



**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 DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CAMINO  
REAL SECTOR MONTALVO – ALOBAMBA EN EL TRAMO DE LA  
ABSCISA 4+000 HASTA LA ABSCISA 8+000 DE LA PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA”**

---

**AUTOR:** Alejandro Paúl Palacios Arroba

**TUTOR:** Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño

AMBATO - ECUADOR

Junio - 2022

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CAMINO REAL SECTOR MONTALVO – ALOBAMBA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 4+000 HASTA LA ABSCISA 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. **Alejandro Paúl Palacios Arroba**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 060361032-0, 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.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, Junio 2022

-----  
**Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño**

**TUTOR**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Yo, **Alejandro Paúl Palacios Arroba**, con C.I. 060361032-0 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CAMINO REAL SECTOR MONTALVO – ALOBAMBA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 4+000 HASTA LA ABSCISA 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Junio 2022



-----  
**Alejandro Paúl Palacios Arroba**

**C.I. 060361032-0**

**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, Junio 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alejandro Paúl Palacios Arroba', written over a horizontal dashed line.

**Alejandro Paúl Palacios Arroba**

**C.I. 060361032-0**

**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Alejandro Paúl Palacios Arroba de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CAMINO REAL SECTOR MONTALVO – ALOBAMBA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 4+000 HASTA LA ABSCISA 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**,

Ambato, Junio 2022

Para constancia firman:

---

**Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Ph.D.**  
**Miembro Calificador**

---

**Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg.**  
**Miembro Calificador**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado para mi familia mi esposa Karen Taboada y mi hija Gabriela Palacios, decirles que al final todo valió la pena.

Pero en gran medida a mis Padres Tito Palacios, Dina Arroba quienes nunca dejaron de confiar en mí, por todos los sacrificios y la paciencia que hicieron de cada día una nueva oportunidad para salir adelante.

A mi abuelita Irene quien con su bondad y cariño me enseñó a no rendirme nunca y a pesar de no estar físicamente no ha dejado de cuidarme he inspirarme desde el cielo.

*Alejandro Paúl Palacios Arroba*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi padre Tito Palacios quien siempre me ha sabido llevar por el camino de la rectitud la honradez y el respeto.

A mi madre Dina Arroba quien con su bondad y cariño me enseñó que no debemos ser indiferentes a las situaciones difíciles de nuestra vida y que siempre la familia es primero.

A mis hermanos Javier, Marisol, Gabriela, Cristina, Oscar y Andrea quienes siempre con sus consejos han sabido acompañarme durante todo el proceso para lograr sacar este sueño adelante, pero quiero agradecer de manera especial a mi hermana Cristina quien ha sido un apoyo incondicional durante toda la carrera universitaria.

A todas las personas que de alguna forma han influido en mi vida. A todos mis compañeros que he conocido durante toda la carrera y de manera especial a mi amigo Andrés Pérez quien ha influido de forma positiva.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, que me han aportado los conocimientos que tengo para realizar este proyecto.

A mi tutor Ing. Byron Cañizares quien con su conocimiento y sabiduría ha sido un pilar fundamental para poder realizar el presente proyecto técnico.

***Alejandro Paúl Palacios Arroba***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xix</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.1.1. Antecedentes .....	1
1.1.2. Justificación .....	4
1.1.3. Fundamentación teórica .....	6
1.1.3.1. Concepto vía.....	6
1.1.3.2. Concepto de pavimento .....	6
1.1.3.3. Tipos de pavimentos.....	7
1.1.3.3.1. Pavimento Flexible .....	7
1.1.3.3.2. Pavimento Rígido .....	7
1.1.3.3.3. Pavimento Semi – Rígido o Semi - Flexible .....	7
1.1.3.4. Materiales de afirmado .....	7
1.1.3.5. Estructura del pavimento flexible.....	8



1.1.3.5.1.	Sub – rasante .....	8
1.1.3.5.2.	Sub – base granular .....	8
1.1.3.5.3.	Base .....	9
1.1.3.5.4.	Capa de rodamiento .....	9
1.1.3.5.5.	Ciclo de vida de un pavimento .....	9
1.1.3.6.	Conservación vial .....	11
1.1.3.6.1.	Resarcimientos de emergencia.....	12
1.1.3.6.2.	Recuperación .....	12
1.1.3.6.3.	Manutención rutinaria.....	12
1.1.3.6.4.	Manutención periódica .....	13
1.1.3.7.	Fallas estructurales .....	13
1.1.3.7.1.	Piel de cocodrilo .....	13
1.1.3.7.2.	Exudación .....	14
1.1.3.7.3.	Fisuras en bloque .....	15
1.1.3.7.4.	Abultamiento y hundimientos.....	16
1.1.3.7.5.	Corrugación .....	16
1.1.3.7.6.	Depresión .....	17
1.1.3.7.7.	Fisura de borde.....	18
1.1.3.7.8.	Fisura de reflexión de junta .....	18
1.1.3.7.9.	Desnivel carril – berma.....	19
1.1.3.7.10.	Fisura longitudinal y transversal.....	20
1.1.3.7.11.	Parcheo.....	21
1.1.3.7.12.	Pulimiento de agregados .....	21
1.1.3.7.13.	Huecos – baches (cantidad) .....	22
1.1.3.7.14.	Arena no asfaltada – vía férrea .....	22
1.1.3.7.15.	Ahuellamientos .....	23
1.1.3.7.16.	Desplazamiento.....	23

1.1.3.7.17.	Grieta parabólica.....	24
1.1.3.7.18.	Hinchamiento.....	25
1.1.3.7.19.	Desprendimiento de agregados.....	25
1.1.3.8.	Resumen del tipo de fallas.....	26
1.1.3.9.	Rangos de clasificación del método PCI.....	27
1.1.3.10.	Tráfico .....	27
1.1.3.10.1.	Tránsito promedio diario anual.....	28
1.1.3.10.2.	Tránsito de hora pico .....	28
1.1.3.10.4.	Tráfico futuro.....	29
1.1.3.10.5.	Clasificación vial .....	29
1.1.3.11.	Ensayos.....	29
1.1.3.11.1.	Granulometría .....	30
1.1.3.11.2.	CBR .....	31
1.1.3.11.3.	Deflectometría .....	31
1.2.	Objetivos .....	32
1.2.1.	Objetivo general.....	32
1.2.2.	Objetivos específicos .....	32
1.2.3.	Hipótesis .....	32
<b>CAPÍTULO II METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>		<b>33</b>
2.1.	Nivel o Tipo de investigación .....	33
2.1.1.	Nivel exploratorio .....	33
2.1.2.	Nivel descriptivo.....	33
2.1.3.	Nivel experimental.....	34
2.2.	Unidad de análisis .....	34
2.2.1.	Población .....	34
2.2.2.	Muestra .....	35
2.3.	Técnicas e instrumentos para la recolección de información.....	35

2.3.1. Técnicas .....	35
2.3.1.1. Plan de recolección de información .....	35
2.3.1.2. Plan de análisis .....	36
2.3.1.2.1. Levantamiento georreferenciado del tramo .....	36
2.3.1.2.2. Creación del modelo digital.....	36
2.3.1.2.3. Conteo diario vehicular.....	36
2.3.1.2.4. Aplicación del método PCI.....	37
2.3.1.2.5. Capacidad de soporte de las deflexiones del pavimento.....	37
2.3.2. Instrumentos.....	38
2.3.2.1. Materiales y Equipos .....	38
<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
3.1. Ubicación geográfica .....	40
3.1.1. Levantamiento georreferenciado .....	40
3.1.2. Análisis del tráfico .....	40
3.1.2.1. Cálculo del TPDA .....	41
3.1.2.2. Clase de vías .....	47
3.1.3. Determinación del PCI.....	47
3.1.4. Determinación de deflexiones .....	49
3.1.5. Análisis de suelos.....	59
3.1.6. Plan de conservación vial .....	61
<b>CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
4.1. Conclusiones .....	64
4.2. Recomendaciones.....	65
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
Anexo. 1 Tablas clasificación del suelo.....	69
Anexo 2. Curvas para pavimentos asfálticos .....	70

Anexo 3. Granulometría para las superficies.....	74
Anexo 4. Características de la vía.....	76
Anexo 5. Conteo Vehicular. ....	79
Anexo 5.1. Formato Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4.....	79
Anexo 5.2. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 1.....	80
Anexo 5.3. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 2.....	81
Anexo 5.4. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 3.....	82
Anexo 5.5. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 4.....	83
Anexo 5.6. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 5.....	84
Anexo 5.7. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 6.....	85
Anexo 5.8. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 7.....	86
Anexo 6. Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 1.....	87
Anexo 6.1 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 2.....	88
Anexo 6.2 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 3.....	89
Anexo 6.3 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 4.....	90
Anexo 6.4 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 5.....	91
Anexo 6.5 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 6.....	92
Anexo 6.6. Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 7.....	93
Anexo 6.7 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 8.....	94
Anexo 6.8 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 9.....	95
Anexo 6.9 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 10.....	96
Anexo 6.10 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 11.....	97
Anexo 6.11 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 12.....	98
Anexo 6.12 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 13.....	99
Anexo 6.13 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 14.....	100
Anexo 7. Estudio de suelos.....	101
Muestra 1 .....	101

Anexo 7.1.1 . Granulometría. ....	102
Anexo 7.1.2. Límites de Atterberg. ....	103
Anexo 7.1.3. Compactación.....	104
Anexo 7.1.4. CBR.....	105
Muestra 2 .....	106
Anexo 7.2.1 .Granulometría. ....	107
Anexo 7.2.2 Límites de Atterberg. ....	108
Anexo 7.2.3 Proctor. ....	109
Anexo 7.2.4 CBR.....	110
Muestra 3 .....	111
Anexo 7.3.1 Granulometría. ....	112
Anexo 7.3.2 Límites de Atterberg. ....	113
Anexo 7.3.3 Proctor. ....	114
Anexo 7.3.4 CBR.....	115
Muestra 4 .....	116
Anexo 7.4.1 Granulometría. ....	117
Anexo 7.4.2 Límites de Atterberg. ....	118
Anexo 7.4.3 Proctor. ....	119
Anexo 7.4.4 CBR.....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Deterioro de un pavimento a lo largo del tiempo .....	2
Figura 2. Deterioro de un pavimento con o sin mantenimiento a lo largo del tiempo. 3	
Figura 3. Vía .....	6
Figura 4. Vía .....	6
Figura 5. Estructura de un pavimento flexible .....	8
Figura 6. Ciclo de vida del pavimento .....	9
Figura 7. Ciclo de vida del pavimento .....	10
Figura 8. Estado de un camino Vs Años desde terminación.....	11
Figura 9. Piel de cocodrilo .....	14
Figura 10. Exudación .....	15
Figura 11. Fisura en bloque.....	15
Figura 12. Hundimiento .....	16
Figura 13. Corrugación .....	17
Figura 14. Depresión.....	18
Figura 15. Fisura de borde .....	18
Figura 16. Fisura de reflexión de junta .....	19
Figura 17. Desnivel carril – berma.....	20
Figura 18. Fisura longitudinal y transversal.....	20
Figura 19. Parcheo .....	21
Figura 20. Pulimiento de agregados.....	22
Figura 21. Huecos o baches .....	22
Figura 22. Ahuellamientos .....	23
Figura 23. Desplazamiento .....	24
Figura 24. Grieta parabólica.....	25
Figura 25. Hinchamiento.....	25
Figura 26. Desprendimiento de agregados.....	26

Figura 27. Escala de PCI y Tipo de intervención.....	27
Figura 28. Curvas granulométricas .....	30
Figura 29. Deflexión del pavimento.....	31
Figura 30. Viga Benkelman .....	31
Figura 31. Tramo en estudio .....	34
Figura 32. Estación de conteo vehicular .....	41
Figura 33. Deflexiones de los ejes equivalentes vs ejes equivalentes en millones. ...	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Severidad según el diámetro .....	22
Tabla 2. Resumen de los tipos de fallas .....	26
Tabla 3. Formato conteo vehicular.....	28
Tabla 4. Tasa de crecimiento .....	29
Tabla 5. Clasificación vial.....	29
Tabla 6. Ensayos .....	30
Tabla 7. Localización Geográfica del Proyecto .....	34
Tabla 8. Tipos de ensayos .....	35
Tabla 9. Registro del conteo vehicular.....	37
Tabla 10. Coordenadas del proyecto técnico .....	40
Tabla 11. Datos del proyecto técnico .....	40
Tabla 12. Coordenadas del proyecto técnico .....	41
Tabla 13. Resumen del conteo vehículos .....	41
Tabla 14. Resumen de los tipos de vehículos con mayor tránsito .....	42
Tabla 15. Resumen del Vhp (tráfico existente).....	43
Tabla 16. Resumen del tráfico atraído .....	43
Tabla 17. Resumen del tráfico atraído .....	44
Tabla 18. Crecimiento vehicular .....	45
Tabla 19. Tránsito futuro.....	45
Tabla 20. Ejes equivalentes.....	46
Tabla 21. Clase de carretera .....	47
Tabla 22. Secciones y áreas .....	48
Tabla 23. Resumen del PCI.....	49
Tabla 24. Registro de deflexiones.....	50
Tabla 25. Corrección por el brazo de la viga Benkelman en relación 1:2 .....	51
Tabla 26. Deflexiones con corrección de temperatura.....	52



Tabla 27 Factores utilizados en corrección por estacionalidad.....	52
Tabla 28. Deflexiones con corrección por estacionalidad. ....	53
Tabla 29. Radio de curvatura .....	54
Tabla 30. Deflexion característica.....	55
Tabla 31. Probabilidad de área de estudio. ....	56
Tabla 32. Probabilidad de área de estudio. ....	56
Tabla 33. Proyección de W18 .....	57
Tabla 34. Deflexiones calculadas.....	58
Tabla 35. Análisis del suelo .....	59
Tabla 36. Análisis granulométrico. ....	59
Tabla 37. Resumen de los límites de Atterberg. ....	60
Tabla 38. Resultados de Proctor modificado. ....	60
Tabla 39. Resultados del ensayo CBR. ....	61
Tabla 40. Tipo de falla y solución del tramo de la vía Camino Real abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000.....	61
Tabla 41. Formato para evaluación PCI.....	63

## RESUMEN

El proyecto técnico de titulación muestra un modelo de conservación para el tramo de la vía en estudio, para lo cual se ejecutaron una cadena de ensayos y estudios para conseguir una valoración objetiva y realista.

Se realizó un levantamiento topográfico de la vía, mediante el equipo R10, datos que permitieron la representación y localización de la vía de manera digital. Se determinó el tráfico anual y futuro mediante el conteo vehicular durante una semana como colectora clase II.

Para ejecutar la valoración eficaz se utilizó la sistemática de Evaluación Superficial de Pavimentos, un procedimiento sencillo, económico y de fácil aplicación, que valora el estado superficial de la vía analizada por medio de un Índice de Condición de Pavimentos (PCI).

Se utilizó la viga Benkelman para tasar la conducta estructural de la vía, este ensayo no destructivo de fácil aplicación y económico a comparación con otros métodos de evaluación estructural y de los resultados obtenidos se concluyó que el comportamiento de la subrasante es regular, pero el comportamiento de la estructura del pavimento es bueno, esto porque actualmente la vía cuenta con estructura de pavimento adecuada, lo cual se corrobora con los resultados obtenidos.

**Palabras Clave:** Método PCI, Capa de rodadura, Viga Benkelman, Tráfico vehicular, Ambato.

## ABSTRACT

The technical titling project shows a conservation model for the section of the road under study, for which a chain of tests and studies were carried out to achieve an objective and realistic valuation.

A topographic survey of the road was carried out, using R10 equipment, data that allowed the representation and location of the road in a digital way. The annual and future traffic was determined by counting vehicles during a week as a class II collector road.

To carry out the effective assessment, the Pavement Surface Evaluation system was used, a simple, inexpensive and easy to apply procedure that evaluates the surface condition of the road analyzed by means of a Pavement Condition Index (PCI).

The Benkelman beam was used to evaluate the structural behavior of the road, this non-destructive test is easy to apply and inexpensive compared to other structural evaluation methods. From the results obtained, it was concluded that the behavior of the subgrade is regular, but the behavior of the pavement structure is good, because the road currently has an adequate pavement structure, which is corroborated by the results obtained.

**Keywords:** Method PCI, Roadway Surface, Benkelman beam, Traffic vehicle, Ambato.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes investigativos**

#### **1.1.1. Antecedentes**

Al crecer día a día, la localidad general aumenta a la par con el conjunto y uso de medios de transporte, que en la totalidad son sistemas de transportes terrestres, estableciendo la necesidad de edificar, aumentar o perfeccionar las carreteras. [1]

Los pavimentos se exponen a varios componentes externos que perturban a su rendimiento y originan afecciones tanto al manto de rodadura como a la estructura del pavimento, acortando su tiempo y duración de vida útil. Por ende, se ha estudiado las consecuencias que producen los componentes externos y de esta forma estar al tanto o anunciar en un lapso de tiempo su vida útil. [2]

La parte vial fue uno de los pilares de desarrollo económico desde los inicios de la sociedad, que admite la conectividad entre otras zonas de una región, para el cambio comercial y cultural. [3]

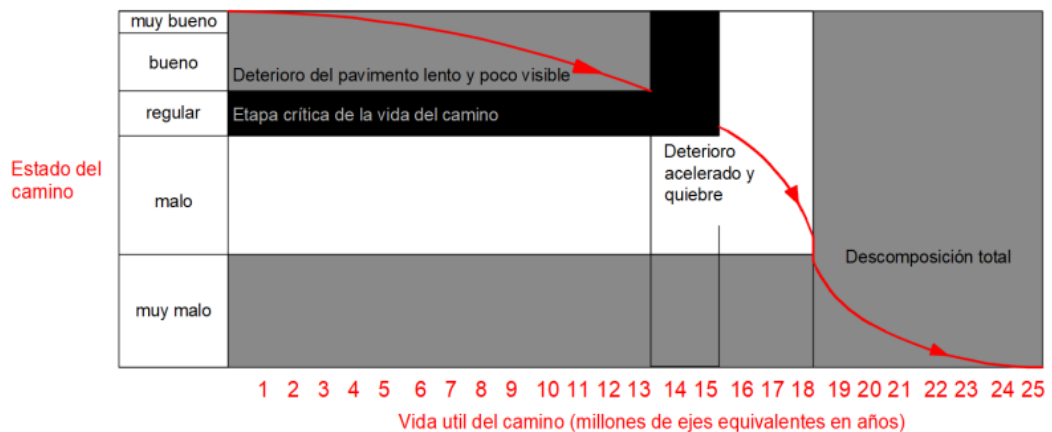
Como menciona en el trabajo realizado en [4], las fallas del asfalto flexible se catalogan y se logra entender como:

- Falla estructural: anuncia el colapso o desintegración de uno o más mantos estructurales del pavimento flexible.
- Falla funcional: es el disgusto que causa al guía cuando transita por la ruta, esta falla puede ir o no ir custodiada con la falla estructural.

La red vial del Ecuador en los actuales años se ha renovado esencialmente sus niveles de serviciabilidad, lastimosamente se ha almacenado la idea equivocada de que la capa de rodadura no necesita una manutención constante ni precisa de una gestión política. [5]

La duración útil de un asfalto no depende solo de la parte técnica, sino también de la preservación temporal que se dé a la vía en sí, por parte de la dirección seccional o autoridad encargada. [6]

La misión de un pavimento son las acciones ejecutadas para el mantenimiento de una vía durante su etapa de vida útil, conservando un nivel de prestación adecuada, estructuralmente y utilizable de una vía. La manutención de una vía es velar que su prestación se desarrolle durante el periodo de tiempo para la cual fue diseñada [7]. En la **Figura 1** nos muestra la forma en la que se deterioran los pavimentos y se puede analizar que en los inicios el deterioro es lento, luego llega a un tiempo, donde se acelera provocando la terminación de la vida útil de la calzada o parte de ella [8].

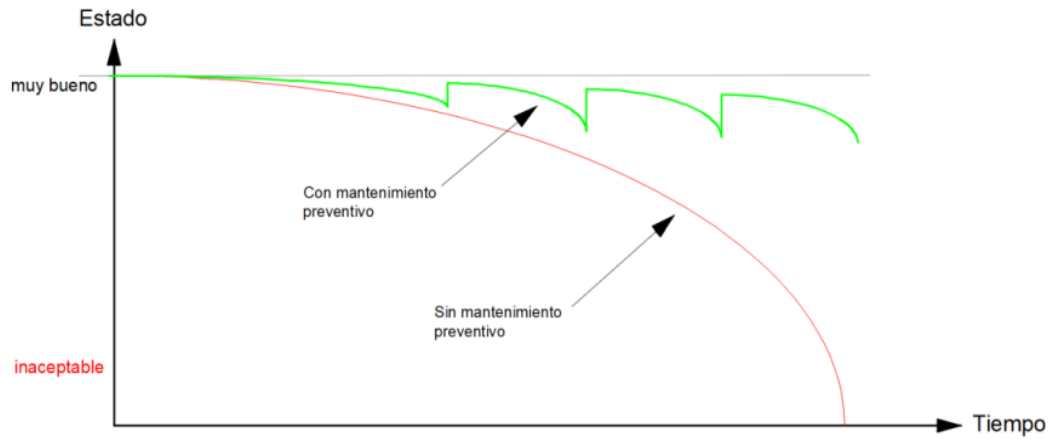


**Figura 1.** Deterioro de un pavimento a lo largo del tiempo

**Fuente.** [7]

Por lo tanto, cuando un pavimento se ve dañado necesita una manutención apropiada y esto se logra primero reconociendo sus defectos, de esta manera fijará que tipo de reparación necesitará y según el deterioro al pavimento, este pedirá otros tratos para poder desempeñar su función de comunicador terrestre. [9]

Esta sistemática se fundamenta con el fin de desenvolver la manutención de la comunicación terrestre entre localidades más allá del sostenimiento de las propiedades físicas de la vía existente, sino facilitando un servicio grato en función del volumen de tránsito.



**Figura 2.** Deterioro de un pavimento con o sin mantenimiento a lo largo del tiempo

**Fuente.** [9]

Por este motivo se planea el siguiente proyecto técnico el cual consentirá la circulación cómoda y segura para los beneficiarios del camino real sector Montalvo – Alobamba de la provincia de Tungurahua.

En la actualidad no existe una valoración de las circunstancias en las que se halla la vía ni tampoco cuenta con un método de manutención el cual admita tomar decisiones convenientes en correlación a la preservación en escenarios aceptables de la vía, es por ello que no se logran establecer los trabajos de sostenimiento y categorización de acciones en el área a ser valorada y por conocer que es una vía en donde su primordial movimiento económica es el negocio y la visita de otras personas es primordial contar con caminos en excelente estado.

Además, se utilizará el método PCI que constituye la forma más completa para la valoración y calificación de pavimentos, siendo generosamente aceptado y debidamente adoptado por delegaciones como por ejemplo el departamento de defensa de los EE. UU y ha sido descubierto por la ASTM como método de análisis y aplicación acreditada como manera estándar para el reconocimiento del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03. [10]

### **1.1.2. Justificación**

En el sistema vial de Perú coexiste un método de gestión de mantenimiento de vías, comenzó a ser analizada por N.S (Niveles de Servicio) e inicio hace dieciocho años, mediante concesiones viales. En 2007, como fragmento de la táctica del M.T.C, se comienzan a entregar Contratos de Conservación de vías por N.S, que simbolizan un cambio esencial en el mandato de conservación vial, lo que ha hecho una mayor preeminencia el describir con medidas de control conformes a las insuficiencias de los usuarios. [8]

El régimen de la red vial en el Ecuador es un pilar primordial para el adelanto de la producción de nuestro país, ya que permite la independiente circulación de individuos, bienes y productos, considerando los compendios de equilibrio, perfección, sostenibilidad climático y competencia, desempeñando así la obligación general del Estado de originar bienes, fundar y conservar infraestructuras y suministrar servicios públicos para la consecución del buen vivir de sus habitantes [11]. Además, la vialidad, por mandamiento constitucional vigente es uno de los mecanismos del RBV y asimismo es una precondition necesaria para el desempeño de los objetivos 3 y 6 del PNBV.

Conservar en un óptimo estado la infraestructura vial es sustancial para impedir sobrecostos de trabajo en el transporte de individuos y bienes. También, la funcionalidad que debe brindar la red de vías de un país es decisiva para el desarrollo social y monetario.

Coexisten fallas que perturban al asfalto que originan la avería de las vías y se ocasionan por numerosos factores:

- Deficientemente diseño estructural
- Mala calidad de materiales
- Fallos constructivos
- Falta de drenaje
- Solicitaciones externas: carga vehicular
- Agentes climáticos
- Planificación incompleta [12]

Estas fallas afectan su labor habitual y la seguridad vial. Para salvaguardar el asfalto en forma provechosa para el usuario es sustancial ofrecerle una buena manutención, que es un conjunto de acciones técnicas propuestas para salvaguardar en forma perpetua y continua el estado de la infraestructura de modo que garantizamos una prestación adecuada al usuario [13]. También, crea anomalías empeorando el estado de la vía, es por eso que se necesita técnicas de mantenimiento y rehabilitación para tomar acciones y conocer el estado del pavimento y las distintas causas que lo producen.

En la Tesis de P. Cayambe y J. Santillán [14] señalan que las *“limitaciones económicas a las cuales se ven sometidos los gobiernos provinciales y cantonales en el Ecuador, promueve la despreocupación en lo que se refiere al mantenimiento vial”*, debido a los altos costos para reparaciones siendo factible el mantenimiento o buscar una alternativa para conservar el estado de la capa de rodadura.

En la provincia de Tungurahua, 62.900 compañías, proveedores individuales y grupales, se han transformado en un foco de alta movilización vehicular por su gran actividad. En Ambato existe un acrecentamiento en su parque automotriz, causando que aproximadamente 327.000 automóviles transiten al día, lo que genera una circulación más lenta y aumentando el desgaste de las vías. [15]

Por lo tanto, se comprueba que los GAD's provinciales poseen la capacidad de planear, edificar y conservar el régimen vial de contorno provincial. Finalmente, los GAD's parroquiales rurales toman la capacidad de planear y conservar, en combinación con los gobiernos provinciales.

El presente trabajo técnico tiene el propósito de adquirir información del estado físico actual de la vía Camino Real del sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua, empleando el método de evaluación PCI con el fin de realizar un proceso de conservación y mantenimiento normal de la misma, que consienta la disminución de costos de reparación, contribuyendo así al progreso social y económico de la zona.



### **1.1.3. Fundamentación teórica**

Fijar el lapso de vida útil de una calzada es dificultoso, dado que sus mecanismos están retenidos por variaciones en su vida, varias causas y cambios imprevistos, etc. Se medita que los derechos de vía asumen una vida de cien años y que el pavimento posee entre diez a treinta años. [16]

#### **1.1.3.1. Concepto vía**

Se nombra vía a todo paso, calzada o carretera abierta al uso público, así como una infraestructura de transporte que admite el flujo vehicular, peatonal para lo cual solicita cierto nivel de seguridad y comodidad. [17] [18]



**Figura 3.** Vía

**Fuente.** [7]

#### **1.1.3.2. Concepto de pavimento**

Es una estructura diseñada y su función principal es aguantar cargas aplicadas por la circulación vehicular y por las circunstancias ambientales, compuesta por un conjunto de capillas sobrepuestas respectivamente horizontales de material selecto que absorben derechamente las cargas de tránsito y éstas las transmiten hacia las capas menores en forma repartida, suministrando una superficie de rodamiento la cual debe poseer una actuación fuerte, consintiendo las circunstancias necesarias para el buen funcionamiento de la vía. [19]



**Figura 4.** Vía

**Fuente.** [7]

### **1.1.3.3. Tipos de pavimentos**

Los pavimentos más acreditados logran clasificarse en tres formas:

#### **1.1.3.3.1. Pavimento Flexible**

Resultante de una composición de ligantes bituminosos y agregados pétreos que radican en una superficie de deterioro o cobertura respectivamente fina edificada sobre una capa de base o más capas de sub-base, este manto de rodadura asfáltica de inmejorable calidad y de corto grosor es competente de adaptarse a las deformaciones de las mantos que están debajo de está, sin que falle su estructura. [20]

#### **1.1.3.3.2. Pavimento Rígido**

Radica en una losa de concreto hidráulico que es soportada por una capa de sub – base debajo de la losa, tiene una buena firmeza a la flexión, lo cual le admite trabajar como una viga y los esfuerzos se distribuyen en una superficie ancha traspasando al suelo. [20]

#### **1.1.3.3.3. Pavimento Semi – Rígido o Semi - Flexible**

El manto de rodadura es conformado por 2 capas, los semi – rígidos en su parte inferior conformada por agregados estabilizados con asfalto y la parte superior con concreto hidráulico, a lo contrario los semi – flexibles en el manto inferior está hecha de concreto y el manto superior por agregados estabilizados con asfalto. [20]

#### **1.1.3.4. Materiales de afirmado**

Un afirmado es una capa compactada con materiales granulares como: suelo granular o material rocoso y se debe cuidar que no contenga material orgánico o escombros, estos adquieren características de resistencia y difícil deformabilidad, permanentes en el tiempo. Estas características son favorables para el desempeño estructural de las carreteras. El material debe cumplir con ciertas condiciones para que funcione como superficie de rodadura. [21]

- Técnicas
  - ✓ Resistencia
  - ✓ Trabajabilidad

- ✓ Durabilidad
- ✓ Higiene
- Económicas
  - ✓ Análisis sobre gastos de utilización y acarreo
- Estéticas
  - ✓ Ventaja visual con determinado material [21]

### 1.1.3.5. Estructura del pavimento flexible

Los pavimentos se encuentran constituidos por materiales asfálticos y materiales granulares. La gran mayoría están compuestos por una capa fina de mezcla asfáltica construida sobre una capa de base y una capa de sub – base las que usualmente son de material granular. Estas capas descansan sobre una capa de suelo compactado.



**Figura 5.** Estructura de un pavimento flexible

**Fuente.** [22]

#### 1.1.3.5.1. Sub – rasante

Es el terreno natural sobre el cual descansa la estructura del pavimento flexible, es decir pertenece al terreno de fundación y su alcance de soporte se valora por el ensayo CBR por ende, su valor es importante para la elección de grosores de las distintos mantos que van a formar la estructura del pavimento. [23]

#### 1.1.3.5.2. Sub – base granular

Es una capa apachurrada preparada por materia prima o materiales derivados por trituración y su ocupación primordial es aguantar los esfuerzos entregados por las capas principales como la base y carpeta asfáltica. [20]

### 1.1.3.5.3. Base

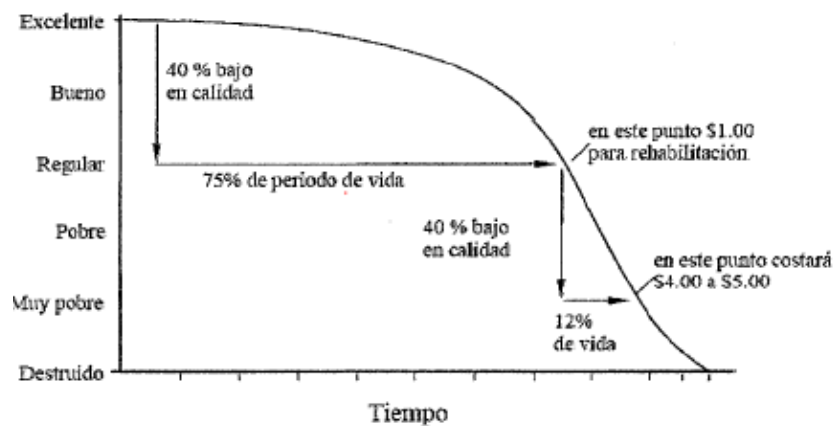
Es una capa compactada que se halla bajo la área de rodamiento, por lo tanto, es un componente esencial del pavimento a partir del punto de vista estructural, su función principal es resistir los esfuerzos provocados por el tráfico y transmitir estos esfuerzos hacia los mantos inferiores. [20] [23]

### 1.1.3.5.4. Capa de rodamiento

Compuesta por un material primo con un producto asfáltico y que su oficio primordial es servir de aglutinante para conseguir una superficie uniforme plana, sólida para el tráfico y resistente a los esfuerzos del mismo. Además, transfiere las cargas provocadas por el tráfico hacia los mantos inferiores como la capa base. [20] [23]

### 1.1.3.5.5. Ciclo de vida de un pavimento

El ciclo de vida de un pavimento depende de su construcción y materia prima ya que con el paso del tiempo, más la circulación del tráfico y el clima, comienza el deterioro lento y poco perceptible pero constante, en donde el pavimento va deteriorándose. [24]

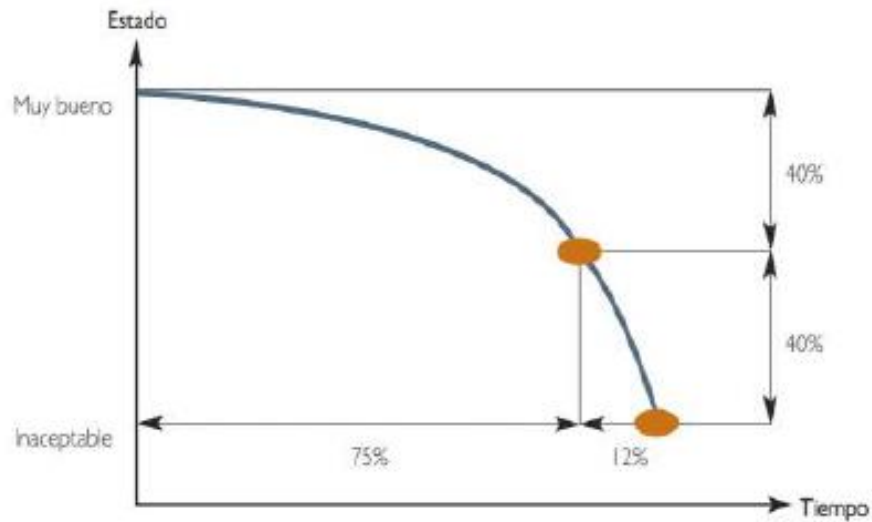


**Figura 6.** Ciclo de vida del pavimento

**Fuente.** [24]

Los asfaltos son inversiones significativas que requieren mantenimiento y compensación a lo extenso de su vida para conservar los esquemas de eficacia y extender su vida útil. [25]

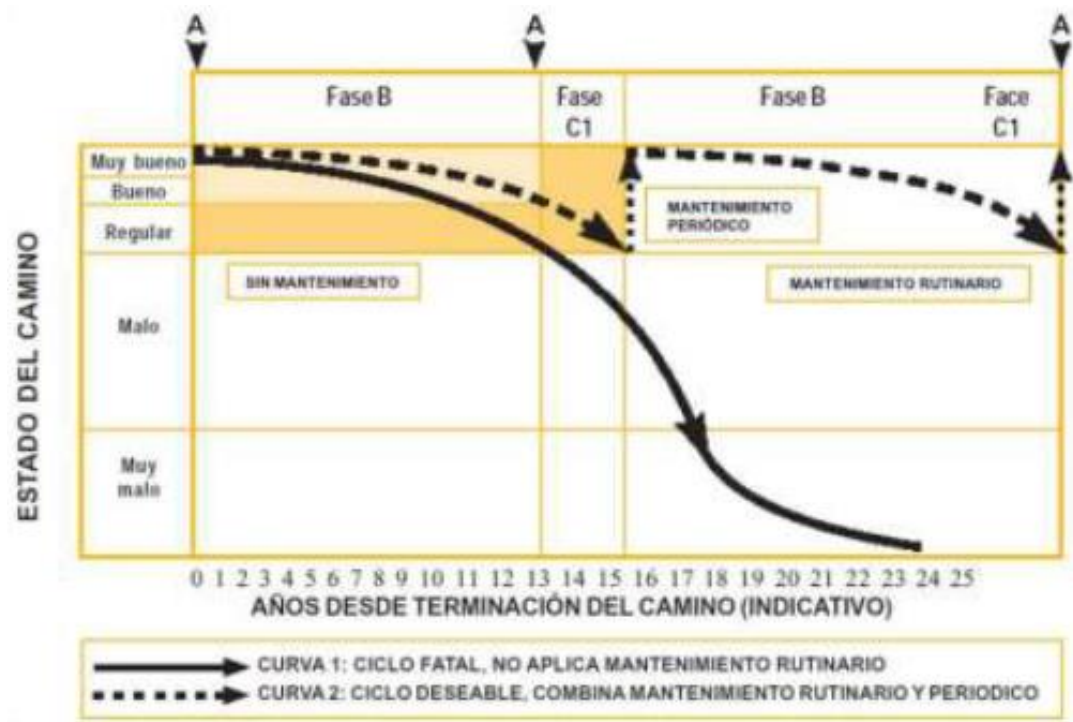
En los tiempos actuales se ha elevado la necesidad de guardar un apropiado funcionamiento, sin embargo los pavimentos toleran desperfectos debido a las demandas externas clima, tráfico, la consecuencia que estos causan son permanentes y pueden reflejar en un pavimento intransitable. [25]



**Figura 7.** Ciclo de vida del pavimento

**Fuente.** [24]

En la **Figura 8.** Se observa el ciclo de vida deseable de un pavimento, el pavimento va a tener una deterioro natural pero este se le puede controlar realizando mantenimiento rutinario y periódico, en cambio si no se realiza un mantenimiento este puede seguir deteriorándose y llegando a un ciclo fatal y no podrá aplicar un mantenimiento rutinario.



**Figura 8.** Estado de un camino Vs Años desde terminación

**Fuente.** Modelo de Gestión Vial, 2011

### 1.1.3.6. Conservación vial

Pertencen a otras operaciones conexas con las calzadas y se catalogan como el tamaño de la obra, a partir de mediaciones simples pero permanentes hasta interposiciones más caras y complicadas.

