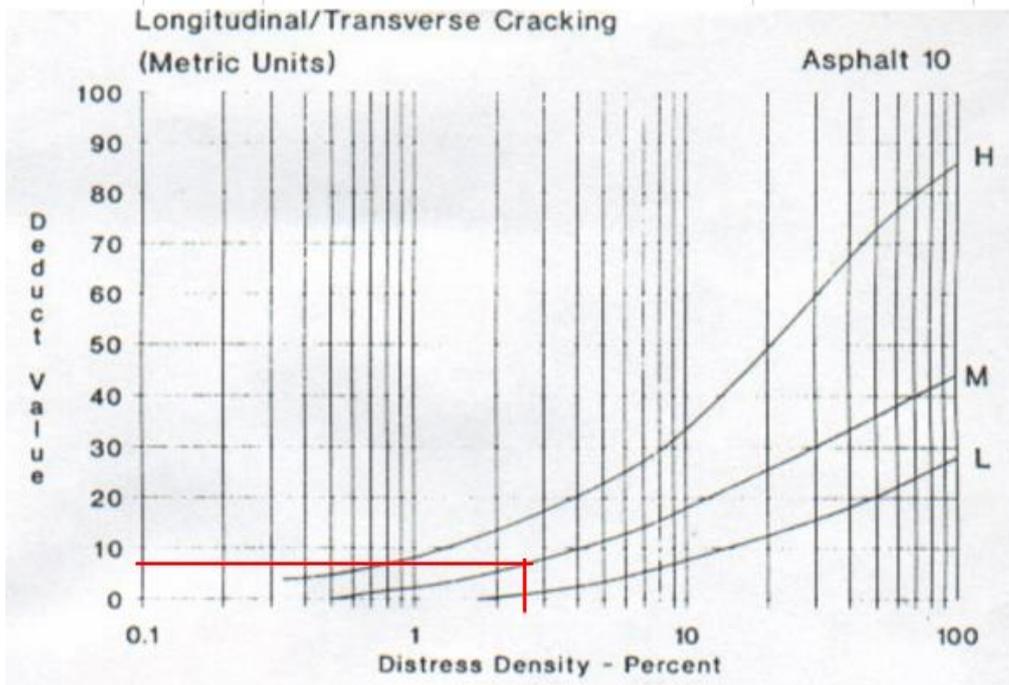
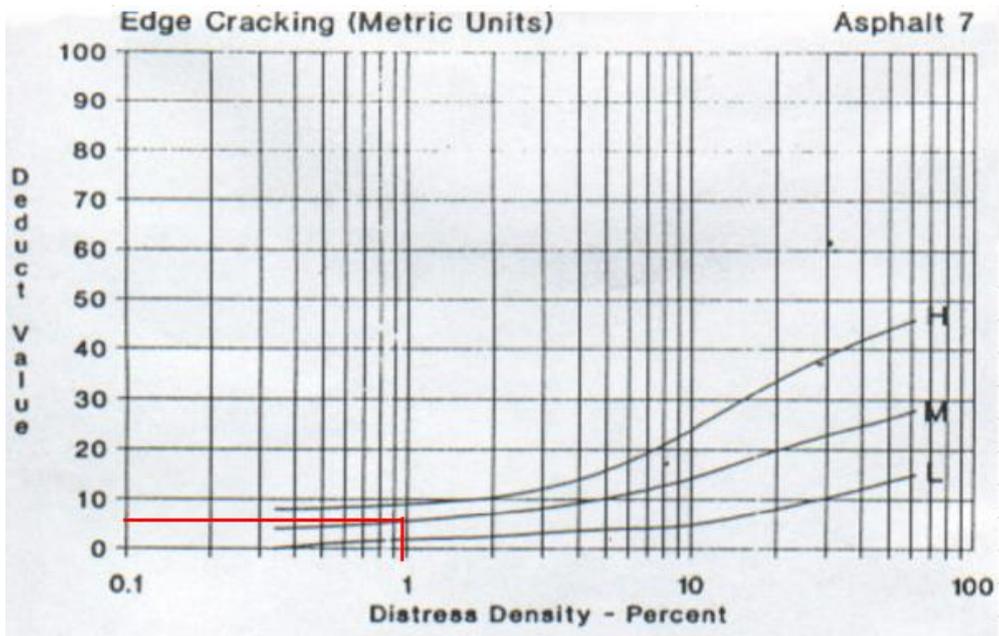
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Proyecto:	Vía Lasso - Toacazo	Unidad de Muestreo:	15	Responsable: Byron Guashca						
Abscisa Inicial:	3 + 940	Área de Muestreo	234 m ²							
Abscisa Final:	3 + 970	Fecha:	26/6/2021							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
N°	Fallas	Unidad								
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas longitudinales y Transversales	m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Agregado Pulido	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados	m ²								
Falla N°	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido			
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
10		X		4.75	1.44		6.19	2.65	9	
7		X		1.38	0.93		2.31	0.99	8	
							Valor Deducido Total (VDT)	17		
							Cálculo de PCI			
							PCI =	100 - VDT	PCI =	83

Gráfico 45. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta Longitudinales y transversales



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Gráfico 46. Curvas de Valor deducido para falla tipo Grieta de Borde



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

ANEXO C.
ESTUDIO DE SUELOS

CALICATA 1

UBICACIÓN

ABSCISA: 1+000Km

PROFUNDIDAD: 1.00m

ENSAYOS:

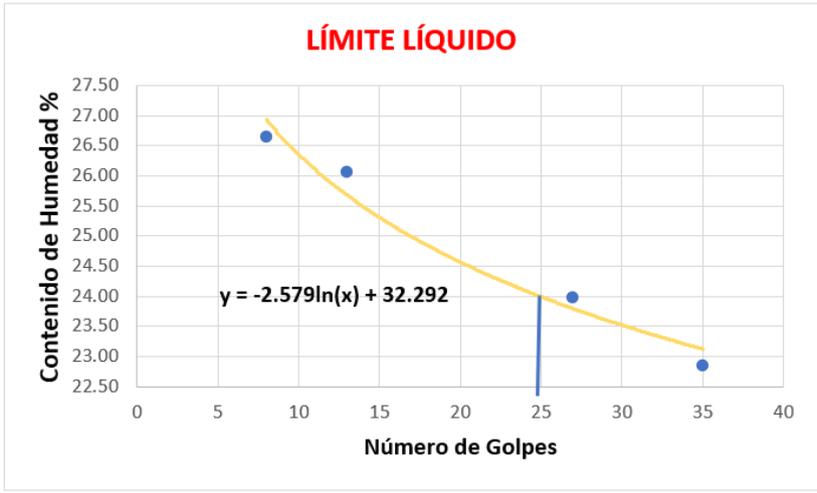
- GRANULOMETRÍA
- LÍMITES DE ATTERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR

Tabla 61. Anexo C1- Granulometría Calicata 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
Normas:	AASHTO T-87-70 ASTM D-421-58	Profundidad:	1.00 m	Muestra:	Subrasante
Peso de la muestra:	500 gr	PCA:	1	ABSCISA:	1+000 Km
Ensayado por:	Guashca B.	Revisado por:	Ing. Acosta R. Mg.		
GRANULOMETRÍA					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100
8	2.36	17.20	17.20	3.45	96.55
10	2	6.10	23.30	4.67	95.33
16	1.18	35.10	58.40	11.72	88.28
30	0.6	51.80	110.20	22.11	77.89
40	0.425	45.70	155.90	31.27	68.73
50	0.3	73.40	229.30	46.00	54.00
60	0.25	21.40	250.70	50.29	49.71
100	0.15	49.40	300.10	60.20	39.80
200	0.075	122.30	422.40	84.73	15.27
BANDEJA		76.10	498.50	100.00	
RESULTADOS					
		Cu	5.31	Error Permitido	1.00%
D10	0.064	Cc	0.56	Error Calculado	0.30%
D30	0.110				
D60	0.340				
Clasificación		Tipo de Suelo			
Grava	0.00%	Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de material	
Arena	84.73%	AASHTO	A-2-4	Arena limosa y arcillosa	
Finos	15.27%	SUCS	S-M	Arena Limosa	
Curva de Distribución Granulométrica					

