



**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:

**“PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN
MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA
3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

AUTOR: Alex Paúl Caisalitin Yáñez

TUTOR: Ing. Rodrigo Iván Acosta Lozada. Mg.

AMBATO - ECUADOR

Septiembre – 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. Alex Paúl Caisalitin Yánez, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 0504005588, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, Septiembre 2022



Ing. Rodrigo Iván Acosta Lozada. Mg.

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, **Alex Paúl Caisalitin Yánez**, con C.I. 0504005588 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema “**PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI**”, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2022



Alex Paúl Caisalitin Yánez

C.I: 0504005588

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, Septiembre 2022



Alex Paúl Caisalitín Yáñez
C.I: 0504005588
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Alex Paúl Caisalitin Yánez. de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBaida (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, Septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Alex Gustavo López Arboleda. Mg

Miembro Calificador



Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño. Mg

Miembro Calificador

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Segundo y Teresa porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mis Hermanos Nancy, Paola y Luis que más que hermanos son mis verdaderos amigos. A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, a mi querido padre por haberme apoyado siempre, a mi madre que desde el cielo me cuida en cada paso que doy y a mis hermanos quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A mis amigos y a mi gran amiga quienes caminaron junto a mí y nunca haberme dejado solo sin importar las circunstancias.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, que me acogió para poderme formar profesionalmente. Finalmente, a los docentes de mi querida Facultad quienes durante toda la trayectoria universitaria me supieron brindar los conocimientos para llegar a ser un profesional.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRAC.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1 Antecedentes.....	1
1.1.2 Justificación.....	2
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	2
1.2 Objetivos:.....	13
1.2.1 General:.....	13
1.2.2 Específicos:.....	13
CAPÍTULO II.....	14
METODOLOGÍA.....	14
2.1 Descripción de Metodología.....	14
2.2 Tipos de Investigación.....	14
Investigación Bibliográfica.....	14
Investigación Exploratoria.....	14
Investigación de Laboratorio.....	14
Investigación Descriptiva.....	15
2.3 Población.....	15
2.4 Muestra.....	15

2.5	Materiales y Equipos	15
2.6	Plan de Procesamiento y Análisis de Información	20
CAPÍTULO III.....		21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		21
3.1	Análisis y discusión de los resultados	21
3.1.1	Ubicación del Proyecto	21
3.1.2	Levantamiento Topográfico	21
3.1.3	Inventario Vial	22
3.1.4	Análisis del Estudio de Tráfico	22
3.1.5	Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA) por el método de la trigésima hora.	23
3.1.6	Cálculo del TPDA actual.	25
3.1.7	Clasificación Vial en Función del TPDA	29
3.1.8	Cálculo de Ejes Equivalentes	30
3.2	Análisis y Resultados del Estudio de Suelos	33
3.2.1	Análisis Granulométrico	33
3.2.2	Límite de Atterberg	33
3.2.3	Ensayo de Compactación Proctor Modificado tipo B.....	34
3.2.4	Ensayo de Relación de Soporte California (CBR).....	34
3.2.5	Análisis y resultados de la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)	35
3.2.6	Análisis y resultados de la medición de deflexiones del pavimento mediante el método Viga Benkelman.....	42
3.2.7	Plan de Mantenimiento Vial.....	51
CAPÍTULO IV.....		53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		53
4.1	Conclusiones:	53
4.2	Recomendaciones:	54
BIBLIOGRAFÍA		55
ANEXOS		58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.	5
Tabla 2. Clasificación del suelo de acuerdo con el CBR	10
Tabla 3. Graduación de las muestras de ensayo y número de esferas.....	11
Tabla 4. Ubicación de la estación de conteo	22
Tabla 5. Número de vehículos diarios que transitan en la vía.....	23
Tabla 6. Tráfico de la Hora Pico	24
Tabla 7. Tráfico Promedio Diario Anual de la Vía Chipalo – La Tebaida	26
Tabla 8. Tráfico Atraído.....	27
Tabla 9. TPDA total de la Vía Chipalo – La Tebaida.....	28
Tabla 10. Índice de Crecimiento Vehicular.	28
Tabla 11. Tráfico Futuro	29
Tabla 12. Relación función, clase MOP y tráfico	30
Tabla 13. Factores de daño según el tipo de vehículo.....	31
Tabla 14. Factores de distribución direccional.....	31
Tabla 15. Porcentajes de W18 en el carril D1	31
Tabla 16. Tráfico Promedio Diario Anual.	31
Tabla 17. Cálculo del número de ejes equivalentes W18	32
Tabla 18. Clasificación Granulométrica	33
Tabla 19. Resultados Límites de Atterberg.....	33
Tabla 20. Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B	34
Tabla 21. Clasificación de Suelos en base al CBR	34
Tabla 22. Resultados de CBR de la Vía Chipalo – La Tebaida	34
Tabla 23. Datos para el Cálculo de unidad de muestreo.	35
Tabla 24. Unidades de muestreo en el tramo de vía.....	38
Tabla 25. Rangos de Clasificación de PCI.....	41
Tabla 26. Resultados PCI de la Vía Chipalo – La Tebaida.....	41
Tabla 27. Deflexiones en campo de la vía en estudio	42
Tabla 28. Deflexiones corregidas por la relación de brazos	44
Tabla 29. Deflexiones corregidas por la relación de brazos	45
Tabla 30. Factores de corrección por estacionalidad	45
Tabla 31. Deflexiones corregidas por el efecto estacional.....	46
Tabla 32. Radios de curvatura.....	47