Las partes que forman a un carretera son la rasante o capa de rodamiento es la que establece la contingencia de un tráfico rápido, agradable y seguro, siendo pertinente arreglar sus averías para impedir el ascenso de estos últimos y exijan a una reparación total para su arreglo. [26]

Para formar la capacidad estructural del pavimento presente con correlación al tránsito y cargas se debe asumir:

- Adecuada: solicita una modificación superficial
- Fatiga: demanda un refuerzo estructural
- Deficiente: pide una reconstrucción parcial o total [27]

#### **1.1.3.6.1. Resarcimientos de emergencia**

Comienzan cuando la vía está en deficiente etapa o está intransitable debido a abandono extenso. Los resarcimientos de emergencia no consiguen enmendar fallas estructurales y se lo realiza en un tiempo corto. Por lo frecuente, los resarcimientos de emergencia conservan la vía en buenas condiciones. [28]

#### **1.1.3.6.2. Recuperación**

El propósito de recuperación es reintegrar las capacidades estructurales y la eficacia de la zona de manejo. Cuando una vía esta estropeado no conseguirá aguantar el conjunto de tráfico futuro y logrará ocasionar más daño, por ende se debe recuperar y se le puede añadir mejoras como:

- Perfeccionamiento en el sistema de drenaje
- Técnica de señalización
- Restablecimiento de capacidades estructurales
- Renovación del suelo
- Modificación del ancho o curvaturas de la vía
- Perfeccionar pendientes longitudinales de la carretera [28]

#### **1.1.3.6.3. Manutención rutinaria**

Se refiere a la reparación de pequeños defectos en la superficie, se lo realiza frecuentemente de una o varias veces al año y las actividades no son muy complejas y se consideran una manutención de rutina.

- Manutención periódica de los sistemas de drenaje
- Restablecimiento de taludes
- Control de polvo
- Control de vegetación
- Cuidad los dispositivos de señalización
- Limpieza de sitios de descanso
- Limpieza de calles y pequeños deslizamientos de tierra
- Subsanan en parte los defectos de la superficie de la banda de rodadura
- Mantener letreros [28]

#### **1.1.3.6.4. Manutención periódica**

Se aplica para el procedimiento y recuperación de la pista en forma constante en situaciones apropiadas, el desperfecto es fruto de la labor del tráfico.

- Bacheo
- Recapeo
- Nivelación de la superficie
- Sellado de la capa de rodadura
- Restituir las propiedades de la superficie rodante
- Compensar el sistema de drenaje
- Compensación de obras de arte [28]

#### **1.1.3.7. Fallas estructurales**

Percibe las fallas del área de rodamiento, proveniente en la estructura del pavimento, señalando uno o más mantos formados que se comprometen en oponer resistencia a las demandas que aplican el tránsito y factores climáticos.

Para analizar y corregir el tipo de fallas que puede presentar un pavimento existen tipos de fallas que a continuación se van a detallar cada una y estas estarán igual en el caso de estudio de cada falla para la conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Camino Real sector Montalvo – Alobamba.

##### **1.1.3.7.1. Piel de cocodrilo**

Es una sucesión de grietas conexas cuyo comienzo es la falla por agotamiento del manto de rodadura bajo labor periódica de cargas de tránsito. La resquebrajadura comienza en el fondo de la capa asfáltica donde los esfuerzos y deformaciones unitarias son mayores a debajo de la carga de una rueda. Posteriormente de periódicas cargas se conforma un polígono con esquinas agudas generalmente el lado más grande no supera los 60 cm [29]. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla.

- Bajo (Low): son aberturas finas y alargadas, no están descascarilladas es decir no muestran fractura en el material. Solución colocar sello superficial.
- Medio (Medium): aberturas levemente descascaradas. Solución poner un parcheo parcial.



- Alto (High): patrón de grietas y bordes descascarados. Solución colocar parcheo parcial o reconstrucción. [29]

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 9.** Piel de cocodrilo

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.2. Exudación**

Es forjada por abundante material bituminoso en la capa superficial lo que represente una capa radiante, translúcida y reflectora que usualmente es pegadiza. Por lo tanto, es ocasionada por las altas temperaturas ambientales. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): el material bituminoso no se pega a los zapatos y vehículos. Solución no se hace nada.
- Medio (Medium): el material bituminoso se pega a los zapatos y a las llantas de los vehículos durante varias semanas. Solución se aplica agregados o arena.
- Alto (High): el material bituminoso se pega a los zapatos y a las llantas de los vehículos durante varias semanas. Solución se aplica agregados o arena precalentados si fuera inevitable.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 10.** Exudación

**Fuente.** [29]

### **1.1.3.7.3. Fisuras en bloque**

Son fisuras que fragmentan al asfalto en segmentos como un rectángulo, estos segmentos consiguen variar de tamaño de 30 cm x 30 cm a 300 cm x 300 cm. Se suscitan por la contracción del asfalto y la diferenciación de temperatura. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): segmentos definidos por fisuras finas. Solución riego de sello.
- Medio (Medium): segmentos definidos por fisuras medianas. Solución con sellado de grietas o escarificado.
- Alto (High): segmentos definidos por fisuras anchas y grandes. Solución con sellado de grietas o escarificado.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 11.** Fisura en bloque

**Fuente.** [29]

#### 1.1.3.7.4. Abultamiento y hundimientos

Los abultamientos se asemejan como pequeños desplazamientos hacia arriba delimitados en la capa de rodadura causados por pavimentos inestables y pueden ser causados por expansión por congelación o infiltración y elevación de material. En cambio los hundimientos son desplazamiento hacia abajo. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): genera una severidad de tránsito de bajo nivel. Solución no se hace nada.
- Medio (Medium): genera una severidad de tránsito de medio nivel. Solución con parcheo profundo o parcial.
- Alto (High): genera una severidad de tránsito de alto nivel. Solución con parcheo profundo o parcial o colocar una sobre carpeta de rodamiento.

La medida para cuantificar se la toma en metros lineales o pies lineales.



**Figura 12.** Hundimiento

**Fuente.** [29]

#### 1.1.3.7.5. Corrugación

Es una sucesión de cimas y depresiones que son regulares a menos de 300 cm, este tipo de deterioros es producido por la labor del tránsito más una capa asfáltica insegura. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): genera una severidad de tránsito de bajo nivel. Solución no se hace nada.
- Medio (Medium): genera una severidad de tránsito de medio nivel. Solución reconstrucción.

- Alto (High): genera una severidad de tránsito de alto nivel. Solución reconstrucción.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 13.** Corrugación

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.6. Depresión**

Son niveles más inferiores que el pavimento, las depresiones leves son perceptibles luego de la lluvia cuando el agua se suspende, estas son producidas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): con una profundidad de 13 a 25 mm. Solución no se hace nada.
- Medio (Medium): con una profundidad de 25 a 51 mm. Solución parcheo superficial, parcial o profundo.
- Alto (High): con una profundidad de más de 51 mm. Solución parcheo superficial, parcial o profundo.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



## **Figura 14. Depresión**

**Fuente.** [29]

### **1.1.3.7.7. Fisura de borde**

Las fisuras de borde son paralelas y están a una distancia de 30 a 60 cm del borde exterior del pavimento y es generado por las cargas de tránsito, pueden generar debilitamiento. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): fisura miento bajo sin desprendimiento. Solución sellado de fisuras con un ancho mayor a 3mm.
- Medio (Medium): fisura miento medio con algo de desprendimiento. Solución sellado de fisuras, parcheo profundo o parcial.
- Alto (High): fisura miento alto con desprendimiento a lo largo del bordillo Solución parcheo parcial o profundo.

La medida para cuantificar se la toma en metros lineales o pies lineales.



**Figura 15. Fisura de borde**

**Fuente.** [29]

### **1.1.3.7.8. Fisura de reflexión de junta**

Este daño solo ocurre sobre una losa de hormigón y son generadas por temperatura, clima o por el movimiento de la losa. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): fisura sin relleno con un ancho menor a 10 mm, fisura con relleno de cualquier ancho. Solución con sellado superior a 3 mm.
- Medio (Medium): fisura sin relleno con un ancho entre 10 a 76 mm, fisura sin relleno de cualquier ancho hasta 76 mm rodeado con un leve agrietamiento y

fisura rellana rodeada de un leve agrietamiento. Solución con sellado de grietas o parcheo profundo o parcial.

- Alto (High): fisura rellena o no rodeada con agrietamiento severo, fisura sin relleno mayor a 76 mm y fisura con fracturas severas. Solución parcheo parcial o profundo, reconstrucción de la junta.

La medida para cuantificar se la toma en metros lineales o pies lineales.



**Figura 16.** Fisura de reflexión de junta

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.9. Desnivel carril – berma**

Diferencia de cotas entre el pavimento y la berma, el deterioro se debe a la desgaste de la acera, hundimientos o colocación de sobre carpetas en la calzada. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): diferencia de cotas de 25 a 51 mm entre el borde y la berma. Solución renivelación de la berma.
- Medio (Medium): diferencia de cotas de 51 a 102 mm entre el borde y la berma. Solución renivelación de la berma.
- Alto (High): diferencia de cotas mayor a 102 mm. Solución renivelación de la berma.

La medida para cuantificar se la toma en metros lineales o pies lineales.



**Figura 17.** Desnivel carril – berma

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.10. Fisura longitudinal y transversal**

Las fisuras longitudinales son paralelas al eje de la capa de rodadura, es causada por una junta humildemente construida, encogimiento del asfalto debido al clima. Las fisuras transversales se extienden por la carpeta asfáltica y forman ángulos rectos. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): fisura sin relleno con un ancho menor a 10 mm y fisura rellena con cualquier ancho. Solución sellado de grietas con un ancho mayor a 3 mm.
- Medio (Medium): fisura sin relleno con un ancho entre 10 a 76 mm, fisura sin relleno hasta 76 mm rodeada de grietas leves y fisura rellena rodeada con grietas leves. Solución sellado de grietas.
- Alto (High): fisura rellena o no rodeada de grietas medianas, fisuras con más de 76 mm de ancho y fisura rodeadas con fracturas altas. Solución sellado de grietas y parcheo parcial.

La medida para cuantificar se la toma en metros lineales o pies lineales.



**Figura 18.** Fisura longitudinal y transversal

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.11. Parcheo**

Área reemplazada con material nuevo para reparar la carpeta asfáltica. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): parche en buena condición y la calidad de severidad baja. Solución no se hace nada.
- Medio (Medium): parche en avería y calidad de severidad media. Solución renuevo del parche.
- Alto (High): parche muy desperfecto y calidad de severidad alta. Solución renovación del parche.



**Figura 19.** Parcheo

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.12. Pulimiento de agregados**

Es originado por la repetición de cargas del tráfico. Cuando la carpeta asfáltica se vuelve suave, este suaviza los agregados y empieza una limpieza y expone a los materiales dejándoles con una textura suave. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low), Medio (Medium) y Alto (High): no se define ningún nivel de severidad. Solución tratamiento superficial, fresado.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.





**Figura 20.** Pulimiento de agregados

**Fuente.** [29]

### 1.1.3.7.13. Huecos – baches (cantidad)

Son desniveles pequeños generalmente con diámetros menores a 90 cm y con forma de taza. El aumento de los baches es producido por la acumulación de agua. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

**Tabla 1. Severidad según el diámetro**

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

**Fuente.** [29]

- Bajo (Low): Solución parcheo parcial o profundo.
- Medio (Medium): Solución parcheo parcial o profundo.
- Alto (High): Solución parcheo profundo.

Los baches se calculan contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta.



**Figura 21.** Huecos o baches

**Fuente.** [29]

### 1.1.3.7.14. Arena no asfaltada – vía férrea

Los desperfectos son por bultos o depresiones entre los rieles. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): genera baja severidad. Solución no se hace nada.

- Medio (Medium): genera media severidad. Solución parcheo superficial o parcial.
- Alto (High): genera alta severidad. Solución reconstrucción del cruce.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.

#### **1.1.3.7.15. Ahuellamientos**

Es una concavidad causada por las cargas del tráfico, logra representarse como un levantamiento del pavimento a veces se nota por abundancia y acopio de lluvia. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): profundidad de 6 a 13 mm. Solución fresado y sobre carpeta.
- Medio (Medium): profundidad de 13 a 25 mm. Solución parcheo superficial, parcial o profundo y fresado.
- Alto (High): profundidad mayor a 25 mm. Solución parcheo profundo.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 22.** Ahuellamientos

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.16. Desplazamiento**

Se produce por el movimiento del tránsito y crea un esfuerzo hacia el suelo que ocasiona ondas cortas y abruptas. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): genera severidad baja. Solución fresado.
- Medio (Medium): genera severidad media. Solución fresado y parcheo parcial o profundo.
- Alto (High): genera severidad alta. Solución parcheo profundo.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 23.** Desplazamiento  
**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.17. Grieta parabólica**

Son fisuras en representación de media luna, procedentes por las ruedas que frenan o voltean. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): fisura de 10 mm de ancho. Solución parcheo parcial.
- Medio (Medium): ancho de 10 a 38 mm y fisura con fracturas pequeñas. Solución parcheo parcial.
- Alto (High): ancho mayor a 38 mm y fisura con fracturas removibles. Solución parcheo parcial.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 24.** Grieta parabólica

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.18. Hinchamiento**

Se identifica por un pandeo hacia arriba con una longitud de 3 m, por ende viene escoltado por resquebrajadura superficial. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): genera severidad leve. Solución no se hace nada.
- Medio (Medium): genera severidad media. Solución reconstrucción.
- Alto (High): genera severidad alta. Solución reconstrucción.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 25.** Hinchamiento

**Fuente.** [29]

#### **1.1.3.7.19. Desprendimiento de agregados**

Es el desgaste de la capa superficial del asfalto debido al ligante de la mezcla bituminosa, esto nos indica que el ligante se ha curtido de forma apreciable. Existen 3 formas de medir las severidades de una falla. [29]

- Bajo (Low): pérdida leve de agregados y hundimiento. Solución sello superficial.

- Medio (Medium): pérdida moderada de agregados y hundimientos. Solución tratamiento superficial.
- Alto (High): pérdida considerable de agregados y hundimientos. Solución reconstrucción.

La medida para cuantificar se la toma en metros cuadrados o pies cuadrados del área afectada.



**Figura 26.** Desprendimiento de agregados

**Fuente.** [29]

#### 1.1.3.8. Resumen del tipo de fallas

**Tabla 2. Resumen de los tipos de fallas**

<b>Fallas estructurales</b>	<b>Fallas superficiales</b>
Piel de cocodrilo,	Exudación
Agrietamiento en bloque	Corrugación
Abultamiento y hundimientos	Grietas de borde
Depresión	Grietas de reflexión de junta
Baches	Desnivel carril/berma
Ahuellamiento	Grietas longitudinales y transversales
Desplazamiento	Parcheo
Hinchamiento	Pulimiento de agregados
	Grietas parabólicas
	Desprendimiento de agregados

**Fuente.** [29]

### 1.1.3.9. Rangos de clasificación del método PCI

El desgaste de la estructura del pavimento se calcula en función de la variedad de daño. Para tasar el valor de afectación encajaron valores derivados que son un tipo de factor de ponderación de daño. [29]

Además, este factor describe el tipo de intervención que se debe realizar de acuerdo al PCI determinado. Los valores de PCI vienen desde cero que es un estado vial fallado hasta cien que es un estado vial excelente.

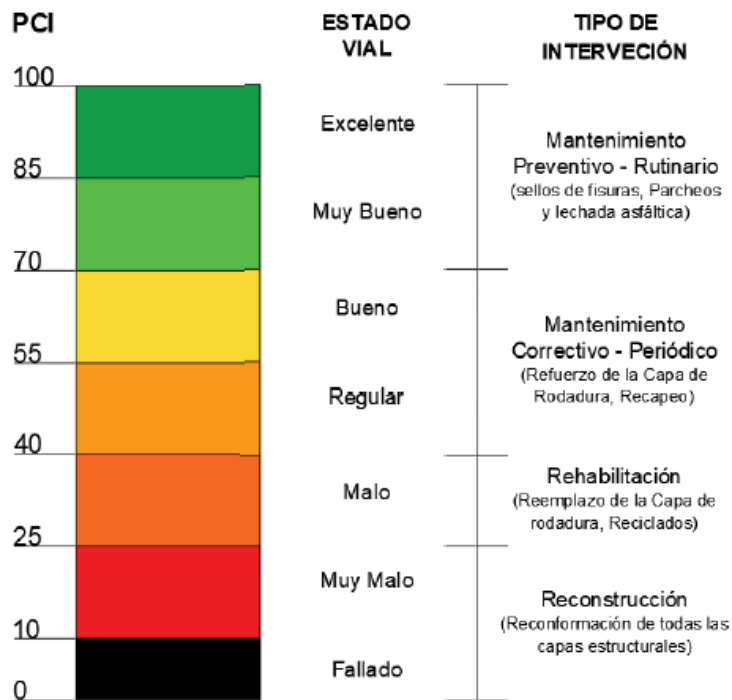


Figura 27. Escala de PCI y Tipo de intervención

Fuente. H. Meza, 2017

### 1.1.3.10. Tráfico

El diseño de una vía debe apoyarse en antecedentes reales del tránsito que transitan por ella. La información sobre el tránsito admite establecer las cargas para el diseño geométrico de vías, de igual forma para el diseño estructural de la carpeta asfáltica. [30]

**Volumen de tránsito:** Para calcular el volumen de tránsito se debe tener en cuenta los siguiente:

### 1.1.3.10.1. Tránsito promedio diario anual

Simboliza el total de vehículos que circulan por la vía en un año dividido para 365 días es decir el volumen promedio de tránsito de un día.

Para fijar el TPDA semanal se realiza un muestreo de 24 horas diarias, por lo menos 4 días por semana que incluya los 7 días a la semana.

**Tabla 3. Formato conteo vehicular**

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2019)										
HORA	VEHICULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		

Fuente. MTOP

### 1.1.3.10.2. Tránsito de hora pico

Se maneja un factor del 25 por ciento (%) de la correlación entre el tránsito de la hora pico y la mayor cantidad de tránsito registrado durante 15 minutos de esta hora pico.

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q_{m\acute{a}x}}$$

En donde:

Q: total de vehículos en la hora pico

Q<sub>máx</sub>: flujo máximo en los 15 minutos de la hora pico

### 1.1.3.10.3. Tráfico promedio diario anual

Se le conoce como la 30va hora de diseño y es necesario conocer el volumen de tránsito de la hora pico.

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP * FHP}{k}$$

En donde:

VHP: volumen horario durante la hora pico

FHP: factor horario de hora pico

k: TPDA proyectado a un año en función de la 30va hora (%)

- De 12% a 18% para carreteras rurales. Pero se estipula el 15% del TPDA
- De 8 a 12% para carreteras urbanas. Pero se estipula el 10% del TPDA.

#### 1.1.3.10.4. Tráfico futuro

Es el volumen del tráfico futuro es igual al tráfico actual más el incremento del tráfico en 15 a 20 años.

$$T_f = T_t * (1 + i)^n$$

En donde:

Tf: tráfico futuro

Tt: TPDA total

n: número de años para el diseño

i: tasa de crecimiento

**Tabla 4. Tasa de crecimiento**

PERÍODO	TIPO DE VEHÍCULO		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010-2015	4,47	2,22	2,18
2015-2020	3,97	1,97	1,94
2020-2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente. MTOP

#### 1.1.3.10.5. Clasificación vial

Se clasifica de acuerdo a la clase de carretera y por el TPDA a un año de diseño.

**Tabla 5. Clasificación vial**

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) AÑO FINAL DE DISEÑO
CORREDOR ARTERIAL	RI –R II	>8000
	I	3000-8000
COLECTORA	II	1000-3000
	III	300-1000
VECINAL	IV	100-300
	V	<100

Fuente. MTOP

#### 1.1.3.11. Ensayos

Para la ejecución de los ensayos se va realizar los estudios de campo y laboratorio correspondientes que determinaran las propiedades físicas y su distribución.



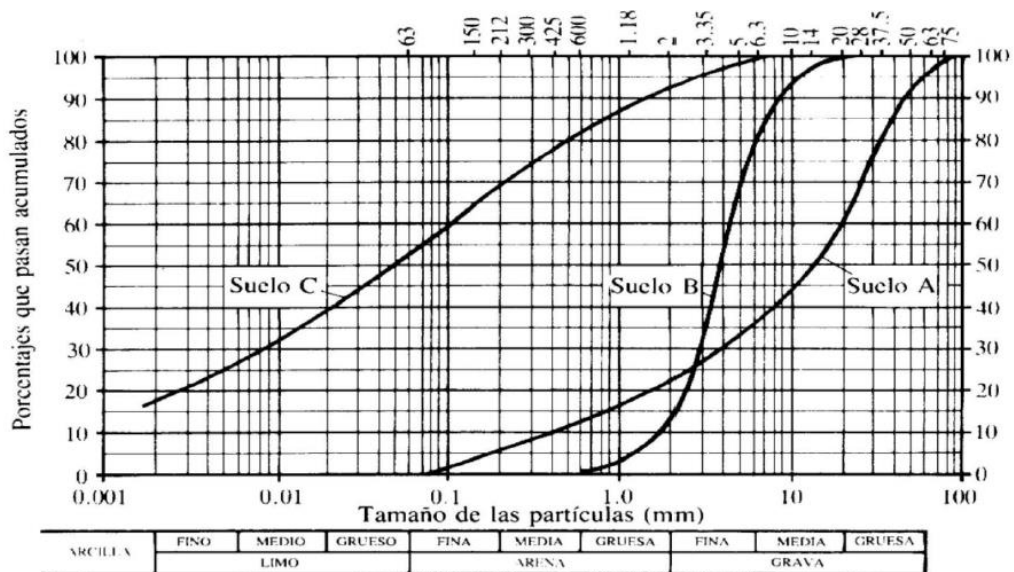
**Tabla 6. Ensayos**

Ensayos	Obras	Especificaciones
Granulometría	Sub-bases Bases Capa de rodadura Hormigones	MTOP. Tabla 403-1.1 MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 MTOP. Tabla 405-3.1 MTOP. Tabla 404.5.1 o 405.5.1
Límites de consistencia	Sub-bases Bases Capa de rodadura	Límite líquido $\leq 25$ Índice plástico $\leq 6$ Límite líquido $\leq 25$ Índice plástico $\leq 6$ Límite líquido $\leq 35$ Índice plástico $\leq 4$ INEN 691 Y 692
CBR	Sub-bases Bases	CBR $\geq 30$ CBR $\geq 80$
Abrasión	Sub-bases Bases Capas de rodadura Hormigones	$\leq 50\%$ INEN 860 y 861 $\leq 40\%$ INEN 860 y 861 $\leq 40\%$ INEN 860 $\leq 40\%$ INEN 860
Desgaste por acción de sulfatos	Bases Capa de rodadura Hormigones	$\leq 12\%$ INEN 863 $\leq 12\%$ INEN 863 $\leq 12\%$ INEN 863
Adherencia al asfalto o porcentaje de peladura	Capas de rodadura	Adherencia 95% Peladura 5% AASHTOT-182

Fuente: [21]

### 1.1.3.11.1. Granulometría

Es un procedimiento que radica en apartar las partículas que tienen la misma calidad de tamaño y se consigue con el uso de tamices. Norma ASSTM D – 421 – 58, Norma AASTHO T – 87 – 70. [21]



**Figura 28.** Curvas granulométricas

Fuente. Geomecánica, 2016

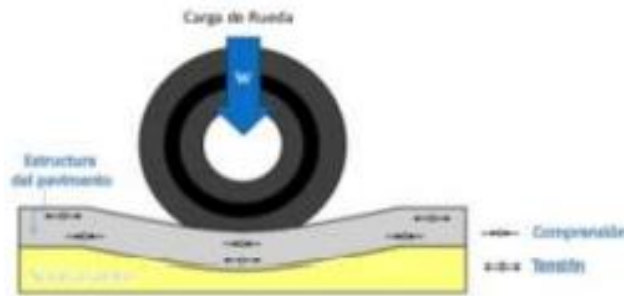
### 1.1.3.11.2. CBR

El ensayo CBR reside en medir el aguante del esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. Norma AASTHO T – 193, ASTM D 1883. [21]

$$\% CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria del patro}} * 100$$

### 1.1.3.11.3. Deflectometría

Procedimiento eficaz para fijar la capacidad estructural del pavimento reside en emplear una carga y calcular las deflexiones.

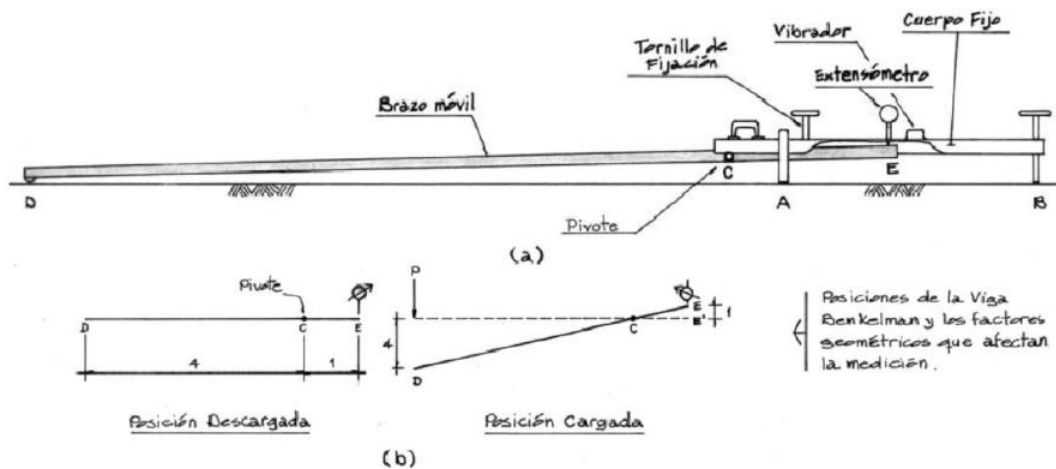


**Figura 29.** Deflexión del pavimento

**Fuente.** Estudios de evaluación

### 1.1.3.11.4. Viga Benkelman

Herramienta mecánica para ejecutar ensayos no destructivos permitiendo establecer las deflexiones del pavimento mediante una carga estática.



**Figura 30.** Viga Benkelman

**Fuente.** Evaluación de la viga Benkelman

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía camino real del sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua.

### **1.2.3. Hipótesis**

La implementación del proceso de conservación vial ayudara a determinar el estado vial en la evaluación superficial del pavimento flexible de la vía camino real del sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Nivel o Tipo de investigación**

Considerando las peculiaridades del actual proyecto técnico, es indispensable ejecutar diferentes tipos de investigación, ya que en el lapso del desarrollo se mostrarán algunos componentes que deben ser apreciados y desarrollados.

##### **2.1.1. Nivel exploratorio**

Explora una dificultad o argumento de indagación corto estudiado se utilizan para habituarse con anomalías respectivamente novedosos y fundan prioridades para exploraciones futuras o proponer aseveraciones.

El actual proyecto técnico asume un nivel de indagación exploratorio ya que para el adelanto del trabajo se debe buscar, compilar y establecer información del tema propuesto e igualmente se debe investigar información extra con la intención de lograr una propuesta de prevención comprendida con el conteo del tránsito que se conseguirá del tráfico promedio diario anual (TPDA).

##### **2.1.2. Nivel descriptivo**

El principal propósito del nivel descriptivo es evaluar los datos de diversos conceptos o componentes del fenómeno a investigar.

Se realizará un reconocimiento visual de la capa de rodadura con ella se identificará los tipos de fallas que se encuentran en la superficie del pavimento, basándonos a la lista de la técnica PCI.

Además, se realizará un estudio de los especímenes del suelo y se referirá las particularidades existentes de la estructura del pavimento.

Finalmente, manipulando la viga Benkelman se reconocerá las deflexiones del pavimento.

### 2.1.3. Nivel experimental

El actual proyecto técnico se cataloga como nivel experimental ya que predecirá lo que sucederá a lo largo del tiempo con sus causas de acuerdo a los acontecimientos y fenómenos que se estudian.

Finalmente, se ejecutará en el laboratorio los ensayos como: CBR, límites de consistencia y granulometría para evaluar la capacidad del suelo.

## 2.2. Unidad de análisis

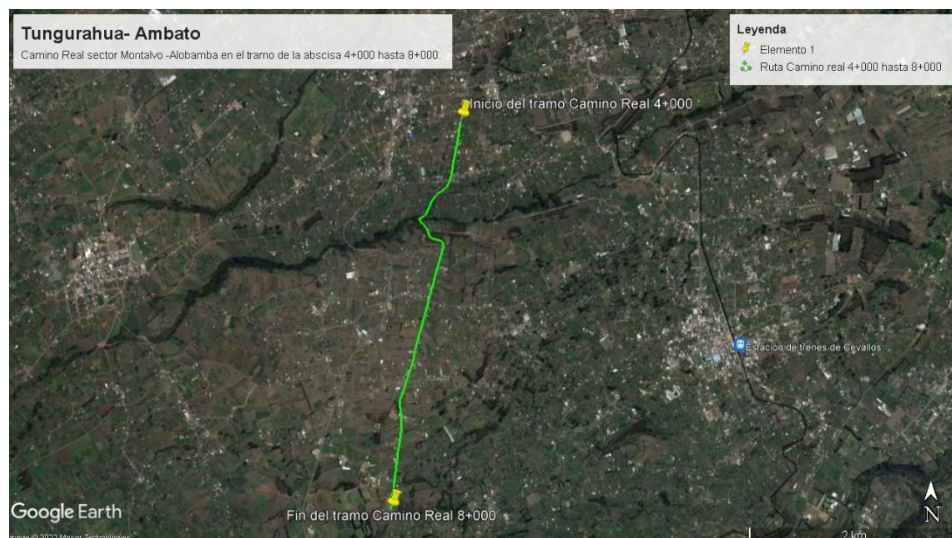
### 2.2.1. Población

La implementación del proceso de conservación, permitirá evaluar el estado de la estructura de la capa de rodadura de la vía Camino Real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua.

**Tabla 7. Localización Geográfica del Proyecto**

Abscisa	Coordenadas	
	Este	Norte
4+000	762786.00	9852185.00
8+000	762114.00	9848502.00

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba



**Figura 31. Tramo en estudio**

Fuente. Google Earth 2018

### 2.2.2. Muestra

- Para conseguir la planimetría del tramo de la vía correspondiente se tomará puntos con R10 trimble, luego se realizará el estudio del suelo a través del estudio CBR el mismo que se cometerá con especímenes tomadas cada mil metros (1.000 m).
- Para lograr identificar el tipo de fallas que existe en la vía y poder determinar el PCI de la vía Camino Real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000, se utilizara la identificación visual de la misma identificando las fallas visibles.
- Para obtener el ensayo de la viga Benkelman se hará cada doscientos metros (200 m).
- Para determinar el conteo vehicular se analizará el tráfico durante siete días (7 d), estudiando doce horas (12 h) en cada día.

**Tabla 8. Tipos de ensayos**

Tipo de Ensayos	Número de muestras
PCI	Fallas en la vía
Conteo Vehicular	7 días, por 12 horas al día
CBR	1 por cada mil metros
Viga Benkelman	1 por cada doscientos metros

Fuente: Paul Alejandro Palacios Arroba

## 2.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de información

### 2.3.1. Técnicas

#### 2.3.1.1. Plan de recolección de información

Para obtener la información debemos identificar como se va a realizar el estudio y otras preguntas que vamos a contestar a continuación.

#### ➤ ¿Para qué?

Para asemejar el estado de la estructura vial y de este modo plantear un sistema de conservación vial.

#### ➤ ¿Qué evaluar?

Cada uno de los mecanismos físicos de la vía.

➤ **¿Sobre qué evaluar?**

Las circunstancias de la vía, la resistencia de soporte y la eficacia de la materia prima de la vía.

➤ **¿Quién evalúa?**

Paúl Alejandro Palacios Arroba.

➤ **¿A qué se evalúa?**

A la vía Camino Real sector Montalvo – Alobamba.

➤ **¿Dónde se evalúa?**

En el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000.

➤ **¿Cómo se evalúa?**

Usando la normativa: ASTM D6433 – 07 y AASHTO T256 – 01.

➤ **¿Con que se evalúa?**

Equipos del laboratorio de la FICM de la Universidad Técnica de Ambato.

### **2.3.1.2. Plan de análisis**

#### **2.3.1.2.1. Levantamiento georreferenciado del tramo**

Para realizar el levantamiento georreferenciado de la vía en estudio se utiliza algunas herramientas como: GPS, libreta de campo, cámara fotográfica, cinta métrica.

#### **2.3.1.2.2. Creación del modelo digital**

Inmediatamente de la obtención de datos se integrará los datos en un software AutoCAD Civil 3D, y se creará el modelo digital del terreno. Además, en el software se realizará el trazado de la vía con su respectivas etiquetas y simbologías para poder identificar las medidas exactas.

#### **2.3.1.2.3. Conteo diario vehicular**

Como referencia para el registro del conteo vehicular se utilizará la Norma Ecuatoriana Vial – NEVI – 12 – MTOP, se efectuará el conteo en la vía Camino Real sector Montalvo – Alobamba en la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000, se registrará un conteo manual durante siete días durante doce horas por cada día, sin excepción de días festivos, para clasificar la vía en función del tráfico promedio diario anual TPDA.

A continuación, se identifica en la **Tabla 9**, toda la información que se registrara.

**Tabla 9. Registro del conteo vehicular**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Proyecto:		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camrino rural sector Montalvo - Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
Coordenadas		Estado del clima.		Sentido		Día		Fecha: 08/11/2021	
Norte :	8849104.00	Clima en la mañana :		Nublado	Ambos sentidos		Lunes	Responsable:	Paúl Palacios
Este :	762197.00	Clima en la tarde :		Soloado				Revisado por:	Ing. Mg. Byron Catizares
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4			
7h00	7h15								
7h15	7h30								
7h30	7h45								
7h45	8h00								
7h00	8h00								
8h00	8h15								
8h15	8h30								
8h30	8h45								
8h45	9h00								
8h00	9h00								
9h15	9h30								
9h30	9h45								
9h45	10h00								
9h00	10h00								
10h15	10h30								
10h30	10h45								
10h45	11h00								
10h00	11h00								
11h15	11h30								
11h30	11h45								
11h45	12h00								
11h00	12h00								
12h15	12h30								
12h30	12h45								
12h45	13h00								
12h00	13h00								
13h15	13h30								
13h30	13h45								
13h45	14h00								
13h00	14h00								
14h15	14h30								
14h30	14h45								
14h45	15h00								
14h00	15h00								
15h15	15h30								
15h30	15h45								
15h45	16h00								
15h00	16h00								
16h15	16h30								
16h30	16h45								
16h45	17h00								
16h00	17h00								
17h15	17h30								
17h30	17h45								
17h45	18h00								
17h00	18h00								
18h15	18h30								
18h30	18h45								
18h45	19h00								
18h00	19h00								
18h15	18h30								
18h30	18h45								
18h45	19h00								
12 HORAS									

Fuente: Paúl Alejandro Palacios Arroba

### 2.3.1.2.4. Aplicación del método PCI

Radica en ejecutar el recorrido de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 y anotar las fallas visibles que posea, pero solo en tramos selectos que se designan como módulos de muestreo y de este modo se alcanzará conocer el estado físico de la vía.

### 2.3.1.2.5. Capacidad de soporte de las deflexiones del pavimento

El ensayo de la viga Benkelman se maneja para computar las mediciones en sectores en los que se visualizan fallas perceptibles, de esta manera es viable delimitar las propiedades existentes del pavimento en situ.



## **2.3.2. Instrumentos**

### **2.3.2.1. Materiales y Equipos**

Para los ensayos mencionados en la **Tabla 8**, se van a necesitar algunos equipos y materiales que a continuación se mencionara con su respectiva normativa a utilizar.

➤ Toma de muestras alteradas:

Se va a necesitar una cantidad de muestra del suelo tomada en sitio con los equipos como: pala, pico, sacos, flexómetro y la normativa a utilizar es NTE INEN 686.

➤ Georreferenciación:

Se va a utilizar pintura para señalar donde se coloca el GPS para obtener coordenadas y los equipos a utilizar son: GPS Map 64sc Garmin, cinta métrica de 30 metros y una brocha.

➤ Medición de deflexiones:

Se necesitará un poco de agua y pintura y los equipos a utilizar son: viga Benkelman, combo, flexómetro, volqueta cargada de 8.2 Toneladas, termómetro de mercurio y una cinta métrica de 30 metros, la normativa a utilizar es AASHTO T 256.

➤ Análisis granulométrico:

Se va a necesitar una cantidad de muestra del suelo tomada en sitio con los equipos como: tamices, tamizadora, balanza y brocha, la normativa a utilizar es ASTM C 136.

➤ Límite líquido:

Se necesita una cantidad de 250 gramos de suelo pasado por el tamiz #40, agua y los equipos a utilizar son: la copa de Casagrande, acanalador, espátula, recipientes, horno de secado, balanza y un mortero de porcelana, la normativa a utilizar es ASTM D 4318.

➤ Límite plástico:

Se necesita una cantidad de 250 gramos de suelo pasado por el tamiz #40, agua y los equipos a utilizar son: placa de vidrio, espátula, recipientes, horno de secado, balanza y un mortero de porcelana, la normativa a utilizar es ASTM D 4318.

➤ Proctor modificado:

Se necesita una cantidad de 24 kilogramos de suelo, agua y los equipos a utilizar son: bandeja metálica, probeta, balanza, horno, recipientes, palustre, enrasador y martillo compactador, la normativa a utilizar es AASHTO T 180 y ASTM D 1557.

➤ CBR:

Se necesita una cantidad de 20 kilogramos de suelo, agua y los equipos a utilizar son: pesa anular, maquina MULTISPEED, pesa ranurada y los equipos detallados en el ensayo Proctor modificado, la normativa a utilizar es ASTM D 1883.

Todos los equipos mencionados se encuentran dentro de los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para poder conseguirlos se realiza la solicitud correspondiente y con autorización y ayuda del Ingeniero encargado del Laboratorio de Mecánica de Suelos.

## CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Ubicación geográfica

El actual proyecto técnico tiene su ubicación geográfica en la provincia de Tungurahua en el sector Montalvo – Alobamba, iniciando en la abscisa 4+000 y culminando en la abscisa 8+000, el tramo de la vía es 4.00 kilómetros con las siguientes coordenadas.