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

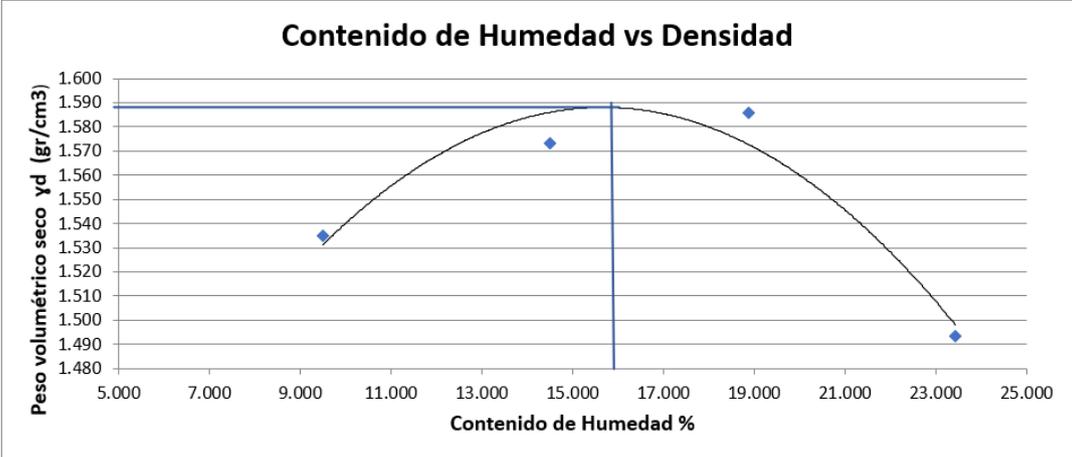
Tabla 62. Anexo C2- Límites de Atterberg Calicata 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Normas:	AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691	Muestra:	Subrasante					
Método:	Copa Casagrande	PCA:	1	ABSCISA:	1+000km			
Ensayado por:	Guashca B.	Revisado por:	Ing. Acosta R. Mg.					
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente N°	6	04A	76	71	34	18	62	41
Rec+Muestra húmeda (Wr+Wm)	28.10	25.30	23.70	22.10	24.30	21.60	20	21.40
Rec+Muestra Seca (Wr+Ws)	24.60	22.20	21.10	19.90	21.90	19.50	18.40	19.50
Peso del Recipiente (Wr)	10.80	11.10	11.30	11.30	11.30	11.20	11.30	11.30
Peso del Agua (Ww)	3.50	3.10	2.60	2.20	2.40	2.10	1.60	1.90
Peso Muestra Seca (Ws)	13.80	11.10	9.80	8.60	10.60	8.30	7.10	8.20
Contenido de Humedad (W%)	25.36	27.93	26.53	25.58	22.64	25.30	22.54	23.17
Promedio de W%	26.65		26.06		23.97		22.85	
Número de Golpes	8		13		27		35	
LÍMITE LÍQUIDO (LL%)	23.99							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	8	27	1K2	3B	53			
Rec+Muestra húmeda (Wr+Wm)	7.00	11.70	7.50	11.70	7.60			
Rec+Muestra Seca (Wr+Ws)	6.80	11.50	7.20	11.60	7.40			
Peso del Recipiente (Wr)	6.10	10.70	5.90	11.00	6.10			
Peso del Agua (Ww)	0.20	0.20	0.30	0.10	0.20			
Peso Muestra Seca (Ws)	0.70	0.80	1.30	0.60	1.30			
Contenido de Humedad (W%)	28.57	25.00	23.08	16.67	15.38			
Promedio de W%	21.74							
Límite Plástico (LP%)	21.74							
Índice de Plasticidad	2.25							

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 63. Anexo C3- Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO								
Muestra: Subrasante		Abscisa: 1+000 Km		Norma: AASHTO T-180				
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del molde	13912 gr			
Número de Capas	5	Peso del martillo	10 lb	Volumen del molde	2261.95 cm ³			
Peso Inicial Deseado (gr)	6000	6000	6000	6000	6000			
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo N°	1	2	3	4				
Humedad Inicial Añadida (%)	7	12	17	22				
Peso Suelo Húmedo + Molde (gr)	17714	17987	18177	18082				
Peso de Suelo Húmedo Wm (gr)	3802	4075	4265	4170				
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm³)	1.681	1.802	1.886	1.844				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente N°	19	20	16	1cn	14	26	96	93
Peso recipiente + suelo húmedo (gr)	125	122.2	124.8	129	120.3	125.1	219.5	203
Peso recipiente + suelo seco (gr)	116.7	113.5	112.3	115.8	105.5	108.8	183.8	170.8
Peso recipiente Wr (gr)	26.5	24.7	24.3	26.7	26.6	23.1	31.4	33.5
Peso agua Ww (gr)	8.3	8.7	12.5	13.2	14.8	16.3	35.7	32.2
Peso Suelo Seco (gr)	90.2	88.8	88	89.1	78.9	85.7	152.4	137.3
Contenido de humedad (W%)	9.20 2	9.797	14.205	14.81 5	18.758	19.020	23.42 5	23.45 2
Promedio cont. Humedad (W%)	9.500		14.510		18.889		23.439	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm³)	1.535	1.573	1.586	1.493				
Peso volumétrico seco Máximo γ_d (gr/cm³)	1.588		Contenido de Humedad Óptimo				15.60%	



Contenido de Humedad vs Densidad

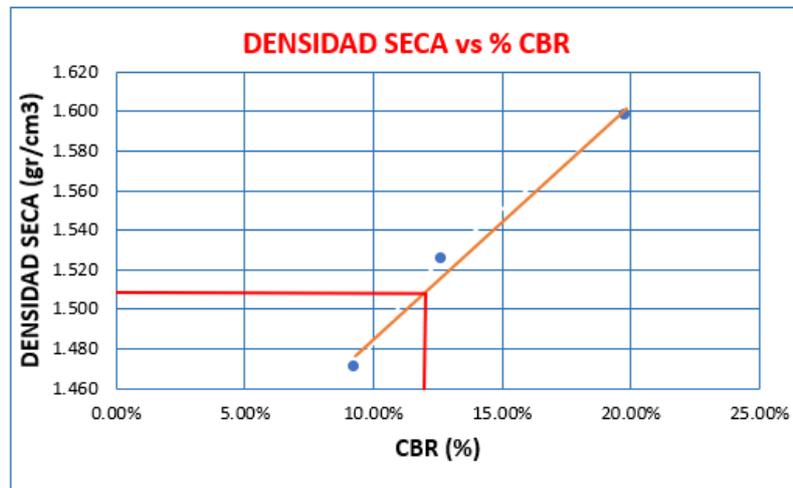
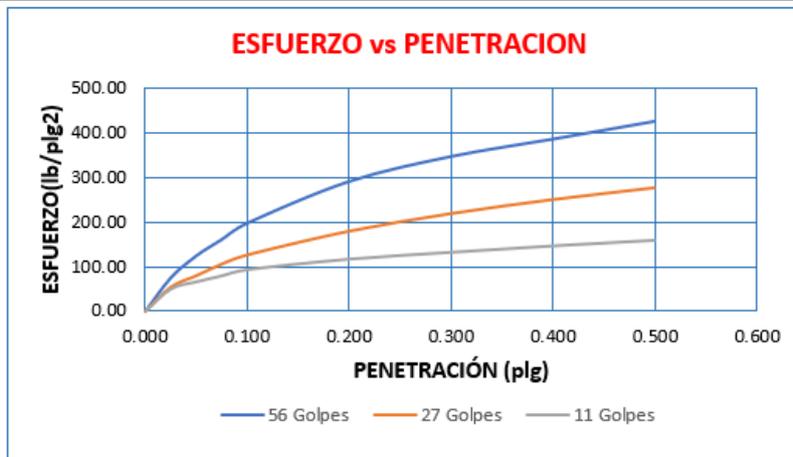
Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 64. Anexo C4- Ensayo CBR Calicata 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ESPECIFICACIONES CBR						
Muestra: Subrasante	Abscisa: 1+000 Km			Norma: AASHTO T-180		
ESPECIFICACIONES						
Peso de la muestra(gr)	6000	Tipo:		Proctor Modificado		
Peso del martillo	10 lb	Densidad Máx(gr/cm3)		1.588		
Altura de Caída	18"	Contenido de humedad óptimo (%)		15.6		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
Molde N°	M4	M6	M10			
N° de capas	5	5	5			
N° de golpes	56	27	11			
Condición de la muestra	Antes del remojo					
P. Molde + Suelo húmedo(gr)	13804	12192	9650			
Peso del molde(gr)	9604	8204	5817			
Peso. Suelo Húmedo (gr)	4200	3988	3833			
Volumen de Muestra (cm3)	2264.95	2262.95	2263.95			
P. Unitario húmedo ym (gr/cm3)	1.85	1.76	1.69			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	36	25	14	40	19	16
P. Húmedo + Recipiente	125	126.8	133	121.4	123.6	130.3
P. Seco + Recipiente	111.3	112.5	119.2	107.9	110.2	117.1
Peso Recipiente	24.8	24.3	26.6	24.2	26.5	24.3
Peso Agua	13.7	14.3	13.8	13.5	13.4	13.2
Peso de Suelo Seco	86.5	88.2	92.6	83.7	83.7	92.8
Contenido de Humedad (%)	15.84	16.21	14.90	16.13	16.01	14.22
Cont.Hum. Promedio (%)	16.03		15.52		15.12	
Peso Unitario Seco yd (gr/cm3)	1.598		1.526		1.471	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión Simple (CONTROLS)	Área del pistón: 3plg ²		Norma: ASTM D 193-13		Muestra: Subrasante	
N° MOLDE	M4		M6		M10	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	226.3	75.43	163.7	54.57	149.9	49.97
0.050	374.2	124.73	240.5	80.17	197.4	65.80
0.075	484	161.33	319.3	106.43	237.6	79.20
0.100	594.1	198.03	380.7	126.90	279.1	93.03
0.200	875.3	291.77	541.1	180.37	349.5	116.50
0.300	1043.4	347.80	660	220.00	395.3	131.77
0.400	1160.7	386.90	754.6	251.53	438.3	146.10
0.500	1280.6	426.87	834.3	278.10	475.9	158.63



Densidades	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca
Densidad 56	198.03	19.80%	1.598
Densidad 27	126.90	12.69%	1.526
Densidad 11	93.03	9.30%	1.471
Densidad Seca Máxima		1.59	
95%		1.51	
%CBR 0.1plg		12.3	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