Tabla 33. Valor de “t” y probabilidad de ocurrencia de $D > D_c$	48
Tabla 34. Cálculo de Deflexiones de la vía en estudio	50
Tabla 35. Tipos de deflexiones	50
Tabla 36. Tipos de Falla con su respectiva solución de la vía Chipalo – La Tebaida	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Estructura Pavimento Flexible	6
Gráfico 2. Partes de la Viga Benkelman	12
Gráfico 3. Ubicación del Proyecto	21
Gráfico 4. Figura de la estación de conteo	23
Gráfico 5. Ábaco de valores deducidos para falla 10 Grietas Longitudinales y Transversales.....	39
Gráfico 6. Curvas para el valor deducido corregido.	40
Gráfico 7. Análisis Deflectométrico.....	51
Gráfico 8. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales.....	93
Gráfico 9. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo	93
Gráfico 10. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	95
Gráfico 11. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo	95
Gráfico 12. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo	97
Gráfico 13. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos	97
Gráfico 14. Ábaco de valores deducidos Corregidos	98
Gráfico 15. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo	100
Gráfico 16. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo	100
Gráfico 17. Ábaco de valores deducidos Corregidos	101
Gráfico 18. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	103
Gráfico 19. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Pulimiento de Agregados	103
Gráfico 20. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos	104
Gráfico 21. Ábaco de valores deducidos Corregidos	104
Gráfico 22. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	106
Gráfico 23. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Parabólicas	106
Gráfico 24. Ábaco de valores deducidos Corregidos	107
Gráfico 25. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Pulimiento de Agregados	109
Gráfico 26. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Parabólicas	109

Gráfico 27. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales.....	111
Gráfico 28. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos	111
Gráfico 29. Ábaco de valores deducidos Corregidos.....	112
Gráfico 30. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales.....	114
Gráfico 31. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	114
Gráfico 32. Ábaco de valores deducidos Corregidos.....	115
Gráfico 33. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos	117
Gráfico 34. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos	117
Gráfico 35. Ábaco de valores deducidos Corregidos.....	118
Gráfico 36. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales.....	120
Gráfico 37. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Meteorización/Desprendimiento de Agregados.....	120
Gráfico 38. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Agrietamiento en Bloque	122
Gráfico 39. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	122
Gráfico 40. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Agrietamiento en Bloque	124
Gráfico 41. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales.....	124
Gráfico 42. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grieta de Borde.....	126
Gráfico 43. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Meteorización/Desprendimiento de Agregados.....	126
Gráfico 44. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grieta de Borde.....	128
Gráfico 45. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Pulimiento de Agregados	128

RESUMEN

El presente trabajo de titulación está enfocado a proponer un plan de conservación de la estructura del pavimento de la vía La Tebaida – Chipalo. Para lo cual se realizó un reconocimiento topográfico de la vía mediante estación total, a continuación se ejecutó un conteo manual del volumen vehicular con el que se determinó el TPDA clasificándola como una vía autopista. Se tomó muestras de suelo por cada kilómetro de vía para los ensayos de granulometría, límites Atterberg, Proctor modificado tipo B y ensayo Índice de Soporte California (CBR) realizados en los laboratorios FICM.

Se utilizó el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI) para determinar la condición del pavimento actual, mediante inspecciones visuales se examinó el deterioro a nivel superficial de la vía, con el ensayo de la viga Benkelman se determinaron las deflexiones de la carpeta asfáltica para evaluar de una forma completa y funcional de la vía en estudio.

Analizados los resultados obtenidos en base a las normas establecidas, se deduce que la vía Chipalo – La Tebaida se encuentra con problemas de deterioro a lo largo de la capa de rodadura por lo que se requiere intervenciones más superficiales con el fin de garantizar la vida útil y de la misma forma proteger la integridad de los conductores y peatones que circulan por la vía.

Palabras Claves: Subrasante, Pavimentos, Deterioro asfáltico, Conservación vial, CBR, PCI.