**Tabla 10. Coordenadas del proyecto técnico**

Abscisa	Coordenada Este	Coordenada Norte
4+000 km	762786.00m	9852185.00m
8+000 km	762114.00m	9848502.00m

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

#### 3.1.1. Levantamiento georreferenciado

Se inició el levantamiento georreferenciado en la abscisa 4+000, de ahí se ejecutó la marcación cada veinte metros de vía hasta llegar a la abscisa 8+000 con los cuales se efectuó la representación digital.

**Tabla 11. Datos del proyecto técnico**

Ancho de la calzada	7.25	m.
Acera	3100	m.
Cuneta	780	m.
Reductor de velocidad	3	u.
Número de carriles	2	u.

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

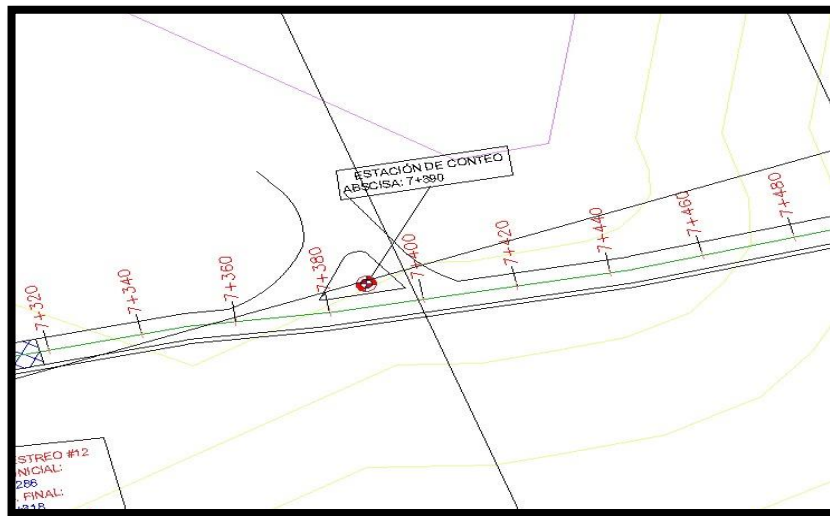
#### 3.1.2. Análisis del tráfico

El camino posee dos carriles de circulación vehicular, para el análisis de tráfico se hizo el registro vehicular utilizando el formato de la **Tabla 9**. La ubicación de la estación de conteo fue en la abscisa 7+390 el tiempo de medida fue desde las 07h00 hasta las 19h00.

**Tabla 12. Coordenadas del proyecto técnico**

Coordenadas de la estación	
Norte	9849104.00
Este	762197.00

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba



**Figura 32.** Estación de conteo vehicular

**Fuente.** Paúl Alejandro Palacios Arroba

### 3.1.2.1. Cálculo del TPDA

Después de analizar la tabla de registro vehicular se determinó que el día lunes 10 de enero del 2022 se registró la mayor cantidad de vehículos de la semana con una cantidad de 1.432 vehículos como se indica en la **Tabla 13**.

**Tabla 13. Resumen del conteo vehículos**

Día	Número de vehículos
Lunes	1432
Martes	1103
Miércoles	953
Jueves	974
Viernes	1225
Sábado	993
Domingo	1011

Fuente: Paúl Alejandro Palacios Arroba

Tabla 14. Resumen de los tipos de vehículos con mayor tránsito

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
<b>Coordenadas</b>		<b>Estado del clima.</b>		<b>Sentido</b>	<b>Día</b>	<b>Fecha:</b> 08/11/2021			
<b>Norte :</b>	9849104.00	<b>Clima en la mañana :</b> Nublado		Ambos sentidos	Lunes	<b>Responsable:</b> Paul Palacios			
<b>Este:</b>	762197.00	<b>Clima en la tarde :</b> Soleado				<b>Revisado por:</b> Ing. Mg. Byron Cañizares			
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4			
17h00	17h15	32	1				1	33	33
17h15	17h30	23		2			1	3	59
17h30	17h45	48	1	2			2	51	110
17h45	18h00	28		1			1	29	139
<b>12 HORAS</b>		131	1	3	3	0	1	7	139

Fuente: Paúl Alejandro Palacios Arroba

➤ **Cálculo del TPDA actual**

Para el cálculo debemos considerar un factor  $k_a$  de 0.16 y utilizar la siguiente ecuación.

$$T_e = \frac{V_{hp}}{k_a}$$

**Te para vehículos livianos**

$$T_e = \frac{131}{0.16}$$

$$T_e = 819 \text{ vehi/día}$$

**Te para buses**

$$T_e = \frac{1}{0.16}$$

$$T_e = 6 \text{ vehi/día}$$

**Te para vehículos pesados**

$$T_e = \frac{7}{0.16}$$

$$T_e = 44 \text{ vehi/día}$$

**Tabla 15. Resumen del Vhp (tráfico existente)**

Tipo de vehículo	VHP(veh/día)	TE(veh/día)
Livianos	131	819
Buses	1	6
Camiones	7	44
		869

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

➤ **Cálculo del tránsito atraído (Tatra)**

$$Tatra = 10\% * Te$$

**Tatra para vehículos livianos**

$$Tatra = 0.10 * 819$$

$$Tatra = 82 \text{ vehí/día}$$

**Tatra para buses**

$$Tatra = 0.10 * 6$$

$$Tatra = 1 \text{ vehí/día}$$

**Tatra para vehículos pesados**

$$Tatra = 0.10 * 44$$

$$Tatra = 4 \text{ vehí/día}$$

**Tabla 16. Resumen del tráfico atraído**

Tipo de vehículo	TE(veh/día)	Tat(veh/día)
Livianos	819	82
Buses	6	1
Camiones	44	4
		87

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

➤ **Cálculo del TPDA actual**

$$TPDA \text{ actual} = Te + Tatra$$

**TPDA actual para vehículos livianos**

$$TPDA \text{ actual} = 819 \text{ vehí/día} + 82 \text{ vehí/día}$$

$$TPDA \text{ actual} = 901 \text{ vehí/día}$$

**TPDA actual para buses**

$$TPDA \text{ actual} = 6 \text{ vehí/día} + 1 \text{ vehí/día}$$

$$TPDA \text{ actual} = 7 \text{ vehí/día}$$

**TPDA actual para vehículos pesados**

$$TPDA \text{ actual} = 44 \text{ vehí/día} + 4 \text{ vehí/día}$$

$$TPDA \text{ actual} = 48 \text{ vehí/día}$$

**Tabla 17. Resumen del tráfico atraído**

Tipo de vehículo	TE(veh/día)	Tat(veh/día)	TPDA (veh/día)	Tat(veh/día)
Livianos	819	82	901	94%
Buses	6	1	7	1%
Camiones	44	4	48	5%
		Total=	956	100%

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

Como se observa en la *Tabla 17*, se identifica que existe una mayor cantidad de vehículos livianos y menor cantidad de vehículos pesados que circula en la vía camino Real sector Montalvo – Alobamba en el tramo 4+000 km hasta 8+000km, esto se debe a que circula solo vehículos particulares, camionetas por lo que es un sector agrícola.

- **Crecimiento vehicular, cálculo del tránsito futuro**

Para el cálculo del tráfico futuro, se basa en la previsión de tráfico para un período 20 años, de 2022 a 2042, usando la siguiente ecuación.

$$T \text{ futuro} = Tac * (1 + i)^n$$

**Tabla 18. Crecimiento vehicular**

Período	Tipos de Vehículos		
	Livianos	Buses	Camiones
2016 - 2020	2.44	1.17	2.9
2021 - 2025	3.1	1.05	2.61
2025 – 2030	2.82	0.95	2.38
2030 – 2035	2.82	0.95	2.38
2035 - 2040	2.82	0.95	2.38
2040 - 2045	2.82	0.95	2.38

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

A continuación, se indica los resultados del tránsito futuro de la vía Camino Real sector Montalvo – Alobamba, para el año 2042 va a existir un tránsito de 1507 vehículos/día en ambos sentidos .

**Tabla 19. Tránsito futuro**

Año	Tasa de crecimiento (%)			Tránsito futuro (Veh/día)			TPDA (FUT) (Veh/día)
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
2022	2.44	1.17	2.9	819	6	44	869
2023	2.44	1.17	2.9	839	7	46	892
2024	3.1	1.05	2.61	871	7	47	925
2025	3.1	1.05	2.61	898	7	48	953
2026	3.1	1.05	2.61	926	7	48	981
2027	3.1	1.05	2.61	955	7	50	1012
2028	3.1	1.05	2.61	984	7	51	1042
2029	2.82	0.95	2.38	996	7	51	1054
2030	2.82	0.95	2.38	1024	7	54	1085
2031	2.82	0.95	2.38	1052	7	55	1114
2032	2.82	0.95	2.38	1082	7	55	1144
2033	2.82	0.95	2.38	1113	7	56	1176
2034	2.82	0.95	2.38	1144	7	59	1210
2035	2.82	0.95	2.38	1176	7	60	1243
2036	2.82	0.95	2.38	1209	7	61	1277
2037	2.82	0.95	2.38	1243	7	62	1312
2038	2.82	0.95	2.38	1278	7	64	1349
2039	2.82	0.95	2.38	1315	8	65	1388



2040	2.82	0.95	2.38	1352	8	68	1428
2041	2.82	0.95	2.38	1390	8	69	1467
2042	2.82	0.95	2.38	1429	8	70	1507

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

- **Cálculo de ejes equivalentes.**

Debido a las diferencias entre tipos de automotores que circulan por la vía Camino Real se debe transformar la circulación automotriz a ejes equivalentes.

$$W18 = ((\sum_{i=1}^m FD * TPDA) * 365) * Fd * DI$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes.

TPDA: Tráfico promedio diario anual.

FD: Factor de daño.

Fd: Factor de distribución direccional.

DI: Porcentaje de W18 en el carril DI

**Tabla 20. Ejes equivalentes**

Años	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL PESADOS	W18 Acumulado	W18 carril
			C-2P	C-2G	C-3	C-5				
2022	819	6	44	0	0	0	869	188472	94236	
2023	839	7	45	0	0	0	45.0	381694	190847	
2024	871	7	46	0	0	0	46.0	581710	290855	
2025	898	7	48	0	0	0	48.0	788286	394143	
2026	926	7	49	0	0	0	49.0	1000897	500448.5	
2027	955	7	50	0	0	0	50.0	1219732	609866	
2028	984	7	51	0	0	0	51.0	1444792	722396	
2029	996	7	52	0	0	0	52.0	1672847	836423.5	
2030	1024	7	53	0	0	0	53.0	1906936	953468	
2031	1052	7	54	0	0	0	54.0	2147060	1073530	
2032	1082	7	56	0	0	0	56.0	2394314	1197157	
2033	1113	7	57	0	0	0	57.0	2648172	1324086	
2034	1144	7	58	0	0	0	58.0	2908634	1454317	
2035	1176	7	60	0	0	0	60.0	3176606	1588303	
2036	1209	7	61	0	0	0	61.0	3451563	1725781.5	
2037	1243	7	63	0	0	0	63.0	3734410	1867205	
2038	1278	7	64	0	0	0	64.0	4024621	2012310.5	
2039	1315	8	66	0	0	0	66.0	4323526	2161763	
2040	1352	8	67	0	0	0	67.0	4630175	2315087.5	
2041	1390	8	69	0	0	0	69.0	4945474	2472737	
2042	1429	8	70	0	0	0	70.0	5268897	2634448.5	

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

### 3.1.2.2. Clase de vías

La clasificación de las carreteras la prescribe el Ministerio de Transportes y Obras. La administración pública en el Ecuador, aunque existen diferentes clasificaciones, es la más relevante debido al volumen de tráfico de estos diseños, a continuación, se indica las clases de carreteras.

**Tabla 21. Clase de carretera**

Función	Clase de carretera (MOP)	TPDA (1 año)
Corredor Arterial	RI - RII (2)	Más de 8000
	I	de 3000 a 8000
Colectora	II	de 1000 a 3000
	III	de 300 a 1000
Vecinal	IV	de 100 a 300
	V	menos de 100

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

Después del análisis realizado del tráfico futuro se puede determinar que clase de carretera es y como indica en la **Tabla 20**, va hacer una **Colectora clase II** desde el tramo 4+000km hasta 8+000km, con una ancho recomendado de 7.30 metros.

### 3.1.3. Determinación del PCI

Para analizar el estado de la vía se determina el índice de condición de la capa de rodadura que está relacionada con las fallas que se analizó en el capítulo 1.

#### ▪ Unidades de muestreo

Para el siguiente estudio se debe tener en cuenta el ancho de la vía que se lo va midiendo cada cierta distancia y como obtenemos esa longitud, **Según Julio Y.** menciona en su análisis de longitud se debe tener un factor de regulación y este factor varía de acuerdo al tipo de carretera, para esta colectora clase II se debe tomar en cuenta un factor de ( $\pm 13.59$  metros) con ese valor ya podemos acotar nuestra longitud mínima y longitud máxima.

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

$$L = \frac{230}{6.84}$$

$$L = 33.63 (\pm 13.59 \text{ metros})$$

Nuestra longitud mínima y máxima van hacer de 20.04 metros y 47.22 metros, respectivamente.

A continuación, se muestra la **Tabla 21**, en donde consta con el cálculo respectivo desde la abscisa 4+000 hasta la 8+000.

**Tabla 22. Secciones y áreas**

Unidad	Ancho de vía.	Abscisa		Área (m <sup>2</sup> )
		Inicial	Final	
U1	7.27	4+000	4+032	232.64
U2	7.31	4+222	4+254	233.92
U3	7.24	4+478	4510	231.68
U4	7.18	4790	4822	229.76
U5	7.15	5102	5134	228.8
U6	7.29	5414	5446	233.28
U7	7.3	5726	5758	233.6
U8	7.24	6038	6070	231.68
U9	7.24	6350	6382	231.68
U10	7.3	6662	6694	233.6
U11	7.23	6974	7006	231.36
U12	7.3	7286	7318	233.6
U13	7.18	7598	7630	229.76
U14	7.2	7910	7942	228.38

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

Con el sitio identificado de las unidades de muestra a ser evaluadas se realiza a identificar nuestra calidad de vía con el registro que tenemos en la **Tabla 34**, en donde se observa cada una de las fallas y el cálculo de nuestro PCI.

**Tabla 23. Resumen del PCI**

Unidad	Ancho de vía.	Abscisa		Área (m <sup>2</sup> )	PCI %	Calidad de la vía.
		Inicial	Final			
U1	7.27	4+000	4+032	232.64	80	MUY BUENA
U2	7.31	4+222	4+254	233.92	65	BUENA
U3	7.24	4+478	4510	231.68	54	REGULAR
U4	7.18	4790	4822	229.76	60	BUENA
U5	7.15	5102	5134	228.8	79	MUY BUENA
U6	7.29	5414	5446	233.28	64	BUENA
U7	7.3	5726	5758	233.6	71	MUY BUENA
U8	7.24	6038	6070	231.68	56	BUENO
U9	7.24	6350	6382	231.68	76	MUY BUENA
U10	7.3	6662	6694	233.6	56	BUENO
U11	7.23	6974	7006	231.36	45	REGULAR
U12	7.3	7286	7318	233.6	69	BUENO
U13	7.18	7598	7630	229.76	74	MUY BUENA
U14	7.2	7910	7942	228.38	79	MUY BUENO
					928	
					<b>66.29</b>	<b>BUENO</b>

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

La vía Camino Real en el sector Montalvo – Alobamba después del análisis se reconoció que tiene un estado de vía **bueno** con un PCI de **66.29**.

### 3.1.4. Determinación de deflexiones

Después de lo analizado se procede a determinar las deflexiones cada doscientos metros como se determinó en el análisis de ensayos. En la **Tabla 23**, podemos ver el registro de deflexiones que se obtuvo en campo, con su respectiva temperatura y espesor del pavimento.

**Tabla 24. Registro de deflexiones**

N°	ABSCISA	Lectura del defleómetro en campo (x 10e-2 mm)						T (°C)	Espesor cm
		d0	d25	d50	d100	d500	d800		
1	4+000	0	21	23	36	52	52	41	5
2	4+200	0	24	31	33	51	51	40	5
3	4+400	0	20	25	44	50	50	41	5
4	4+600	0	17	18	32	48	48	39	5
5	4+800	0	7	11	19	32	32	41	5
6	5+000	0	21	38	26	56	56	40	5
7	5+200	0	20	33	38	52	52	41	5
8	5+400	0	23	25	31	54	54	38	5
9	5+600	0	18	32	27	52	52	40	5
10	5+800	0	21	16	38	44	44	41	5
11	6+000	0	23	30	43	49	49	40	5
12	6+200	0	24	34	37	47	47	41	5
13	6+400	0	31	36	42	54	54	39	5
14	6+600	0	20	37	29	50	50	40	5
15	6+800	0	11	19	31	47	47	41	5
16	7+000	0	18	24	26	43	43	40	5
17	7+200	0	18	35	35	42	42	41	5
18	7+400	0	22	21	42	52	52	39	5
19	7+600	0	27	28	26	38	38	41	5
20	7+800	0	13	20	39	46	46	40	5
21	8+000	0	29	22	43	50	50	41	5

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

▪ **Cálculo de deflexiones**

Se analiza cada valor de cada estación tomada, y se calcula por la relación que tenemos de  $RB = 2$ .

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

$$D = 2 * (52 - 0)$$

$$D = 102 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

**Tabla 25. Corrección por el brazo de la viga Benkelman en relación 1:2**

N°	ABSCISA	Lectura del deflectómetro en campo (x 10e-2 mm)						T (°C)	Espesor cm
		d0	d25	d50	d100	d500	d800		
1	4+000	103	61	57	31	0	0	41	5
2	4+200	101	54	40	36	0	0	40	5
3	4+400	100	60	51	12	0	0	41	5
4	4+600	96	62	60	33	0	0	40	5
5	4+800	63	49	41	25	0	0	41	5
6	5+000	111	70	35	59	0	0	40	5
7	5+200	103	64	38	27	0	0	41	5
8	5+400	107	61	58	46	0	0	38	5
9	5+600	103	68	39	49	0	0	40	5
10	5+800	87	45	56	12	0	0	41	5
11	6+000	97	52	38	12	0	0	40	5
12	6+200	94	46	27	20	0	0	41	5
13	6+400	107	46	35	23	0	0	39	5
14	6+600	99	60	25	41	0	0	40	5
15	6+800	93	72	55	32	0	0	41	5
16	7+000	86	50	38	34	0	0	40	5
17	7+200	83	47	14	14	0	0	41	5
18	7+400	103	60	61	20	0	0	39	5
19	7+600	76	23	20	24	0	0	41	5
20	7+800	91	65	51	14	0	0	40	5
21	8+000	100	43	56	15	0	0	41	5

▪ **Corrección de deflexiones por temperatura**

Se realiza una corrección ya que por el cambio de temperatura que tenemos se debe determinar las deflexiones a una temperatura estándar de 20°C.

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D_o}{0.001 * (t - 20^{\circ}C) * (h) + 1}$$

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{103}{0.001 * (41 - 20^{\circ}C) * (5) + 1}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 93.2 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

**Tabla 26. Deflexiones con corrección de temperatura.**

N°	ABSCISA	Lectura del deflectómetro en campo (x 10e-2 mm)						T (°C)
		d0	d25	d50	d100	d500	d800	
1	4+000	93.2	55.2	51.6	28.1	0.0	0.0	41
2	4+200	91.8	49.1	36.4	32.7	0.0	0.0	40
3	4+400	90.5	54.3	46.2	10.9	0.0	0.0	41
4	4+600	87.3	56.4	54.5	30.0	0.0	0.0	40
5	4+800	57.0	44.3	37.1	22.6	0.0	0.0	41
6	5+000	100.9	63.6	31.8	53.6	0.0	0.0	40
7	5+200	93.2	57.9	34.4	24.4	0.0	0.0	41
8	5+400	98.2	56.0	53.2	42.2	0.0	0.0	38
9	5+600	93.6	61.8	35.5	44.5	0.0	0.0	40
10	5+800	78.7	40.7	50.7	10.9	0.0	0.0	41
11	6+000	88.2	47.3	34.5	10.9	0.0	0.0	40
12	6+200	85.1	41.6	24.4	18.1	0.0	0.0	41
13	6+400	97.7	42.0	32.0	21.0	0.0	0.0	39
14	6+600	90.0	54.5	22.7	37.3	0.0	0.0	40
15	6+800	84.2	65.2	49.8	29.0	0.0	0.0	41
16	7+000	78.2	45.5	34.5	30.9	0.0	0.0	40
17	7+200	75.1	42.5	12.7	12.7	0.0	0.0	41
18	7+400	94.1	54.8	55.7	18.3	0.0	0.0	39
19	7+600	68.8	20.8	18.1	21.7	0.0	0.0	41
20	7+800	82.7	59.1	46.4	12.7	0.0	0.0	40
21	8+000	90.5	38.9	50.7	13.6	0.0	0.0	41

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

▪ **Corrección realizada por estacionalidad**

Según CONREVAL presenta el uso de factores de corrección según tabla #

**Tabla 27 Factores utilizados en corrección por estacionalidad.**

Tipo de duelo Subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa - Permeable	1.0	1.1 al 1.3
Arcillosa - Sensible al agua	1.0	1.2 a1.4

**Fuente** CONREVAL

Según lo presentado en la tabla 27 y por los ensayos realizados del suelo el cual se clasifica como grava y arena limosas y arcillosas el cual se apega más al tipo de arcillosa sensible al agua y dado que el ensayo se realizó en la estación lluviosa utilizaremos un factor de corrección de 1.0.

$$D = 1.0 * D_{20^{\circ}}$$

$$D = 1.0 * 28.1$$

$$D = 28.1$$

**Tabla 28. Deflexiones con corrección por estacionalidad.**

N°	ABSCISA	Lectura del deflectómetro en campo (x 10e-2 mm)						T (°C)
		d0	d25	d50	d100	d500	d800	
1	4+000	93.2	55.2	51.6	28.1	0.0	0.0	41
2	4+200	91.8	49.1	36.4	32.7	0.0	0.0	40
3	4+400	90.5	54.3	46.2	10.9	0.0	0.0	41
4	4+600	87.3	56.4	54.5	30.0	0.0	0.0	40
5	4+800	57.0	44.3	37.1	22.6	0.0	0.0	41
6	5+000	100.9	63.6	31.8	53.6	0.0	0.0	40
7	5+200	93.2	57.9	34.4	24.4	0.0	0.0	41
8	5+400	98.2	56.0	53.2	42.2	0.0	0.0	38
9	5+600	93.6	61.8	35.5	44.5	0.0	0.0	40
10	5+800	78.7	40.7	50.7	10.9	0.0	0.0	41
11	6+000	88.2	47.3	34.5	10.9	0.0	0.0	40
12	6+200	85.1	41.6	24.4	18.1	0.0	0.0	41
13	6+400	97.7	42.0	32.0	21.0	0.0	0.0	39
14	6+600	90.0	54.5	22.7	37.3	0.0	0.0	40
15	6+800	84.2	65.2	49.8	29.0	0.0	0.0	41
16	7+000	78.2	45.5	34.5	30.9	0.0	0.0	40
17	7+200	75.1	42.5	12.7	12.7	0.0	0.0	41
18	7+400	94.1	54.8	55.7	18.3	0.0	0.0	39
19	7+600	68.8	20.8	18.1	21.7	0.0	0.0	41
20	7+800	82.7	59.1	46.4	12.7	0.0	0.0	40
21	8+000	90.5	38.9	50.7	13.6	0.0	0.0	41

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba



▪ **Radio de curvatura**

El pavimento se comporta de acuerdo al tipo de deflexiones que posee la vía es por tanto que calculamos el radio de curvatura.

Donde

$$Rc = \text{Radio de curvatura en m.} \quad Rc = \frac{3125}{D_o - D_{25}}$$

$$D_o = \text{Deflexión máxima en 0.01mm} \quad Rc = \frac{3125}{93.2 - 55.2}$$

$$D_{25} = \text{Deflexión a 25 cm en 0.01mm} \quad Rc = \frac{3125}{93.2 - 55.2}$$

**Tabla 29. Radio de curvatura**

Nº	ABSCISA	Dc (x10 <sup>2</sup> )		Rc
		d0	d25	m
1	4+000	111.9	66.2	68.51
2	4+200	110.2	58.9	60.95
3	4+400	108.6	65.2	71.94
4	4+600	104.7	67.6	84.25
5	4+800	68.4	53.2	205.54
6	5+000	121.1	76.4	69.87
7	5+200	111.9	69.5	73.78
8	5+400	117.8	67.2	61.71
9	5+600	112.4	74.2	81.85
10	5+800	94.5	48.9	68.51
11	6+000	105.8	56.7	63.66
12	6+200	102.1	50.0	59.95
13	6+400	117.3	50.4	46.75
14	6+600	108.0	65.5	73.45
15	6+800	101.0	78.2	137.03
16	7+000	93.8	54.5	79.57
17	7+200	90.1	51.0	79.93
18	7+400	112.9	65.8	66.32
19	7+600	82.5	25.0	54.29
20	7+800	99.3	70.9	110.18
21	8+000	108.6	46.7	50.48
	Promedio	103.941	60.09	79.45

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

- **Deflexión característica**

Se calcula la desviación estándar del grupo de deflexiones recuperables máximas.

**Tabla 30. Deflexion característica.**

Nº	ABSCISA	d0	(dm-d0)	(dm-d0)^2
1	4+000	111.86	7.9	62.6388
2	4+200	110.18	6.2	38.9511
3	4+400	108.60	4.7	21.6835
4	4+600	104.73	0.8	0.61864
5	4+800	68.42	-35.5	1261.99
6	5+000	121.09	17.2	294.129
7	5+200	111.86	7.9	62.6388
8	5+400	117.80	13.9	192.028
9	5+600	112.36	8.4	70.9453
10	5+800	94.48	-9.5	89.5123
11	6+000	105.82	1.9	3.52481
12	6+200	102.08	-1.9	3.45694
13	6+400	117.26	13.3	177.41
14	6+600	108.00	4.1	16.4776
15	6+800	101.00	-2.9	8.67454
16	7+000	93.82	-10.1	102.466
17	7+200	90.14	-13.8	190.578
18	7+400	112.88	8.9	79.8517
19	7+600	82.53	-21.4	458.251
20	7+800	99.27	-4.7	21.7903
21	8+000	108.60	4.7	21.6835
	Promedio:	103.94	Σ	3179.3

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

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

Donde

$\sigma$  = Desviación estándar

$D_o$  = Deflexión recuperable corregida en la estación (0.01mm)

$\bar{D}$  = Deflexion medida 0.01 mm

$n$  = Número de datos

Con los datos encontrados en la tabla 28 calculamos la desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\frac{3179}{(21-1)}}$$

$$\sigma = 12.61$$

**Tabla 31. Probabilidad de área de estudio.**

Valor de Diseño	Dc	Área D>Dc %
50	D	50
75	D+0.674*σ	25
85	D+σ	15
90	D+1.3*σ	10
95	D+0.645*σ	5
98	D+2*σ	2
99	D+2.33*σ	1

**Fuente:** CONREVIAl

**Tabla 32. Probabilidad de área de estudio.**

Valor de Diseño %	Deflexión Característica	Extensión del Pavimento
		D > Dc %
50	103.941	50
75	112.439	25
85	116.549	15
90	120.331	10
95	124.681	5
98	129.157	2
99	133.318	1

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

▪ **Deflexion admisible**

Las deflexiones admisibles se calculan a partir del número de ejes equivalentes de la tabla 20 empleando la siguiente ecuación.

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

$$w_{18} = 94236 \rightarrow 0.094236 \text{ (en millones)}$$

$D_{adm}$  = Deflexión característica admisible.

$w_{18}$  = Número de ejes equivalentes de 8.2 Ton acumulados en millones.

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{0.094236} \right)^{0.25} * 100$$

$$D_{adm} = 186.90$$

▪ **Deflexion Critica**

Se procede a calcular la deflexión crítica en función del número de ejes estándar equivalentes acumulados que se encuentra en la tabla 20.

$$D_{Cr} = \left( \frac{1.9}{W_8} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{Cr} = \left( \frac{1.9}{0.094236} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{Cr} = 176.25$$

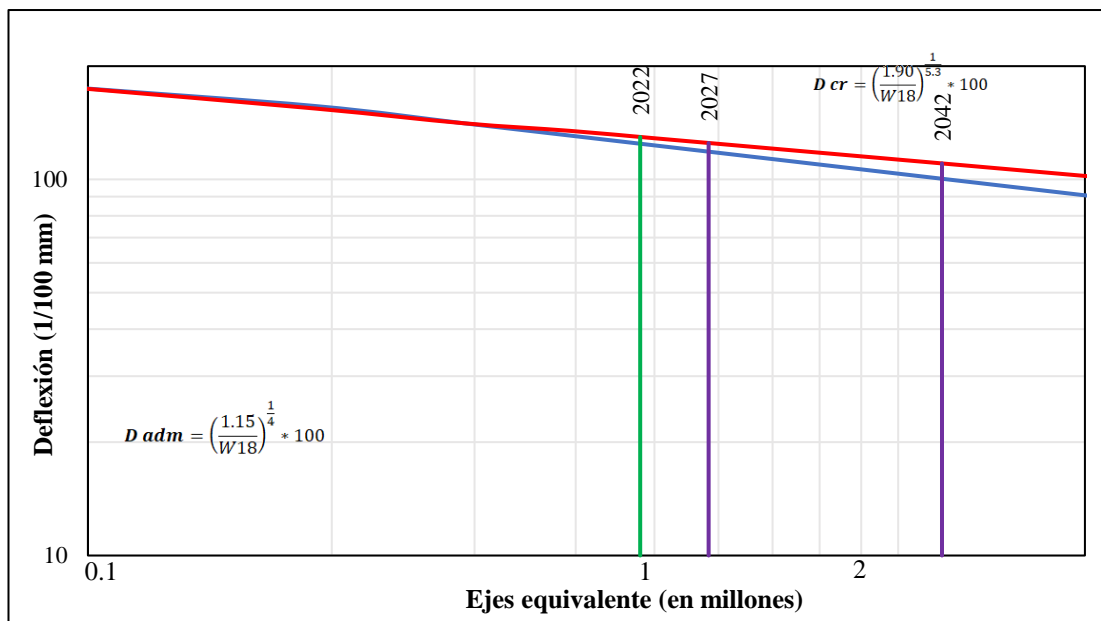
Nota: Como  $D_{Cr} < D_{adm}$  utilizamos el valor de  $D_{adm}$

**Tabla 33. Proyección de W18**

Año	W18 por carril	D adm	D crítica
2022	94236.00	176.00	175.90
2027	609866.00	117.18	123.91
2032	1197157.00	99.00	109.11
2037	1867205.00	88.59	100.33
2042	2634449.00	81.28	94.02

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

**Figura 33.** Deflexiones de los ejes equivalentes vs ejes equivalentes en millones.



**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

**Tabla 34. Deflexiones calculadas**

Año de Diseño 2022							
N°	ABSCISA	DO	Dadm	Rc	Comportamiento		Tipo de deflexión
		1e-2mm			Subrasante	Pavimento	
1	4+000	111.86	186.90	70.47	Bueno	Malo	IV
2	4+200	110.18	186.90	62.61	Bueno	Malo	IV
3	4+400	108.60	186.90	73.99	Bueno	Malo	IV
4	4+600	104.73	186.90	86.55	Bueno	Malo	IV
5	4+800	68.42	186.90	211.4	Bueno	Bueno	I
6	5+000	121.09	186.90	71.77	Bueno	Malo	IV
7	5+200	111.86	186.90	75.89	Bueno	Malo	IV
8	5+400	117.80	186.90	63.24	Bueno	Malo	IV
9	5+600	112.36	186.90	84.08	Bueno	Malo	IV
10	5+800	94.48	186.90	70.47	Bueno	Malo	IV
11	6+000	105.82	186.90	65.39	Bueno	Malo	IV
12	6+200	102.08	186.90	61.66	Bueno	Malo	IV
13	6+400	117.26	186.90	47.96	Bueno	Malo	IV
14	6+600	108.00	186.90	75.45	Bueno	Malo	IV
15	6+800	101.00	186.90	140.94	Bueno	Bueno	I
16	7+000	93.82	186.90	81.74	Bueno	Malo	IV
17	7+200	90.14	186.90	82.21	Bueno	Malo	IV
18	7+400	112.88	186.90	68.04	Bueno	Malo	IV
19	7+600	82.53	186.90	55.84	Bueno	Malo	IV
20	7+800	99.27	186.90	113.18	Bueno	Bueno	I
21	8+000	108.60	186.90	51.92	Bueno	Malo	IV
<b>Promedio</b>		<b>103.94</b>	<b>186.90</b>	<b>81.66</b>			
Resultados							
<b>Deflexión Promedio (Dm)</b>		101.15e-2 mm					
<b>Desviación estandar (σ)</b>		12.61					
<b>Deflexión Característica (Dc)</b>		121.2e-2 mm					
<b>Deflexión Admisible (Dadm)</b>		186.90e-2 mm					
<b>Deflexión Crítica (Dcr)</b>		186.90e-2mm					
Evaluación Estructural							
<b>Comportamiento subrasante</b>		<b>Tipo</b>					
<b>D &lt; Dadm</b>		III, curva corta profunda					
103.94e-2mm < 186.90e-2mm							
<b>Comportamiento pavimento</b>							
<b>Rc 100m</b>							
81.66m < 100m							

**Deflectograma (2022)**

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

### 3.1.5. Análisis de suelos

Tabla 35. Coordenadas de los PCA en la vía Camino Real Abscisa 4+000 hasta 8+000.

**Tabla 35. Análisis del suelo**

Calicata #	Abscisa	Coordenada		Profundidad
		Norte	Este	
PCA 1	4+ 487 Km	9851682.66	762694.48	1 m
PCA 2	5+ 716 Km	9850733.48	762549.51	1m
PCA 3	6+560Km	9849911.94	762337.18	1m
PCA 4	7+520 Km	9848975	762181	1m

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

En el siguiente proyecto técnico se realizaron pozos a cielo abierto cada mil metros aproximadamente. Se sustrajo respectivamente el material que solicita la norma que es de 50 Kg de material para la realización de ensayos de granulometría, límites, compactación y CBR.

#### 3.1.5.1 Análisis Granulométrico

En la tabla 36 se resumen el análisis granulométrico obteniendo así la división general del suelo, su tipología, el grupo principal, el grupo específico y el uso de cada PCA.

**Tabla 36. Análisis granulométrico.**

Calicata #	División general	Tipología	Grupo	Grupo específico	Uso
PCA 1	Material Granular	Gravas y arenas arcillosas y limosas	A2	A-2-4 (0)	Subrasante
PCA 2				A-2-4 (0)	Subrasante
PCA 3				A-2-6 (0.06)	Subrasante
PCA 4				A-2-6 (0.14)	Subrasante

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

#### 3.1.5.2 Límites de Atterberg.

En los ensayos realizados en el laboratorio nos permiten obtener los niveles de humedad en el cual cada tipo de suelo se define por su contenido de humedad se encuentra entre el estado plástico o semi sólido.

En la tabla 37 se presenta un resumen de límites de Atterberg de los ensayos realizados en el anexo 7.

**Tabla 37. Resumen de los límites de Atterberg.**

PCA #	AASHTO	Índice Plástico	Límite Plástico	Límite Líquido	Grava	Arena	Finos
PCA 1	A-2-4 (0)	7.51%	24.93%	32.44%	5.20%	64.80%	30%
PCA 2	A-2-4 (0)	1.71%	24.31%	26.02%	6.68%	66.74%	26.58%
PCA 3	A-2-6 (0.06)	12.69%	19.20%	31.89	2.66	80.07%	17.27%
PCA 4	A-2-6 (0.14)	12.57%	17.74%	30.32%	0.07%	79.42%	20.51%

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

### 3.1.5.3 Proctor modificado.

El siguiente ensayo mide la relación entre la humedad con la densidad del suelo llegando a determinar el contenido óptimo de humedad para cada muestra mostrado en el Anexo 7. A continuación, se presenta un resumen del ensayo Proctor para cada PCA.

**Tabla 38. Resultados de Proctor modificado.**

Calicata #	AASHTO	Densidad seca	Humedad óptima
PCA 1	A-2-4 (0)	1.483	15.69%
PCA 2	A-2-4 (0)	1.202	14.01%
PCA 3	A-2-6 (0.06)	1.105	15.28%
PCA 4	A-2-6 (0.14)	1.628	17.68%

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

### 3.1.5.3 Relación de soporte California (CBR).

En el siguiente ensayo y a través de la obtención del contenido de humedad óptima proporcionado por el ensayo de Proctor nos permite conocer la resistencia de cada muestra de suelo al corte, utilizando la compactación y la densidad seca controlada.

**Tabla 39. Resultados del ensayo CBR.**

Calicata #	Abscisa	% CBR	Uso	Clasificación
PCA 1	4+ 487 Km	12.16%	Subrasante	Regular-Buena
PCA 2	5+ 716 Km	9.68%	Subrasante	Regular-Buena
PCA 3	6+560Km	8.02%	Subrasante	Regular-Buena
PCA 4	7+520 Km	9.62%	Subrasante	Regular-Buena
	Promedio	9.83%		Regular-Buena

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

### 3.1.6. Plan de conservación vial

Determinado los PCI de cada tramo y el estado de la vía en general, determinado en la tabla 23, se presenta una tabla de resumen de las soluciones a implementarse en plan de conservación vial para vía Camino Real en la Abscisa 4+000 hasta 8+000 la cual ha sido afectada no por el desgaste propio de la vía a través del tiempo, sino por obras complementarias como alcantarillado y acometidas domiciliarias que al no ser debidamente remediadas han provocado el deterioro prematuro.