CALICATA 2

UBICACIÓN

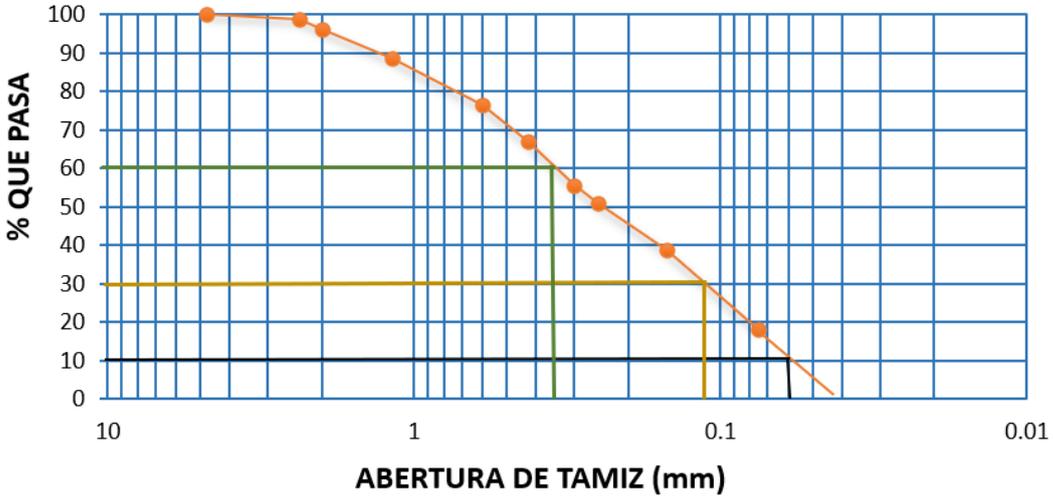
ABSCISA: 2+000Km

PROFUNDIDAD: 1.00m

ENSAYOS:

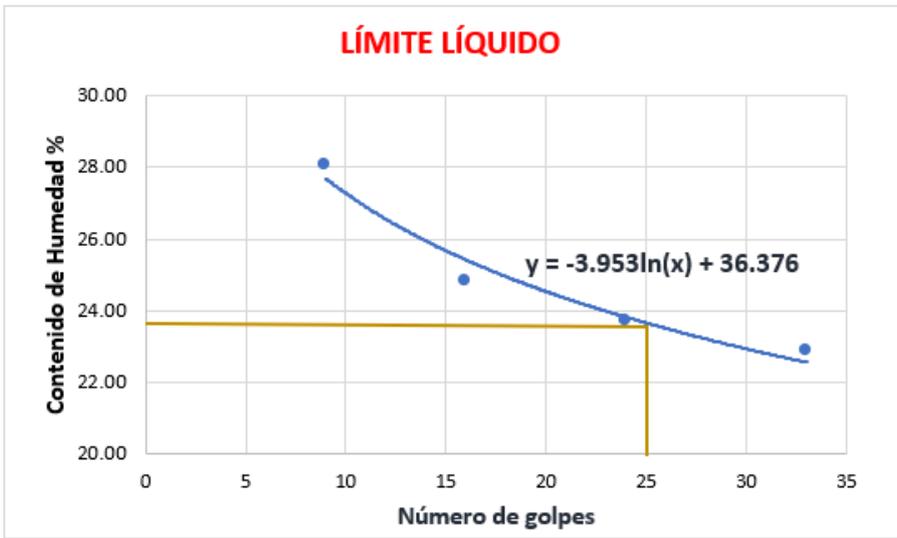
- GRANULOMETRÍA
- LÍMITES DE ATTERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR

Tabla 65. Anexo C5- Granulometría Calicata 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Normas:	AASHTO T-87-70	ASTM D-421-58	Profundidad:	1.00 m	Muestra:	Subrasante	
Peso de la muestra:	500 gr		PCA:	2	ABSCISA:	2+000 Km	
Ensayado por:	Guashca B.		Revisado por:	Ing. Acosta R. Mg.			
GRANULOMETRÍA							
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
4	4.76	0	0	0	100		
8	2.36	6.50	6.50	1.30	98.70		
10	2	12.00	18.50	3.70	96.30		
16	1.18	39.00	57.50	11.51	88.49		
30	0.6	60.00	117.50	23.52	76.48		
40	0.425	48.00	165.50	33.13	66.87		
50	0.3	56.00	221.50	44.34	55.66		
60	0.25	24.00	245.50	49.14	50.86		
100	0.15	60.80	306.30	61.31	38.69		
200	0.075	103.30	409.60	81.99	18.01		
BANDEJA		90.00	499.60	100.00			
RESULTADOS							
		Cu	5.83	Error Permitido	1.00%		
D10	0.06	Cc	0.69	Error Calculado	0.08%		
D30	0.12						
D60	0.35						
Clasificación		Tipo de Suelo					
Grava	0.00%	Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de material			
Arena	81.99%	AASHTO	A-2-4	Arena limosa y arcillosa			
Finos	18.01%	SUCS	S-M	Arena Limosa			
Curva de Distribución Granulométrica							
							

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

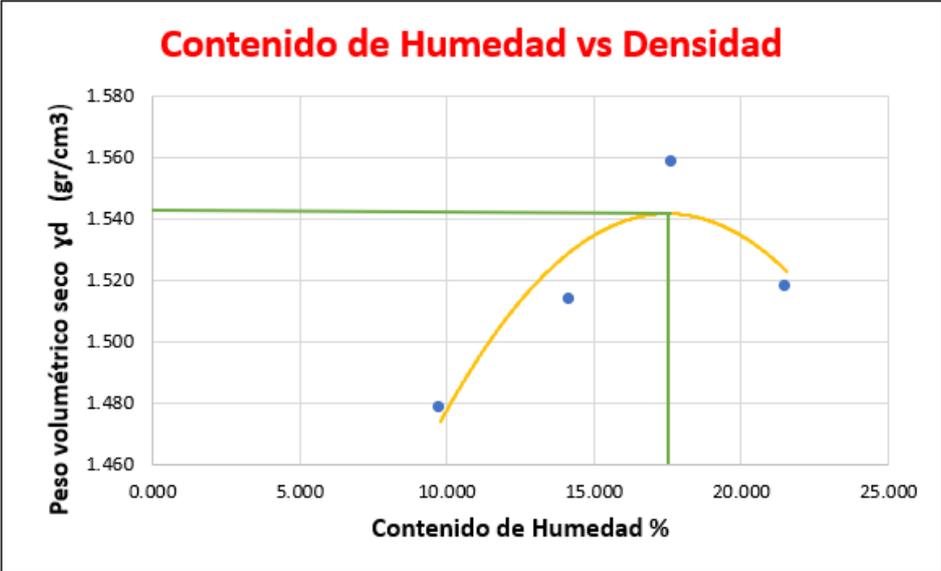
Tabla 66. Anexo C6 - Límites de Atterberg Calicata 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
Normas:	AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691	Muestra:	Subrasante						
Método:	Copa Casagrande	PCA:	2	ABSCISA:	2+000km				
Ensayado por:	Guashca B.	Revisado por:	Ing. Acosta R. Mg.						
LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente N°	6	04A	76	71	34	57	62	41	
Rec+Muestra húmeda (Wr+Wm)	51.60	54.30	34.90	45.10	36.20	51.60	38.10	37.60	
Rec+Muestra Seca (Wr+Ws)	42.70	44.80	30.30	38.30	31.30	45.30	33.20	32.50	
Peso del Recipiente (Wr)	10.80	11.10	11.50	11.30	11.30	17.80	11.00	11.00	
Peso del Agua (Ww)	8.90	9.50	4.60	6.80	4.90	6.30	4.90	5.10	
Peso Muestra Seca (Ws)	31.90	33.70	18.80	27.00	20.00	27.50	22.20	21.50	
Contenido de Humedad (W%)	27.90	28.19	24.47	25.19	24.50	22.91	22.07	23.72	
Promedio de W%	28.04		24.83		23.70		22.90		
Número de Golpes	9		16		24		33		
LÍMITE LÍQUIDO (LL%)	23.65								
									
LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente N°	8		27		1K2		3B		53
Rec+Muestra húmeda (Wr+Wm)	7.7		7.6		7		7.6		7.5
Rec+Muestra Seca (Wr+Ws)	7.4		7.4		6.8		7.4		7.2
Peso del Recipiente (Wr)	6.1		6.1		6.1		6.1		5.9
Peso del Agua (Ww)	0.3		0.2		0.2		0.2		0.3
Peso Muestra Seca (Ws)	1.3		1.3		0.7		1.3		1.3
Contenido de Humedad (W%)	23.08		15.38		28.57		15.38		23.08
Promedio de W%	21.10								
Límite Plástico (LP%)	21.10								
Índice de Plasticidad	2.55								