ABSTRACT

The present titling work is focused on proposing a conservation plan for the pavement structure of the La Tebaida - Chipalo road. A topographic reconnaissance was carried out of the road using a total station, then a manual count of the vehicle volume was effected, with these data, the TPDA was obtained, classifying it as a highway. Soil samples were taken for each kilometer of road for the granulometry tests, Atterberg limits, Proctor modified type B and the California bearing ratio (CBR), trials conducted on the FICM laboratories

The Pavement Condition Index (ICP) method was used to determine the condition of the current pavement, and visual inspections examined the surface deterioration of the track. With the Benkelman beam test, deflections of the asphalt were determined to evaluate a complete and functional form of the pathway under study.

Analyzed the results obtained on the basis of the established standards, It follows that the Chipalo - Tebaida track is experiencing deterioration problems along the tread layer, so more superficial interventions are required in order to guarantee the service life and in the same way to protect the integrity of the conductors and pedestrians that circulate on the track.

Keywords: Subgrade, Pavements, Asphalt deterioration, Road conservation, CBR, PCI.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

Las infraestructuras terrestres son de vital importancia ya que nos permite llegar a todos los rincones de un territorio y nos ayuda a generar una extensa progresión de beneficios económicos y sociales. La construcción o mejoramiento de dichas vías nos permite mejorar estos beneficios, para lo cual los encargados de la conservación de la infraestructura deben estar conscientes de la importancia de capitalizar y administrarla adecuadamente. [1]

Los organismos estatales, en las últimas décadas han generado diferentes escenarios implantando distintos planes de conservación, con el fin de que no se vea afectado el proceso de ciclo de vida de una infraestructura vial los cuales no han tenido el resultado esperado causando un deterioro excesivo en nuestras vías, por lo que en la actualidad se presenta un nuevo escenario, el cual requiere una restauración de la red vial. [2]

Es necesario la aplicación de inversiones permanentes por períodos extensos para lograr el estado deseado y sostenible de la infraestructura vial, al mismo tiempo que se origine la colaboración del sector privado en la gestión de conservación y mantenimiento de las vías. [3]

Siendo necesario que a futuro se ejecuten planes de conservación que ayuden a mantener las carreteras en condiciones cómodas, brindar un tráfico seguro y con velocidades adecuadas. Una conservación morosa o escasa causara la elevación del precio final de reparación como el de funcionamiento para el beneficiario, ampliara molestias y reducirá la seguridad de la vía. [4]

En la Provincia de Cotopaxi las competencias en lo que respecta a la red vial en la parte rural está a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi y de la parte urbana se encarga los GAD Municipales de la Provincia

Cabe mencionar que la vía Chipalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) ya con su diseño geométrico definitivo y su nueva estructura del pavimento (flexible), fue puesta en servicio en el año 2010; entonces se puede decir que es relativamente

nueva. Tiene una longitud de 3,5 km, ubicada en la zona urbana del Cantón Salcedo a cargo del GAD Municipal de Salcedo.

1.1.2 Justificación

En el mundo moderno las redes viales son indispensables ya que nos permiten la comunicación entre territorios y nos ayuda al desarrollo comercial y turístico de la misma, basado en una buena conservación vial. Lamentablemente las redes viales se degradan hasta deteriorarse dificultando la conectividad que deben ofrecer. [4]

Las decisiones de conservación y evaluación de pavimentos es disminuir el deterioro del mismo. Con el ánimo de obtener un impacto positivo en el sistema de transporte nacional, se debe tomar en cuenta ciertos factores como: propiedades de los materiales, tipo de tránsito y volumen, condiciones ambientales, etc. [5]

En nuestro país los costos de construcción de carreteras son mayores a los costos invertidos en un sistema de conservación de mantenimiento de pavimentos, ya que dicho costo depende del tipo de desgaste que presente la vía, el clima es uno de los factores que incide en el deterioro y el uso al que está expuesto la capa de rodadura, por lo que se debe realizar un análisis apropiado para determinar las condiciones en las que se encuentra la vía. [6]

Por lo expuesto anteriormente el objetivo principal de este trabajo técnico es la implementación de un plan de conservación vial en función a las características físicas de la vía Chipalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la provincia de Cotopaxi. El cantón no cuenta con un proyecto de mantenimiento vial, ya que es necesario para evitar el deterioro total de la capa de rodadura, y así mejorar la calidad del servicio, eficacia y eficiencia de dicha vía.