**Tabla 40. Tipo de falla y solución del tramo de la vía Camino Real abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000.**

Tipo de falla	Unidad de muestreo	Unidad	Solución
Parches	U1	7.6 m <sup>2</sup>	No se hace nada o en caso de severidad de media -alta se realiza la sustitución del parche.
	U3	20.46 m <sup>2</sup>	
	U5	13.70 m <sup>2</sup>	
	U6	23.2m <sup>2</sup>	
	U10	32.65 m <sup>2</sup>	
	U11	13.19 m <sup>2</sup>	
	U12	7.38 m <sup>2</sup>	
	U 13	14.36 m <sup>2</sup>	
	U14	18.24 m <sup>2</sup>	





Fisuras longitudinales	U1	8.13 m	Sellado de fisuras
	U3	16.10 m	
	U5	15.76 m	
	U10	26.10 m	
Depresiones	U1	0.42 m <sup>2</sup>	Parcheo superficial, parcial o profundo.
	U12	16.90 m	
Huecos	U2	1	Parcheo parcial o profundo.
	U8	2	
	U13	2	
	U14	1	
Piel de cocodrilo	U2	1.94 m <sup>2</sup>	Sello superficial. Sobrecarpeta
	U3	2.94 m <sup>2</sup>	
	U4	2.72 m <sup>2</sup>	
	U6	7.90 m <sup>2</sup>	
	U9	6.56 m <sup>2</sup>	
Fisuración en bloque	U6	21.20 m <sup>2</sup>	Escarificado en caliente y Sobrecarpeta.
	U7	4.60 m <sup>2</sup>	
	U9	5.47 m <sup>2</sup>	
	U14	1.76 m <sup>2</sup>	

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

De acuerdo a la tabla 40 se presenta la propuesta de conservación en la cual se sugiere realizar un mantenimiento rutinario por lo menos una vez cada año en la cual incluye 88.15 metros de sellado de fisuras, 23.32 m<sup>2</sup> de bacheo asfáltico mezclado en caliente junto con la limpieza de 780 m de cunetas. Los cuales se justifican de acuerdo a los PCI detallados en el anexo 6.

**Tabla 41. Formato para evaluación PCI**

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
<b>Proyecto:</b>										
<b>Abscisa Inicial:</b>		<b>Área de Muestreo:</b>				<b>Fecha:</b>				
<b>Abscisa Final:</b>		<b>Unidad de Muestreo:</b>				<b>Responsable:</b>				
<b>Ancho de Carril:</b>						<b>Revisado por:</b>				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas			Unidad	Esquema					
1	Piel de Cocodrilo			CS	m <sup>2</sup>					
2	Exudación			EX	m <sup>2</sup>					
3	Agrietamiento en Bloque			FB	m <sup>2</sup>					
4	Abultamientos y Hundimientos			BS	m					
5	Corrugación			C	m <sup>2</sup>					
6	Depresión			D	m <sup>2</sup>					
7	Grieta de Borde			GB	m					
8	Grieta de Reflexión de Junta			GR	m					
9	Desnivel Carril/Berma			DCB	m					
10	Grietas Longitudinales y Transversales			FLT	m					
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			P	m <sup>2</sup>					
12	Pulimento de Agregados			AP	m <sup>2</sup>					
13	Huecos			BH	Unidad					
14	Ahuellamiento			AH	m <sup>2</sup>					
15	Desplazamiento			DI	m <sup>2</sup>					
16	Grietas parabólica			FP	m <sup>2</sup>					
17	Hinchamiento			H	m <sup>2</sup>					
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m <sup>2</sup>					
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
<b>Rango de calificación PCI</b>							<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>		0	
							<b>Cálculo de PCI</b>			
							<b>PCI=</b>	100-VDT	<b>PCI=</b>	

**Fuente:** Paúl Alejandro Palacios Arroba

**Fuente:** Norma ASTM D 6433-07, 2017

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

- Se finalizó el levantamiento georreferenciado con la ayuda del equipo topográfico R10 de la vía camino Real sector Montalvo – Alobamba tramo que principia desde el km 4+000 hasta el km 8+000, consiguiendo una longitud de 4.00 km y logrando una sección típica con un ancho variable de 7.15 m a 7.30 m.
  
- El estudio del TPDA fue de 869 vehículos/día, con una proyección de 20 años de 1507 vehículos/día, refenciándonos a la norma MTOP-2003, se identifica al tramo como una vía colectora clase III.
  
- De acuerdo al estudio realizado del comportamiento vehicular se conoce que la clase de vehículos más concurrentes en la vía son los livianos con un 94 %, pues se puede observar que por ser un sector agrícola transitan más camionetas y automóviles, luego tenemos a los camiones con un 5% y para concluir tenemos a los vehículos pesados con un 1% que son tractores.
  
- Se efectuó una evaluación de 14 unidades de muestreo y se determinó un índice de condición del pavimento de 66.29, ubicándose en el rango de 75-55 indicando que la vía está en buen estado y mostrando que solo necesita un mantenimiento rutinario.
  
- De acuerdo a los ensayos realizados en el laboratorio se consiguió que la subrasante de la ruta posee un CBR promedio de 9.83%, colocándose en un comportamiento de Regular-Buena para subrasante.
  
- De acuerdo al ensayo PCI se encontró que la falla predominante en la vía son los parches con una incidencia de nueve de catorce muestras, debido a que se realizaron obras de alcantarillado que no fueron debidamente remediadas lo que ha provocado un deterioro prematuro de la carpeta asfáltica y todas sus capas.

- Basándose en los ensayos realizados del actual trabajo técnico sobre la vía camino Real sector Montalvo – Alobamba, se identificó que con un mantenimiento frecuente es suficiente para compensar las necesidades ante las fallas encontradas en el camino.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Calibrar previamente los equipos topográficos antes de utilizar y tener las medidas preventivas para cuidar el equipo ante los cambios climáticos, ya que puede variar la captación de datos con estos equipos.

- Se recomienda que las entidades gubernamentales almacenen las características propias de cada una de las vías, como es la sección típica, estructura del pavimento, tipo de suelos entre otros, con el fin de obtener una base de datos con la cual se pueda dar soluciones ante fallas del pavimento.

- Se recomienda proponer otros métodos de evaluación del estado de la capa de rodadura, como es el método de análisis dinámico para determinar las deflexiones.

- Colocar una correcta señalización vertical y horizontal para tener una mayor visualización de estos y que las personas de la vía puedan circular de una manera segura.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Rodríguez, Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogota D.C., Bogotá, 2009.
- [2] E. Ávila Redrovan, F. Albarracín Llivisaca y J. Bojorque, Evaluación de pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso caso de estudio: Vía Chicti - Sevilla de Oro, Cuenca, 2014.
- [3] M. Díaz y C. Meneses, Criterios e Indicadores de sostenibilidad en el subsector vial, Neogranadina, 2015.
- [4] R. R. A. Almuhanha, H. A. Ewadh y S. J. Alasadi , «Using PAVER 6.5.7 and GIS program for pavement maintenance management for selected roads in Kerbala city,» de *Case Stud. Constr. Mater*, 2018, pp. 323-332.
- [5] A. G. Arboleda, «Impacto del mantenimiento vial en la estructura,» Ambato, 2015.
- [6] W. O. N. Perez, Modelo de evaluación y mantenimiento de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Baños, Ambato, 2011.
- [7] C. A. M. Alarcón, Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos, Bogota, 2015.
- [8] H. De Solminihac, T. Echaveguren y A. Chamarro, Gestión de infraestructura vial, Chile: Santiago, 2018.
- [9] E. Barajas y B. Buitrago, Análisis comparativo del sistema de gestión de dos pavimentos o mantenimiento vial de la ciudad de Bogotá con la ciudad de Sao Paulo, Colombia, 2017.
- [10] L. C. Cantuarias Cepeda, J. R. Watanabe Ibañez y R. Ochoa Zeballos, Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Camino Real de la urbanización la Rinconada del distrito de Trujillo, 2017.
- [11] R. D. E. A. Nacional, Ley Sistema Nacional de Infraestructura, 2017.
- [12] G. R. Ernesto, Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles, Barranca, 2017.
- [13] P. Agarwal Kumar, V. Jain y U. Bhawsar, «Development of a hierarchical

- structure to identify critical maintenance components affecting road safety,» *Procedia Social and Behavioral Science* , 2013, pp. 293-301.
- [14] P. Cayambe y J. Santillán, «Evaluación de pavimentos flexibles por el método Paver y propuesta de mantenimiento vial integral de la carretera Colta - Alausi de la provincia de Chimborazo,» *Riobamba*, 2015, pp. 14-15.
- [15] S. N. D. P. y. Desarrollo, *Agenda Zonal - Zona 3, 2013 - 2017*.
- [16] M. d. T. y. O. P. d. Ecuador, *Norma para estudios y diseños viales*, Ecuador: NEVI-12-MT, 2013.
- [17] J. J. Agudelo, *Diseño Geométrico de Vias*, Medellín, 2002.
- [18] «Conservación Vial de Carreteras,» [En línea]. Available: <https://www.uv.mx/mvt/files/2013/08/conservacion-de-carreteras.pdf>. [Último acceso: 8 Enero 2022].
- [19] A. M. Fonseca, *Ingeniería de Pavimento para Carreteras*, Bogota: Agora, 2002.
- [20] W. N. Batallas, *Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del cantón Santo Domingo*, Quito: Pontifica Universidad Católica del Ecuador, 2016.
- [21] F. Moreira, *Material para la asignatura de pavimentos*, Ambato: UTA, 2017.
- [22] C. Giordani y L. Diego, *1º Año de Ingeniería Civil Pavimentos*, 2015.
- [23] P. Morales Cardenas, O. Chávez Arévalo y L. López Poveda, *Efectos de la Alta Compactación de la Capa de Pavimentos Flexibles*, Managua: Lider de Ciencia, 2009.
- [24] C. A. D. Fomento, *Mantenimiento Vial*, 2011.
- [25] C. V. Pereda Huamán y S. Huamán Sangay, *Índice de Condición de Pavimento de la carretera Cajamarca - La Colpa*, Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.
- [26] S. d. C. y. Transportes, *Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México 2014*, Ciudad de México: México, 2014.
- [27] M. d. T. y. Comunicaciones, «Refuerzo del Pavimento Flexible, "in Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos",» Lima, Instituto de la Construcción y Gerencia, 2013, p. 1440.

- [28] R. G. R. Alexander, Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehiular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, Ambato, 2011.
- [29] I. V. Varela, Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras, Manizales: Universidad de Colombia, 2002.
- [30] M. D. T. Y. O. Publicas, Mantenimiento por nivel de servicio, Quito, 2013.
- [31] G. Giordani.

## ANEXOS

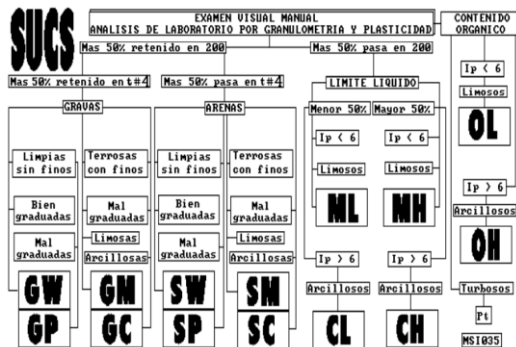
### Anexo. 1 Tablas clasificación del suelo

#### 1 CBR

CBR	Clasificación	Sub-rasante
0-5	Muy mala	
5-10	Mala	
11-20	Regular – buena	
21-30	Muy buena	
31-50	Sub – base buena	
51-80	Base buena	

Fuente: UTA, Ing. Lorena Pérez,

#### 2 Clasificación SUCS



Fuente: UTA, Ing. Lorena Pérez,

#### 3 Carta de plasticidad SUCS



Fuente: UTA, Ing. Lorena Pérez,

#### 4 Clasificación AASHTO

AASHTO	MATERIALES GRANULARES Mas 35% retenido t 200							MATERIALES LAMINARES Mas 35% pasa t 200																	
	A-1		A-2		A-3			A-4		A-5		A-6	A-7												
GRUPOS	A-1-a		A-1-b		A-2-4		A-2-5		A-2-6			A-2-7		A-3		A-4		A-5		A-6	A-7		A-8		
% PASA TAMIZ	50max		30max		50max		20max		25max			35max		35max		35max		10ma		36mi		36mi		36mi	
Num 10	50max		30max		50max		20max		25max			35max		35max		35max		10ma		36mi		36mi		36mi	
Num 40	50max		30max		50max		20max		25max			35max		35max		35max		10ma		36mi		36mi		36mi	
Num 200	15max		25max		35max		35max		35max			35max		35max		35max		10ma		36mi		36mi		36mi	
PLASTICIDAD	6max		6max		10max		10max		10max			11min		11min		11min		NP		40ma		41mi		41min	
LIMITE LIQUID	6max		6max		10max		10max		10max			11min		11min		11min		NP		40ma		41mi		41min	
INDICE PLAST	6max		6max		10max		10max		10max			11min		11min		11min		NP		40ma		41mi		41min	
INDICE GRUPO	0		0		0		0		4max			4max		0		8ma		12ma		16mi		20		máximo	
TIPOS DE MATERIAL	Fragmentos de piedra, grava y arena				Gravas y Arenas limosas y arcillosas				Arcilla fina				Suelos limosos				Suelos arcillosos								
TERRENO DE FUNDACION	Excelente a Bueno				Excelente a Bueno				Regular				De regular a malo				Muy malo								
Rep gráfica	[Hatched]				[Hatched]				[Hatched]				[Hatched]				[Hatched]								

Fuente: UTA, Ing. Lorena Pérez,

#### 5 Carta de plasticidad AASHTO

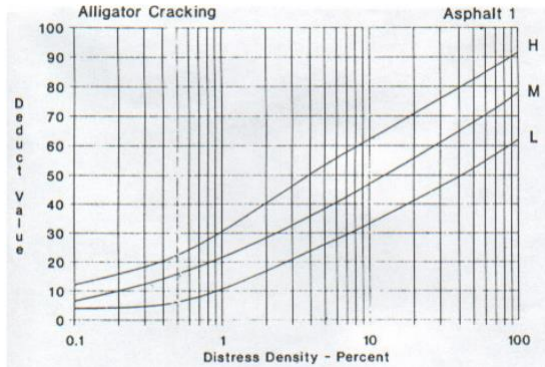


Fuente: UTA, Ing. Lorena Pérez,



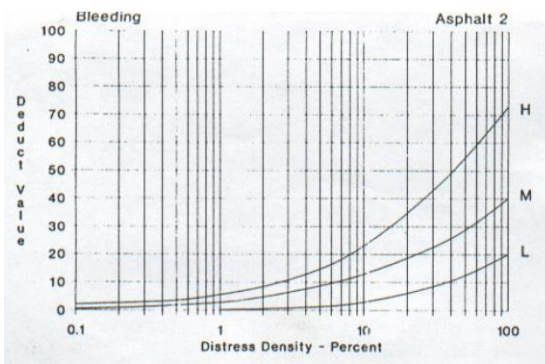
## Anexo 2. Curvas para pavimentos asfálticos

### 1 Piel de cocodrilo



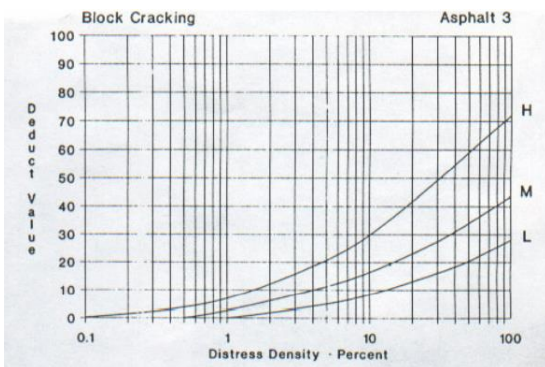
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 2 Exudación



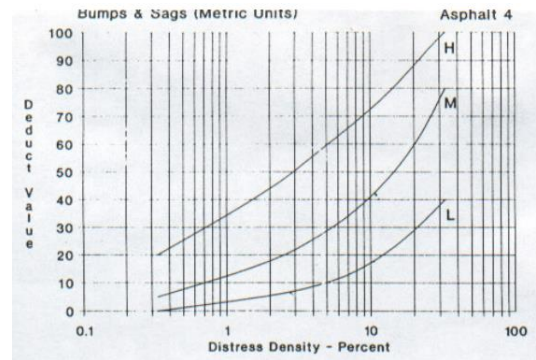
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 3 Agrietamiento en bloque



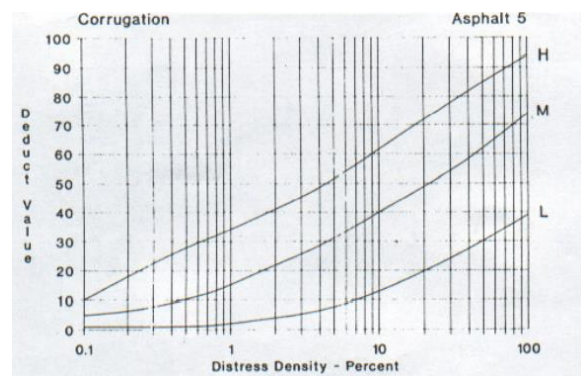
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 4 Abultamiento y hundimiento



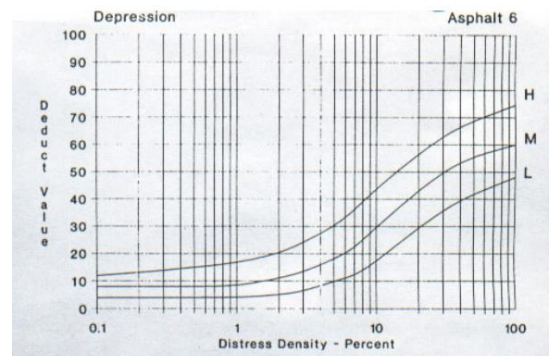
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 5 Corrugación



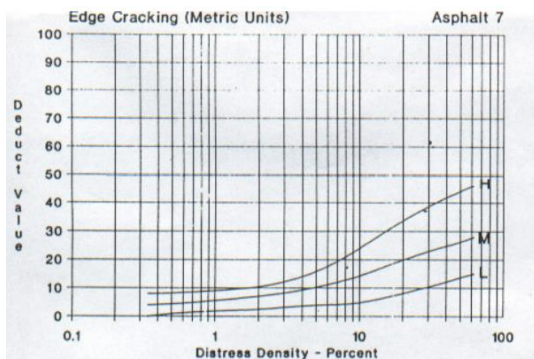
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 6 Depresión



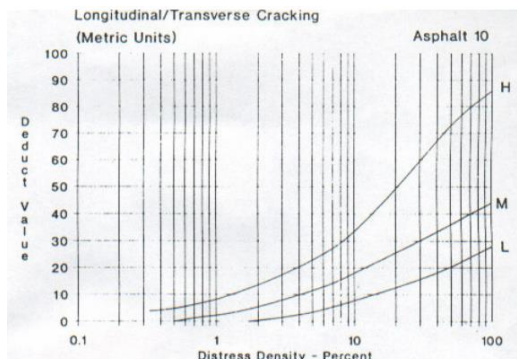
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 7 Grieta de borde



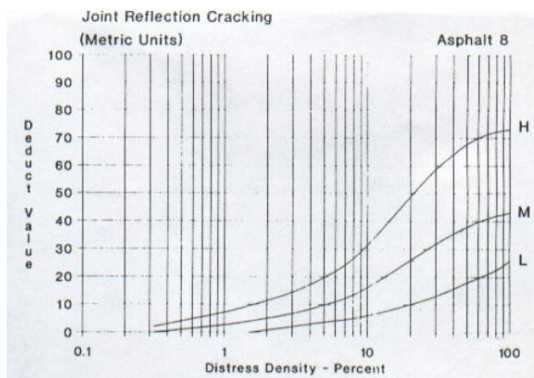
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 10 Grieta longitudinal y transversal



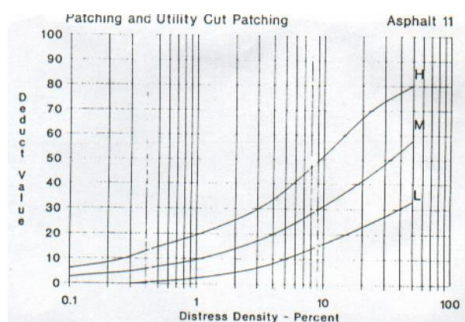
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 8 Grieta de reflexión de junta



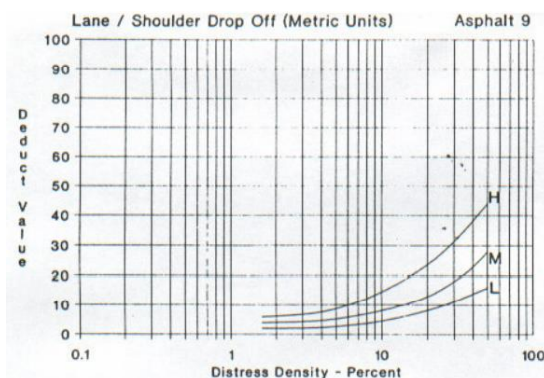
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 11 Parcheo y acometidas de servicios públicos



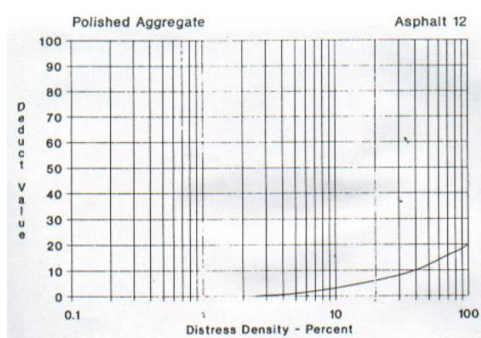
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 9 Desnivel carril - berma



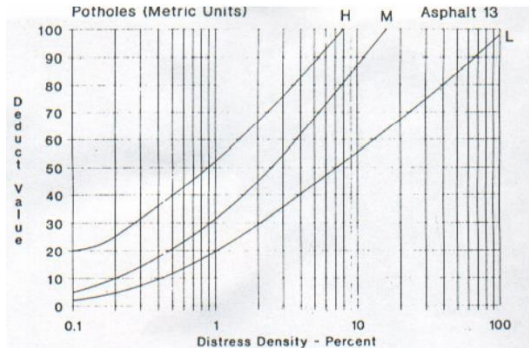
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 12 Pulimiento de agregados



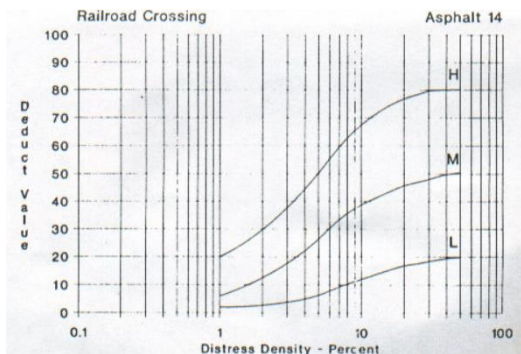
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 13 Huecos



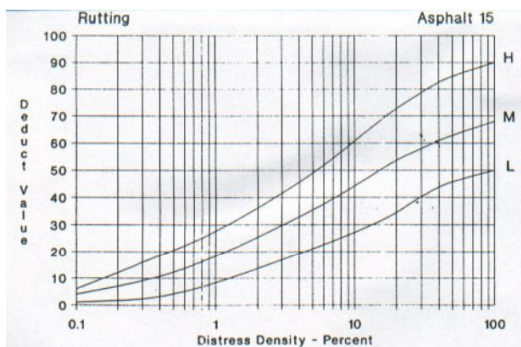
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 14 Cruce de vía férrea



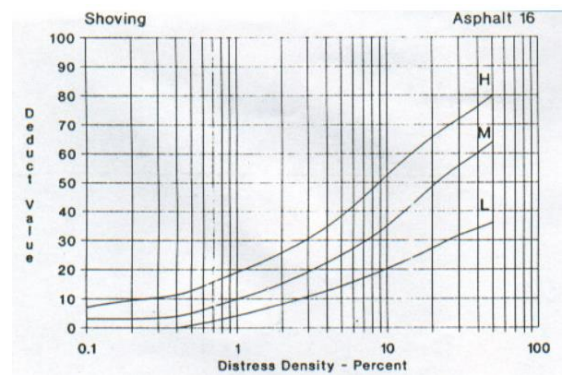
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 15 Ahuellamiento



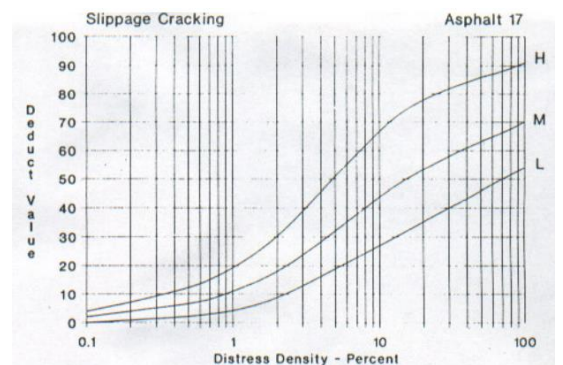
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 16 Desplazamiento



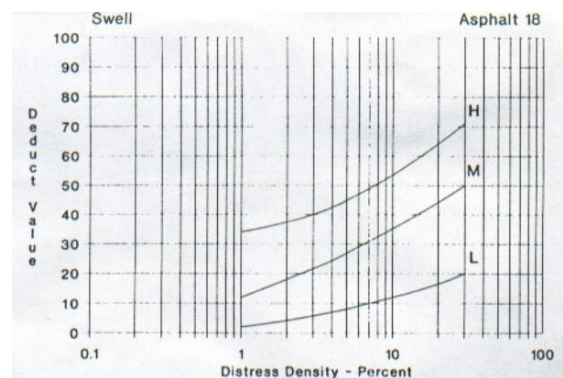
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 17 Grieta parabólica



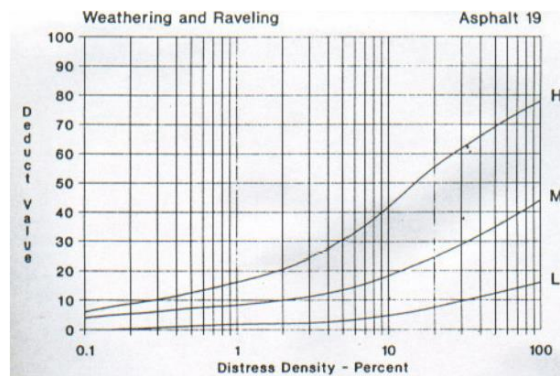
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

### 18 Hinchamiento



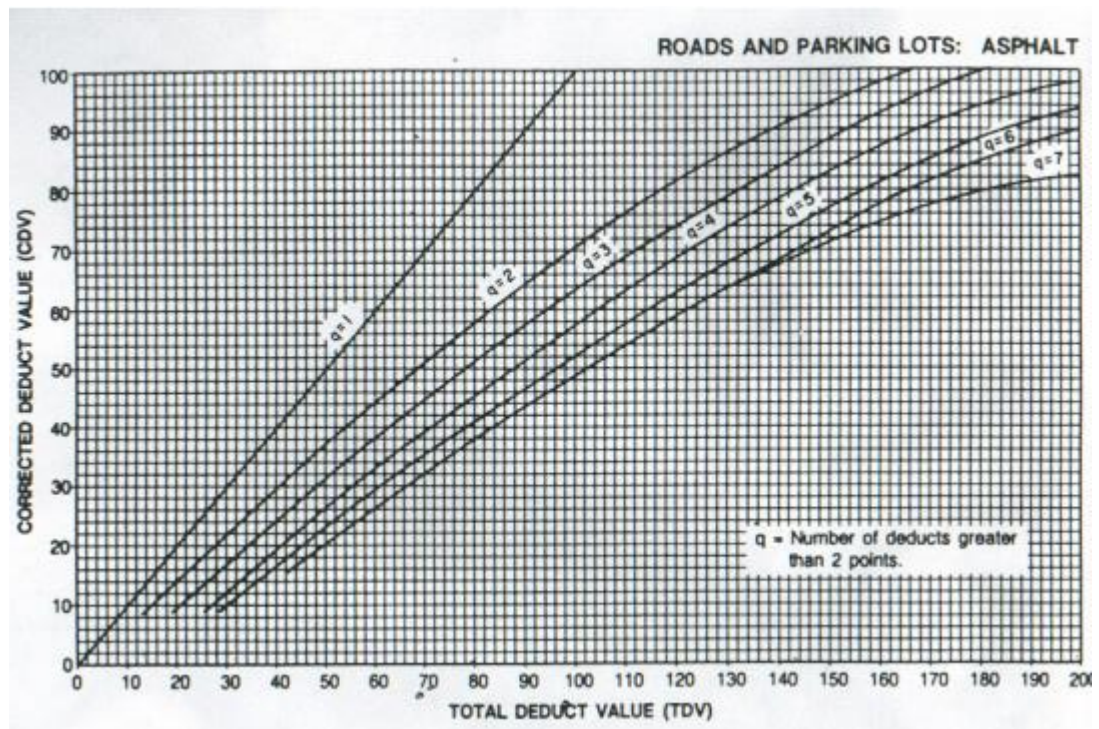
Fuente: Pavement Condition Index  
PCI, 2002.

## 19 Meteorización – desprendimiento de agregados



Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

## Valores deducidos finales



Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

### Anexo 3. Granulometría para las superficies

#### 1 Granulometría para la superficie de rodadura

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	A	B	C	D	E
2" (50.8 mm)	100				
1 1/2" (38.10 mm)	80 - 100				
1" (25.4 mm.)	60 - 80	100	100	100	100
3/8" (9.5 mm.)	--	50 - 85	60 - 100	--	--
Nº 4 (4.75 mm.)	45 - 65	35 - 70	45 - 85	--	--
Nº 10 (2.00 mm.)	--	25 - 50	30 - 65	40 - 100	55 - 100
Nº 40 (0.425 mm.)	--	12 - 30	15 - 40	20 - 50	30 - 70
Nº 200 (0.075 mm.)	5 - 15	4 - 12	5 - 15	6 - 20	8 - 25

**Fuente:** Especificaciones de obras para la construcción de Caminos y Puentes, 2002

#### 2 Granulometría para Sub – base

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

**Fuente:** Especificaciones de obras para la construcción de Caminos y Puentes, 2002

#### 3 Granulometría para Base tipo 1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

**Fuente:** Especificaciones de obras para la construcción de Caminos y Puentes, 2002

#### 4 Granulometría para Base tipo 2

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

**Fuente:** Especificaciones de obras para la construcción de Caminos y Puentes, 2002

#### 5 Granulometría para Base tipo 3

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4"(19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15



**Fuente:** Especificaciones de obras para la construcción de Caminos y Puentes, 2002

#### 6 Granulometría para Base tipo 4

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

**Fuente:** Especificaciones de obras para la construcción de Caminos y Puentes, 2002

## Anexo 4. Características de la vía.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"									
<b>Abscisa Inicial:</b>	4+000	<b>Long de la Muestra:</b>		8 Km	<b>Fecha:</b> 15/11/2021					
<b>Abscisa Final:</b>	8+000	<b>Unidad de Muestreo:</b>		1	<b>Responsable:</b> Paul Palacios					
<b>Ancho de Carril promedio:</b>		7.25 m		<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Byron Cañizares				
CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA										
Abscisa	Acera		Cuneta		Cruce de agua	Intersección		Tapa de pozos	Reductor de velocidad.	Observaciones
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda		Derecha (m)	Izquierda (m)			
4+000	X	X	X							Zona Rural
4+020	X	X	X							Zona Rural
4+040	X	X	X					X		Zona Rural
4+060	X		X							Zona Rural
4+080	X	X	X							Zona Rural
4+100	X	X	X							Zona Rural
4+120	X	X	X							Zona Rural
4+140	X	X	X				3.6	X		Zona Rural
4+160	X	X	X							Zona Rural
4+180	X	X	X							Zona Rural
4+200		X					7.1			Zona Rural
4+220	X	X	X							Zona Rural
4+240	X	X	X					X		Zona Rural
4+260	X	X	X							Zona Rural
4+280	X		X				7.4			Zona Rural
4+300	X	X	X							Zona Rural
4+320	X	X	X							Zona Rural
4+340	X	X	X							Zona Rural
4+360	X	X	X					X		Zona Rural
4+380	X	X	X							Zona Rural
4+400	X		X							Zona Rural
4+420	X		X							Zona Rural
4+440	X		X							Zona Rural
4+460	X		X							Zona Rural
4+480	X		X							Zona Rural
4+500	X		X							Zona Rural
4+520										Zona Rural
4+540							7.3	X		Zona Rural
4+560		X					7.2			Zona Rural
4+580		X								Zona Rural
4+600		X								Zona Rural
4+620		X								Zona Rural
4+640		X								Zona Rural
4+660		X						X		Zona Rural
4+680		X								Zona Rural
4+700		X					7.4			Zona Rural
4+720				X						Zona Rural
4+740		X		X			X	X		Zona Rural
4+760	X	X		X						Zona Rural
4+780	X	X		X					X	Zona Rural
4+800	X	X		X						Zona Rural
4+820	X	X		X				X	X	Zona Rural
4+840	X	X		X			4			Zona Rural
4+860		X		X						Zona Rural
4+880		X		X						Zona Rural
4+900		X		X						Zona Rural
4+920		X		X						Zona Rural
4+940		X		X						Zona Rural
4+960		X		X				X		Zona Rural
4+980		X		X						Zona Rural
5+000										Zona Rural
5+020								X		Zona Rural
5+040										Zona Rural
5+060					X					Zona Rural
5+080										Zona Rural
5+100										Zona Rural
5+120										Zona Rural
5+140										Zona Rural
5+160										Zona Rural
5+180							5.4			Zona Rural
5+200										Zona Rural
5+220										Zona Rural
5+240										Zona Rural



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



<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"				
<b>Abscisa Inicial:</b>	4+000	<b>Long de la Muestra:</b>	8 Km	<b>Fecha:</b>	15/11/2021
<b>Abscisa Final:</b>	8+000	<b>Unidad de Muestreo:</b>	1	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios
<b>Ancho de Carril promedio:</b>	7.25 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañazares

**CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA**

Abscisa	Acera		Cuneta		Cruce de agua	Intersección		Tapa de pozos	Reductor de velocidad.	Observaciones
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda		Derecha (m)	Izquierda (m)			
5+260										Zona Rural
5+280										Zona Rural
5+300										Zona Rural
5+320										Zona Rural
5+340										Zona Rural
5+360										Zona Rural
5+380										Zona Rural
5+400										Zona Rural
5+420							4.5			Zona Rural
5+440								X		Zona Rural
5+460										Zona Rural
5+480						5.2				Zona Rural
5+500	X									Zona Rural
5+520	X									Zona Rural
5+540	X									Zona Rural
5+560	X							X		Zona Rural
5+580	X									Zona Rural
5+600	X									Zona Rural
5+620	X									Zona Rural
5+640	X									Zona Rural
5+660	X							X		Zona Rural
5+680	X						3.5			Zona Rural
5+700	X									Zona Rural
5+720	X									Zona Rural
5+740	X									Zona Rural
5+760	X									Zona Rural
5+780	X									Zona Rural
5+800	X							X		Zona Rural
5+820	X									Zona Rural
5+840	X									Zona Rural
5+860	X									Zona Rural
5+880	X									Zona Rural
5+900	X							X		Zona Rural
5+920	X									Zona Rural
5+940	X									Zona Rural
5+960	X									Zona Rural
5+980	X					7.5	7.5			Zona Rural
6+000	X									Zona Rural
6+020	X									Zona Rural
6+040	X									Zona Rural
6+060	X									Zona Rural
6+080	X							X		Zona Rural
6+100	X									Zona Rural
6+120	X									Zona Rural
6+140	X									Zona Rural
6+160	X					3.85				Zona Rural
6+180	X									Zona Rural
6+200	X									Zona Rural
6+220	X							X		Zona Rural
6+240	X									Zona Rural
6+260	X									Zona Rural
6+280	X									Zona Rural
6+300	X									Zona Rural
6+320	X									Zona Rural
6+340	X									Zona Rural
6+360	X									Zona Rural
6+380	X							X		Zona Rural
6+400	X									Zona Rural
6+420	X									Zona Rural
6+440	X									Zona Rural
6+460	X							X		Zona Rural
6+480	X									Zona Rural
6+500	X									Zona Rural





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





<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"				
<b>Abscisa Inicial:</b>	4+000	<b>Long de la Muestra:</b>	8 Km	<b>Fecha:</b>	15/11/2021
<b>Abscisa Final:</b>	8+000	<b>Unidad de Muestreo:</b>	l	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios
<b>Ancho de Carril promedio:</b>	7.25 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares



Abscisa	Acera		Cuneta		Cruce de agua	Intersección		Tapa de pozos	Reductor de velocidad	Observaciones
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda		Derecha (m)	Izquierda (m)			
	6+520	X								
6+540	X									Zona Rural
6+560	X									Zona Rural
6+580	X						3.6			Zona Rural
6+600	X									Zona Rural
6+620	X							X		Zona Rural
6+640	X									Zona Rural
6+660	X									Zona Rural
6+680	X									Zona Rural
6+700	X									Zona Rural
6+720	X									Zona Rural
6+740	X								X	Zona Rural
6+760						7.12	7.25			Zona Rural
6+780										Zona Rural
6+800	X									Zona Rural
6+820	X									Zona Rural
6+840	X									Zona Rural
6+860	X						4.28			Zona Rural
6+880	X									Zona Rural
6+900	X									Zona Rural
6+920	X									Zona Rural
6+940	X							X		Zona Rural
6+960	X									Zona Rural
6+980	X									Zona Rural
7+000	X						4.72			Zona Rural
7+020	X									Zona Rural
7+040	X									Zona Rural
7+060	X							X		Zona Rural
7+080	X									Zona Rural
7+100	X									Zona Rural
7+120	X									Zona Rural
7+140	X						3.8			Zona Rural
7+160	X									Zona Rural
7+180	X									Zona Rural
7+200	X									Zona Rural
7+220	X									Zona Rural
7+240	X									Zona Rural
7+260	X						3.68	X		Zona Rural
7+280	X									Zona Rural
7+300	X									Zona Rural
7+320	X					3.89	3.15			Zona Rural
7+340	X									Zona Rural
7+360	X					7.21				Zona Rural
7+380	X									Zona Rural
7+400	X					7.26		X		Zona Rural
7+420	X									Zona Rural
7+440	X									Zona Rural
7+460	X							X		Zona Rural
7+480	X									Zona Rural
7+500	X									Zona Rural
7+520	X									Zona Rural
7+540	X									Zona Rural
7+560	X									Zona Rural
7+580	X									Zona Rural
7+600	X									Zona Rural
7+620	X									Zona Rural
7+640	X					5.2				Zona Rural
7+660	X							X		Zona Rural
7+680	X									Zona Rural
7+700	X									Zona Rural
7+720	X									Zona Rural
7+740	X									Zona Rural
7+760	X									Zona Rural
7+780	X									Zona Rural
7+800	X									Zona Rural
7+820	X							X		Zona Rural
7+840	X					4.9		X		Zona Rural
7+860	X							X		Zona Rural
7+880	X									Zona Rural
7+900	X					3.65	7.4	X		Zona Rural
7+920	X									Zona Rural
7+940	X									Zona Rural
7+960	X									Zona Rural
7+980	X									Zona Rural
8+000	X									Zona Rural