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 67. Anexo C7- Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO								
Muestra: Subrasante	Abscisa: 2+000 Km			Norma: AASHTO T-180				
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del molde	13912 gr			
Número de Capas	5	Peso del martillo	10 lb	Volumen del molde	2261.95 cm ³			
Peso Inicial Deseado (gr)	6000		6000	6000	6000			
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo N°	1	2	3	4				
Humedad Inicial Añadida (%)	8	12	16	20				
Peso Suelo Húmedo + Molde (gr)	17583	17821	18060	18085				
Peso de Suelo Húmedo Wm (gr)	3671	3909	4148	4173				
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.623	1.728	1.834	1.845				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente N°	26	14	19	1cn	20	16	02b	40
Peso recipiente + suelo húmedo (gr)	129.4	129	127.6	125.4	138.4	141.1	142.2	130.7
Peso recipiente + suelo seco (gr)	119.4	120.4	114.8	113.4	121.3	123.6	121.4	111.7
Peso recipiente Wr (gr)	23.1	26.6	26.5	26.7	24.7	24.3	24.1	24.1
Peso agua Ww (gr)	10	8.6	12.8	12	17.1	17.5	20.8	19
Peso Suelo Seco (gr)	96.3	93.8	88.3	86.7	96.6	99.3	97.3	87.6
Contenido de humedad (W%)	10.38	9.17	14.50	13.84	17.70	17.62	21.38	21.69
Promedio cont. Humedad (W%)	9.776		14.168	17.663		21.533		
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.478		1.514	1.559		1.518		
Peso volumétrico seco Máximo γ_d (gr/cm ³)	1.542		Contenido de Humedad Óptimo			17.50%		



Contenido de Humedad vs Densidad

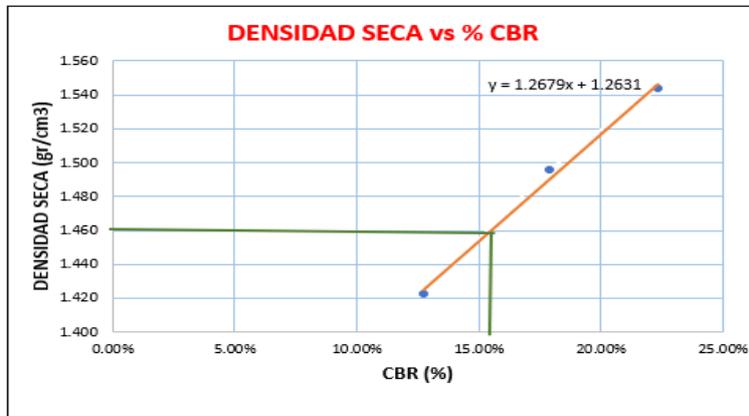
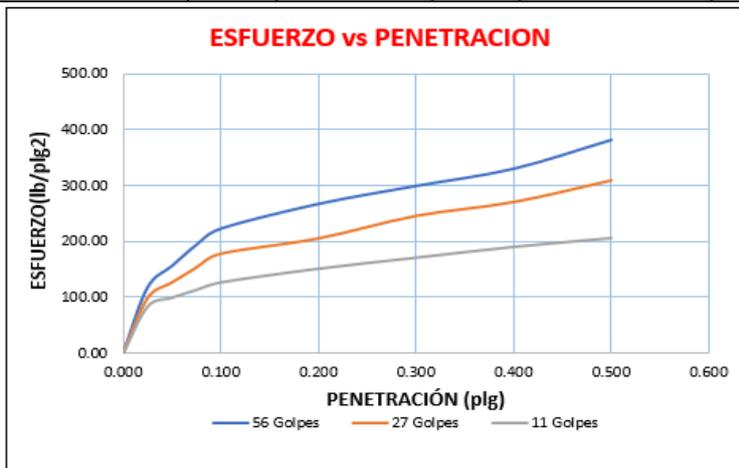
Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 68. Anexo C8- Ensayo CBR Calicata 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ESPECIFICACIONES CBR						
Muestra: Subrasante	Abscisa: 2+000 Km				Norma: AASHTO T-180	
ESPECIFICACIONES						
Peso de la muestra(gr)	6000	Tipo:		Proctor Modificado		
Peso del martillo	10 lb	Densidad Máx(gr/cm ³)		1.542		
Altura de Caída	18"	Contenido de humedad óptimo (%)		17.5		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
Molde N°	M2		M5	M7		
N° de capas	5		5	5		
N° de golpes	56		27	11		
Condición de la muestra	Antes del remojo					
P. Molde + Suelo húmedo(gr)	11675		11152	10500		
Peso del molde(gr)	7558		7223	6682		
Peso. Suelo Húmedo (gr)	4117		3929	3818		
Volumen de Muestra (cm ³)	2264.95		2262.95	2263.95		
P. Unitario húmedo γ _m (gr/cm ³)	1.82		1.74	1.69		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	96	93	26	02B	20	25
P. Húmedo + Recipiente	177.3	164.1	108.4	119.3	117.6	125.7
P. Seco + Recipiente	158.6	141.6	97.8	105.1	102.9	109.9
Peso Recipiente	31.5	33.4	26.7	23.1	24	24.6
Peso Agua	18.7	22.5	10.6	14.2	14.7	15.8
Peso de Suelo Seco	127.1	108.2	71.1	82	78.9	85.3
Contenido de Humedad (%)	14.71	20.79	14.91	17.32	18.63	18.52
Cont.Hum. Promedio (%)	17.75		16.11		18.58	
Peso Unitario Seco γ _d (gr/cm ³)	1.544		1.495		1.422	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión Simple (CONTROLS)	Área del pistón: 3plg ²		Norma: ASTM D 193-13		Muestra: Subrasante	
N° MOLDE	M2		M5		M7	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	354	118.00	297.3	99.10	251.3	83.77
0.050	470.3	156.77	382.3	127.43	300.2	100.07
0.075	583.1	194.37	462.3	154.10	341.7	113.90
0.100	670.5	223.50	537.1	179.03	382.3	127.43
0.200	803.6	267.87	619.5	206.50	456.1	152.03
0.300	900.1	300.03	740.5	246.83	515.3	171.77
0.400	992.6	330.87	815.1	271.70	573.5	191.17
0.500	1147.3	382.43	931.7	310.57	620.5	206.83



Densidades	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca
Densidad 56	223.50	22.35%	1.544
Densidad 27	179.03	17.90%	1.495
Densidad 11	127.43	12.74%	1.422
Densidad Seca Máxima		1.54	
95%		1.46	
%CBR 0.1plg		15.58	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

CALICATA 3

UBICACIÓN

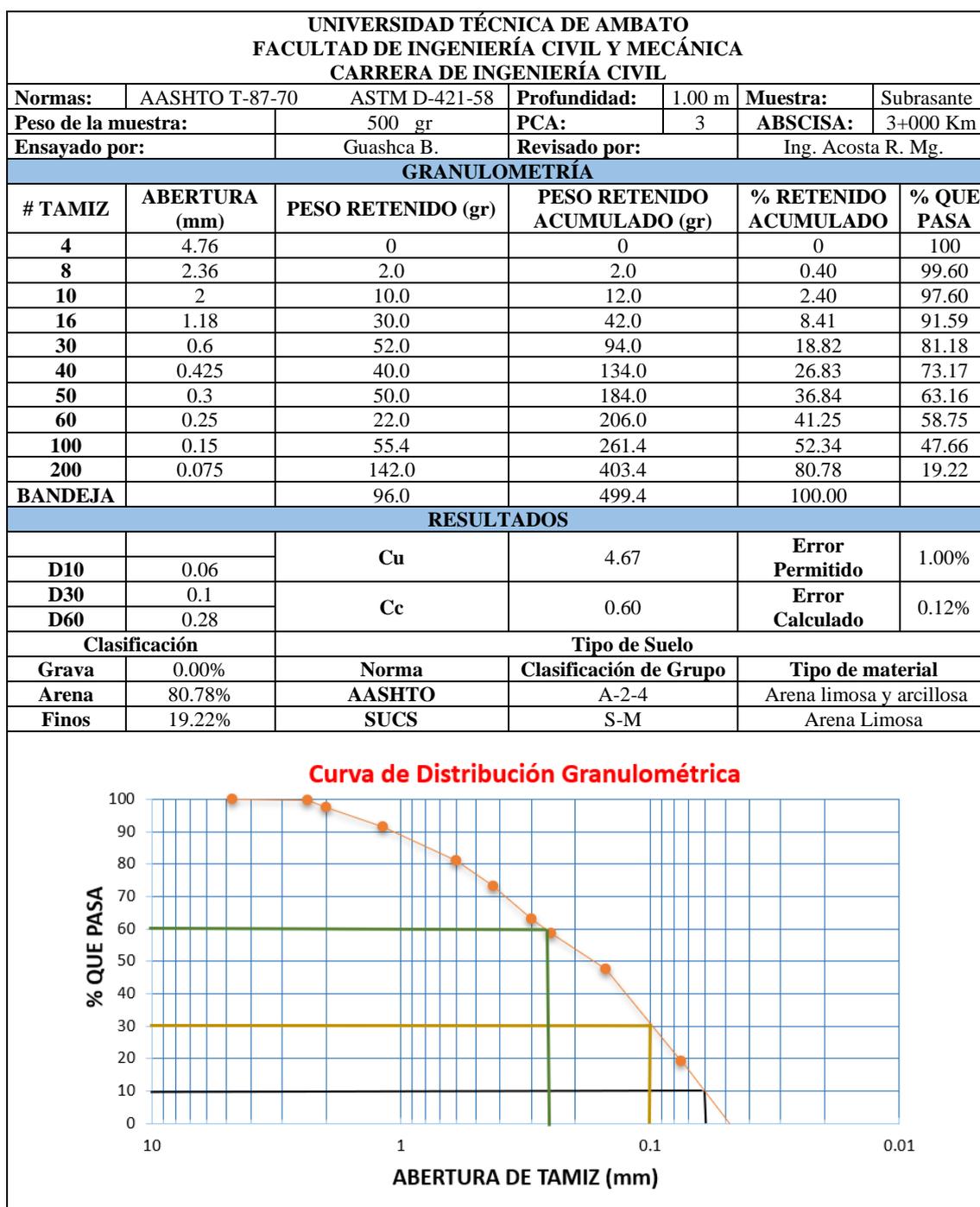
ABSCISA: 3+000Km

PROFUNDIDAD: 1.00m

ENSAYOS:

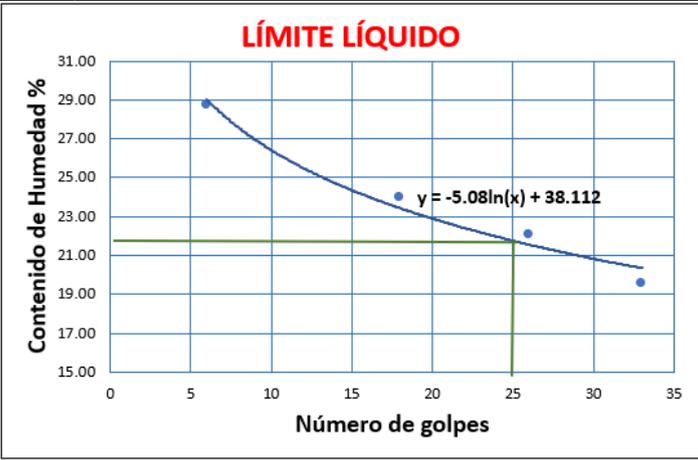
- GRANULOMETRÍA
- LÍMITES DE ATTERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR

Tabla 69. Anexo C9- Granulometría Calicata 3



Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 70. Anexo C10- Límites de Atterberg Calicata 3

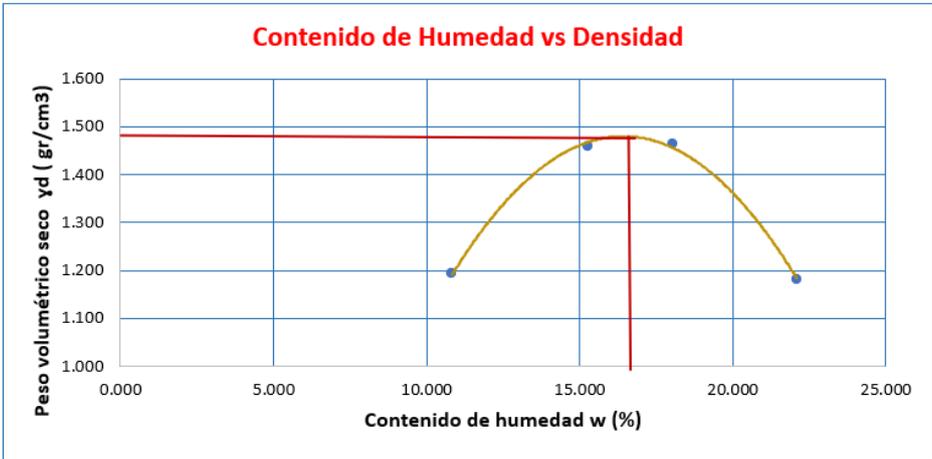
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Normas:	AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691	Muestra:	Subrasante					
Método:	Copa Casagrande	PCA:	3	ABSCISA:	3+000km			
Ensayado por:	Guashca B.	Revisado por:	Ing. Acosta R. Mg.					
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente N°	25	37	16	10	38	46	12	5
Rec+Muestra húmeda (Wr+Wm)	25	21.9	20.4	22.8	23.4	21.6	24	22.6
Rec+Muestra Seca (Wr+Ws)	22.1	19.4	17.9	20.6	21	19.5	22.3	20.7
Peso del Recipiente (Wr)	11.2	11.3	6.6	12.1	10.1	10	12.3	12.1
Peso del Agua (Ww)	2.9	2.5	2.5	2.2	2.4	2.1	1.7	1.9
Peso Muestra Seca (Ws)	10.9	8.1	11.3	8.5	10.9	9.5	10	8.6
Contenido de Humedad (W%)	26.61	30.86	22.12	25.88	22.02	22.11	17.00	22.09
Promedio de W%	28.73		24.00		22.06		19.55	
Número de Golpes	6		18		26		33	
LÍMITE LÍQUIDO (LL%)	21.76							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	26	76	54	25	37			
Rec+Muestra húmeda (Wr+Wm)	8	7.5	7.8	8.4	8.4			
Rec+Muestra Seca (Wr+Ws)	7.8	7.3	7.6	8.2	8.2			
Peso del Recipiente (Wr)	7.1	6.4	6.4	7.1	6.6			
Peso del Agua (Ww)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
Peso Muestra Seca (Ws)	0.7	0.9	1.2	1.1	1.6			
Contenido de Humedad (W%)	28.57	22.22	16.67	18.18	12.50			
Promedio de W%	19.63							
Límite Plástico (LP%)	19.63							
Índice de Plasticidad	2.13							

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 71. Anexo C11- Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO			
Muestra: Subrasante	Abscisa: 3+000 Km		Norma: AASHTO T-180
ESPECIFICACIONES			
Número de Golpes	56	Altura de Caída 18"	Peso del molde 6420 gr
Número de Capas	5	Peso del martillo 10 lb	Volumen del molde 2132.7 cm ³
Peso Inicial Deseado (gr)	6000	6000	6000
PROCESO DE COMPACTACIÓN			
Ensayo N°	1	2	3
Humedad Inicial Añadida (%)	5	10	15
Peso Suelo Húmedo + Molde (gr)	9242	10009	10107
Peso de Suelo Húmedo Wm (gr)	2822	3589	3687
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.323	1.683	1.729
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente N°	02B	40	26
Peso recipiente + suelo húmedo (gr)	62.06	66.14	65.81
Peso recipiente + suelo seco (gr)	57.2	60.82	58.92
Peso recipiente Wr (gr)	11.98	12.11	12.1
Peso agua Ww (gr)	4.86	5.32	6.89
Peso Suelo Seco (gr)	45.22	48.71	46.82
Contenido de humedad (W%)	10.74 7	10.922	14.716 5
Promedio cont. Humedad (W%)	10.835	15.270	18.028
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO			
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.194	1.460	1.465
Peso volumétrico seco Máximo γ_d (gr/cm ³)	1.48	Contenido de Humedad Óptimo 16.30%	

Contenido de Humedad vs Densidad



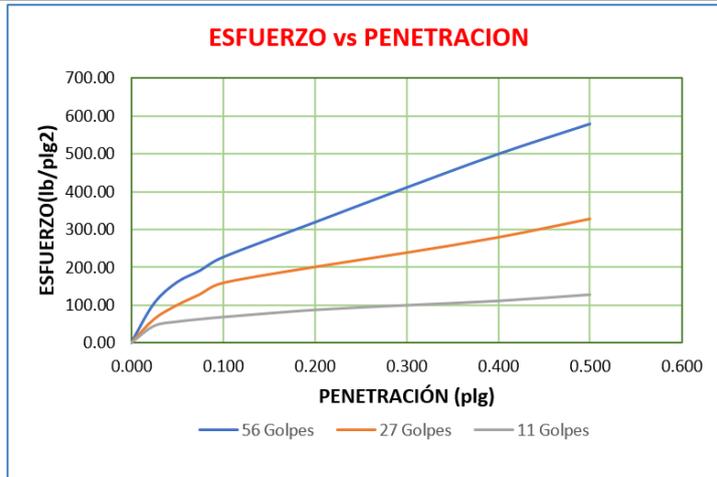
Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 72. Anexo C12- Ensayo CBR Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ESPECIFICACIONES CBR						
Muestra: Subrasante	Abscisa: 3+000 Km			Norma: AASHTO T-180		
ESPECIFICACIONES						
Peso de la muestra(gr)	6000	Tipo:		Proctor Modificado		
Peso del martillo	10 lb	Densidad Máx(gr/cm ³)		1.48		
Altura de Caída	18"	Contenido de humedad óptimo (%)		16.3		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
Molde N°	M1		M2	M3		
N° de capas	5		5	5		
N° de golpes	56		27	11		
Condición de la muestra	Antes del remojo					
P. Molde + Suelo húmedo(gr)	12020		10806	10084		
Peso del molde(gr)	7545		7163	7025		
Peso. Suelo Húmedo (gr)	4475		3643	3059		
Volumen de Muestra (cm ³)	2297.2		2261.9	2226.6		
P. Unitario húmedo γ _m (gr/cm ³)	1.95		1.61	1.37		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	36	25	14	40	19	16
P. Húmedo + Recipiente	100.8	110.5	114.9	102.8	117.3	124.7
P. Seco + Recipiente	90.3	98.2	102.7	91.3	104.9	110.4
Peso Recipiente	26.5	24.3	24.2	24.5	24.8	24.3
Peso Agua	10.5	12.3	12.2	11.5	12.4	14.3
Peso de Suelo Seco	63.8	73.9	78.5	66.8	80.1	86.1
Contenido de Humedad (%)	16.46	16.64	15.54	17.22	15.48	16.61
Cont.Hum. Promedio (%)	16.55		16.38		16.04	
Peso Unitario Seco γ _d (gr/cm ³)	1.671		1.384		1.184	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión Simple (CONTROLS)	Área del pistón: 3plg ²		Norma: ASTM D 193-13		Muestra: Subrasante	
N° MOLDE	M1		M2		M3	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	313.1	104.37	189.3	63.10	134.3	44.77
0.050	480.7	160.23	300.1	100.03	168.1	56.03
0.075	572.7	190.90	386.4	128.80	187.5	62.50
0.100	678.5	226.17	476.6	158.87	204.3	68.10
0.200	954.6	318.20	603.7	201.23	260.6	86.87
0.300	1229.4	409.80	716.8	238.93	297.3	99.10
0.400	1495.1	498.37	838.5	279.50	331.3	110.43
0.500	1733.5	577.83	985.2	328.40	380.4	126.80