1.1.3 Fundamentación Teórica

1.1.3.1 Mantenimiento vial

Es muy importante el mantenimiento de una infraestructura vial por lo cual es esencial mantener una vía en perfectas condiciones para promover su desarrollo, crecimiento y calidad de vida de los habitantes. Una vía segura es aquella que brinda confort y a la vez carece de obstáculos que dificulten el transporte. Sin embargo la realidad es que las vías se van deteriorando con el pasar del tiempo y si no se da un adecuado

mantenimiento esta falla lo que genera la depreciación de vehículos, tiempos de viaje prolongados, mayor consumo de combustible y mayor índice de accidentes. [7]

Operaciones de conservación rutinaria: tiene como objetivo garantizar un tránsito seguro mediante intervenciones relativamente frecuentes durante un año, consta de limpieza de faja, perfilados de camino de tierra, bacheos, limpieza de obras de drenaje, demarcación del pavimento, entre otros. [8]

Operaciones de conservación periódica: Estas operaciones se las realiza de manera programada con anticipación, a intervalos variables destinados primordialmente a recuperar los deterioros de la capa de rodadura pues quedan determinados por el volumen de tránsito y por el clima se incluyen en esta categoría: sellos asfálticos, recebo de carpetas granulares, reparación de defensas fluviales, reparación de losas de hormigón, entre otras. [8]

Operaciones de restauración: Este tipo de operación son destinadas a la recuperación completa de la obra deteriorada. Con el fin de evitar su destrucción y asegurar la integridad estructural, las operaciones que se deben considerar posteriores a la emergencia son: tratamientos superficiales, micro pavimentos, recapados sobre pavimentos existentes, entre otros. [8]

Carretera

Una carretera es principalmente construida para la circulación de vehículos de uso público con niveles adecuados de seguridad y comodidad que une regiones, provincias, cantones y parroquias del país. [7]

Red vial nacional

La red vial nacional está conformada por todas las carreteras y caminos de propiedad pública existentes en el territorio ecuatoriano que compone el sistema vial nacional, está conformada por la red vial estatal, regional, provincial y urbana. [9]

Red vial estatal

La red vial estatal está a cargo del gobierno central, la cual está conformada por vías primarias (troncales y transversales) y secundarias (colectoras) o corredores arteriales. [9]

Red vial provincial

Se denomina como red vial provincial al conjunto de vías administradas por cada uno de los Consejos Provinciales. Esta red conforma vías terciarias y caminos vecinales las cuales conectan cabeceras de parroquias con los caminos de la red vial nacional; por lo que el reglamento General de esta Ley determinara la característica y tipología de la red vial provincial. [9]

Red vial urbana

La red vial urbana está a cargo de los Gobiernos autónomos descentralizados municipales o metropolitanos, esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales que conforman la zona urbana del cantón, la cabecera parroquial rural y aquellas vías que estén ubicadas en zonas de expansión urbana, la competencia sobre el eje vial, las mismas que concernirán al gobierno central, regional o provincial, según sea el caso. [9]

1.1.3.2 Conteo Vehicular

El conteo o aforo vehicular es muy importante para realizar un estudio de tráfico. El flujo vehicular es el paso de vehículos que atraviesan un punto, sección de la vía o una intersección. Lo que permitirá cuantificar el número de vehículos y obtener así una muestra de los volúmenes para el periodo en el que se realiza, los antecedentes requeridos regularmente son. [10]

Conteo Manual: es un método que se realiza de manera visual en conteos de pocas horas de duración que nos ayuda a proporcionar información precisa de la composición del tráfico. [11]

Conteo Automático: Consiente en lograr en tiempo real la clasificación, peso y otros datos de los vehículos mediante equipos que registran los ejes que circulan por la vía, también es indispensable acompañarlo con un conteo manual. [11]

Trafico de hora pico: se denomina hora pico o cargada al periodo de tiempo con mayor flujo vehicular. Es la medida utilizada para efectos de diseño geométrico. [10]

Tráfico medio por periodo: es la medida representativa del aforo de tráfico en estudio de acuerdo a la periodización definida mediante la elección del modelo de simulación de tráfico adoptado. [10]

Trafico Promedio Diario Anual (TPDA): se obtiene de una sección de la vía la medida más repetida de flujo vehicular. Se utiliza para los efectos de diseño de pavimentos y para caracterizar el tráfico cuando no existe el fenómeno de congestión. Este valor obtenido es el que se utiliza comúnmente en los modelos de deterioro de pavimentos. [10]

Para obtener resultados definitivos de un estudio de tráfico, se debe realizar un conteo manual durante 7 días seguidos que no sean afectados por ningún evento especial durante la semana de conteo vehicular. [11]

Se debe considerar que los tres casos mencionados obtienen valores medios de flujo representativos de ciertos periodos, lo cual condiciona la selección de la muestra. Una vez realizado el conteo vehicular se debe ejecutar la clasificación del pronóstico del tráfico para un tiempo establecido de 15 a 20 años. [10]

Tabla 1. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (Según MTOP)	TPDA (Año Final de Diseño)
Corredor Arterial Colectora Vecinal	RI - RII (2)	>8000
	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
	IV	100 - 300
	V	<100

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

Elaborado por: Alex Caisalitin

1.1.3.3 Pavimentos

El pavimento asfáltico es un elemento estructural, tiene por propósito proporcionar una superficie de rodamiento seguro, confiable y controlable de vehículos con velocidades operacionales esperadas, bajo cualquier condición ambiental. Estos elementos estructurales están diseñados para resistir las cargas aplicadas por el tránsito. [12]

TOPOS DE PAVIMENTOS

Existe una gran variedad de tipos de pavimentos esto depende del volumen de tráfico y tipo de vehículos que transitan.