## Anexo 5. Conteo Vehicular.

### Anexo 5.1. Formato Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 			
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
<b>Coordenadas</b>		<b>Estado del clima.</b>		<b>Sentido</b>	<b>Día</b>	<b>Fecha:</b> 08/11/2021			
<b>Norte :</b>	9849104.00	<b>Clima en la mañana :</b> Nublado		Ambos sentidos	Lunes	<b>Responsable:</b> Paul Palacios			
<b>Este:</b>	762197.00	<b>Clima en la tarde :</b> Soleado				<b>Revisado por:</b> Ing. Mg. Byron Cañizares			
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4			
7h00	7h15								
7h15	7h30								
7h30	7h45								
7h45	8h00								
<b>7h00</b>	<b>8h00</b>								
8h00	8h15								
8h15	8h30								
8h30	8h45								
8h45	9h00								
<b>8h00</b>	<b>9h00</b>								
9h15	9h30								
9h30	9h45								
9h45	10h00								
<b>9h00</b>	<b>10h00</b>								
10h15	10h30								
10h30	10h45								
10h45	11h00								
<b>10h00</b>	<b>11h00</b>								
11h15	11h30								
11h30	11h45								
11h45	12h00								
<b>11h00</b>	<b>12h00</b>								
12h15	12h30								
12h30	12h45								
12h45	13h00								
<b>12h00</b>	<b>13h00</b>								
13h15	13h30								
13h30	13h45								
13h45	14h00								
<b>13h00</b>	<b>14h00</b>								
14h15	14h30								
14h30	14h45								
14h45	15h00								
<b>14h00</b>	<b>15h00</b>								
15h15	15h30								
15h30	15h45								
15h45	16h00								
<b>15h00</b>	<b>16h00</b>								
16h15	16h30								
16h30	16h45								
16h45	17h00								
<b>16h00</b>	<b>17h00</b>								
17h15	17h30								
17h30	17h45								
17h45	18h00								
<b>17h00</b>	<b>18h00</b>								
18h15	18h30								
18h30	18h45								
18h45	19h00								
<b>18h00</b>	<b>19h00</b>								
18h00	18h15								
18h15	18h30								
18h30	18h45								
18h45	19h00								
<b>12 HORAS</b>									



## Anexo 5.2. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 1.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Proyecto:		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
Coordenadas		Estado del clima.		Sentido	Día	Fecha:		08/11/2021		
Norte :		9849104.00	Clima en la mañana :		Nublado	Ambos sentidos	Lunes	Responsable:		Paul Palacios
Este:		762197.00	Clima en la tarde :		Soleado			Revisado por:		Ing. Mg. Byron Cañizares
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C-4				
7h00	7h15	37	2				2	39		
7h15	7h30	23	3	2			5	28		
7h30	7h45	43	3	1			4	47		
7h45	8h00	16	5				5	21	135	
8h00	8h15	13	1	1	1		2	16	112	
8h15	8h30	37		3	2		5	42	126	
8h30	8h45	22		4		1	5	27	106	
8h45	9h00	23					0	23	108	
9h00	9h15	19		2			2	21	113	
9h15	9h30	10		3	2		5	15	86	
9h30	9h45	23		2			2	25	84	
9h45	10h00	28	1				0	29	90	
10h00	10h15	25			2		2	27	96	
10h15	10h30	21	2	2			2	25	106	
10h30	10h45	14		3		1	4	18	99	
10h45	11h00	29		2	1		3	32	102	
11h00	11h15	36		1	1		2	38	113	
11h15	11h30	15				1	1	16	104	
11h30	11h45	23	1	1	2		3	27	113	
11h45	12h00	19		1			1	20	101	
12h00	12h15	40		2	3		5	45	108	
12h15	12h30	23		3			3	26	118	
12h30	12h45	27					0	27	118	
12h45	13h00	34		1			1	35	133	
13h00	13h15	29		1			1	30	118	
13h15	13h30	37				1	1	38	130	
13h30	13h45	17		2			2	19	122	
13h45	14h00	23	1		1		1	25	112	
14h00	14h15	28	1	3			3	32	114	
14h15	14h30	14			2		2	16	92	
14h30	14h45	35			2		2	37	110	
14h45	15h00	12		1			1	13	98	
15h00	15h15	26	1				0	27	93	
15h15	15h30	17			1		1	18	95	
15h30	15h45	31		2		1	3	34	92	
15h45	16h00	37					0	37	116	
16h00	16h15	16		5	1		6	22	111	
16h15	16h30	22			1		1	23	116	
16h30	16h45	15					0	15	97	
16h45	17h00	29		1	2		3	32	92	
17h00	17h15	32		1			1	33	103	
17h15	17h30	23			2		1	26	106	
17h30	17h45	48		2			2	50	141	
17h45	18h00	28			1		1	29	138	
18h00	18h15	27		1	2		3	30	135	
18h15	18h30	39	1		2		2	42	151	
18h30	18h45	28		2			2	30	131	
18h45	19h00	13			2		2	15	117	
18h00	18h15	21			2		2	23	110	
18h15	18h30	19		4			4	23	91	
18h30	18h45	29		2			2	31	92	
18h45	19h00	12			1		1	13	90	
<b>12 HORAS</b>		1307	9	71	39	5	1	116	1432	



### Anexo 5.3. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 2.

Proyecto:		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"									
Coordenadas		Estado del clima.		Sentido	Día	Fecha:		09/11/2021			
Norte :		9849104.00	Clima en la mañana :		Nublado	Ambos sentidos	Martes	Responsable:		Paul Palacios	
Este:		762197.00	Clima en la tarde :		Nublado			Revisado por:		Ing. Mg. Byron Cañizares	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA		
			C-2P	C-2G	C-3	C-4					
7h00	7h15	22	3	1			4	26			
7h15	7h30	17	2			1	3	20			
7h30	7h45	31		1			1	32			
7h45	8h00	19	2				2	21		99	
8h00	8h15	18		1			1	19		92	
8h15	8h30	15	1	1			1	17		89	
8h30	8h45	29	1	2			3	32		89	
8h45	9h00	43					0	43		111	
9h00	9h15	16					0	16		108	
9h15	9h30	47	4	2			6	53		144	
9h30	9h45	37					0	37		149	
9h45	10h00	26					0	26		132	
10h00	10h15	17	1	2			2	20		136	
10h15	10h30	32	1			1	2	34		117	
10h30	10h45	14	1	5			6	20		100	
10h45	11h00	31	1	1			2	33		107	
11h00	11h15	26	1	1			1	28		115	
11h15	11h30	12	1				0	13		94	
11h30	11h45	16	2	2			4	20		94	
11h45	12h00	12					0	12		73	
12h00	12h15	18	1	3			4	22		67	
12h15	12h30	21					0	21		75	
12h30	12h45	8				1	1	9		64	
12h45	13h00	13	3				3	16		68	
13h00	13h15	29	1	2			2	32		78	
13h15	13h30	21					0	21		78	
13h30	13h45	37	2				2	39		108	
13h45	14h00	12		1			1	13		105	
14h00	14h15	18	1	3			4	22		95	
14h15	14h30	9					0	9		83	
14h30	14h45	16	3				3	19		63	
14h45	15h00	21		2			2	23		73	
15h00	15h15	12					0	12		63	
15h15	15h30	2	1	1			1	4		58	
15h30	15h45	14		2			2	16		55	
15h45	16h00	18		2			2	20		52	
16h00	16h15	11	3	1			4	15		55	
16h15	16h30	23					0	23		74	
16h30	16h45	15					0	15		73	
16h45	17h00	12		2			2	14		67	
17h00	17h15	16	1				1	17		69	
17h15	17h30	31					0	31		77	
17h30	17h45	15	2				2	17		79	
17h45	18h00	6		1		1	2	8		73	
18h00	18h15	12					0	12		68	
18h15	18h30	18	1	1			1	20		57	
18h30	18h45	24	3				3	27		67	
18h45	19h00	11		2			2	13		72	
18h00	18h15	8		2			2	10		70	
18h15	18h30	26	2				2	28		78	
18h30	18h45	13				1	1	14		65	
18h45	19h00	17		2			2	19		71	
<b>12 HORAS</b>		<b>1007</b>	<b>7</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>89</b>	<b>1103</b>		



### Anexo 5.4. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
Coordenadas		Estado del clima.		Sentido	Día	Fecha:		10/11/2021	
Norte :	9849104.00	Clima en la mañana :		Soleado	Ambos sentidos	Miércoles	Responsable:		Paul Palacios
Este:	762197.00	Clima en la tarde :		Lluvioso			Revisado por:		Ing. Mg. Byron Cañizares
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4			
7h00	7h15	20					0	20	
7h15	7h30	11					0	11	
7h30	7h45	40	1	2			3	43	
7h45	8h00	5					0	5	79
8h00	8h15	13	1	1			1	15	74
8h15	8h30	11			1	1	2	13	76
8h30	8h45	20		2			2	22	55
8h45	9h00	21					0	21	71
9h00	9h15	14					0	14	70
9h15	9h30	26	1		1		1	28	85
9h30	9h45	28					0	28	91
9h45	10h00	26			3		3	29	99
10h00	10h15	6	1		4		4	11	96
10h15	10h30	18	2	2	1	1	5	25	93
10h30	10h45	10				1	1	11	76
10h45	11h00	14					0	14	61
11h00	11h15	19					0	19	69
11h15	11h30	24					0	24	68
11h30	11h45	18	1	2	1		3	22	79
11h45	12h00	9					0	9	74
12h00	12h15	16			1		1	17	72
12h15	12h30	19		1			1	20	68
12h30	12h45	8					0	8	54
12h45	13h00	12			2		2	14	59
13h00	13h15	17		1	1		2	19	61
13h15	13h30	16		3			3	19	60
13h30	13h45	21	1				0	22	74
13h45	14h00	7					0	7	67
14h00	14h15	9					0	9	57
14h15	14h30	8			1		1	9	47
14h30	14h45	14		1	3		4	18	43
14h45	15h00	15					0	15	51
15h00	15h15	8					0	8	50
15h15	15h30	12	1		2		2	15	56
15h30	15h45	9	1				0	10	48
15h45	16h00	14			1		1	15	48
16h00	16h15	11		1			1	12	52
16h15	16h30	16			1		1	17	54
16h30	16h45	4	1	1			1	6	50
16h45	17h00	8					0	8	43
17h00	17h15	11	1				0	12	43
17h15	17h30	16					0	16	42
17h30	17h45	9			1		1	10	46
17h45	18h00	12		1	1		2	14	52
18h00	18h15	12		1	1		2	14	54
18h15	18h30	17		1			1	18	56
18h30	18h45	13				1	1	14	60
18h45	19h00	21					0	21	67
18h00	18h15	5					0	5	58
18h15	18h30	10					0	10	50
18h30	18h45	18	1				0	19	55
18h45	19h00	12					0	12	46
<b>12 HORAS</b>		<b>864</b>	<b>11</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>78</b>	<b>953</b>



### Anexo 5.5. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
<b>Coordenadas</b>		<b>Estado del clima.</b>		<b>Sentido</b>	<b>Día</b>	<b>Fecha:</b>			11/11/2021	
<b>Norte :</b>	9849104.00	<b>Clima en la mañana :</b>		Nublado	Ambos sentidos	Jueves	<b>Responsable:</b>		Paul Palacios	
<b>Este:</b>	762197.00	<b>Clima en la tarde :</b>		Nublado			<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Byron Cañazares	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4				
7h00	7h15	12						0	12	
7h15	7h30	31		5				5	36	
7h30	7h45	16		1	1			2	18	
7h45	8h00	11						0	11	77
8h00	8h15	15	3	1				1	19	84
8h15	8h30	18			3	1		4	22	70
8h30	8h45	31		2				2	33	85
8h45	9h00	12						0	12	86
9h00	9h15	10		5	3			8	18	85
9h15	9h30	18			1			1	19	82
9h30	9h45	22	1					0	23	72
9h45	10h00	15						0	15	75
10h00	10h15	6	1					0	7	64
10h15	10h30	14	2	2	2	1	1	6	22	67
10h30	10h45	17			1	1		2	19	63
10h45	11h00	19		3				3	22	70
11h00	11h15	9						0	9	72
11h15	11h30	17			4			4	21	71
11h30	11h45	13		2				2	15	67
11h45	12h00	12						0	12	57
12h00	12h15	21						0	21	69
12h15	12h30	15		1	3			4	19	67
12h30	12h45	7	1					0	8	60
12h45	13h00	17			1			1	18	66
13h00	13h15	12		1	2			3	15	60
13h15	13h30	27		3				3	30	71
13h30	13h45	12						0	12	75
13h45	14h00	19						0	19	76
14h00	14h15	9	1		1			1	11	72
14h15	14h30	17			1			1	18	60
14h30	14h45	12		1				1	13	61
14h45	15h00	27	1		1			1	29	71
15h00	15h15	25		2				2	27	87
15h15	15h30	17			1			1	18	87
15h30	15h45	21						0	21	95
15h45	16h00	19			4			4	23	89
16h00	16h15	21		1				1	22	84
16h15	16h30	17			1			1	18	84
16h30	16h45	19		1				1	20	83
16h45	17h00	20			5			5	25	85
17h00	17h15	18						0	18	81
17h15	17h30	22	3		2			2	27	90
17h30	17h45	11						0	11	81
17h45	18h00	26		1	2			3	29	85
18h00	18h15	9		1				1	10	77
18h15	18h30	14	2	1				1	17	67
18h30	18h45	4		4	4	1		9	13	69
18h45	19h00	15						0	15	55
18h00	18h15	19			3			3	22	67
18h15	18h30	22						0	22	72
18h30	18h45	11	1					0	12	71
18h45	19h00	26						0	26	82
<b>12 HORAS</b>		869	16	38	46	4	1	89	974	

## Anexo 5.6. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 5.



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
<b>Coordenadas</b>		<b>Estado del clima.</b>		<b>Sentido</b>	<b>Día</b>	<b>Fecha:</b> 12/11/2021				
<b>Norte :</b>	9849104.00	<b>Clima en la mañana :</b>		Nublado	Ambos sentidos	Viernes	<b>Responsable:</b> Paul Palacios			
<b>Este:</b>	762197.00	<b>Clima en la tarde :</b>		Nublado	<b>Revisado por:</b> Ing. Mg. Byron Cañizares					
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C-4				
7h00	7h15	27					0	27		
7h15	7h30	24	1	1	2		3	28		
7h30	7h45	39		2	1		3	42		
7h45	8h00	25		3			3	28	125	
8h00	8h15	28		1	1		2	30	128	
8h15	8h30	19		3			3	22	122	
8h30	8h45	29		4	2	1	7	36	116	
8h45	9h00	31					0	31	119	
9h00	9h15	19					0	19	108	
9h15	9h30	29		1	2		3	32	118	
9h30	9h45	32		4			4	36	118	
9h45	10h00	17					0	17	104	
10h00	10h15	22			2		2	24	109	
10h15	10h30	15		1			1	16	93	
10h30	10h45	28		2		1	3	31	88	
10h45	11h00	37			1		1	38	109	
11h00	11h15	21			1		1	22	107	
11h15	11h30	28	1	2		1	3	32	123	
11h30	11h45	17	1		2		2	20	112	
11h45	12h00	25					0	25	99	
12h00	12h15	13		4	3		7	20	97	
12h15	12h30	17		1			1	18	83	
12h30	12h45	23					0	23	86	
12h45	13h00	18			3		3	21	82	
13h00	13h15	29		1			1	30	92	
13h15	13h30	26			3	1	4	30	104	
13h30	13h45	17					0	17	98	
13h45	14h00	18			1		1	19	96	
14h00	14h15	24					0	24	90	
14h15	14h30	20			1		1	21	81	
14h30	14h45	19	1	2	2		4	24	88	
14h45	15h00	7					0	7	76	
15h00	15h15	19					0	19	71	
15h15	15h30	21		1	1		2	23	73	
15h30	15h45	23			2	1	3	26	75	
15h45	16h00	12					0	12	80	
16h00	16h15	16			1		1	17	78	
16h15	16h30	28			1		1	29	84	
16h30	16h45	25		1			1	26	84	
16h45	17h00	13			2		2	15	87	
17h00	17h15	11		2			2	13	83	
17h15	17h30	23			2		3	26	80	
17h30	17h45	12				1	0	12	66	
17h45	18h00	17			1		1	18	69	
18h00	18h15	28		3	2		5	33	89	
18h15	18h30	20			2		2	22	85	
18h30	18h45	11					0	11	84	
18h45	19h00	10			2		2	12	78	
18h00	18h15	14			2		2	16	61	
18h15	18h30	19			2		2	21	60	
18h30	18h45	42		7	6		13	55	104	
18h45	19h00	7			2		2	9	101	
<b>12 HORAS</b>		1114	4	46	55	5	1	107	1225	

### Anexo 5.7. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 6.



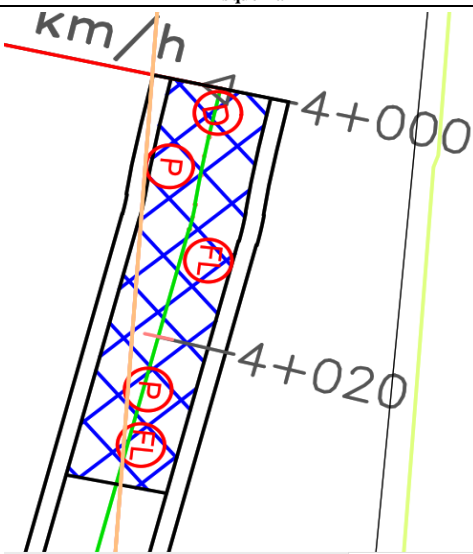
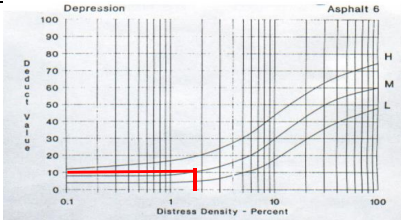
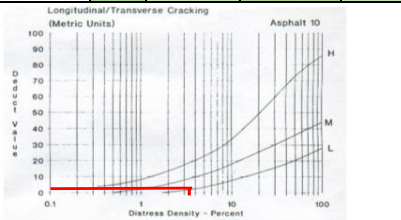
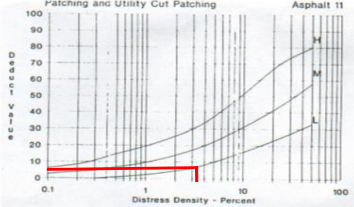
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 				
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
<b>Coordenadas</b>		<b>Estado del clima.</b>		<b>Sentido</b>	<b>Día</b>	<b>Fecha:</b> 13/11/2021				
<b>Norte :</b>	9849104.00	<b>Clima en la mañana :</b> Soleado		Ambos sentidos	Sábado	<b>Responsable:</b> Paul Palacios				
<b>Este:</b>	762197.00	<b>Clima en la tarde :</b> Soleado				<b>Revisado por:</b> Ing. Mg. Byron Cañizares				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C-4				
7h00	7h15	8					0	8		
7h15	7h30	22		3	2		5	27		
7h30	7h45	11					0	11		
7h45	8h00	34					0	34	80	
8h00	8h15	21					0	21	93	
8h15	8h30	27				1	1	28	94	
8h30	8h45	14					0	14	97	
8h45	9h00	9		1			1	10	73	
9h00	9h15	28					0	28	80	
9h15	9h30	12	1	1			1	14	66	
9h30	9h45	14	2	1			1	17	69	
9h45	10h00	17		1	2		3	20	79	
10h00	10h15	16					0	16	67	
10h15	10h30	29			1	1	1	3	32	85
10h30	10h45	15				1	1	1	16	84
10h45	11h00	10	1				0	11	75	
11h00	11h15	9		1			1	10	69	
11h15	11h30	13					0	13	50	
11h30	11h45	22					0	22	56	
11h45	12h00	21					0	21	66	
12h00	12h15	19					0	19	75	
12h15	12h30	13					0	13	75	
12h30	12h45	18					0	18	71	
12h45	13h00	26					0	26	76	
13h00	13h15	19					0	19	76	
13h15	13h30	16					0	16	79	
13h30	13h45	10					0	10	71	
13h45	14h00	29					0	29	74	
14h00	14h15	16					0	16	71	
14h15	14h30	13		1			1	14	69	
14h30	14h45	18					0	18	77	
14h45	15h00	27	1				0	28	76	
15h00	15h15	14		1			1	15	75	
15h15	15h30	30					0	30	91	
15h30	15h45	13					0	13	86	
15h45	16h00	25					0	25	83	
16h00	16h15	18					0	18	86	
16h15	16h30	15		2	1	1	4	19	75	
16h30	16h45	17					0	17	79	
16h45	17h00	13			5		5	18	72	
17h00	17h15	18					0	18	72	
17h15	17h30	35			2		2	37	90	
17h30	17h45	13	1				0	14	87	
17h45	18h00	18			2		2	20	89	
18h00	18h15	12					0	12	83	
18h15	18h30	10					0	10	56	
18h30	18h45	17			4		4	21	63	
18h45	19h00	17		1			1	18	61	
18h00	18h15	9			3		3	12	61	
18h15	18h30	32		3			3	35	86	
18h30	18h45	16					0	16	81	
18h45	19h00	27					0	27	90	
<b>12 HORAS</b>		945	5	16	22	4	1	43	993	





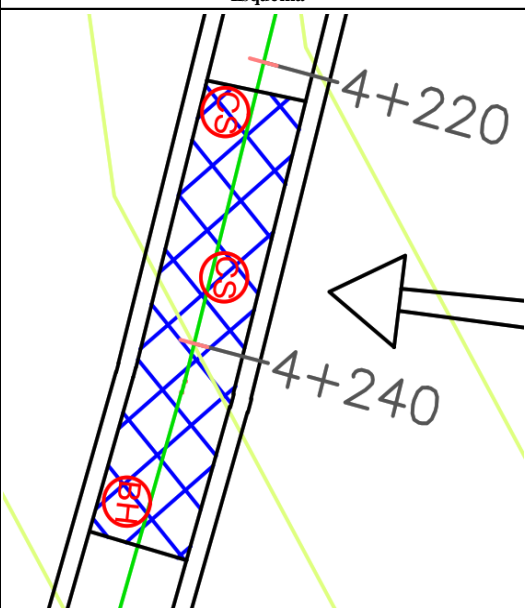
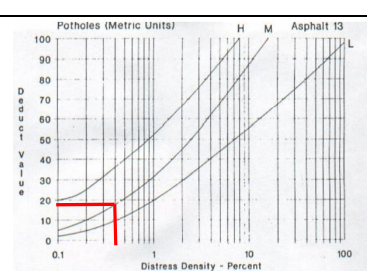
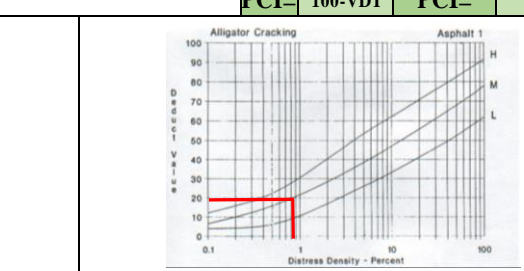
## Anexo 5.8. Conteo Vehicular en la vía Camino Real. Tramo 4. Día 7.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
<b>Coordenadas</b>		<b>Estado del clima.</b>		<b>Sentido</b>	<b>Día</b>	<b>Fecha:</b> 14/11/2021			
<b>Norte :</b>	9849104.00	<b>Clima en la mañana:</b> Nublado		Ambos sentidos	Domingo	<b>Responsable:</b> Paul Palacios			
<b>Este:</b>	762197.00	<b>Clima en la tarde:</b> Nublado				<b>Revisado por:</b> Ing. Mg. Byron Cañizares			
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADO	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2P	C-2G	C-3	C-4			
7h00	7h15	13					0	13	
7h15	7h30	18					0	18	
7h30	7h45	7		2			2	9	
7h45	8h00	21	1				0	22	62
8h00	8h15	27					0	27	76
8h15	8h30	13		1			1	14	72
8h30	8h45	14					0	14	77
8h45	9h00	17					0	17	72
9h00	9h15	24		1			1	25	70
9h15	9h30	30			1		1	31	87
9h30	9h45	5					0	5	78
9h45	10h00	19					0	19	80
10h00	10h15	27					0	27	82
10h15	10h30	22		1			2	24	75
10h30	10h45	26					0	26	96
10h45	11h00	18					0	18	95
11h00	11h15	23					0	23	91
11h15	11h30	14					0	14	81
11h30	11h45	39			1		1	40	95
11h45	12h00	11					0	11	88
12h00	12h15	14					0	14	79
12h15	12h30	12				1	1	13	78
12h30	12h45	16		2			2	18	56
12h45	13h00	10					0	10	55
13h00	13h15	24					0	24	65
13h15	13h30	18					0	18	70
13h30	13h45	27					0	27	79
13h45	14h00	12					0	12	81
14h00	14h15	33					0	33	90
14h15	14h30	13			1		1	14	86
14h30	14h45	30					0	30	89
14h45	15h00	14					0	14	91
15h00	15h15	6					0	6	64
15h15	15h30	15				1	1	16	66
15h30	15h45	24					0	24	60
15h45	16h00	12					0	12	58
16h00	16h15	16					0	16	68
16h15	16h30	15		1			1	16	68
16h30	16h45	11		1			1	12	56
16h45	17h00	15					0	15	59
17h00	17h15	23			1		1	24	67
17h15	17h30	17					0	17	68
17h30	17h45	13					0	13	69
17h45	18h00	38					0	38	92
18h00	18h15	27					0	27	95
18h15	18h30	18					0	18	96
18h30	18h45	24					0	24	107
18h45	19h00	19					0	19	88
18h00	18h15	33			1		1	34	95
18h15	18h30	10					0	10	87
18h30	18h45	28		1			1	29	92
18h45	19h00	17					0	17	90
<b>12 HORAS</b>		992	1	10	5	2	1	18	1011



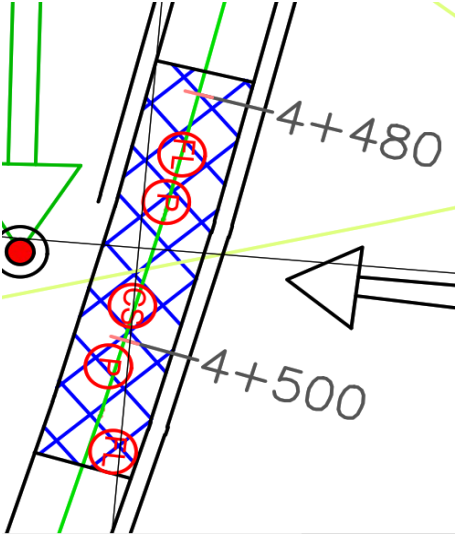
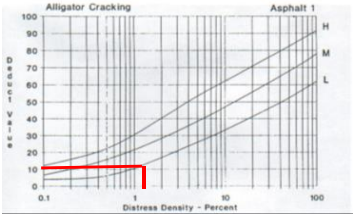
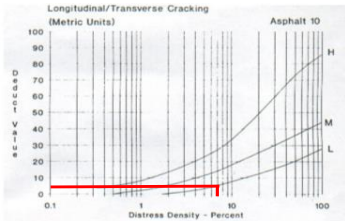
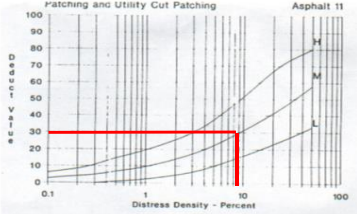
## Anexo 6. Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 1

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
<b>Proyecto:</b>	“Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua”									
<b>Abscisa Inicial:</b>	4+000	<b>Área de Muestreo:</b>	232.64m <sup>2</sup>							
<b>Abscisa Final:</b>	4+032	<b>Unidad de Muestreo:</b>	1							
<b>Ancho de Carril:</b>	7.27 m	<b>Fecha:</b>	28/12/2021							
		<b>Responsable:</b>	Paul Palacios							
		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas	Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	CS								
2	Exudación	EX								
3	Agrietamiento en Bloque	FB								
4	Abultamientos y Hundimientos	BS								
5	Corrugación	C								
6	Depresión	D								
7	Grieta de Borde	GB								
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR								
9	Desnivel Carril/Berma	DCB								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P								
12	Pulimiento de Agregados	AP								
13	Huecos	BH								
14	Ahuellamiento	AH								
15	Desplazamiento	DI								
16	Grietas parabólicas	FP								
17	Hinchamiento	H								
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD								
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales		U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
6		X		D	0.42		m <sup>2</sup>	0.42	0.18%	11
10	X			FL	7.1	1.03	m	8.13	3.56%	3
11	X			P	4.66	2.94	m <sup>2</sup>	7.60	3.33%	6
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>		<b>20</b>
<b>MUY BUENA</b>								<b>Cálculo de PCI</b>		
								<b>PCI=</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI=</b>
										
Valores deducidos para depresión.					Valores deducidos para fisuras longitudinales.					
										
Valores deducidos para parches.										
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.										



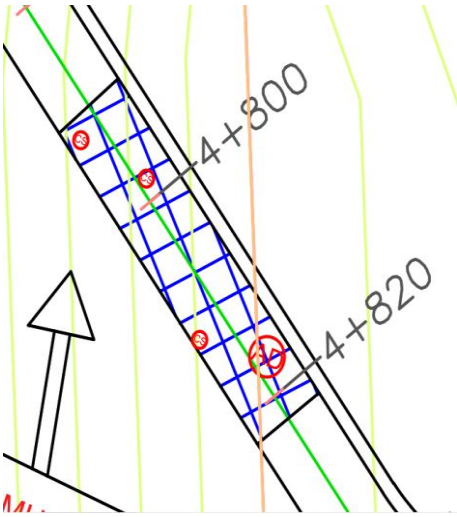
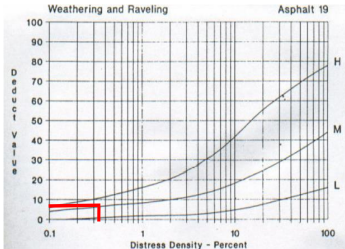
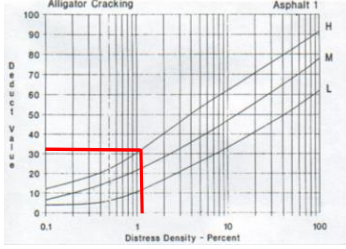
## Anexo 6.1 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 2

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"										
<b>Abscisa Inicial:</b>	4+222	<b>Área de Muestreo:</b>	233.92 m <sup>2</sup>	<b>Fecha:</b>	28/12/2021						
<b>Abscisa Final:</b>	4+254	<b>Unidad de Muestreo:</b>	2	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios						
<b>Ancho de Carril:</b>	7.31 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares						
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
No.	Fallas		Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	CS	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m								
5	Corrugación	C	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	D	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de Borde	GB	m								
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m								
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m <sup>2</sup>								
12	Pulimiento de Agregados	AP	m <sup>2</sup>								
13	Huecos	BH	Unidad								
14	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>								
15	Desplazamiento	DI	m <sup>2</sup>								
16	Grietas parabólica	FP	m <sup>2</sup>								
17	Hinchamiento	H	m <sup>2</sup>								
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m <sup>2</sup>								
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales		U	Total	Densidad %	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	1.38	0.56	m <sup>2</sup>	1.94	0.85%	18	
13		X		BH	1		m	1.00	0.44%	17	
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	35		
<b>BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>			
								<b>PCI= 100-VDT</b>	<b>PCI=</b>	<b>65</b>	
											
Valores deducidos para huecos.					Valores deducidos para piel de cocodrilo.						
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.											



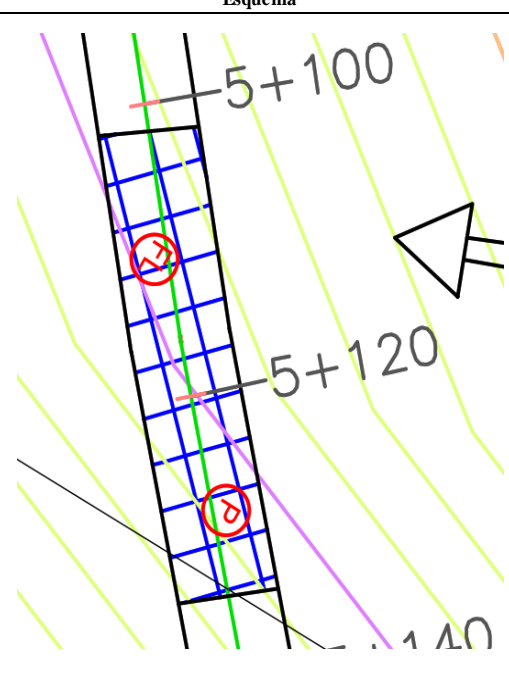
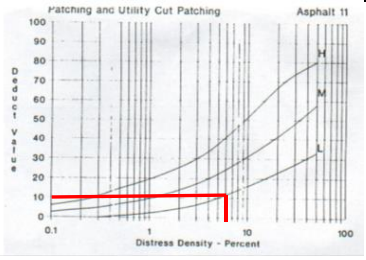
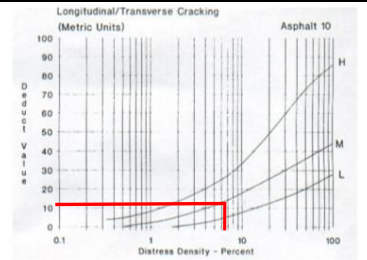
## Anexo 6.2 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 3

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"										
<b>Abscisa Inicial:</b>	4+478	<b>Área de Muestreo:</b>	231.68 m <sup>2</sup>								
<b>Abscisa Final:</b>	4+510	<b>Unidad de Muestreo:</b>	3								
<b>Ancho de Carril:</b>	7.24m	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares								
<b>EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO</b>											
No.	Fallas	Unidad	Esquema								
1	Piel de Cocodrilo	CS									
2	Exudación	EX									
3	Agrietamiento en Bloque	FB									
4	Abultamientos y Hundimientos	BS									
5	Corrugación	C									
6	Depresión	D									
7	Grieta de Borde	GB									
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR									
9	Desnivel Carril/Berma	DCB									
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT									
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P									
12	Pulimiento de Agregados	AP									
13	Huecos	BH									
14	Ahuellamiento	AH									
15	Desplazamiento	DI									
16	Grietas parabólica	FP									
17	Hinchamiento	H									
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD									
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales		U	Total	Densidad %	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1	X			CS	2.94		m <sup>2</sup>	2.94	1.29%	14	
10	X			FL	14	2.1	m	16.10	7.05%	4	
11		X		P	9.66	10.8	m <sup>2</sup>	20.46	8.96%	28	
<b>Rango de calificación PCI</b>									<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	46	
<b>REGULAR</b>									<b>Cálculo de PCI</b>		
									<b>PCI= 100-VDT</b>	<b>PCI=</b>	<b>54</b>
											
Valores deducidos para piel de cocodrilo.					Valores deducidos para fisuras longitudinales.						
											
Valores deducidos para parches.											
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.											



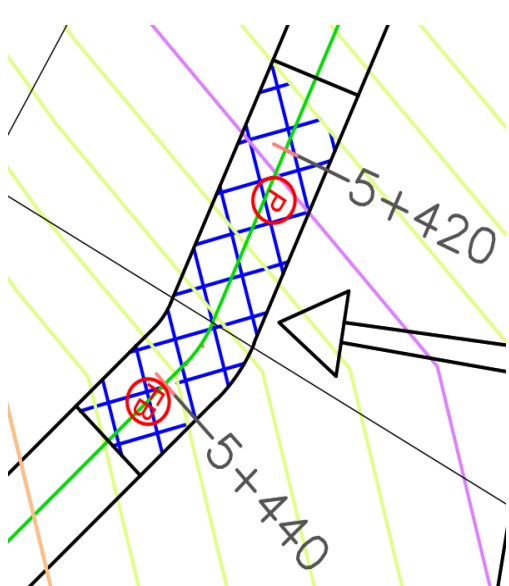
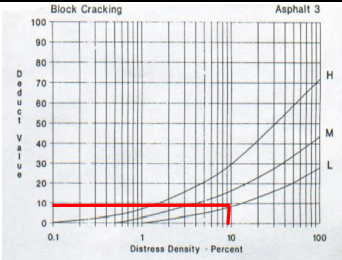
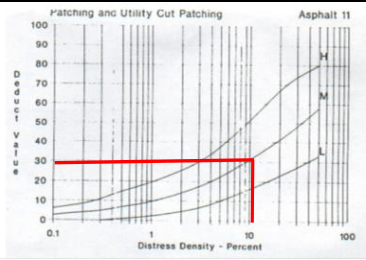
### Anexo 6.3 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 4

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"										
<b>Abscisa Inicial:</b>	4+790	<b>Área de Muestreo:</b>	229.76 m <sup>2</sup>								
<b>Abscisa Final:</b>	4+822	<b>Unidad de Muestreo:</b>	4								
<b>Ancho de Carril:</b>	7.18 m	<b>Fecha:</b>	28/12/2021								
		<b>Responsable:</b>	Paul Palacios								
		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares								
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
No.	Fallas	Código	Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	CS	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m								
5	Corrugación	C	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	D	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de Borde	GB	m								
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m								
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m								
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m <sup>2</sup>								
12	Pulimiento de Agregados	AP	m <sup>2</sup>								
13	Huecos	BH	Unidad								
14	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>								
15	Desplazamiento	DI	m <sup>2</sup>								
16	Grietas parabólica	FP	m <sup>2</sup>								
17	Hinchamiento	H	m <sup>2</sup>								
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m <sup>2</sup>								
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1			X	CS	0.36	1.47	0.89	m <sup>2</sup>	2.72	1.19%	33
18		X		AD	0.81			m	0.81	0.35%	7
<b>Rango de calificación PCI</b>									<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	<b>40</b>	
<b>BUENO</b>									<b>Cálculo de PCI</b>		
									<b>PCI=</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI=</b>
											
Valores deducidos para desprendimiento.						Valores deducidos para piel de cocodrilo.					
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.											