Densidades	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca
Densidad 56	226.17	22.62%	1.671
Densidad 27	158.87	15.89%	1.384
Densidad 11	68.10	6.81%	1.184
Densidad Seca Máxima		1.48	
95%		1.41	
%CBR 0.1plg		15.4	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

CALICATA 4

UBICACIÓN

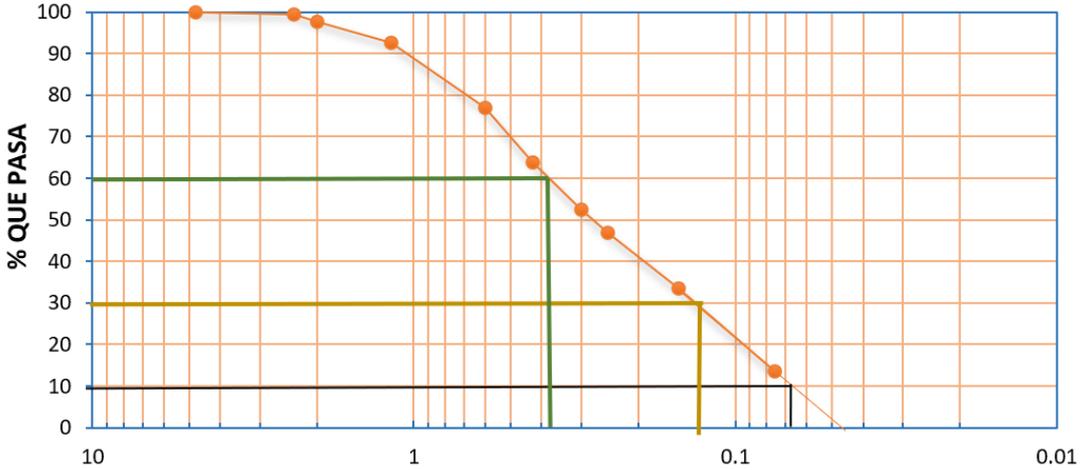
ABSCISA: 4+000Km

PROFUNDIDAD: 1.00m

ENSAYOS:

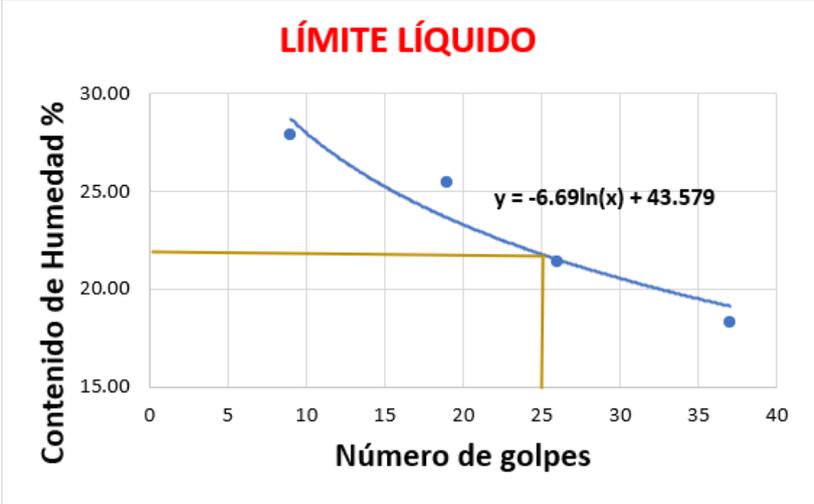
- GRANULOMETRÍA
- LÍMITES DE ATTERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR

Tabla 73. Anexo C13- Granulometría Calicata 4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Normas:	AASHTO T-87-70	ASTM D-421-58	Profundidad:	1.00 m	Muestra:	Subrasante	
Peso de la muestra:	500 gr		PCA:	4	ABSCISA:	4+000km	
Ensayado por:	Guashca B.		Revisado por:	Ing. Acosta R. Mg.			
GRANULOMETRÍA							
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
4	4.76	0	0	0	100		
8	2.36	3.0	3.0	0.60	99.40		
10	2	9.0	12.0	2.40	97.60		
16	1.18	24.6	36.6	7.33	92.67		
30	0.6	79.0	115.6	23.15	76.85		
40	0.425	65.2	180.8	36.21	63.79		
50	0.3	56.4	237.2	47.50	52.50		
60	0.25	27.6	264.8	53.04	46.96		
100	0.15	67.0	331.8	66.46	33.54		
200	0.075	99.5	431.3	86.38	13.62		
BANDEJA		68.0	499.3	100.00			
RESULTADOS							
TNM		Cu	5.74	Error Permitido	1.00%		
D10	0.068						
D30	0.14						
D60	0.39	Cc	0.74	Error Calculado	0.13%		
Clasificación		Tipo de Suelo					
Grava	%	Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de material			
Arena	86.38%	AASHTO	A-2-4	Arena limosa y arcillosa			
Finos	13.62%	SUCS	S-M	Arena Limosa			
Curva de Distribución Granulométrica							
							

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 74. Anexo C14- Límites de Atterberg Calicata 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Normas:	AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691	Muestra:		Subrasante				
Método:	Copa Casagrande	PCA:	4	ABSCI SA: 4+000km				
Ensayado por:	Guashca B.	Revisado por:		Ing. Acosta R. Mg.				
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente N°	6	04A	76	71	34	82	62	41
Rec+Muestra húmeda (Wr+Wm)	34.2	36.8	28.1	29.3	32.7	34	33.5	30.9
Rec+Muestra Seca (Wr+Ws)	29	31.3	24.6	25.8	28.8	30	30.4	27.5
Peso del Recipiente (Wr)	10.8	11.1	11.5	11.3	11.3	10.5	11	11
Peso del Agua (Ww)	5.2	5.5	3.5	3.5	3.9	4	3.1	3.4
Peso Muestra Seca (Ws)	18.2	20.2	13.1	14.5	17.5	19.5	19.4	16.5
Contenido de Humedad (W%)	28.57	27.23	26.72	24.14	22.29	20.51	15.98	20.61
Promedio de W%	27.90		25.43		21.40		18.29	
Número de Golpes	9		19		26		37	
LÍMITE LÍQUIDO (LL%)	22.04							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	8	27	1K2	3B	53			
Rec+Muestra húmeda (Wr+Wm)	6.8	8.7	7.6	7.7	7.5			
Rec+Muestra Seca (Wr+Ws)	6.7	8.5	7.3	7.4	7.2			
Peso del Recipiente (Wr)	5.7	7.4	6	6.1	6			
Peso del Agua (Ww)	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3			
Peso Muestra Seca (Ws)	1	1.1	1.3	1.3	1.2			
Contenido de Humedad (W%)	10.00	18.18	23.08	23.08	25.00			
Promedio de W%						19.87		
Límite Plástico (LP%)						19.87		
Índice de Plasticidad						2.18		

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 75. Anexo C15- Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO								
Muestra: Subrasante	Abscisa: Km 4+000			Norma: AASHTO T-180				
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del molde	6420 gr			
Número de Capas	5	Peso del martillo	10 lb	Volumen del molde	2120.57 cm ³			
Peso Inicial Deseado (gr)	6000		6000		6000		6000	
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo N°	1		2		3		4	
Humedad Inicial Añadida (%)	5		10		15		20	
Peso Suelo Húmedo + Molde (gr)	8931		9916		10094		9274	
Peso de Suelo Húmedo Wm (gr)	2511		3416		3594		2774	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.184		1.611		1.695		1.308	
CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente N°	02B	40	26	14	19	1CN	20	16
Peso recipiente + suelo húmedo (gr)	101.8 2	92.29	97.36	101.0 1	100.93	101.43	101.6 1	98.64
Peso recipiente + suelo seco (gr)	95.84	86.2	90	92.8	91.1	91.5	89.6	87.1
Peso recipiente W _r (gr)	30.6	31.2	32	31.1	32.2	31.1	30	29.8
Peso agua W _w (gr)	5.98	6.09	7.36	8.21	9.83	9.93	12.01	11.54
Peso Suelo Seco (gr)	65.24	55	58	61.7	58.9	60.4	59.6	57.3
Contenido de humedad (W%)	9.166	11.073	12.690	13.30 6	16.689	16.440	20.15 1	20.14 0
Promedio cont. Humedad (W%)	10.12		13.00		16.56		20.15	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.075		1.426		1.454		1.089	
Peso volumétrico seco Máximo γ_d (gr/cm ³)	1.5		Contenido de Humedad Óptimo			15.20%		

Contenido de Humedad vs Densidad

Contenido de humedad w (%)	Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)
10.12	1.075
13.00	1.426
15.20	1.496
16.56	1.454
20.15	1.089