Pavimentos flexibles: Son aquellos pavimentos elaborados con materiales asfálticos y granular, y se adecuan a las deformaciones del suelo sin aparecer tensiones adicionales. [13]

Pavimentos Semi-rígidos: Son similares a los pavimentos flexibles, está compuesto por una capa rigidizada artificialmente por medio de aditivos que pueden ser asfalto, cemento, emulsión cal y químicos. [13]

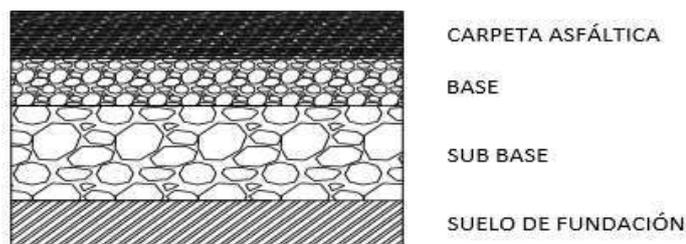
Pavimentos Rígidos: Son aquellos que están conformados por una losa de concreto, dentro de este grupo se encuentran los pavimentos de cemento Portland. Transmiten directamente los esfuerzos al suelo y además resisten a las tensiones de tracción es auto resistente. [13]

Pavimentos Articulado: Están compuestos por una capa de rodadura con bloques de concreto prefabricado (adoquines) y asimismo los empedrados. Es indispensable que tenga restricciones laterales de confinamiento convenientes. [13]

Pavimento flexible

Este tipo de pavimento está compuesto por una carpeta bituminosa que se encuentra apoyada sobre dos capas no rígidas las cuales son base y subbase. Es un pavimento más económico en su construcción inicial, posee un periodo de vida de 10 a 15 años, pero una desventaja que tiene este pavimento es el de requerir mantenimientos periódicos para lograr cumplir su vida útil. [14]

Gráfico 1. Estructura Pavimento Flexible



Fuente: Tesis H. Meza, Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú, 2017

Estructura de un Pavimento Flexible

Subrasante: Es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento, que soporta las cargas sin sufrir deformaciones que afecten su comportamiento. Mientras mayor sea la calidad de la subrasante, menor será el espesor del pavimento. [12]

Sub-base: Es la capa que se asienta y protege a la subrasante, permite la distribución apropiada de las cargas de tránsito, nos ayuda a controlar la capilaridad del agua. La capa tendrá un espesor definido y estará conformada por material granular de ciertas especificaciones en forma y tamaño. [12]

Base: Es la capa que recibe o soporta los esfuerzos producidos por los vehículos, repartiendo estos esfuerzos a la capa de sub-base y al terreno de fundación de una manera uniforme. Las bases están formadas por mezclas bituminosas, mezclas estabilizadas con cemento o algún material ligante. Debe ser resistente a los cambios de humedad y temperatura. [15]

Carpeta Asfáltica: Es la capa superior de un pavimento flexible que se encuentra sobre la base y proporciona la superficie de rodamiento a los vehículos, dichas capas están formadas por material granular con o sin liga, generalmente son de concreto asfáltico o hidráulico.

Brindan comodidad al tránsito, deben tener características antideslizantes, impermeables y resistir los efectos degradantes del clima. [16]

1.1.3.4 Inventario Vial

Los inventarios viales son estudios de campo que están informatizados y organizados en base a datos que permitan su explotación, la preparación de mapas de red y nos permite determinar las condiciones actuales de la vía con el fin de programar las obras a ejecutarse y el monto de inversión. Esto contiene varias actividades de campo y de oficina, por lo que se necesita de varios equipos de medición y posicionamiento como: cinta métrica, GPS, estación total y otros menores. [17]

1.1.3.5 Tránsito

El tránsito es un factor muy importante para determinar el daño en el tiempo que afectara al pavimento en un periodo determinado, en los últimos años el comportamiento de los pavimentos se ha visto afectado por el crecimiento en volumen

de vehículos. Para disminuir el efecto de tensiones y deformaciones que se producen al interior de la superestructura las cargas de los vehículos son transmitidas mediante dispositivos de apoyo multiruedas. [18]

1.1.3.6 Estudio de suelos

Los suelos son el material de construcción más utilizados en las estructuras, por lo que un estudio de suelos es fundamental para determinar sus características del mismo y para un adecuado diseño de la estructura de pavimento.