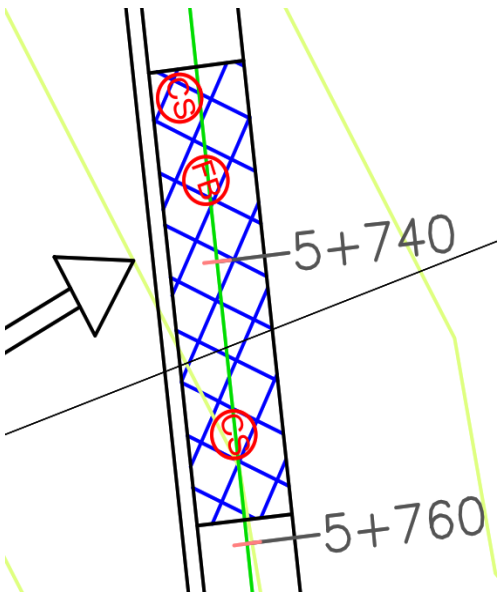
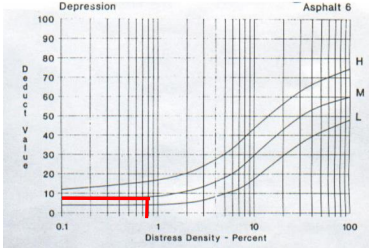
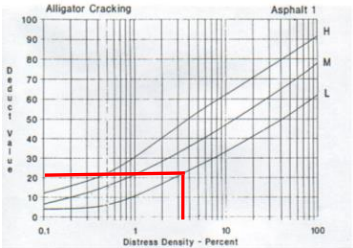
## Anexo 6.4 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 5

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
<b>Abscisa Inicial:</b>	5+102	<b>Área de Muestreo:</b>	228.8 m <sup>2</sup>	<b>Fecha:</b>	28/12/2021					
<b>Abscisa Final:</b>	5+134	<b>Unidad de Muestreo:</b>	5	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios					
<b>Ancho de Carril:</b>	7.15 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares					
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo	CS	m <sup>2</sup>							
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>							
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m <sup>2</sup>							
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m							
5	Corrugación	C	m <sup>2</sup>							
6	Depresión	D	m <sup>2</sup>							
7	Grieta de Borde	GB	m							
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m							
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m							
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m <sup>2</sup>							
12	Pulimiento de Agregados	AP	m <sup>2</sup>							
13	Huecos	BH	Unidad							
14	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>							
15	Desplazamiento	DI	m <sup>2</sup>							
16	Grietas parabólica	FP	m <sup>2</sup>							
17	Hinchamiento	H	m <sup>2</sup>							
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m <sup>2</sup>							
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
10		X		FL	15.76		m	15.76	6.90%	12
11	X			P		13.7	m <sup>2</sup>	13.70	6.00%	9
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	21	
<b>MUY BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>		
								<b>PCI=</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI=</b>
										
Valores deducidos para parches.					Valores deducidos para fisuras longitudinales.					
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.										

## Anexo 6.5 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 6



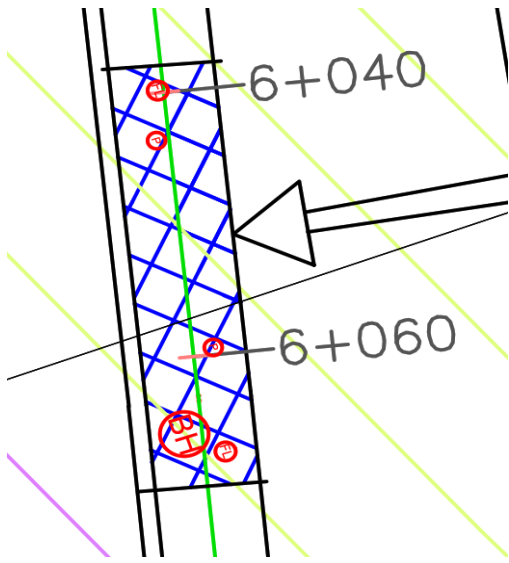
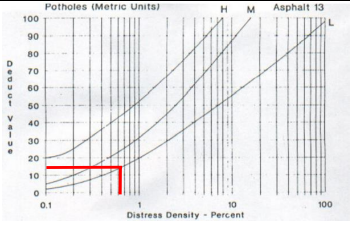
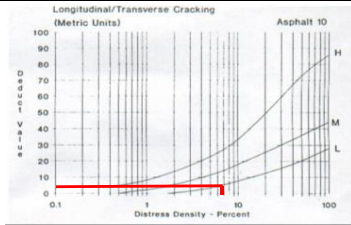
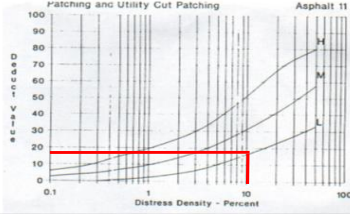
		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abcisa 4+000 hasta la abcisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"										
<b>Abscisa Inicial:</b>	5+414	<b>Área de Muestreo:</b>	233.28 m <sup>2</sup>	<b>Fecha:</b>	28/12/2021						
<b>Abscisa Final:</b>	5+446	<b>Unidad de Muestreo:</b>	6	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios						
<b>Ancho de Carril:</b>	7.29 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares						
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
No.	Fallas		Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	CS	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m								
5	Corrugación	C	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	D	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de Borde	GB	m								
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m								
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m <sup>2</sup>								
12	Pulimiento de Agregados	AP	m <sup>2</sup>								
13	Huecos	BH	Unidad								
14	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>								
15	Desplazamiento	DI	m <sup>2</sup>								
16	Grietas parabólica	FP	m <sup>2</sup>								
17	Hinchamiento	H	m <sup>2</sup>								
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m <sup>2</sup>								
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
3	X			FB	21.2		m	21.20	9.28%	8	
11	X			P		23.2	m <sup>2</sup>	23.20	10.16%	28	
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	36		
<b>BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>			
								<b>PCI=</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI=</b>	<b>64</b>
											
Valores deducidos para agrietamiento en bloque.					Valores deducidos para parches.						
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.											

## Anexo 6.6. Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 7



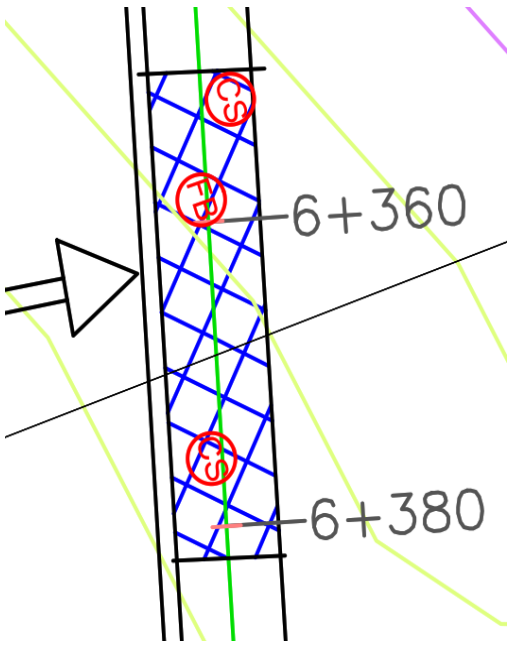
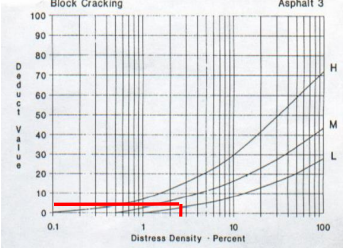
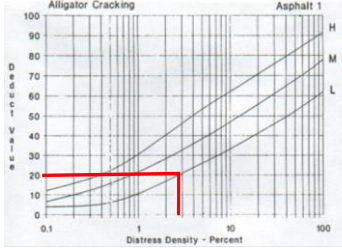
		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>Proyecto:</b>		"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
<b>Abscisa Inicial:</b>	5+726	<b>Área de Muestreo:</b>	233.6 m <sup>2</sup>	<b>Fecha:</b>	28/12/2021					
<b>Abscisa Final:</b>	5+758	<b>Unidad de Muestreo:</b>	7	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios					
<b>Ancho de Carril:</b>	7.30 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares					
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo	CS	m <sup>2</sup>							
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>							
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m <sup>2</sup>							
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m							
5	Corrugación	C	m <sup>2</sup>							
6	Depresión	D	m <sup>2</sup>							
7	Grieta de Borde	GB	m							
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m							
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m							
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m <sup>2</sup>							
12	Pulimiento de Agregados	AP	m <sup>2</sup>							
13	Huecos	BH	Unidad							
14	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>							
15	Desplazamiento	DI	m <sup>2</sup>							
16	Grietas parabólica	FP	m <sup>2</sup>							
17	Hinchamiento	H	m <sup>2</sup>							
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m <sup>2</sup>							
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
3	X			FB	4.6		m	4.60	2.01%	9
1	X			CS	4.7	3.2	m <sup>2</sup>	7.90	3.46%	20
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	29	
<b>MUY BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>		
								<b>PCI=</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI=</b>
										
Valores deducidos para depresión.					Valores deducidos para piel de cocodrilo.					
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.										





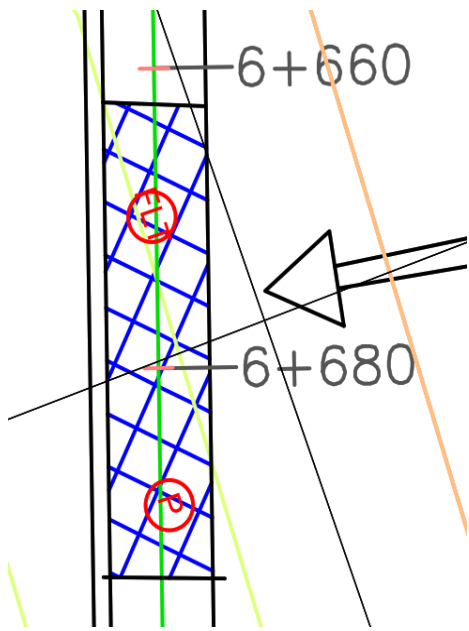
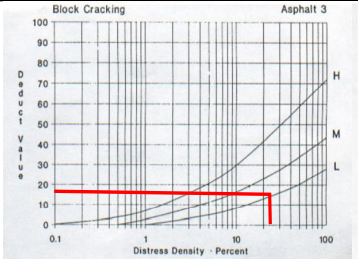
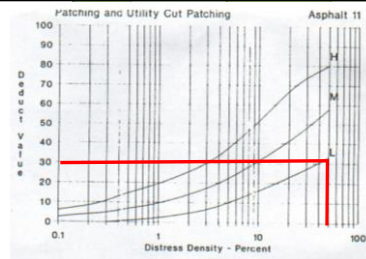
## Anexo 6.7 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 8

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"										
<b>Abscisa Inicial:</b>	6+038	<b>Área de Muestreo:</b>	231.68 m <sup>2</sup>								
<b>Abscisa Final:</b>	6+070	<b>Unidad de Muestreo:</b>	8								
<b>Ancho de Carril:</b>	7.24 m	<b>Fecha:</b>	28/12/2021								
		<b>Responsable:</b>	Paul Palacios								
		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares								
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
No.	Fallas	Unidad	Esquema								
1	Piel de Cocodrilo	CS									
2	Exudación	EX									
3	Agrietamiento en Bloque	FB									
4	Abultamientos y Hundimientos	BS									
5	Corrugación	C									
6	Depresión	D									
7	Grieta de Borde	GB									
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR									
9	Desnivel Carril/Berma	DCB									
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT									
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P									
12	Pulimiento de Agregados	AP									
13	Huecos	BH									
14	Ahuellamiento	AH									
15	Desplazamiento	DI									
16	Grietas parabólica	FP									
17	Hinchamiento	H									
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD									
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
13	X			BH	2		m <sup>2</sup>	2.00	0.88%	23	
10	X			FL	9.56	6.23	m	15.79	6.91%	4	
11	X			P	18.34	4.8	m <sup>2</sup>	23.14	10.13%	17	
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	44		
<b>BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>			
								<b>PCI=</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI=</b>	<b>56</b>
											
Valores deducidos para huecos.					Valores deducidos para fisuras longitudinales.						
											
Valores deducidos para parches.											
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.											



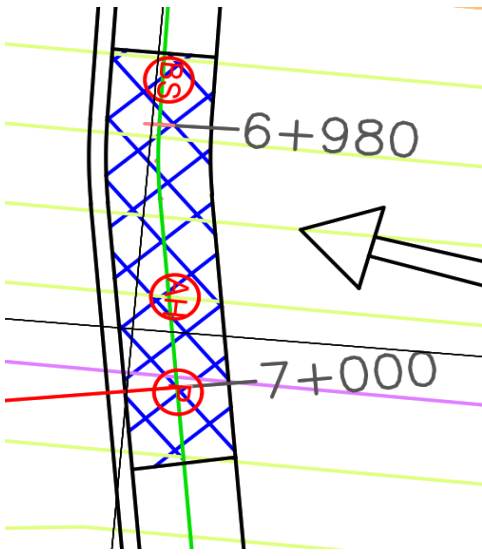
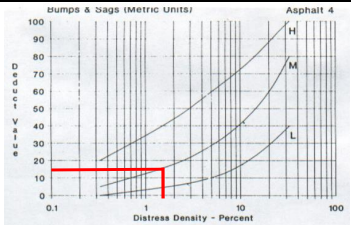
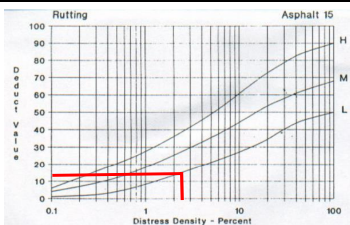
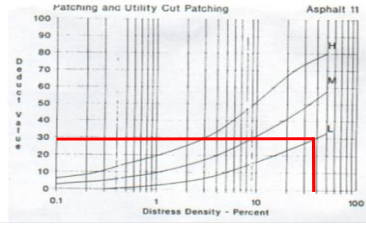
## Anexo 6.8 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 9

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>Proyecto:</b>		“Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua”								
<b>Abscisa Inicial:</b>	6+350	<b>Área de Muestreo:</b>	231.68 m <sup>2</sup>	<b>Fecha:</b>	28/12/2021					
<b>Abscisa Final:</b>	6+382	<b>Unidad de Muestreo:</b>	9	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios					
<b>Ancho de Carril:</b>	7.24 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares					
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo	CS	m <sup>2</sup>							
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>							
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m <sup>2</sup>							
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m							
5	Corrugación	C	m <sup>2</sup>							
6	Depresión	D	m <sup>2</sup>							
7	Grieta de Borde	GB	m							
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m							
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m							
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m <sup>2</sup>							
12	Pulimiento de Agregados	AP	m <sup>2</sup>							
13	Huecos	BH	Unidad							
14	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>							
15	Desplazamiento	DI	m <sup>2</sup>							
16	Grietas parabólica	FP	m <sup>2</sup>							
17	Hinchamiento	H	m <sup>2</sup>							
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m <sup>2</sup>							
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales		U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
3		X		FB	5.47		m	5.47	2.40%	4
1	X			CS	3.72	2.84	m <sup>2</sup>	6.56	2.87%	20
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	24	
<b>MUY BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>		
								<b>PCI= 100-VDT</b>	<b>PCI=</b>	<b>76</b>
										
Valores deducidos para fisuración en bloque.				Valores deducidos para piel de cocodrilo.						
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.										



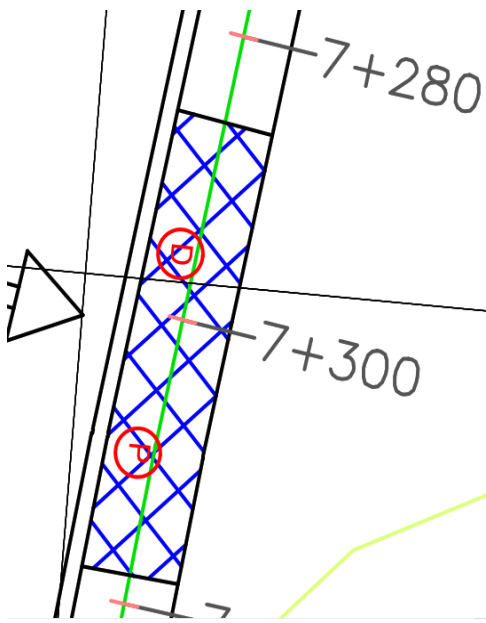
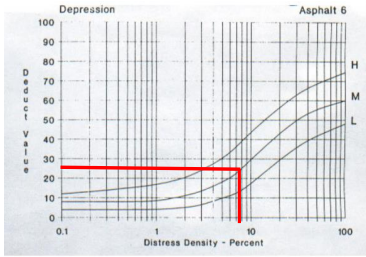
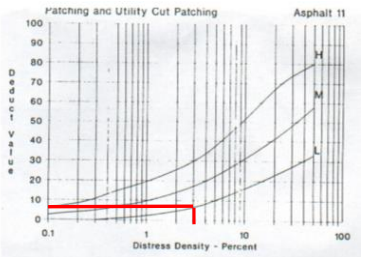
## Anexo 6.9 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 10

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
<b>Proyecto:</b>	“Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua”									
<b>Abscisa Inicial:</b>	6+662	<b>Área de Muestreo:</b>	233.6 m <sup>2</sup>							
<b>Abscisa Final:</b>	6+694	<b>Unidad de Muestreo:</b>	10							
<b>Ancho de Carril:</b>	7.3 m	<b>Fecha:</b>	28/12/2021							
		<b>Responsable:</b>	Paul Palacios							
		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares							
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas	Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	CS								
2	Exudación	EX								
3	Agrietamiento en Bloque	FB								
4	Abultamientos y Hundimientos	BS								
5	Corrugación	C								
6	Depresión	D								
7	Grieta de Borde	GB								
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR								
9	Desnivel Carril/Berma	DCB								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P								
12	Pulimiento de Agregados	AP								
13	Huecos	BH								
14	Ahuellamiento	AH								
15	Desplazamiento	DI								
16	Grietas parabólica	FP								
17	Hinchamiento	H								
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD								
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
10	X			FLT	26.1		m	26.10	11.43%	15
11	X			P		32.65	m <sup>2</sup>	32.65	14.30%	29
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	44	
<b>BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>		
								<b>PCI= 100-VDT</b>	<b>PCI=</b>	<b>56</b>
										
Valores deducidos para agrietamiento en bloque.					Valores deducidos para parches.					
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.										



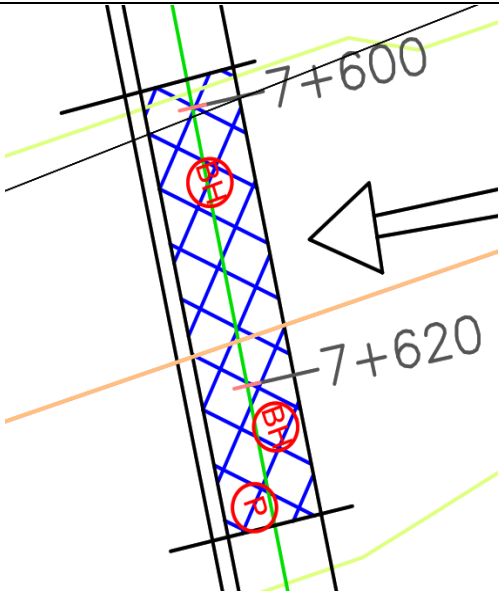
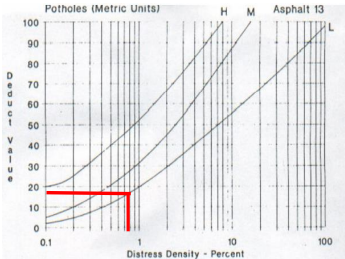
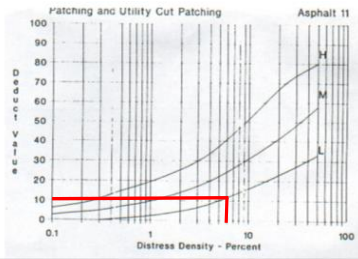
## Anexo 6.10 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 11

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
<b>Abscisa Inicial:</b>	6+974	<b>Área de Muestreo:</b>	231.36 m <sup>2</sup>						
<b>Abscisa Final:</b>	7+006	<b>Unidad de Muestreo:</b>	11						
<b>Ancho de Carril:</b>	7.23 m	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios						
		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares						
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO									
No.	Fallas	Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo	CS							
2	Exudación	EX							
3	Agrietamiento en Bloque	FB							
4	Abultamientos y Hundimientos	BS							
5	Corrugación	C							
6	Depresión	D							
7	Grieta de Borde	GB							
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR							
9	Desnivel Carril/Berma	DCB							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P							
12	Pulimiento de Agregados	AP							
13	Huecos	BH							
14	Ahuellamiento	AH							
15	Desplazamiento	DI							
16	Grietas parabólica	FP							
17	Hinchamiento	H							
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD							
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)						
4		X		BS	3.48	m <sup>2</sup>	3.48	1.52%	14
14	X			AH	5.78	m	5.78	2.53%	13
11	X			P	13.19	m <sup>2</sup>	13.19	5.78%	28
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	55
<b>REGULAR</b>								<b>Cálculo de PCI</b>	
								<b>PCI= 100-VDT</b>	<b>PCI= 45</b>
									
Valores deducidos para abultamiento y hundimiento.					Valores deducidos para ahuellamiento.				
									
Valores deducidos para parches.									
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.									



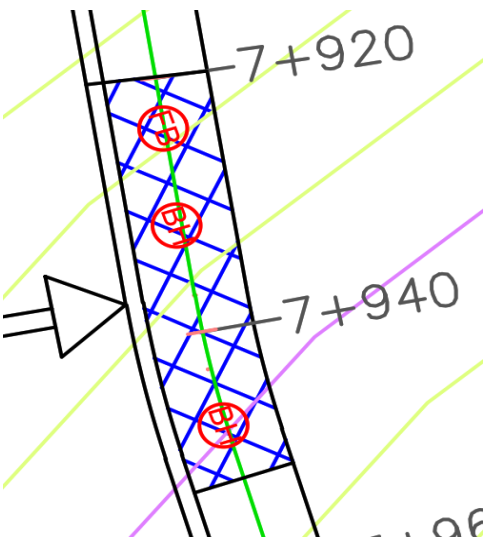
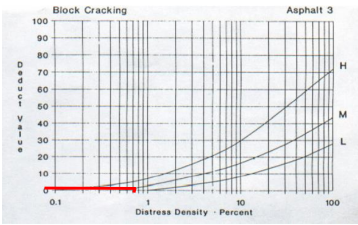
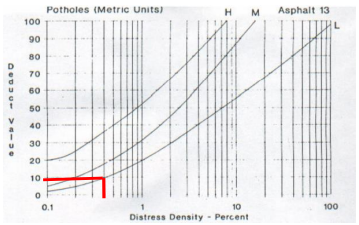
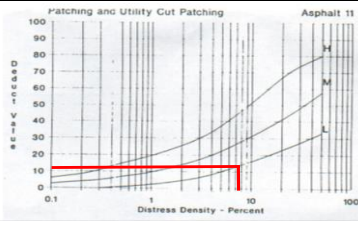
## Anexo 6.11 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 12

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"									
<b>Abscisa Inicial:</b>	7+286	<b>Área de Muestreo:</b>	233.6 m <sup>2</sup>	<b>Fecha:</b>	28/12/2021					
<b>Abscisa Final:</b>	7+318	<b>Unidad de Muestreo:</b>	12	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios					
<b>Ancho de Carril:</b>	7.30 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares					
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo	CS	m <sup>2</sup>							
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>							
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m <sup>2</sup>							
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m							
5	Corrugación	C	m <sup>2</sup>							
6	Depresión	D	m <sup>2</sup>							
7	Grieta de Borde	GB	m							
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m							
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m							
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m <sup>2</sup>							
12	Pulimiento de Agregados	AP	m <sup>2</sup>							
13	Huecos	BH	Unidad							
14	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>							
15	Desplazamiento	DI	m <sup>2</sup>							
16	Grietas parabólica	FP	m <sup>2</sup>							
17	Hinchamiento	H	m <sup>2</sup>							
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m <sup>2</sup>							
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
6		X		D	16.9		m	16.90	7.40%	24
11	X			P	7.38		m <sup>2</sup>	7.38	3.23%	7
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	31	
<b>BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>		
								<b>PCI= 100-VDT</b>	<b>PCI=</b>	<b>69</b>
										
Valores deducidos para depresión.					Valores deducidos para parches.					
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.										

## Anexo 6.12 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 13

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"										
<b>Abscisa Inicial:</b>	7+598	<b>Área de Muestreo:</b>	229.76 m <sup>2</sup>	<b>Fecha:</b>	28/12/2021						
<b>Abscisa Final:</b>	7+630	<b>Unidad de Muestreo:</b>	13	<b>Responsable:</b>	Paul Palacios						
<b>Ancho de Carril:</b>	7.18 m			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Byron Cañizares						
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
No.	Fallas		Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	CS	m <sup>2</sup>								
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>								
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m <sup>2</sup>								
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m								
5	Corrugación	C	m <sup>2</sup>								
6	Depresión	D	m <sup>2</sup>								
7	Grieta de Borde	GB	m								
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m								
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m								
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m <sup>2</sup>								
12	Pulimiento de Agregados	AP	m <sup>2</sup>								
13	Huecos	BH	Unidad								
14	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>								
15	Desplazamiento	DI	m <sup>2</sup>								
16	Grietas parabólica	FP	m <sup>2</sup>								
17	Hinchamiento	H	m <sup>2</sup>								
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m <sup>2</sup>								
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
13	X			BH	2	u	2.00	0.88%	16		
11	X			P	14.36	m <sup>2</sup>	14.36	6.29%	10		
<b>Rango de calificación PCI</b>							<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>		26		
<b>MUY BUENO</b>							<b>Cálculo de PCI</b>				
							PCI= 100-VDT		PCI=		
											
Valores deducidos para huecos.					Valores deducidos para parches.						
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.											

### Anexo 6.13 . Índice de condición de pavimento (PCI) – muestra 14

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
<b>Proyecto:</b>	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía camino real sector Montalvo – Alobamba en el tramo de la abscisa 4+000 hasta la abscisa 8+000 de la provincia de Tungurahua"										
<b>Abscisa Inicial:</b>	6+625	<b>Área de Muestreo:</b>	228.38 m <sup>2</sup>								
<b>Abscisa Final:</b>	6+650	<b>Unidad de Muestreo:</b>	1								
<b>Ancho de Carril:</b>	7.25 m	<b>Revisado por:</b>	Ing. M.g.Byron Cañizares								
<b>EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO</b>											
No.	Fallas	Unidad	Esquema								
1	Piel de Cocodrilo	CS									
2	Exudación	EX									
3	Agrietamiento en Bloque	FB									
4	Abultamientos y Hundimientos	BS									
5	Corrugación	C									
6	Depresión	D									
7	Grieta de Borde	GB									
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR									
9	Desnivel Carril/Berma	DCB									
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT									
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P									
12	Pulimiento de Agregados	AP									
13	Huecos	BH									
14	Ahuellamiento	AH									
15	Desplazamiento	DI									
16	Grietas parabólica	FP									
17	Hinchamiento	H									
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD									
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
3		X		FB	1.76		m <sup>2</sup>	1.76	0.77%	2	
14	X			BH	1		m	1.00	0.44%	8	
11	X			P	18.24		m <sup>2</sup>	18.24	7.99%	11	
<b>Rango de calificación PCI</b>								<b>Valor Deducido Total (VDT)</b>	21		
<b>MUY BUENO</b>								<b>Cálculo de PCI</b>			
								<b>PCI= 100-VDT</b>	<b>PCI=</b>	<b>79</b>	
											
Valores deducidos para fisuras en bloque.					Valores deducidos para huecos						
											
Valores deducidos para parches.											
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.											

## Anexo 7. Estudio de suelos.

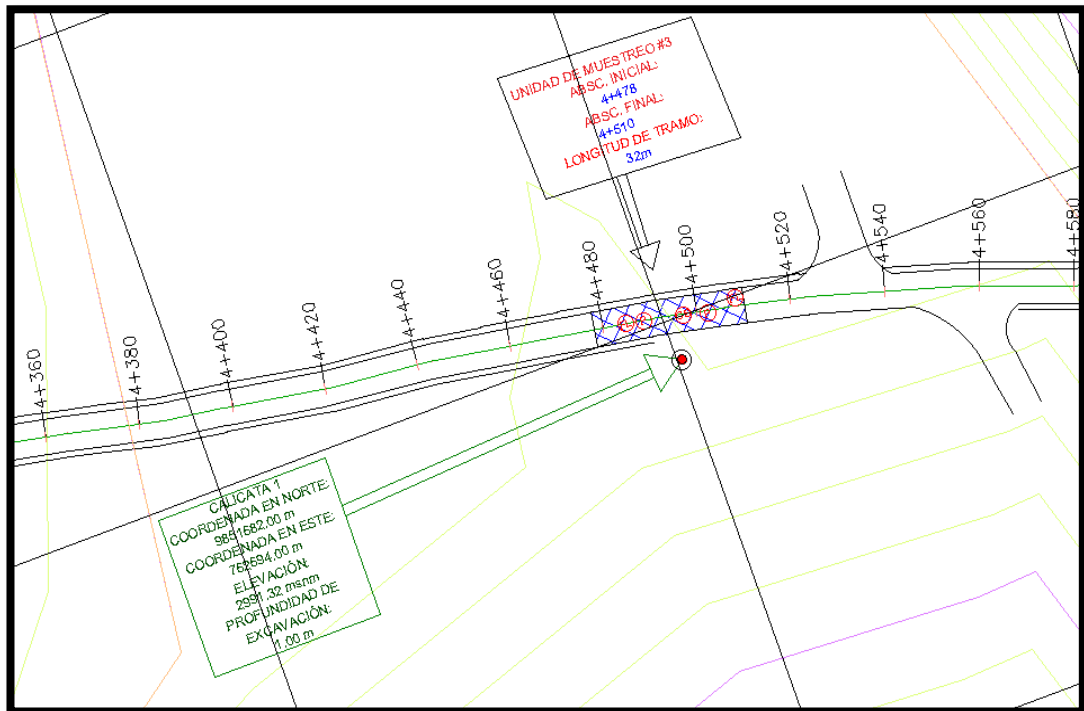
### Muestra 1

Abscisa 4+ 487

Coordenadas Este 762694.00



Zona 17M Norte 9851682.00

- 1.- Granulometría.
- 2.- Límites de Atterberg.
- 3.- Proctor.
- 4.- CBR.



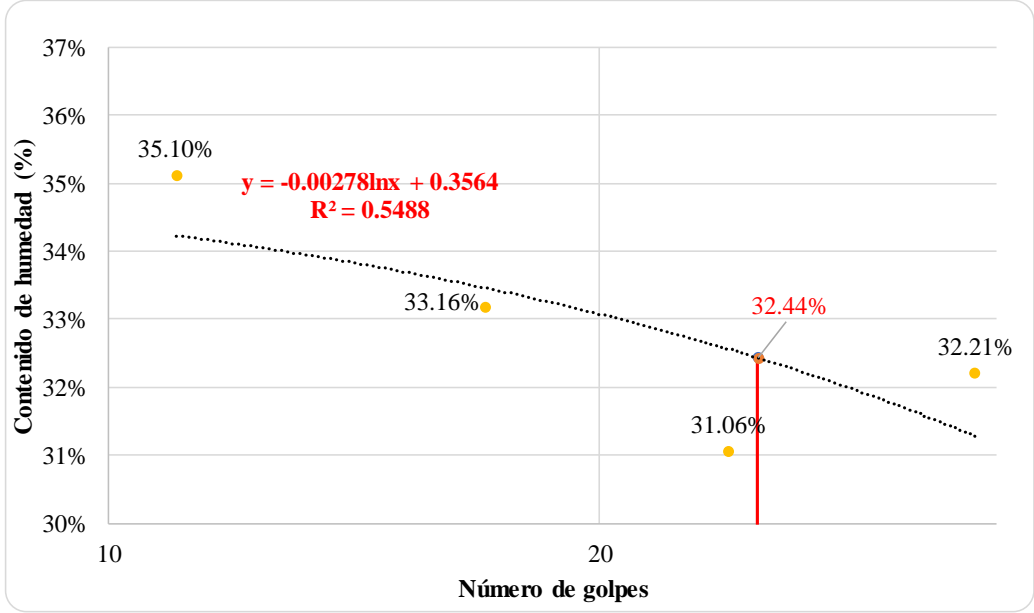






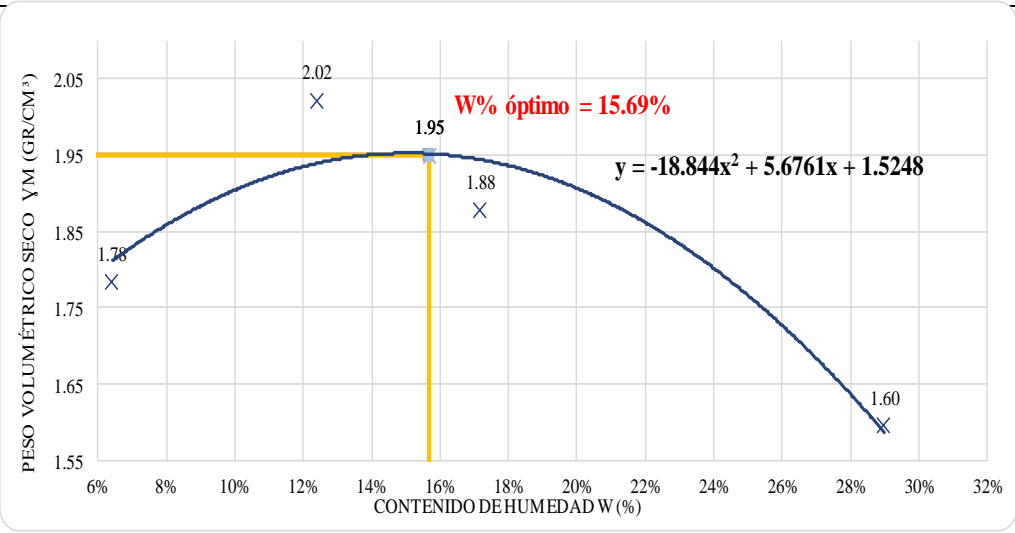
### Anexo 7.1.1 . Granulometría.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
<b>Norma:</b>	ASTM-C136		<b>Peso muestra (gr):</b>	500.00		
<b>Muestra:</b>	Subrasante		<b>PCA:</b>	1		
<b>Profundidad:</b>	1 - 1.50m		<b>Abscisa:</b>	4+ 487 Km		
<b>Coordenadas</b>	<b>Norte</b>	9851682.66	<b>Este</b>	762694.48		
<b>GRANULOMETRÍA</b>						
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación	
2"	50.8	0	0.00	100.00	-	
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00	-	
1"	25.4	0	0.00	100.00	-	
3/8"	9.53	0	0.00	100.00	-	
#4	4.76	26	5.20	94.80	-	
<b>Pasa #4</b>	474		<b>94.80</b>			
#10	2	116	23.20	<b>76.80</b>	-	
#40	0.43	221	44.20	55.80	-	
#100	0.15	280	56.00	44.00	-	
#200	0.08	350	70.00	<b>30.00</b>	-	
<b>Pasa #200</b>	150		<b>30.00</b>			
<b>Total muestra</b>		500				
<b>Total - Cuarteo (gr)</b>		500				
<b>CLASIFICACIÓN</b>						
<b>Grava</b>			5.20%			
<b>Arena(Fina)</b>			64.80%			
<b>Finos</b>			30.00%			
<b>DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO</b>						
Norma	Clasificación de Grupo		Tipo de Material			
AASHTO	A-2-4 (0)		Gravas y arenas arcillosas y limosas			
<b>GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA</b>						
<b>D10 en mm=</b>	<b>0.040</b>	<b>D30 en mm</b>	<b>0.075</b>	<b>D60 en mm</b>	<b>0.600</b>	
<b>Cu=D60 / D10 =</b>		<b>15.00</b>	<b>Cc=D302/(D60*D10)=</b>		<b>0.23</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Tamaño de las partículas (mm)</b></p>						