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

Tabla 76. Anexo C16- Ensayo CBR Calicata 4



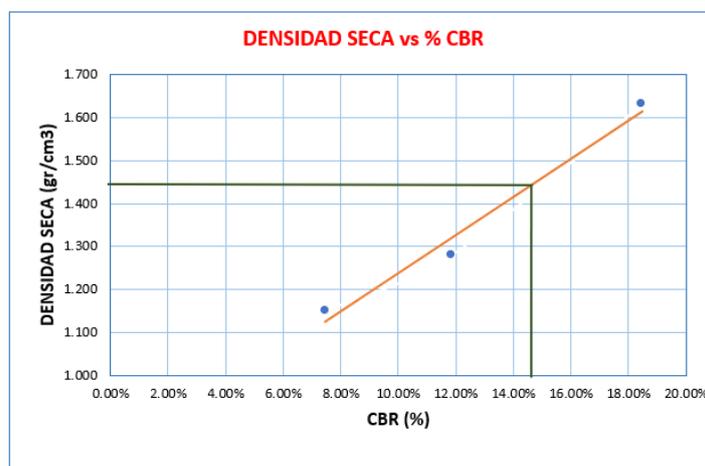
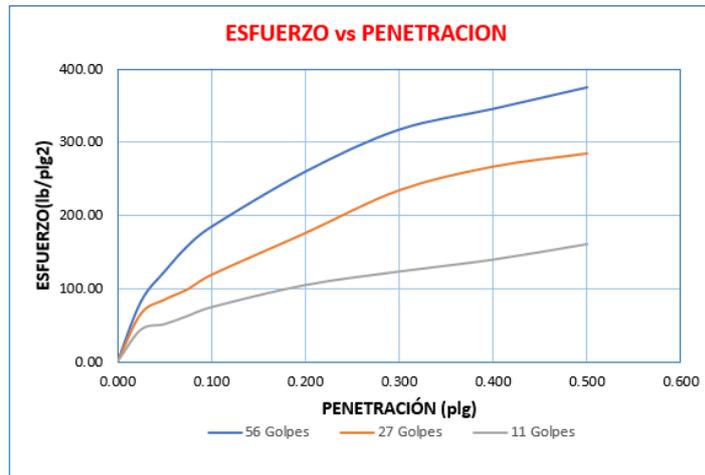
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ESPECIFICACIONES CBR						
Muestra: Subrasante	Abscisa: 4+000km			Norma: AASHTO T-180		
ESPECIFICACIONES						
Peso de la muestra(gr)	6000	Tipo:		Proctor Modificado		
Peso del martillo	10 lb	Densidad Máx(gr/cm3)		1.51		
Altura de Caída	18"	Contenido de humedad óptimo (%)		15.2		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
Molde N°	M1	M2	M3			
N° de capas	5	5	5			
N° de golpes	56	27	11			
Condición de la muestra	Antes del remojo					
P. Molde + Suelo húmedo(gr)	11025	10284	9751			
Peso del molde(gr)	6830	6953	6750			
Peso. Suelo Húmedo (gr)	4195	3331	3001			
Volumen de Muestra (cm3)	2226.6	2261.9	2279.6			
P. Unitario húmedo γ _m (gr/cm3)	1.88	1.47	1.32			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	36	25	14	40	19	16
P. Húmedo + Recipiente	115.1	119.5	123.7	133.9	141.9	133.64
P. Seco + Recipiente	102.5	107.2	111.2	120.29	127.6	120
Peso Recipiente	24.3	24.3	24.2	32.6	31.1	24.3
Peso Agua	12.6	12.3	12.5	13.61	14.3	13.64
Peso de Suelo Seco	78.2	82.9	87	87.69	96.5	95.7
Contenido de Humedad (%)	16.11	14.84	14.37	15.52	14.82	14.25
Cont.Hum. Promedio (%)	15.47		14.94		14.54	
Peso Unitario Seco γ _d (gr/cm3)	1.632		1.281		1.149	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión Simple (CONTROLS)	Área del pistón: 3plg ²		Norma: ASTM D 193-13		Muestra: Subrasante	
N° MOLDE	M1		M2		M3	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	246.3	82.10	196.4	65.47	131.5	43.83
0.050	369.7	123.23	253.7	84.57	153.8	51.27
0.075	476.1	158.70	297	99.00	188.2	62.73
0.100	553.9	184.63	355.6	118.53	223.6	74.53
0.200	780.5	260.17	526.9	175.63	314.5	104.83
0.300	953.1	317.70	702.5	234.17	370.1	123.37
0.400	1038.3	346.10	799.3	266.43	418.9	139.63
0.500	1126.7	375.57	853.1	284.37	482.6	160.87



Densidades	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca
Densidad 56	184.63	18.46%	1.632
Densidad 27	118.53	11.85%	1.281
Densidad 11	74.53	7.45%	1.149
Densidad Seca Máxima		1.51	
95%		1.43	
%CBR 0.1plg		14.62	

Realizado por: Byron Patricio Guashca Vega

ANEXO D.

FOTOGRAFÍAS



Proyecto: "IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"



Fotografía 1
Conteo vehicular de la vía en estudio



Fotografía 2
Pozos a Cielo Abierto



Fotografía 3
Tamizado de la muestra de suelo



Fotografía 4
Ensayo de Compactación



Fotografía 5
Ensayo de Carga - Penetración



Fotografía 6
Armado de la Viga Benkelman



Fotografía 7
Medición de deflexiones con la viga Benkelman

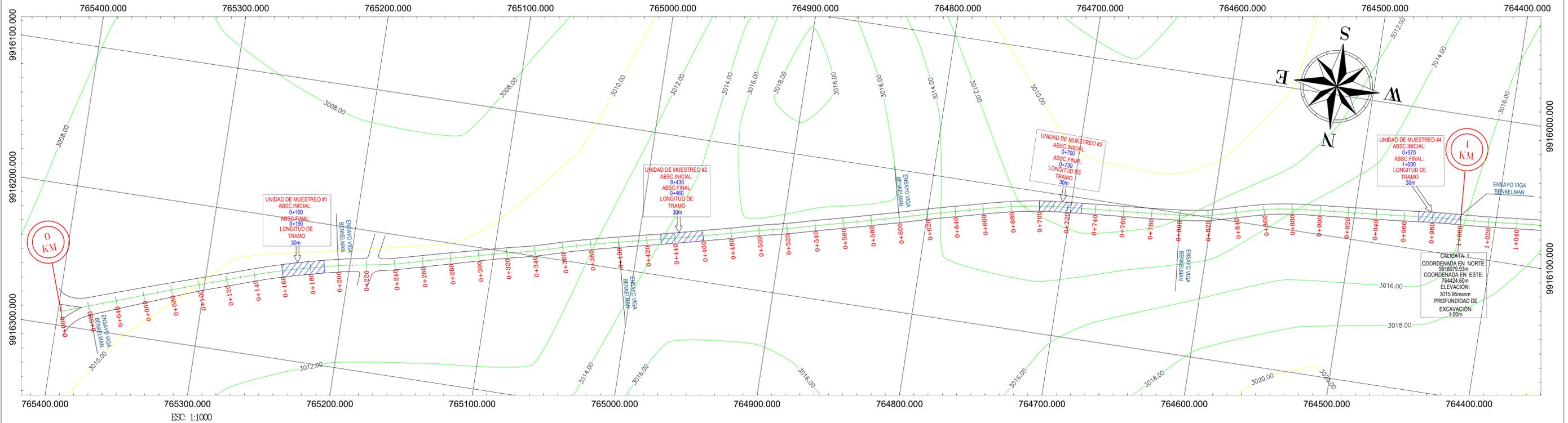


Fotografía 8
Evaluación de Pavimento por el método de (PCI)

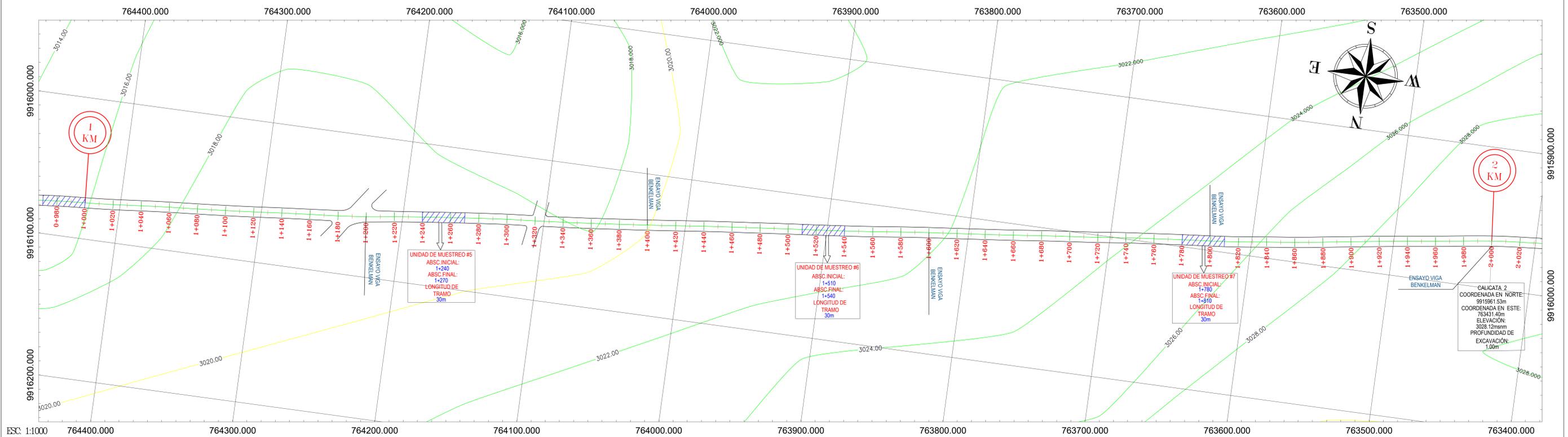
ANEXO E.