Los ensayos de suelos son de vital importancia a la en la realización de la construcción de cualquier proyecto ya que nos ayuda a conocer las características físicas y mecánicas del suelo y comprobar si el terreno está apto para la realización de la obra ingenieril. [19]

Para los estudios de suelos se realizaran los siguientes ensayos en el laboratorio:

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)
- Índice de Condición de Pavimento (P.C.I)

Análisis Granulométrico

La granulometría permite conocer la gama de tamaños de las partículas presentes en una masa de suelo.

Para localizar la distribución de tamaño de partículas del suelo se debe separar en dos fracciones las cuales son granular y fina. En el caso de la fracción granular cuyas partículas son de un diámetro mayor a 0.075 mm se debe analizar por medio de tamices, y en el caso de partículas finas de un diámetro menor a 0.075 mm se utiliza un análisis a través de un hidrómetro.

La curva granulométrica está definida en el eje de las ordenadas por el porcentaje en peso de las partículas de suelo y el tamaño de las mismas en el eje de las abscisas, pero está definido por una escala logarítmica.

Determinando los diámetros característicos se logra encontrar los parámetros que intervienen en un análisis granulométrico. [19]

Límites de Atterberg

Son los límites de consistencia que caracterizan los siguientes estados de un suelo de grano fino: estado sólido, estado semisólido, estado plástico, estado semilíquido y líquido. [20]

- **Límite Líquido (LL):** Es el límite entre los estados plástico y semilíquido, se determina mediante un procedimiento de laboratorio entre el número de golpes en el ensayo copa casa grande vs el contenido de humedad que nos permite graficar la curva de escurrimiento.
- **Límite Plástico (LP):** Es el límite entre los estados semisólido y plástico. Se determina mediante la formación de pequeños cilindros en la palma de la mano cuyo diámetro es aproximadamente 3 mm y 25 mm a 30 mm de longitud, se calcula igual que el contenido de humedad promedio
- **Índice de Plasticidad (IP):** Está definido como la diferencia numérica entre su límite plástico y su límite líquido. Una vez definido el límite líquido y el límite plástico puede determinarse el índice de plasticidad. En algunos casos el límite plástico es difícil determinar, o este es mayor al límite líquido, dando como resultado un índice plástico negativo o no plástico (NP). [19]

Proctor Modificado

El ensayo nos permite determinar la densidad seca ($\gamma_{m\acute{a}x}$) y el óptimo contenido de humedad ($\%W_{\acute{o}pt}$) que da el más alto peso volumétrico seco. [21]

Este ensayo consiste en modificar tanto la capacidad del molde como la energía de compactación, se lo determina ejecutando cuatro ensayos de un mismo suelo, pero con distintas humedades, de las cuales se determinan cuatro densidades diferentes para cuatro contenidos de humedad distintos, y se procede a la interpolación de los cuatro valores en una gráfica se obtiene la humedad óptima y la máxima densidad seca. Este ensayo se lo realiza compactando el suelo en cinco capas, en este caso se emplea un molde especificado por la norma, utilizando un pistón especificado, que se deja caer a una cierta altura definida. [19]

Ensayo California Bearing Ratio (CBR)

La finalidad de este ensayo, es determinar la resistencia a corte de un suelo, con una humedad óptima y niveles de compactación variables, además permite medir la capacidad de la sub-rasante o material utilizado como base o sub base. Para ello se compacta con un martillo especial se elaboran tres probetas como mínimo, las que poseen distintas energías de compactación (entre 56, 25 y 11 golpes). El suelo ensayado debe contener una cantidad pequeña de material que pase por el tamiz de 50 mm y quede retenido en el tamiz den 20 mm. Después en cada cilindro se aplica una carga hasta lograr comprimir la muestra en 0.25 mm. [22]

Por último, se grafican los tres valores de densidad vs CBR y se escoge el valor CBR que más se aproxime a la densidad máxima del material de suelo (95% de $\gamma_{\text{máx}}$). Es fundamental determinar la capacidad de soporte de la subrasante ya que de ella depende el comportamiento funcional t estructural del pavimento. [23]

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

Tabla 2. Clasificación del suelo de acuerdo con el CBR

CBR %	CLASIFICACIÓN	USOS
0 - 5	Muy mala	Subrasante
5 - 10	Mala	Subrasante
10 - 20	Regular - Buena	Subrasante
20 - 30	Muy Buena	Subrasante
30 - 50	Buena	Subbase
50 - 80	Buena	Base
80 - 100	Muy buena	Base

Fuente: AASHTO-93, Diseño de pavimentos

Ensayo de desgaste por abrasión

Este ensayo se lo realiza utilizando la máquina de los ángeles, consiste en un cilindro accionado por un motor eléctrico que gira alrededor de un eje con una velocidad de 30 – 35 rev/min. [24]

En el interior del cilindro se coloca el material con un peso y granulometría determinada, junto con un número de esferas, de acuerdo con el siguiente cuadro.