## Anexo 7.1.2. Límites de Atterberg.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG						
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:		ABS CISA:		
Copa de Casagrande	AASHTO: T-90-70; ASTM: D-424-71; INEN 691			PCA 1- Subrasante		4+ 487Km		
Coordenadas	Norte	9851683	Este	762694.48				
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	5	9	43	85	83	16	1	102
Peso de la muestra hum+ rec	61.04	61.95	38.18	41.83	47.11	47.93	81.47	69.75
Peso de la muestra seca+ rec	53.94	53.79	36.79	39.41	43.51	43.74	69.37	60.85
Peso del recipiente	32.3	31.97	32.35	32.5	32.11	30.02	32.55	32.64
Peso del agua (Ww)	7.10	8.16	1.39	2.42	3.60	4.19	12.10	8.90
Peso de la muestra seca (Ws)	21.64	21.82	4.44	6.91	11.40	13.72	36.82	28.21
Contenido de humedad (w%)	32.81%	37.40%	31.31%	35.02%	31.58%	30.54%	32.86%	31.55%
Promedio de (w%)	35.10%		33.16%		31.06%		32.21%	
Número de golpes	11		17		24		34	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
COORDENADAS		X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido		
		0	32.44%	25	0.00%	32.44%		
		25	32.44%	25	32.44%			
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	20	10	66	R2	6E	16		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	7.8	7.9	7.04	8.7	9.6	8.5		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	7.5	7.55	6.73	8.2	9.13	8		
Peso del recipiente (Wr)	6.3	6.1	5.88	6.1	6.15	5.95		
Peso de agua (Ww)	0.30	0.35	0.31	0.50	0.47	0.50		
Peso muestra seca (Ws)	1.20	1.45	0.85	2.10	2.98	2.05		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25.00%	24.14%	36.47%	23.81%	15.77%	24.39%		
Promedio W% (L.P)	24.93%							
IP=LL - LP	7.51%							
								

### Anexo 7.1.3. Compactación.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS			
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO</b>			
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 12788 gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Subrasante (PCA 1)
Abscisa: 4+ 487 Km	Norma: AASHTO T-180		Método: C
Coordenadas	Norte	9851682.66	Este 762694.48
Peso inicial desecado	6000	6000	6000 6000
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO</b>			
Nº Molde	M1	M2	M3 M4
Humedad inicial añadida	5%	10%	15% 20%
Peso suelo + recipiente	17124	17996	17831 17496
Peso del recipiente	12688	12688	12688 12688
Peso de la masa de suelo (Wm)	4436	5308	5143 4808
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO</b>			
Altura del molde (cm)	12.94	12.94	12.94 12.94
Diámetro de la muestra (cm)	15.16	15.16	15.16 15.16
Volumen de la muestra (Vm)	2335.74	2335.74	2335.74 2335.74
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA</b>			
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.899	2.273	2.202 2.058
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Nº Recipiente	1	81	10 90 82 99 17 100
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	96.27	92.41	87.75 97.07 131.34 101.11 89.27 98.13
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	91.92	89.09	81.51 89.9 117.04 90.81 76.26 82.9
Peso del recipiente Wr	31.54	30.24	32.51 30.51 30.65 32.99 31.4 30.31
Peso agua (Ww)	4.35	3.32	6.24 7.17 14.30 10.30 13.01 15.23
Peso de la muestra seca (ws)	60.38	58.85	49.00 59.39 86.39 57.82 44.86 52.59
Contenido de humedad w%	7.20%	5.64%	12.73% 12.07% 16.55% 17.81% 29.00% 28.96%
Contenido de humedad promedio	6.42%	12.40%	17.18% 28.98%
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO</b>			
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.785	2.022	1.879 1.596
<b>GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO</b>			
 <p>                     PESO VOLUMÉTRICO SECO <math>\gamma_d</math> (GR/CM<sup>3</sup>) vs. CONTENIDO DE HUMEDAD W (%)                 </p> <p> <math>y = -18.844x^2 + 5.6761x + 1.5248</math> </p> <p> <math>W\% \text{ óptimo} = 15.69\%</math> </p> <p>                     Peso Volumétrico Seco Máximo <math>\gamma_d</math>: 1.483                 </p>			
Peso Volumétrico Seco Máximo $\gamma_d$ :	1.483	Óptimo Contenido de Humedad w:	15.69%

Anexo 7.1.4. CBR.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR												
ESPECIFICACIONES														
Tipo: Proctor Modificado				Peso del Martillo: 10 lb										
Norma: AASHTO T-180				Altura de caída: 18 in										
Peso muestra (gr): 6000				Cont. de humedad óptimo (%):		15.69%								
Coordenadas:		Norte 9851682.66			Este 762694.48									
Muestra: Subrasante				Abscisa: 4+ 487 Km										
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.														
MOLDE	5		7		9B									
N° de capas	5		5		5									
N° de golpes	56		25		11									
Antes del remojo														
P. húmedo + molde	16982		16320		16082									
Peso molde	12688		12771		12725									
Peso húmedo	4294		3549		3357									
Volumen muestra	2428.33		2335.74		2224.75									
Densidad húmeda	1.768		1.519		1.509									
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Recipiente N°	1 (INFERIOR)	81 (SUPERIOR)	10(INFERIOR)	90(SUPERIOR)	82(INFERIOR)	99(SUPERIOR)								
P. hum. + recipiente	103.02	120.39	92.81	115.62	96.6	100.5								
P. seco + recipiente	93.71	108.33	84.72	103.9	87.89	91.46								
Peso recipiente	31.23	30.14	32.51	30.1	30.64	32.87								
Peso agua	9.31	12.06	8.09	11.72	8.71	9.04								
Peso de sólidos	62.48	78.19	52.21	73.8	57.25	58.59								
Contenido humedad %	14.90%	15.42%	15.50%	15.88%	15.21%	15.43%								
Promedio	15.16%		15.69%		15.32%									
Densidad seca	1.535		1.313		1.308									
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.														
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)			Área del pistón= 3 plg <sup>2</sup>	Norma: ASTM D 193 - 13	Subrasante	ABSCISA	7+650							
Molde		C - 1			C - 2			C - 3						
TIEMPO	PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
	Min.	Seg.		mm	plg *10-3			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
		0	0	0	0.00		0	0.00			0	0.00		
0	0	0.64	25	179	59.67		158	52.67			92	30.67		
1	0	1.27	50	296	98.67		134	44.67			115	38.33		
1	0	1.91	75	345	115.00		283	94.33			134	44.67		
2	0	2.54	100	489	163.00	132.45	334	111.33	97.16	9.72	176	58.67	55.58	5.56
3	0	3.81	150	526	175.33		335	111.67			223	74.33		
4	0	5.08	200	627	209.00		438	146.00			289	96.33		
5	0	6.35	250	719	239.67		587	195.67			313	104.33		
6	0	7.62	300	835	278.33		624	208.00			368	122.67		
8	0	10.16	400	923	307.67		614	204.67			423	141.00		
10	0	12.7	500	1023	341.00		710	236.67			478	159.33		
<b>CBR Corregido</b>						<b>13.25</b>			<b>9.72</b>					<b>5.56</b>

Tipo: Proctor Modificado				DENSIDAD MAX				1.535			
Densidad 56	1.535	gr/cm3	CBR 56	13.25%	95% DE DM	1.46	1.46	1.308	1.535		
Densidad 27	1.313	gr/cm3	CBR 27	9.72%		0	13.25%	12.16%	12.16%		
Densidad 11	1.308	gr/cm3	CBR 11	5.56%					12.16%		

## Muestra 2

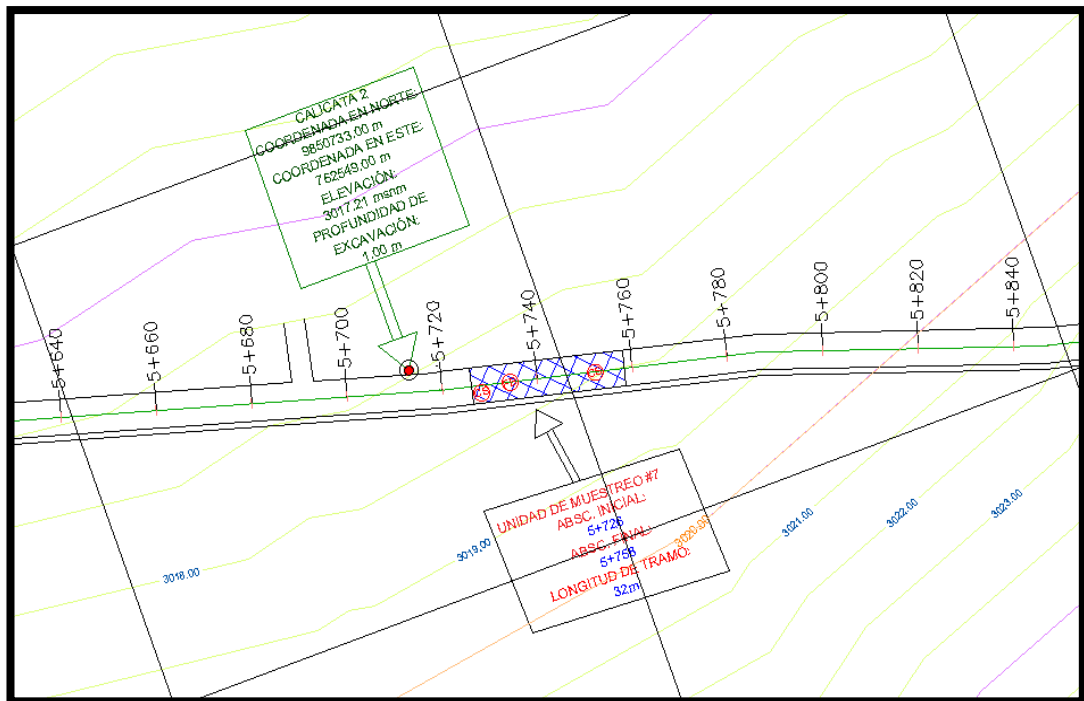
Abscisa 5+ 716

Coordenadas Este 752549.00



Zona 17M Norte 9850733.00

- 1.- Granulometría.
- 2.- Límites de Atterberg
- 3.- Proctor
- 4.- CBR



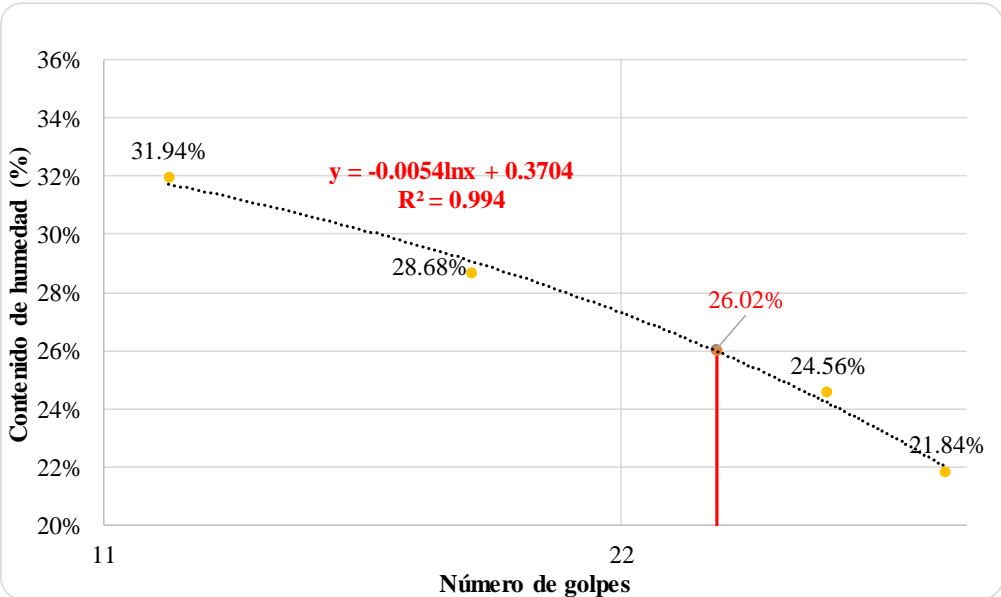
## Anexo





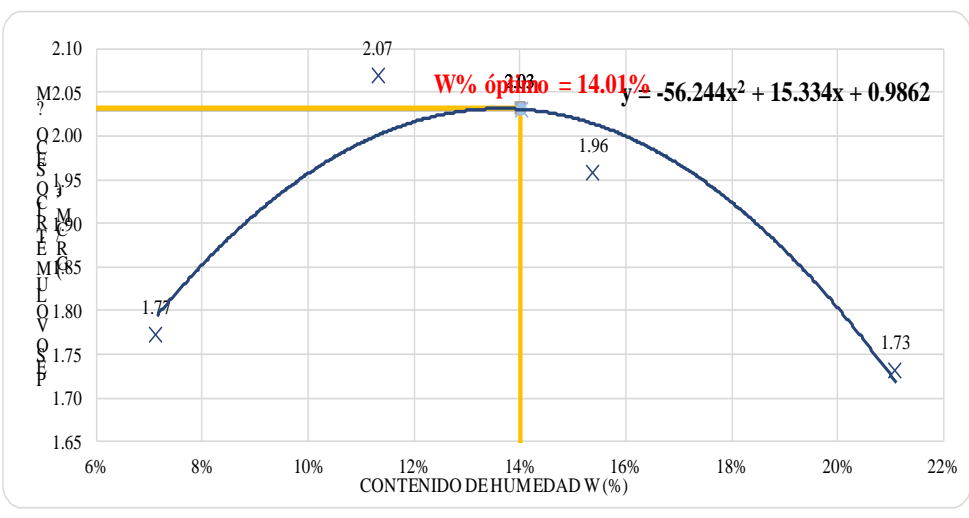
## Anexo 7.2.1 .Granulometría.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
<b>Norma:</b>	ASTM-C136		<b>Peso muestra (gr):</b>	500.00	
<b>Muestra:</b>	Subrasante		<b>PCA:</b>	2	
<b>Profundidad:</b>	1 - 1.50m		<b>Abscisa:</b>	5+ 716 Km	
<b>Coordenadas</b>	<b>Norte</b>	9850733.48	<b>Este</b>	762549.51	
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.8	0	0.00	100.00	-
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00	-
1"	25.4	0	0.00	100.00	-
3/8"	9.53	0	0.00	100.00	-
#4	4.76	33.4	6.68	93.32	-
<b>Pasa #4</b>	466.6		<b>93.32</b>		
#10	2	98.7	19.74	<b>80.26</b>	-
#40	0.43	188.3	37.66	62.34	-
#100	0.15	256.7	51.34	48.66	-
#200	0.08	367.12	73.42	<b>26.58</b>	-
<b>Pasa #200</b>	132.88		<b>26.58</b>		
<b>Total muestra</b>		500			
<b>Total - Cuarteo (gr)</b>		500			
CLASIFICACIÓN					
<b>Grava</b>			6.68%		
<b>Arena(Fina)</b>			66.74%		
<b>Finos</b>			26.58%		
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
<b>Norma</b>	<b>Clasificación de Grupo</b>		<b>Tipo de Material</b>		
AASHTO	A-2-4 (0)		Gravas y arenas arcillosas y limosas		
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
<b>D10 en mm=</b>	<b>0.040</b>	<b>D30 en mm</b>	<b>0.083</b>	<b>D60 en mm</b>	<b>0.350</b>
<b>Cu=D60 / D10 =</b>		<b>8.75</b>	<b>Cc=D302/(D60*D10)=</b>		<b>0.49</b>
<p>The graph plots 'Porcentaje que pasa (%)' on the y-axis (0% to 100%) against 'Tamaño de las partículas (mm)' on the x-axis (10.00 to 0.01). The curve is a smooth line connecting data points. Three specific points are highlighted with vertical lines and horizontal markers: D10 at 0.040 mm (60% passing), D30 at 0.083 mm (37.66% passing), and D60 at 0.350 mm (19.74% passing). The final data point at 0.075 mm shows 26.58% passing.</p>					

## Anexo 7.2.2 Límites de Atterberg.



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG						
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:		ABS CISA:		
Copa de Casagrande	AASHTO: T-90-70; ASTM: D-424-71; INEN 691			PCA 2- Subrasante		5+ 716 km		
Coordenadas	Norte	9850733	Este	762549.51				
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	19	34	153	14A	33A	17	31	40
Peso de la muestra hum+ rec	36.8	39.3	37.9	40.8	41.6	38.3	37.5	35.9
Peso de la muestra seca+ rec	30.8	32.3	31.95	34.3	36.3	32.39	32.4	31.9
Peso del recipiente	11.3	11.16	11.75	11	11.17	11.31	11.25	11.45
Peso del agua (Ww)	6.00	7.00	5.95	6.50	5.30	5.91	5.10	4.00
Peso de la muestra seca (Ws)	19.50	21.14	20.20	23.30	25.13	21.08	21.15	20.45
Contenido de humedad (w%)	30.77%	33.11%	29.46%	27.90%	21.09%	28.04%	24.11%	19.56%
Promedio de (w%)	31.94%		28.68%		24.56%		21.84%	
Número de golpes	12		18		29		34	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
COORDENADAS		X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido		
		0	26.02%	25	0.00%	26.02%		
		25	26.02%	25	26.02%			
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	20	10	66	R2	6E	16		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	8.8	8.1	8.04	8.7	8.6	7.5		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	8.18	7.61	7.6	8.25	8.13	7.3		
Peso del recipiente (Wr)	6.2	6	5.78	6.2	6.05	6		
Peso de agua (Ww)	0.62	0.49	0.44	0.45	0.47	0.20		
Peso muestra seca (Ws)	1.98	1.61	1.82	2.05	2.08	1.30		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	31.31%	30.43%	24.18%	21.95%	22.60%	15.38%		
Promedio W% (L.P)	24.31%							
IP=LL - LP	1.71%							
 <p> <math>y = -0.0054\ln x + 0.3704</math>  <math>R^2 = 0.994</math> </p>								

## Anexo 7.2.3 Proctor.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS			
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO</b>			
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 12788 gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Subrasante (PCA 2)
Abscisa: km 5+ 716	Norma: AASHTO T-180		Método: C
Coordenadas	Norte	9850733.48	Este <b>762549.51</b>
Peso inicial desecado	6000	6000	6000
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO</b>			
Nº Molde	M1	M2	M3
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%
Peso suelo + recipiente	17121	18067	17960
Peso del recipiente	12688	12688	12688
Peso de la masa de suelo (Wm)	4433	5379	5272
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO</b>			
Altura del molde (cm)	12.94	12.94	12.94
Diámetro de la muestra (cm)	15.16	15.16	15.16
Volumen de la muestra (Vm)	2335.74	2335.74	2335.74
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA</b>			
$\rho_m = Wm/Vm$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.898	2.303	2.257
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Nº Recipiente	1	81	10
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	86.27	112.41	140.75
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	82.52	107.09	129.91
Peso del recipiente Wr	31.54	30.24	32.51
Peso agua (Ww)	3.75	5.32	10.84
Peso de la muestra seca (ws)	50.98	76.85	97.40
Contenido de humedad w%	7.36%	6.92%	11.13%
Contenido de humedad promedio	7.14%	11.34%	15.39%
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO</b>			
$\rho_d = \rho_m / (1+w)$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.771	2.068	1.956
<b>GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO</b>			
			
Peso Volumétrico Seco Máximo ρ <sub>d</sub> :	1.202	Óptimo Contenido de Humedad w:	14.01%



## Anexo 7.2.4 CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR															
ESPECIFICACIONES															
Tipo: Proctor Modificado				Peso del Martillo: 10 lb											
Norma: AASHTO T-180				Altura de caída: 18 in											
Peso muestra (gr): 6000				Cont. de humedad óptimo (%):		14.01%									
Coordenadas:		Norte 9850733.48			Este 762549.51										
Muestra: Subrasante				Abscisa: km 5+ 716											
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.															
MOLDE	3		8		9										
Nº de capas	5		5		5										
Nº de golpes	56		25		11										
Cond. Muestra	Antes del remojo														
P. húmedo + molde	15992		16745		15672										
Peso molde	12188		12921		12354										
Peso húmedo	3804		3824		3318										
Volumen muestra	2118.45		2342.18		2198.33										
Densidad humeda	1.796		1.633		1.509										
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Recipiente N°	19 (INFERIOR)	34 (SUPERIOR)	153(INFERIOR)	14A(SUPERIOR)	33A(INFERIOR)	17(SUPERIOR)									
P. hum. + recipiente	47.56	56.57	63.04	73.35	75.63	56.28									
P. seco + recipiente	42.89	50.78	56.66	65.64	67.68	50.45									
Peso recipiente	11.2	11.16	11.56	11.02	11.19	11.3									
Peso agua	4.67	5.79	6.38	7.71	7.95	5.83									
Peso de sólidos	31.69	39.62	45.1	54.62	56.49	39.15									
Contenido humedad %	14.74%	14.61%	14.15%	14.12%	14.07%	14.89%									
Promedio	14.68%		14.13%		14.48%										
Densidad seca	1.566		1.431		1.318										
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)			Área del pistón= 3 plg <sup>2</sup>		Norma: ASTM D 193 - 13		Subrasante	ABSCISA	7+650						
Molde		C - 1			C - 2			C - 3							
TIEMPO	PENET.			Q Carga	Presiones			Q Carga	Presiones			Q Carga	Presiones		
	Leída	Corregida	CBR		Leída	Corregida	CBR		Leída	Corregida	CBR				
Mín.	Seg.	mm	plg *10-3	Lb	lb/pulg2	%	lb	lb/pulg2	%	lb	lb/pulg2	%			
		0	0	0	0.00		0	0.00		0	0.00				
0	0	0.64	25	142	47.33		40	13.33		14	4.67				
1	0	1.27	50	166	55.33		196	65.33		53	17.67				
1	0	1.91	75	221	73.67		231	77.00		121	40.33				
2	0	2.54	100	394	131.33	112.25	334	111.33	90.16	9.02	152	50.67	40.58	4.06	
3	0	3.81	150	476	158.67		363	121.00		180	60.00				
4	0	5.08	200	627	209.00		403	134.33		192	64.00				
5	0	6.35	250	701	233.67		572	190.67		279	93.00				
6	0	7.62	300	789	263.00		611	203.67		302	100.67				
8	0	10.16	400	834	278.00		685	228.33		380	126.67				
10	0	12.7	500	1086	362.00		782	260.67		401	133.67				
<b>CBR Corregido</b>				<b>11.23</b>				<b>9.02</b>				<b>4.06</b>			

Tipo: Proctor Modificado				DENSIDAD MAX					
Densidad 56	1.566	gr/cm3	CBR 56	11.23%	95% DE DM	1.49	1.49	1.318	1.566
Densidad 27	1.431	gr/cm3	CBR 27	9.02%		0	11.23%	9.68%	9.68%
Densidad 11	1.318	gr/cm3	CBR 11	4.06%					9.68%

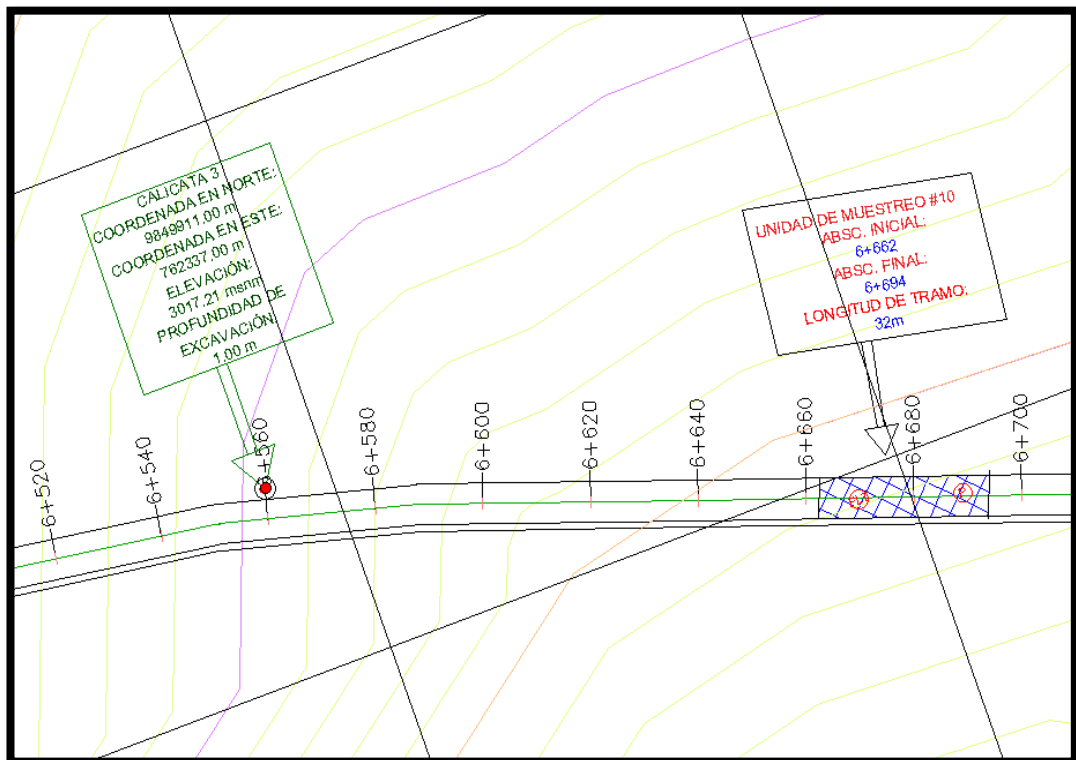
### Muestra 3

Abscisa 6+560



Coordenadas Este 762337.00

Zona 17M Norte 9849911.00



- 1.- Granulometría.
- 2.- Límites de Atterberg
- 3.- Proctor
- 4.- CBR



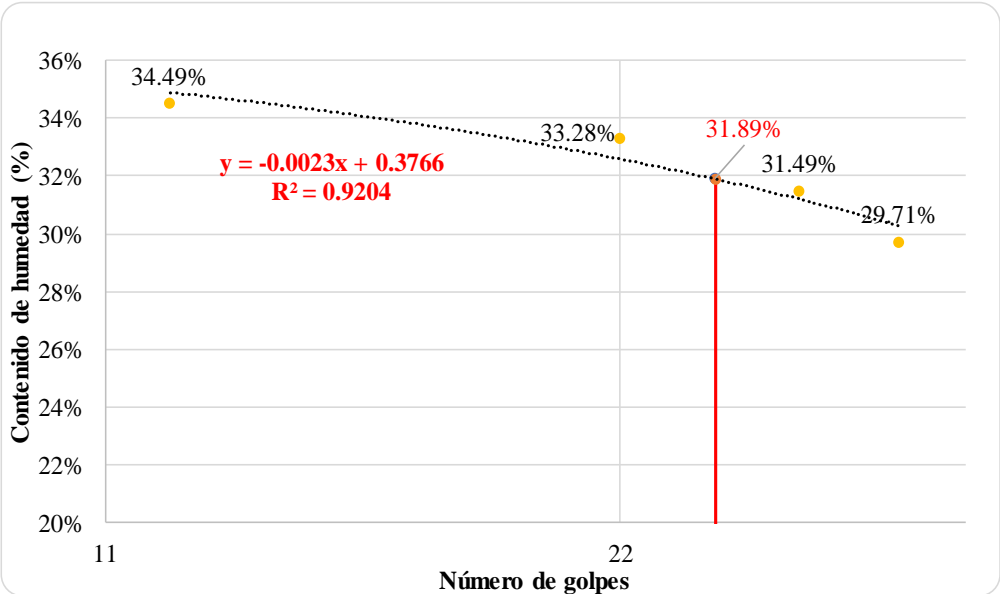
### Anexo 7.3.1 Granulometría.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
<b>Norma:</b>	ASTM-C136		<b>Peso muestra (gr):</b>	500.00	
<b>Muestra:</b>	Subrasante		<b>PCA:</b>	3	
<b>Profundidad:</b>	1 - 1.50m		<b>Abscisa:</b>	6+560Km	
<b>Coordenadas</b>	<b>Norte</b>	9849911.94	<b>Este</b>	762337.18	
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.8	0	0.00	100.00	-
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00	-
1"	25.4	0	0.00	100.00	-
3/8"	9.53	0	0.00	100.00	-
#4	4.76	13.32	2.66	97.34	-
<b>Pasa #4</b>	486.68		<b>97.34</b>		
#10	2	113.52	22.70	<b>77.30</b>	-
#40	0.43	268.06	53.61	46.39	-
#100	0.15	362.59	72.52	27.48	-
#200	0.08	413.65	82.73	<b>17.27</b>	-
<b>Pasa #200</b>	86.35		<b>17.27</b>		
<b>Total muestra</b>		500			
<b>Total - Cuarteo (gr)</b>		500			
CLASIFICACIÓN					
<b>Grava</b>			2.66%		
<b>Arena(Fina)</b>			80.07%		
<b>Finos</b>			17.27%		
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
<b>Norma</b>	<b>Clasificación de Grupo</b>		<b>Tipo de Material</b>		
AASHTO	A-2-6 (0.06)		Gravas y arenas arcillosas y limosas		
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
<b>D10 en mm=</b>	<b>0.040</b>	<b>D30 en mm</b>	<b>0.173</b>	<b>D60 en mm</b>	<b>0.830</b>
<b>Cu=D60 / D10 =</b>		<b>20.75</b>	<b>Cc=D302/(D60*D10)=</b>		<b>0.90</b>

### Anexo 7.3.2 Límites de Atterberg.



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACION DE LÍMITES DE ATTERBERG								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:		ABSCISA:		
Copa de Casagrande	AASHTO: T-90-70; ASTM: D-424-71; INEN 691			PCA 3- Subrasante		6+580 km		
Coordenadas	Norte	9849912	Este	762337.18				
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	19	34	153	14A	33A	17	31	40
Peso de la muestra hum+ rec	46.8	69.3	47.9	50.8	51.6	48.3	57.5	45.9
Peso de la muestra seca+ rec	37.3	55.01	38.7	41.01	41.96	39.39	46.95	37.9
Peso del recipiente	11.1	11.34	11.51	11.09	11.18	11.24	11.34	11.05
Peso del agua (Ww)	9.50	14.29	9.20	9.79	9.64	8.91	10.55	8.00
Peso de la muestra seca (Ws)	26.20	43.67	27.19	29.92	30.78	28.15	35.61	26.85
Contenido de humedad (w%)	36.26%	32.72%	33.84%	32.72%	31.32%	31.65%	29.63%	29.80%
Promedio de (w%)	34.49%		33.28%		31.49%		29.71%	
Número de golpes	12		22		28		32	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
COORDENADAS				X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido
				0	31.89%	25	0.00%	31.89%
				25	31.89%	25	31.89%	
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	20	10	66	R2	6E	16		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	7.9	8.81	9.04	8.92	7.6	9.5		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	7.62	8.39	8.62	8.41	7.4	9		
Peso del recipiente (Wr)	6.23	6.1	6.12	6.32	6.24	6.26		
Peso de agua (Ww)	0.28	0.42	0.42	0.51	0.20	0.50		
Peso muestra seca (Ws)	1.39	2.29	2.50	2.09	1.16	2.74		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	20.14%	18.34%	16.80%	24.40%	17.24%	18.25%		
Promedio W% (L.P)	19.20%							
IP=LL - LP	12.69%							





$y = -0.0023x + 0.3766$   
 $R^2 = 0.9204$

### Anexo 7.3.3 Proctor.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS			
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO</b>			
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 12771 gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Subrasante (PCA 3)
Abscisa: km6+580	Norma: AASHTO T-180		Método: C
Coordenadas	Norte	9849911.94	Este 762337.18
Peso inicial desecado	6000	6000	6000 6000
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO</b>			
Nº Molde	M1	M2	M3 M4
Humedad inicial añadida	5%	10%	15% 20%
Peso suelo + recipiente	16725	17137	17391 17276
Peso del recipiente	12688	12688	12688 12688
Peso de la masa de suelo (Wm)	4037	4449	4703 4588
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO</b>			
Altura del molde (cm)	12.94	12.94	12.94 12.94
Diámetro de la muestra (cm)	15.16	15.16	15.16 15.16
Volumen de la muestra (Vm)	2335.74	2335.74	2335.74 2335.74
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA</b>			
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.905	2.013 1.964
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Nº Recipiente	1	81	10 90 82 99 17 100
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	106.7	132.3	120.25 118.12 154.36 150.01 141.72 150.48
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	100.87	125.09	110.01 107.41 136.92 132.31 121.46 130.04
Peso del recipiente Wr	31.54	30.24	32.51 30.11 30.65 32.99 31.4 30.31
Peso agua (Ww)	5.83	7.21	10.24 10.71 17.44 17.70 20.26 20.44
Peso de la muestra seca (ws)	69.33	94.85	77.50 77.30 106.27 99.32 90.06 99.73
Contenido de humedad w%	8.41%	7.60%	13.21% 13.86% 16.41% 17.82% 22.50% 20.50%
Contenido de humedad promedio	8.01%	13.53%	17.12% 21.50%
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO</b>			
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.600	1.678	1.719 1.617
<b>GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO</b>			
Peso Volumétrico Seco Máximo $\gamma_d$ :	1.105	Óptimo Contenido de Humedad w:	15.28%

## Anexo 7.3.4 CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR															
ESPECIFICACIONES															
Tipo: Proctor Modificado				Peso del Martillo: 10 lb											
Norma: AASHTO T-180				Altura de caída: 18 in											
Peso muestra (gr): 6000				Cont. de humedad óptimo (%):		15.28%									
Coordenadas:		Norte 9849911.94			Este 762337.18										
Muestra: Subrasante				Abscisa: km 6+580											
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.															
MOLDE	3B		12		9										
Nº de capas	5		5		5										
Nº de golpes	56		25		11										
Cond. Muestra	Antes del remojo														
P. húmedo + molde	16892		16161		16410										
Peso molde	12627		12478		12565										
Peso húmedo	4265.00		3683		3845										
Volumen muestra	2248.87		2047.14		2227.74										
Densidad humedad	1.897		1.799		1.726										
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Recipiente N°	37 (INFERIOR)	74 (SUPERIOR)	32I(INFERIOR)	64(SUPERIOR)	16(INFERIOR)	31(SUPERIOR)									
P. hum. + recipiente	51.7	55.83	60.74	68.78	47.13	42.17									
P. seco + recipiente	45.69	49.35	53.31	59.97	41.66	37.65									
Peso recipiente	11.37	11.53	11.19	11.27	11.15	11.78									
Peso agua	6.01	6.48	7.43	8.81	5.47	4.52									
Peso de sólidos	34.32	37.82	42.12	48.7	30.51	25.87									
Contenido humedad %	17.51%	17.13%	17.64%	18.09%	17.93%	17.47%									
Promedio	17.32%		17.87%		17.70%										
Densidad seca	1.616		1.526		1.466										
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)			Área del pistón= 3 plg <sup>2</sup>		Norma: ASTM D 193 - 13		Subrasante								
							ABCISA								
							7+650								
Molde		C - 1				C - 2				C - 3					
TIEMPO	PENET.			Q Carga	Presiones		Q Carga	Presiones		Q Carga	Presiones		CBR		
	mm	plg *10-3	Lb		Leída	Corregida		Leída	Corregida		Leída	Corregida			
Mín.	Seg.														
		0	0	0	0.00		0	0.00		0	0.00				
0	0	0.64	25	152	50.67		71	23.67		34	11.33				
1	0	1.27	50	213	71.00		103	34.33		82	27.33				
1	0	1.91	75	336	112.00		165	55.00		105	35.00				
2	0	2.54	100	398	132.67	113.45	11.35	281	93.67	80.16	8.02	121	40.33	41.22	4.12
3	0	3.81	150	434	144.67			368	122.67			198	66.00		
4	0	5.08	200	545	181.67			476	158.67			219	73.00		
5	0	6.35	250	622	207.33			461	153.67			276	92.00		
6	0	7.62	300	693	231.00			521	173.67			301	100.33		
8	0	10.16	400	746	248.67			618	206.00			341	113.67		
10	0	12.7	500	838	279.33			693	231.00			363	121.00		
<b>CBR Corregido</b>							<b>11.35</b>					<b>8.02</b>			<b>4.12</b>

Tipo: Proctor Modificado				DENSIDAD MAX							
Densidad 56	1.616	gr/cm3	CBR 56	11.35%	95% DE DM			1.54	1.54	1.466	1.616
Densidad 27	1.526	gr/cm3	CBR 27	8.02%				0	11.35%	8.02%	8.02%
Densidad 11	1.466	gr/cm3	CBR 11	4.12%				<b>8.02%</b>			