PLANOS

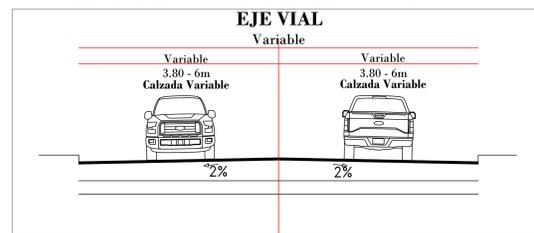
VISTA EN PLANTA VÍA LASSO - TOACAZO ABC 0+000 - 1+000



VISTA EN PLANTA VÍA LASSO - TOACAZO ABC 1+000 - 2+000

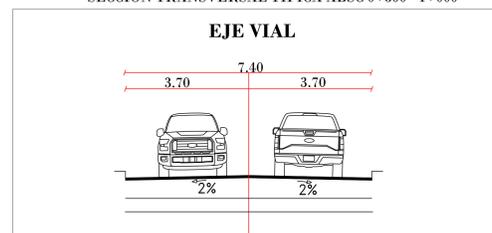


SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA ABC 0+000 - 0+300



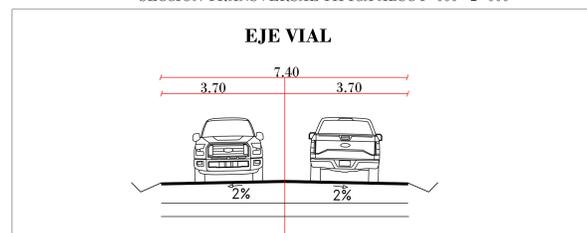
ESC:1:75

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA ABC 0+300 - 1+000



ESC:1:75

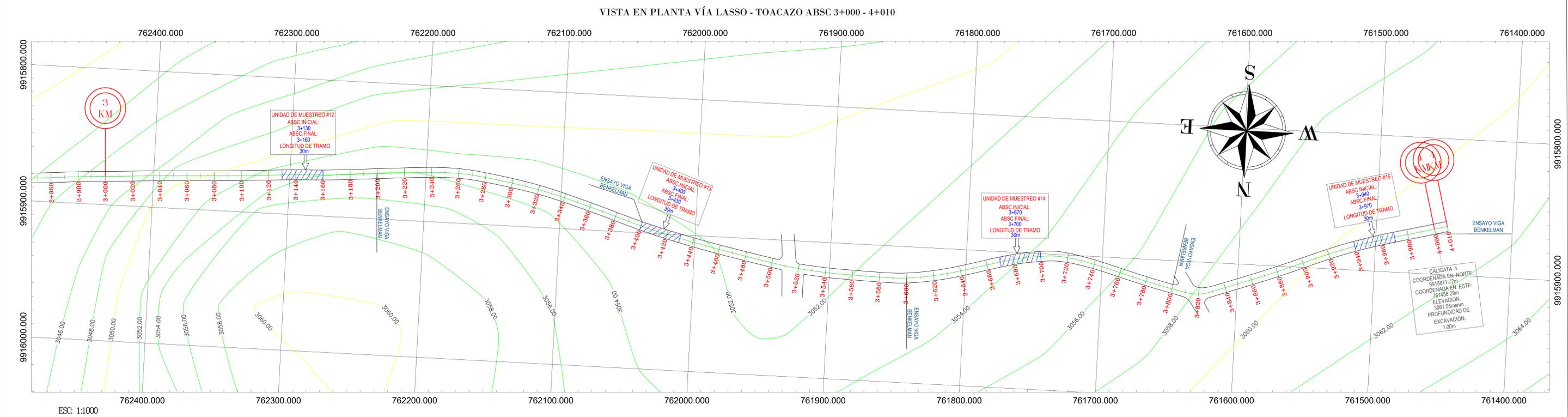
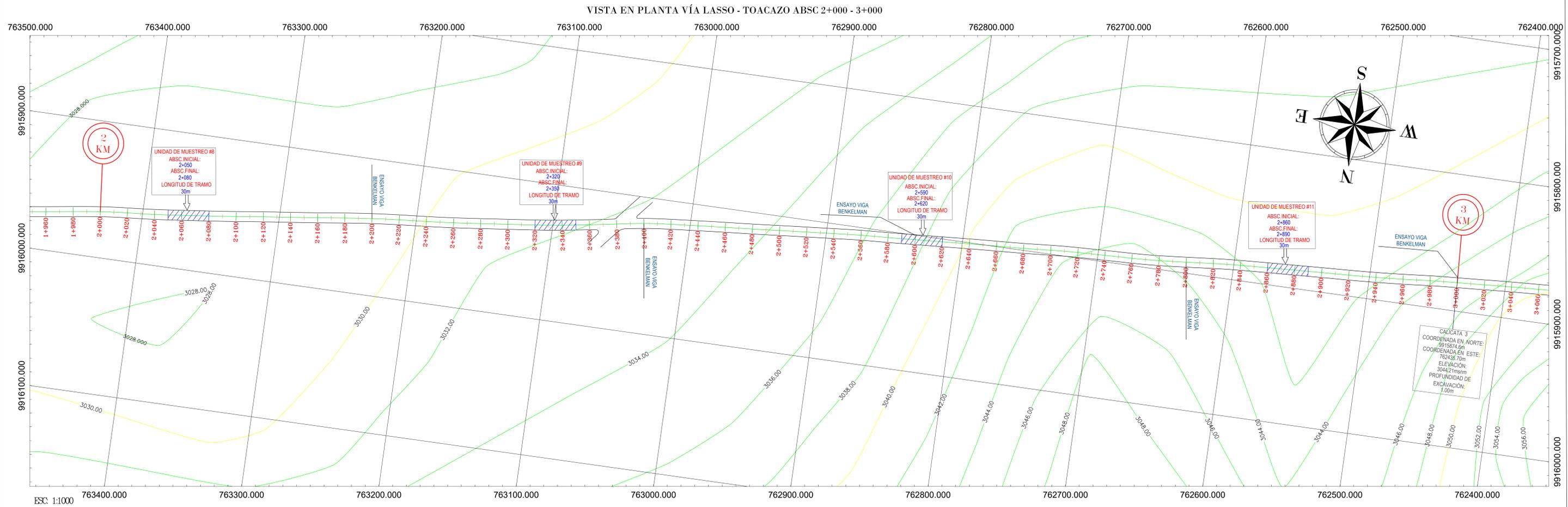
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA ABC 1+000 - 2+000



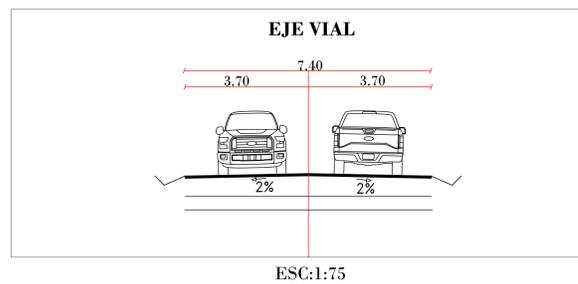
ESC:1:75



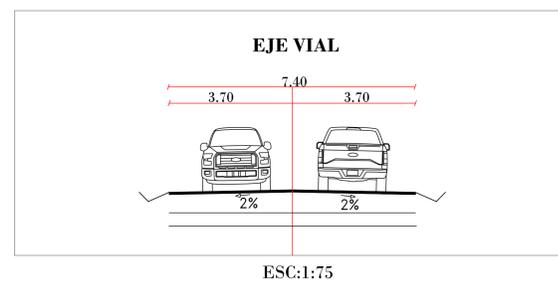
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE COTACACHI		ESCALA: INDICADAS	
CONTIENE: Planimetría, Ubicación de Calicatas, Ensayos Viga Benkelman y PCI (Índice de Condición de Pavimento)		LÁMINA 1 DE 2	
TIPO DE CARRETERA CLASE II	LONGITUD 4+000 km	CANTÓN LATACUNGA	FECHA: DICIEMBRE 2021 PROVINCIA COTACACHI
Ing. Rodrigo Acosta Mg.		Egto. Byron Guevara	



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA ABCS 2+000 - 3+000



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA ABCS 3+000 - 4+010



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODAJERA DE LA VÍA LASSO-TOACAZO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+00 HASTA 4+010 DE LA PROVINCIA DE COTACACHI		ESCALA: INDICADAS	
CONTIENE: Planimetría, Ubicación de Calicatas, Ensayos Viga Benkelman y PCI (Índice de Condición de Pavimento)		LÁMINA: 2 DE 2	
TIPO DE CARRETERA CLASE II	LONGITUD 4+010 Km	CANTÓN LARCUNGA	PROVINCIA COTACACHI
Ing. Rodrigo Acosta Mg.		Egdo. Byron Quishco	
FECHA: DICIEMBRE 2022			