Tabla 3. Graduación de las muestras de ensayo y número de esferas

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO							
% Que pasa tamiz		% Retenido en tamiz		Peso y granulometrías de muestra para ensayo (gr)			
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C	D
37,50	1 1/2"	25,00	1"	1250 ± 25			
25,00	1"	19,00	3/4"	1250 ± 25			
19,00	3/4"	12,50	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
12,50	1/2"	9,50	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,50	3/8"	6,30	1/4"			2500 ± 10	
6,30	1/4"	4,75	# 4			2500 ± 10	
4,75	# 4	2,36	# 8				5000 ± 10
Número de esferas				12	11	8	6

Fuente: Manual de ensayos de suelos y materiales, MOP 1980, p.243

El material a ensayarse es previamente lavado y secado al horno a 110°C para después ser pesado (peso inicial).

De acuerdo con la granulometría del cuadro anterior, se coloca el material en la maquina con el número de esferas de acuerdo al caso; y se somete al conjunto a 500 rev. Luego se saca el material y se lo pasa por el tamiz #12, la porción retenida en el tamiz es lavada, secada al horno para posteriormente se pesada (peso final).

La diferencia entre el peso inicial y el peso final del material ensayado se expresa como porcentaje del peso original; este valor corresponde al porcentaje de desgaste por abrasión. [24]

Evaluación estructural del pavimento mediante la aplicación de la metodología Viga Benkelman

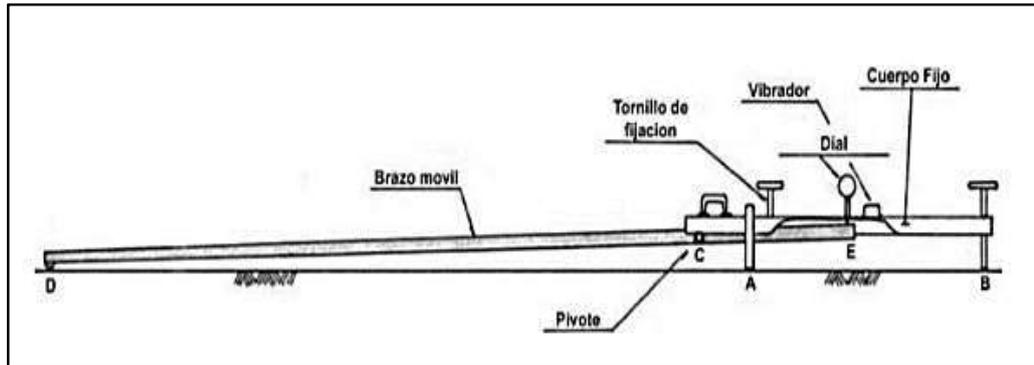
La viga Benkelman es una herramienta utilizada en la evaluación estructural de pavimentos con el objetivo de proponer un plan de mantenimiento, mejoramiento o rehabilitación.

Es un ensayo no destructivo que permite determinar deflexiones verticales sobre la superficie de una vía, para lograr estas mediciones es necesario aplicar una carga de 18000 lb (8,2 toneladas), proveniente de las llantas dobles del eje trasero simple de un camión.

Estas deflexiones son medidas en un punto inicial de referencia y a cada distancia conforme avanza el camión, de esta manera se crea una curva de deflexiones. [25]

La Viga Benkelman es un dispositivo muy simple, que funciona aplicando la conocida "regla de la palanca". Es una estructura de aluminio que se coloca sobre la superficie del pavimento flexible, consta de un brazo que se extiende y cuyo extremo se ubica entre las ruedas traseras del vehículo. [25]

Gráfico 2. Partes de la Viga Benkelman



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú, Manual de Ensayo de Materiales, 2016

1.2 Objetivos:

1.2.1 General:

Proponer un sistema de conservación vial en función de las características físicas de la vía Chipoalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la provincia de Cotopaxi.”

1.2.2 Específicos:

Elaborar el levantamiento topográfico de la vía Chipoalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la provincia de Cotopaxi.”

Determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y el número de ejes equivalentes de la vía Chipoalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) o en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la provincia de Cotopaxi.”

Evaluar el estado actual de la estructura del pavimento de la vía Chipoalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la provincia de Cotopaxi.”

Proponer un plan de mantenimiento a la vía Chipoalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la provincia de Cotopaxi.”