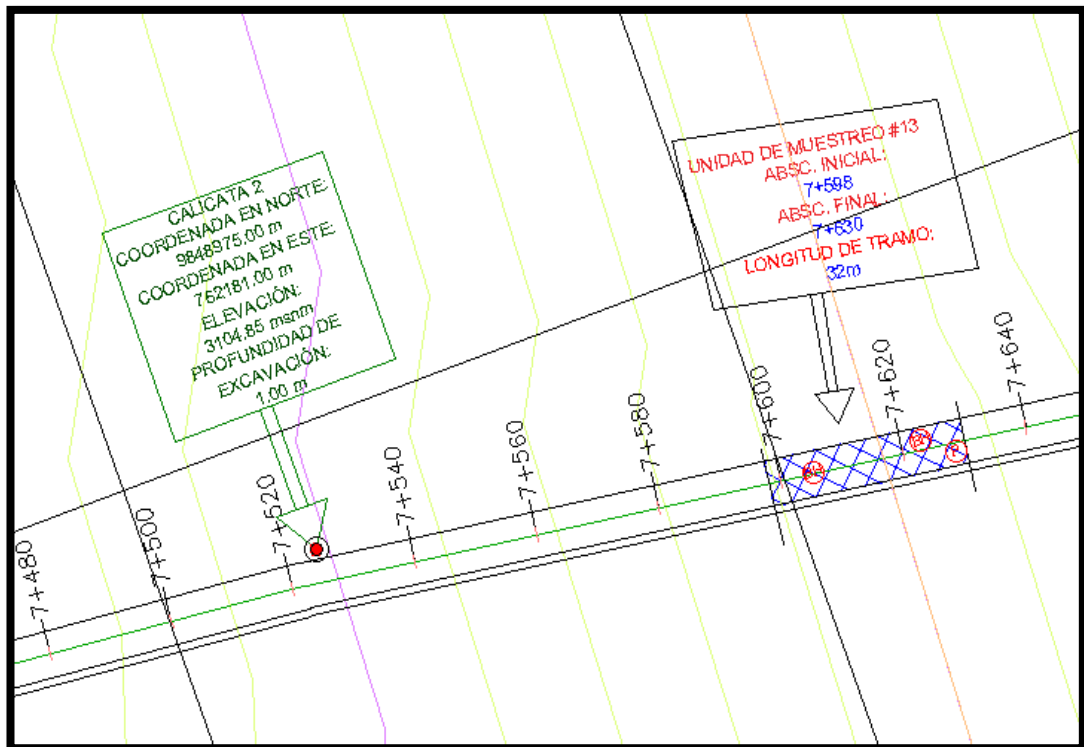
## Muestra 4

Abscisa 7+528



Coordenadas Este 762181.00

Zona 17M Norte 9848975.00

- 1.- Granulometría.
- 2.- Límites de Atterberg
- 3.- Proctor
- 4.- CBR



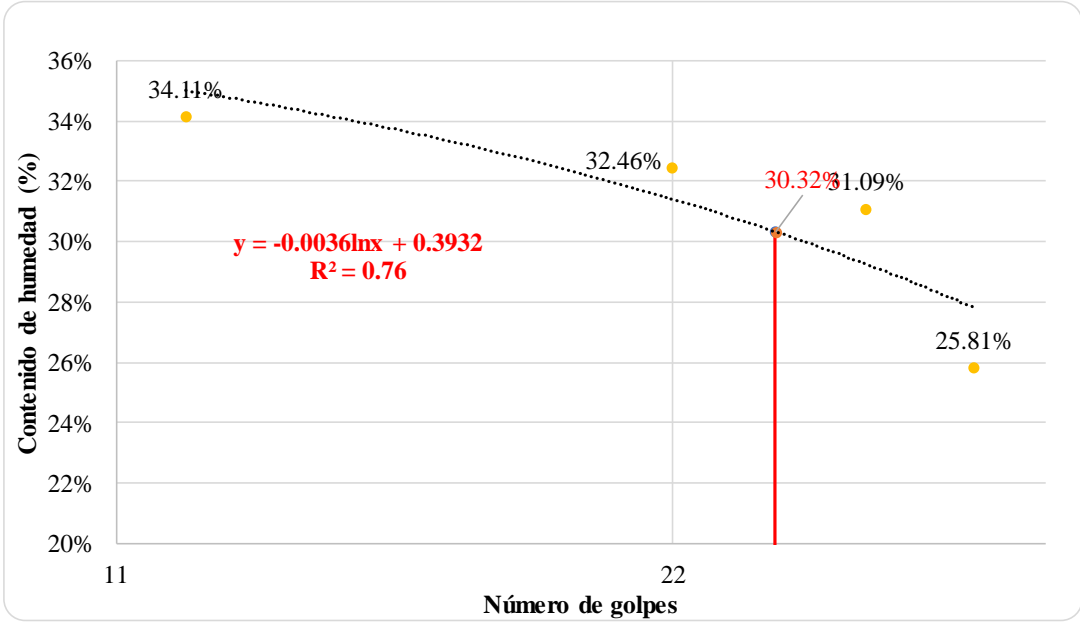


## Anexo 7.4.1 Granulometría.



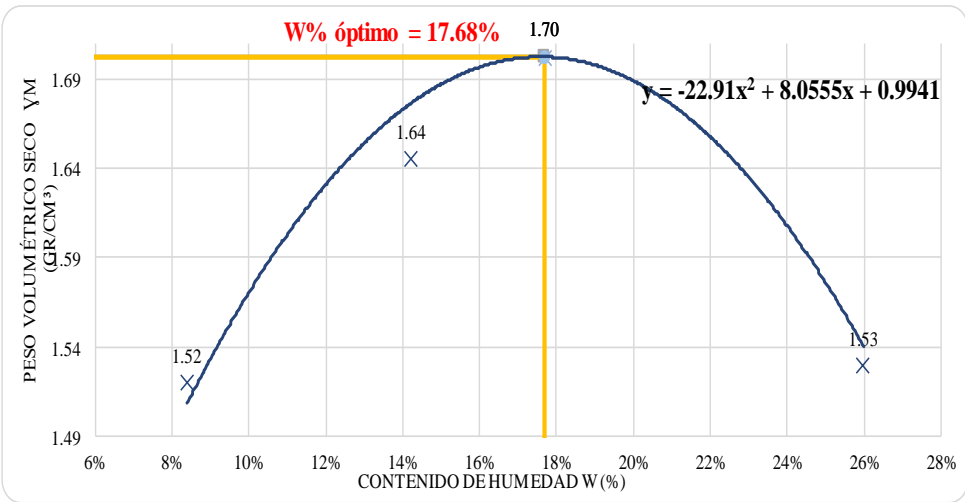
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
<b>Norma:</b>	ASTM-C136		<b>Peso muestra (gr):</b>	500.00	
<b>Muestra:</b>	Subrasante		<b>PCA:</b>	4	
<b>Profundidad:</b>	1 - 1.50m		<b>Abscisa:</b>	7+528 Km	
<b>Coordenadas</b>	<b>Norte</b>	9848975	<b>Este</b>	762181	
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.8	0	0.00	100.00	-
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00	-
1"	25.4	0	0.00	100.00	-
3/8"	9.53	0	0.00	100.00	-
#4	4.76	0.34	0.07	99.93	-
<b>Pasa #4</b>	499.66		<b>99.93</b>		
#10	2	45.64	9.13	<b>90.87</b>	-
#40	0.43	224	44.80	55.20	-
#100	0.15	298.95	59.79	40.21	-
#200	0.08	397.43	79.49	<b>20.51</b>	-
<b>Pasa #200</b>	102.57		<b>20.51</b>		
<b>Total muestra</b>		500			
<b>Total - Cuarteo (gr)</b>		500			
CLASIFICACIÓN					
<b>Grava</b>			0.07%		
<b>Arena(Fina)</b>			79.42%		
<b>Finos</b>			20.51%		
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo		Tipo de Material		
AASHTO	A-2-6 (0.14)		Gravas y arenas arcillosas y limosas		
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
<b>D10 en mm=</b>	<b>0.040</b>	<b>D30 en mm=</b>	<b>0.113</b>	<b>D60 en mm=</b>	<b>0.530</b>
<b>Cu=D60 / D10 =</b>		<b>13.25</b>	<b>Cc=D302/(D60*D10)=</b>		<b>0.60</b>
<p>Porcentaje que pasa (%)</p> <p>Tamaño de las partículas (mm)</p>					





## Anexo 7.4.2 Límites de Atterberg.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:		ABS CISA:		
Copa de Casagrande	AASHTO: T-90-70; ASTM: D-424-71; INEN 691			PCA 4- Subrasante		7+528 km		
Coordenadas	Norte	9848975	Este	762181				
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	19	34	153	14A	33A	17	31	40
Peso de la muestra hum+ rec	56.2	69.1	67.2	50.17	61.3	58.17	67.35	65.35
Peso de la muestra seca+ rec	44.33	55.01	53.7	40.51	49.04	47.39	55.65	54.4
Peso del recipiente	11.3	11.37	11.47	11.19	11.22	11.17	11.29	11.03
Peso del agua (Ww)	11.87	14.09	13.50	9.66	12.26	10.78	11.70	10.95
Peso de la muestra seca (Ws)	33.03	43.64	42.23	29.32	37.82	36.22	44.36	43.37
Contenido de humedad (w%)	35.94%	32.29%	31.97%	32.95%	32.42%	29.76%	26.38%	25.25%
Promedio de (w%)	34.11%		32.46%		31.09%		25.81%	
Número de golpes	12		22		28		32	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
COORDENADAS			X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido	
			0	30.32%	25	0.00%	30.32%	
			25	30.32%	25	30.32%		
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	20	10	66	R2	6E	16		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	8.8	9.21	7.03	8.77	9.64	7.65		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	8.42	8.75	6.87	8.29	9.27	7.44		
Peso del recipiente (Wr)	6.11	6.21	6.03	6.08	6.61	6.22		
Peso de agua (Ww)	0.38	0.46	0.16	0.48	0.37	0.21		
Peso muestra seca (Ws)	2.31	2.54	0.84	2.21	2.66	1.22		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	16.45%	18.11%	19.05%	21.72%	13.91%	17.21%		
Promedio W% (L.P)	17.74%							
IP=LL - LP	12.57%							
 <p>                     Contenido de humedad (%) vs. Número de golpes.   Ecuación de la línea de regresión: <math>y = -0.0036 \ln x + 0.3932</math>                       Coeficiente de determinación: <math>R^2 = 0.76</math>                       Límite Líquido (LL) a 25 golpes: 30.32%                 </p>								

### Anexo 7.4.3 Proctor.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS			
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO</b>			
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 12752gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Subrasante (PCA 4)
Abscisa: km 7+528	Norma: AASHTO T-180		Método: C
Coordenadas	Norte	9848975	Este 762181
Peso inicial desecado	6000	6000	6000 6000
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO</b>			
Nº Molde	M1	M2	M3 M4
Humedad inicial añadida	5%	10%	15% 20%
Peso suelo + recipiente	16536	17076	17513 17189
Peso del recipiente	12688	12688	12688 12688
Peso de la masa de suelo (Wm)	3848	4388	4825 4501
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO</b>			
Altura del molde (cm)	12.94	12.94	12.94 12.94
Diámetro de la muestra (cm)	15.16	15.16	15.16 15.16
Volumen de la muestra (Vm)	2335.74	2335.74	2335.74 2335.74
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA</b>			
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.647	1.879	2.066 1.927
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Nº Recipiente	1	81	10 90 82 99 17 100
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	132.5	129.56	107.24 125.39 141.23 123.2 152.89 142.5
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	124.45	122.09	98 113.44 123.03 107.67 127.14 120.02
Peso del recipiente Wr	31.54	30.24	32.51 30.11 30.65 32.99 31.4 30.31
Peso agua (Ww)	8.05	7.47	9.24 11.95 18.20 15.53 25.75 22.48
Peso de la muestra seca (ws)	92.91	91.85	65.49 83.33 92.38 74.68 95.74 89.71
Contenido de humedad w%	8.66%	8.13%	14.11% 14.34% 19.70% 20.80% 26.90% 25.06%
Contenido de humedad promedio	8.40%	14.22%	20.25% 25.98%
<b>DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO</b>			
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.520	1.645	1.718 1.530
<b>GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO</b>			
			
Peso Volumétrico Seco Máximo $\gamma_d$ :	1.628	Óptimo Contenido de Humedad w:	17.68%

## Anexo 7.4.4 CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR												
<b>ESPECIFICACIONES</b>														
Tipo: Proctor Modificado				Peso del Martillo: 10 lb										
Norma: AASHTO T-180				Altura de caída: 18 in										
Peso muestra (gr): 6000				Cont. de humedad óptimo (%):		17.68%								
Coordenadas:		Norte		9848975		Este 762181								
Muestra: Subrasante				Abscisa: km 7+528										
<b>ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.</b>														
MOLDE	3			8			9							
Nº de capas	5			5			5							
Nº de golpes	56			25			11							
Antes del remojo														
P. húmedo + molde	15992			16745			15672							
Peso molde	12188			12921			12354							
Peso húmedo	3804			3824			3318							
Volumen muestra	2118.45			2342.18			2198.33							
Densidad húmeda	1.796			1.633			1.509							
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>														
Recipiente N°	19 (INFERIOR)		34 (SUPERIOR)		153(INFERIOR)		14A(SUPERIOR)							
P. hum. + recipiente	47.56		56.57		63.04		73.35							
P. seco + recipiente	42.69		50.38		56.01		65.14							
Peso recipiente	11.2		11.16		11.56		11.02							
Peso agua	4.87		6.19		7.03		8.21							
Peso de sólidos	31.49		39.22		44.45		54.12							
Contenido humedad %	15.47%		15.78%		15.82%		15.17%							
Promedio	15.62%			15.49%			15.18%							
Densidad seca	1.553			1.414			1.310							
<b>ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.</b>														
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón= 3 plg <sup>2</sup>		Norma: ASTM D 193 - 13								
Subrasante		ABSCISA		7+650										
Molde		C - 1			C - 2			C - 3						
TIEMPO	PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
	Min.	Seg.		mm	plg *10-3			Lb	lb/pulg2			%	lb	
		0	0	0	0.00		0	0.00			0	0.00		
0	0	0.64	25	87	29.00		24	8.00			11	3.67		
1	0	1.27	50	136	45.33		175	58.33			43	14.33		
1	0	1.91	75	198	66.00		231	77.00			147	49.00		
2	0	2.54	100	321	107.00	112.25	316	105.33	90.16	9.02	162	54.00	40.58	4.06
3	0	3.81	150	493	164.33		363	121.00			189	63.00		
4	0	5.08	200	631	210.33		472	157.33			234	78.00		
5	0	6.35	250	789	263.00		545	181.67			259	86.33		
6	0	7.62	300	815	271.67		601	200.33			297	99.00		
8	0	10.16	400	874	291.33		699	233.00			361	120.33		
10	0	12.7	500	989	329.67		827	275.67			489	163.00		
<b>CBR Corregido</b>						<b>11.23</b>				<b>9.02</b>			<b>4.06</b>	

**PRESIÓN - PENETRACIÓN**

Y-axis: PRESIÓN (lb/plg<sup>2</sup>)

X-axis: PENETRACIÓN (plg\*1e-3)

Curves for CBR values: 112.25, 90.16, 40.58.

**DENSIDAD SECA- CBR**

Y-axis: DENSIDAD SECA GR/CM<sup>3</sup>

X-axis: CBR %

Trend line showing positive correlation.

Tipo: Proctor Modificado				DENSIDAD MAX		1.553			
Densidad 56	1.553	gr/cm <sup>3</sup>	CBR 56	11.23%	95% DE DM	1.48	1.48	1.310	1.553
Densidad 27	1.414	gr/cm <sup>3</sup>	CBR 27	9.02%		0	11.23%	9.62%	9.62%
Densidad 11	1.310	gr/cm <sup>3</sup>	CBR 11	4.06%					9.62%

**Anexo 8. Fotografías y planos .**

	
<p><b>Descripción:</b> Marcación y medición de abscisas.</p>	<p><b>Descripción:</b> Configuración del equipo R10.</p>
	
<p><b>Descripción:</b> Levantamiento de puntos en la vía camino real.</p>	<p><b>Descripción:</b> Excavación de PCA para extraer las muestras de suelo.</p>
	
<p><b>Descripción:</b> Medición de fallas.</p>	<p><b>Descripción:</b> Conteo vehicular.</p>



**Descripción:** Medición de las deflexiones a con la Viga Benkelman.



**Descripción:** Tamizado de muestras.



**Descripción:** Pesando las muestras tamizadas.



**Descripción:** Tamizando a través del tamiz  $\frac{3}{4}$ .



**Descripción:** Compactación de la muestra con una humedad óptima.



**Descripción:** Pesando las muestras para CBR.



**Descripción:** Determinación del límite líquido con la copa de casa grande.



**Descripción:** Determinando el límite plástico.



**Descripción:** Pesando los recipientes para la toma de muestras.



**Descripción:** Tomando muestras en el ensayo de Proctor modificado tipo C.



**Descripción:** Colocando la muestra en la máquina de compresión.



**Descripción:** Configurando la máquina para el ensayo de CBR.

VISTA EN PLANTA VÍA CAMINO REAL ABSC 4+000 - 4+560

762400.000

762600.000

762900.000

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

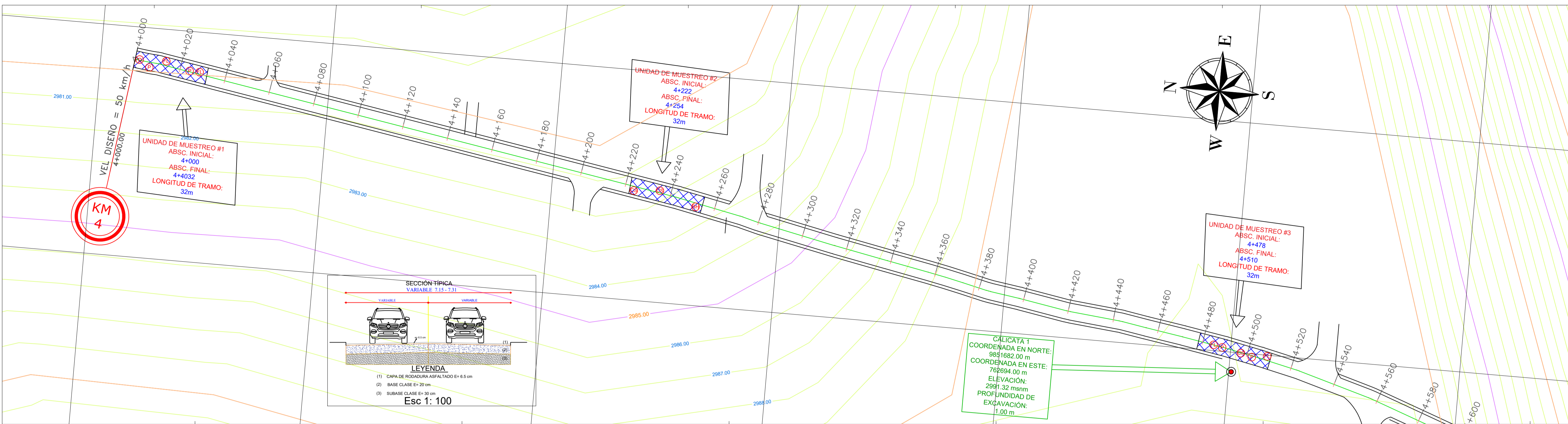
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CAMINO REAL SECTOR MONTALVO - ALOBAMBA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 4+000 HASTA LA ABSCISA 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABSC 4+000 - 8+000

VÍA CLASE: ---	LONGITUD: 4000 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACIÓN: PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO	FECHA: 05/02/2022
DIBUJADO POR: EGDO PAUL PALACIOS	REVISADO POR: ING. BYRON CAÑIZARES	ESCALA: Vía 1:1000 Secc tip 1:100		LÁMINA: 1 DE 3

UBICACIÓN

Tungurahua- Ambato

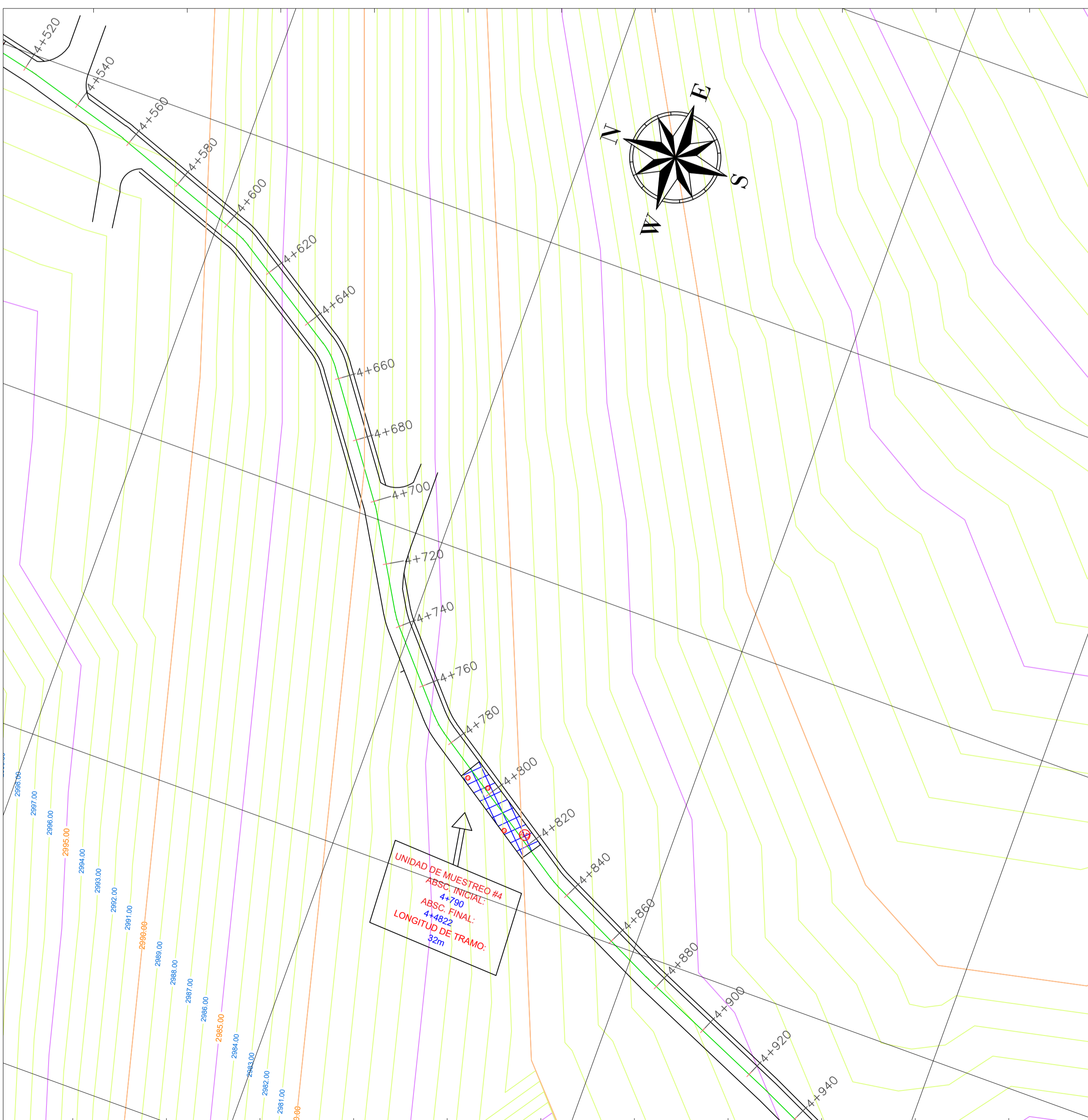


762500.000

762900.000

VISTA EN PLANTA VÍA CAMINO REAL ABSC 4+560 - 4+920

762800.000

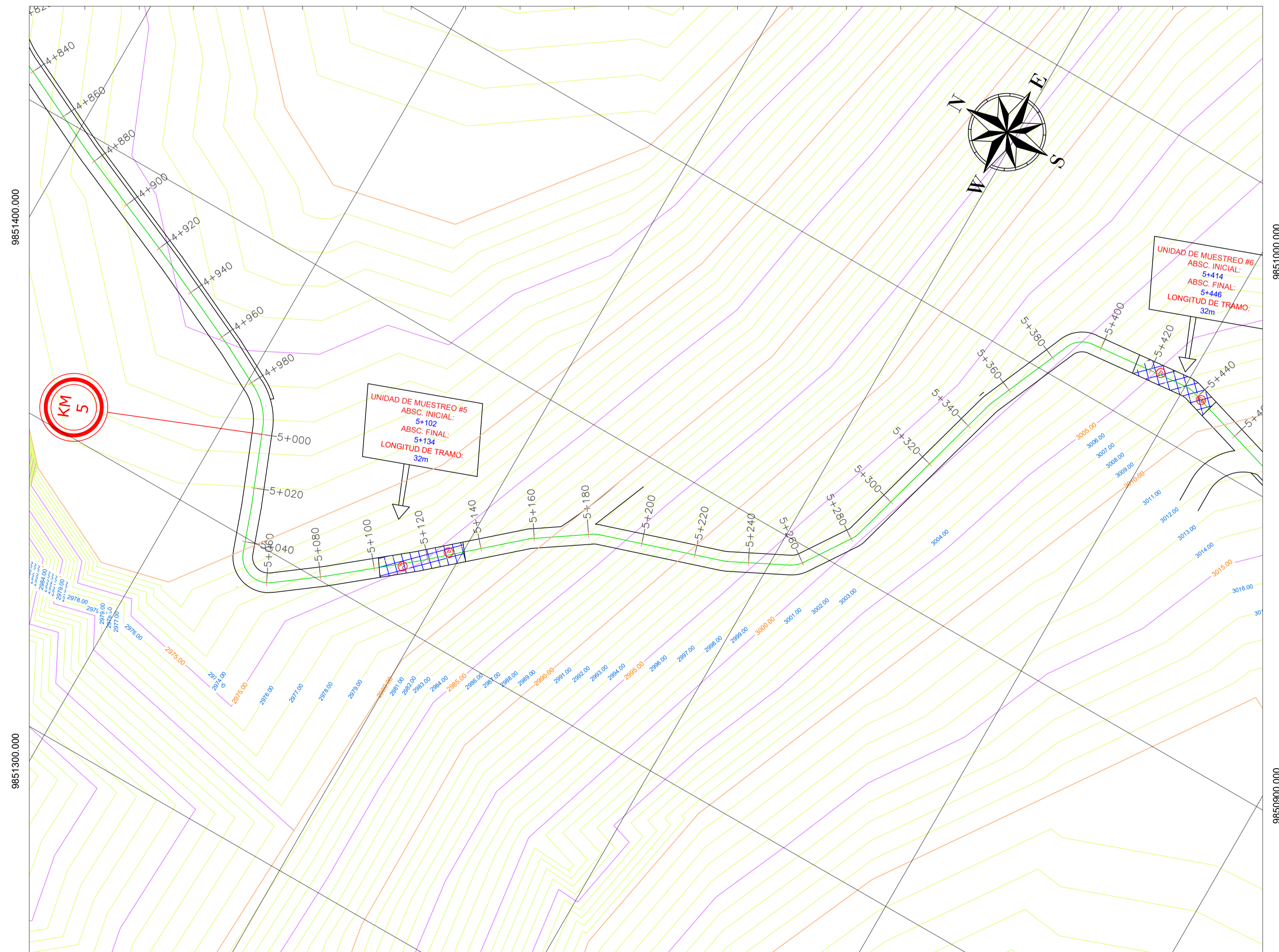


762400.000

VISTA EN PLANTA VÍA CAMINO REAL ABSC 4+920 - 5+440

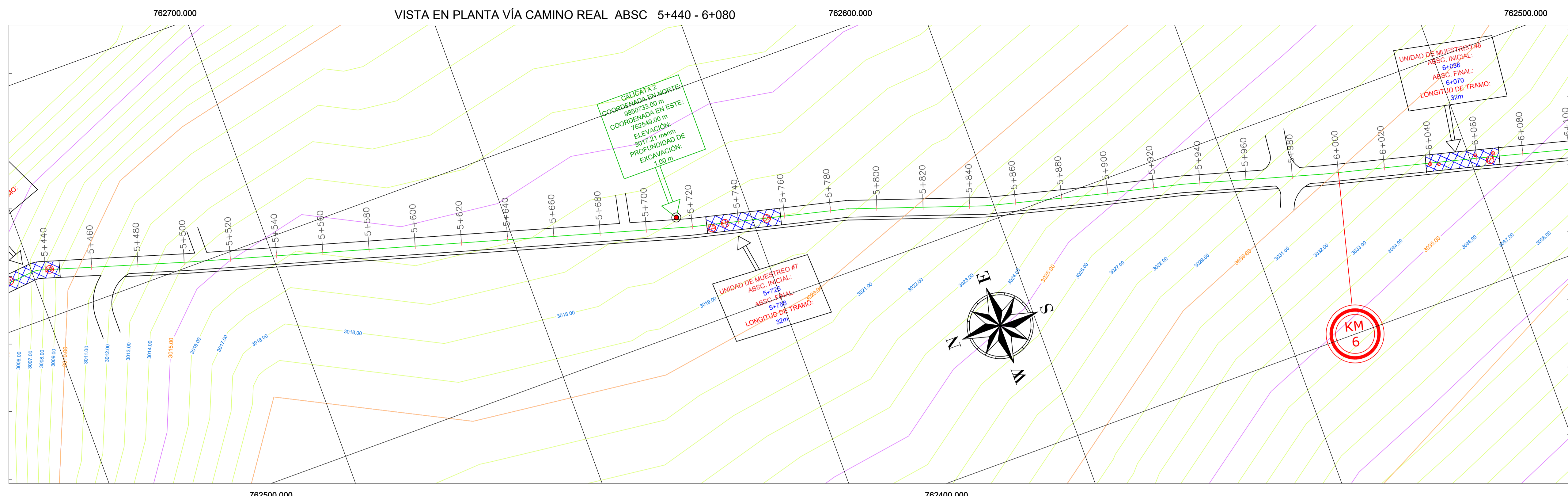
762600.000

762700.000



762300.000

762400.000



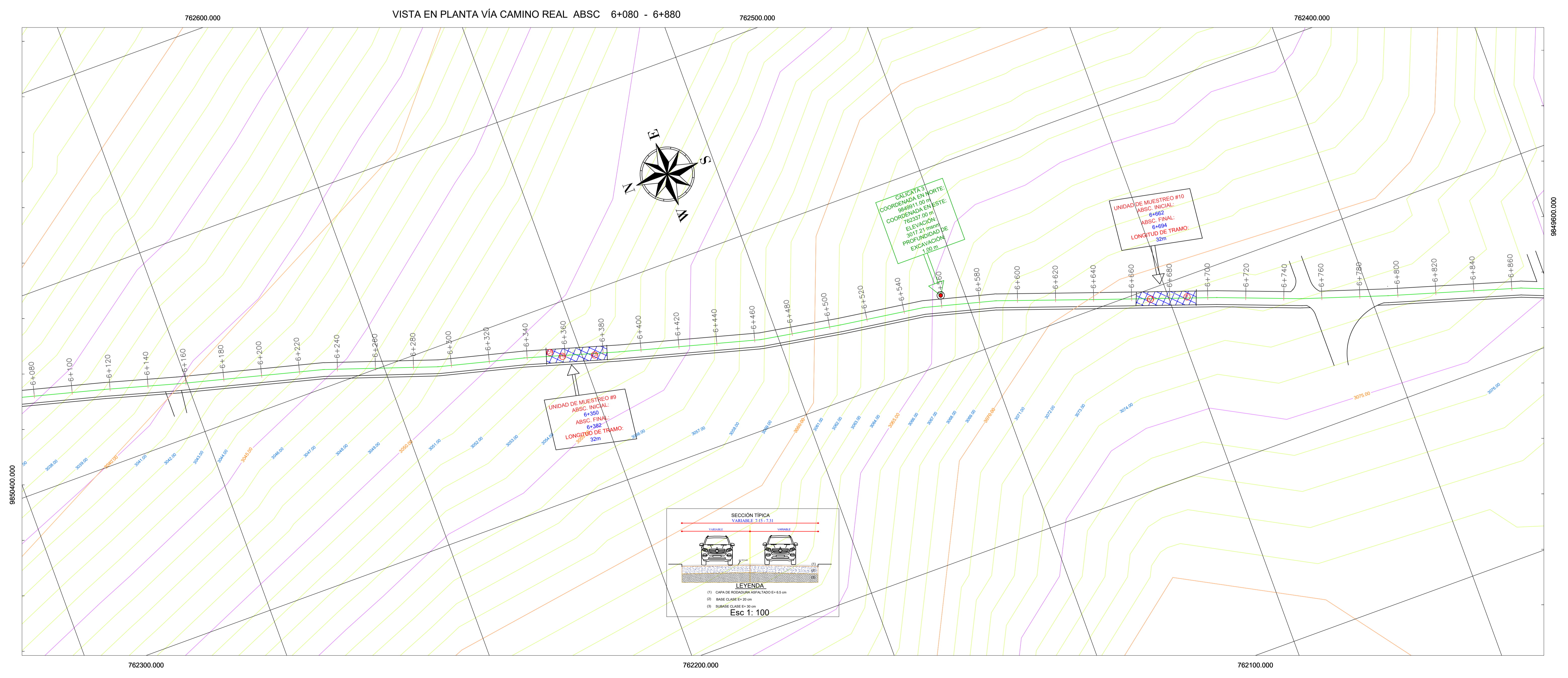
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VIA CAMINO REAL SECTOR MONTALVO - ALOBAMBA EN EL TRAMO DE LA ABCSA 4+000 HASTA LA ABCSA 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABCS 4+000 - 8+000

VIA CLASE: --	LONGITUD: 4000 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACION: PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTON: AMBATO	FECHA: 05/02/2022
DIBUJADO POR: EGDO PAUL PALACIOS		REVISADO POR: ING. BYRON CANIZARES		ESCALA: Via 1:1000 Secc tip 1:100
LAMINA: 2DE 3				

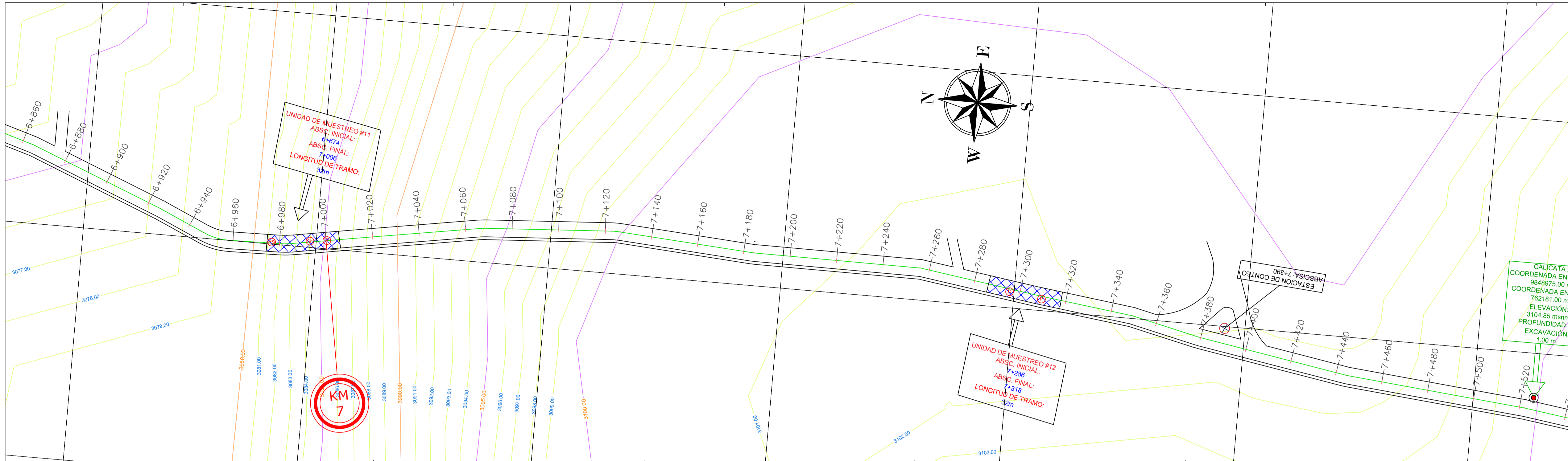
**UBICACION**





762300.000

VISTA EN PLANTA VÍA CAMINO REAL ABSC 6+080 - 7+500



762100.000

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CAMINO REAL SECTOR MONTALVO - ALOBAMBA EN EL TRAMO DE LA ABSISA 4+000 HASTA LA ABSISA 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABSC 4+000 - 8+000

VÍA CLASE: ---	LONGITUD: 4000 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACIÓN: PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO	FECHA: 05/02/2022
DIBUJADO POR: EGDO PAUL PALACIOS		REVISADO POR: ING. BYRON CANIZARES		ESCALA: Vía 1:1000 Secc tip 1:100
LÁMINA: 3 DE 3				

UBICACIÓN

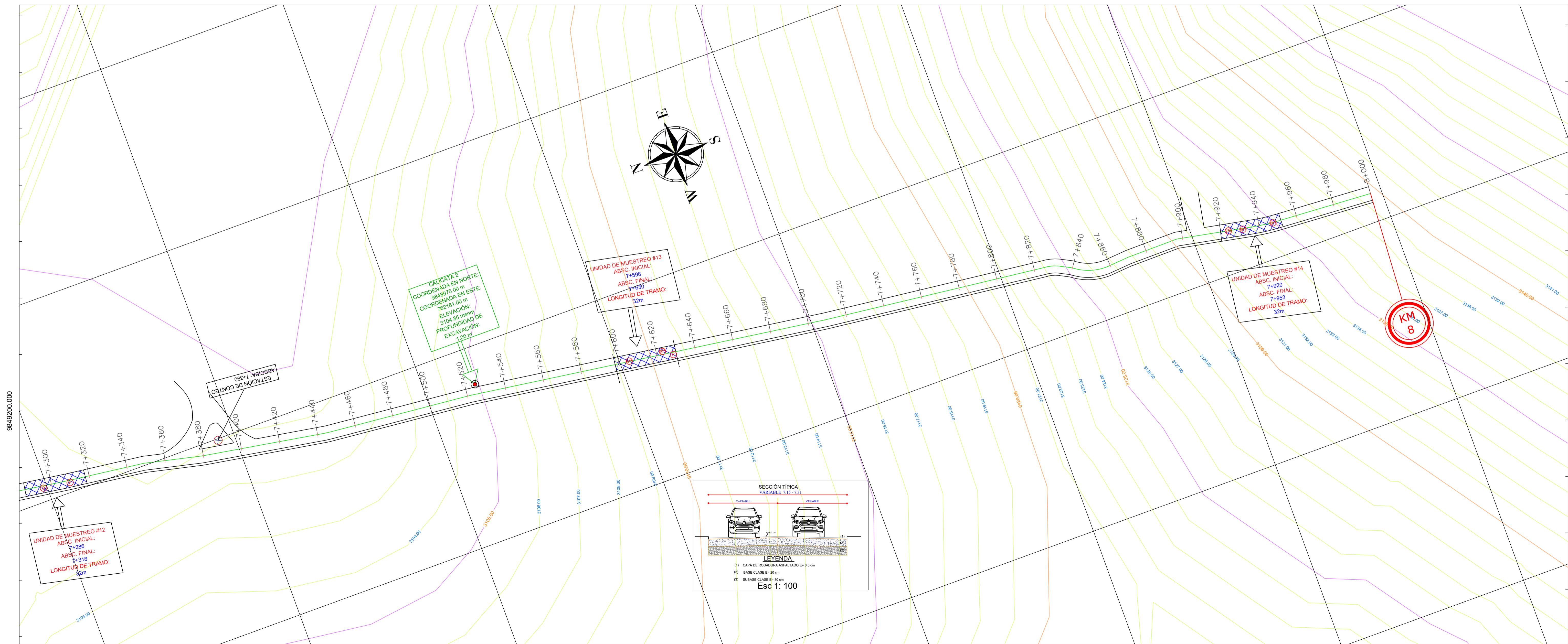
Tungurahua- Ambato

762400.000

VISTA EN PLANTA VÍA CAMINO REAL ABSC 7+300 - 8+000

762300.000

762200.000



762100.000

762000.000

761900.000