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Descripción de Metodología

Para el proyecto se empleara más de un tipo de investigación, ya que de esta manera se conseguirá la información necesaria para la elaboración de un trabajo con resultados apropiados y obtener datos reales de campo.

2.2 Tipos de Investigación

El presente proyecto técnico empleara los siguientes tipos de investigación:

- Investigación Bibliográfica.
- Investigación de Campo o Exploratoria.
- Investigación de Laboratorio.
- Investigación Descriptiva.

Investigación Bibliográfica

Esta investigación es necesaria en este trabajo técnico ya que nos permite recolectar la información requerida mediante investigaciones previas con el tema, tesis, libros, artículos técnicos que nos permita tener una guía y proceder al desarrollo de la investigación.

Investigación Exploratoria

También conocida como investigación de campo, nos permite obtener información del estado actual de la vía en estudio mediante visitas periódicas, donde se ejecutaran actividades como el levantamiento topográfico de la vía, un inventario vial, el conteo vehicular para obtener el Trafico Promedio Diario (TPDA), extracción de muestras de suelo para ensayarlas posteriormente y determinar visualmente las fallas del pavimento según el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI).

Investigación de Laboratorio

Para esta investigación es necesario obtener muestras de suelo de la vía, para luego trasladarlas al laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en la Universidad Técnica de Ambato para su respectivo análisis y determinar las propiedades y características del suelo que conforma la estructura de pavimento de la vía. Para el respectivo estudio se realizaran los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico.
- Límites de Atterberg.
- Proctor Modificado.
- Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR).
- Ensayo Viga Benkelman.

Investigación Descriptiva

Este tipo de investigación se emplea para la descripción de las características físicas de la vía, para así identificar y realizar un intervalo visual con el método de Evaluación Índice de Condición del Pavimento (PCI).

2.3 Población

Esta investigación corresponde a la población de la Vía Chipoalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) Provincia de Cotopaxi, en la cual se realizara la propuesta de un plan de conservación para la estructura de pavimento de la mencionada vía.

2.4 Muestra

En el presente proyecto técnico se tomará muestras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la vía Chipoalo – La Tebaida, para realizar un estudio sobre la conservación del pavimento.

2.5 Materiales y Equipos

Toma de muestras alteradas (Norma: INEN 686 1982-05)

- **Materiales:**
 - Costales.
 - Muestra de suelo.
- **Equipos:**
 - Pico.
 - Pala.
 - Barra.
 - Flexometro.

Levantamiento Topográfico

- **Materiales:**

- Libreta de campo.
- Aerosol color rojo.
- Clavos de hierro.
- **Equipos:**
 - Cinta métrica 50 m.
 - Flexometro 5 m.
 - Estación total.
 - Prisma topográfico.
 - Trípode topográfico.
 - Radio de comunicación.

Medición de deflexiones (Norma: AASHTO T-256-01)

- **Materiales:**
 - chaleco reflector.
 - Aerosol.
 - **Agua.**
- **Equipos:**
 - Viga Benkelman.
 - Combo.
 - Cíncel.
 - Cinta métrica 50 m.
 - Flexometro 5 m.
 - Volqueta cargada.
 - Termómetro.

Índice de Condición del Pavimento (PCI)

- **Materiales:**
 - Flexometro 5 m.
 - Formato preestablecido de recolección de datos.
- **Equipos:**
 - Manual de identificación de fallas.

Análisis Granulométrico (Norma: ASTM C136-05)

- **Materiales:**
 - Muestra de suelo cuarteada.
- **Equipos:**
 - Juego de tamices.
 - Tamizadora.
 - Brocha.
 - Recipientes.
 - Balanza electrónica digital.

Limite Líquido (Norma: AASHTO T-89-13)

- **Materiales:**
 - Agua.
 - 80 gr. De muestra de suelo pasado por el tamiz #40.
- **Equipos:**
 - Copa de Casagrande.
 - Espátula.
 - Acanalador.
 - Recipientes de aluminio.
 - Balanza electrónica digital.
 - Horno de secado.

Limite Plástico (Norma: AASHTO T-90-16)

- **Materiales:**
 - Agua.
 - 25 gr. De muestra de suelo pasado por el tamiz #40.
- **Equipos:**
 - Espátula.
 - Placa de vidrio.
 - Mortero de porcelana.
 - Recipientes de aluminio.
 - Horno de secado.
 - Balanza electrónica digital.

Proctor Modificado Tipo B (Norma: AASHTO T-180-18)

- **Materiales:**
 - Agua.
 - 24 kg. De muestra de suelo pasado por el tamiz #4.
- **Equipos:**
 - Moldes metálicos cilíndricos con extensión y base ($\phi=6''$).
 - Bandeja metálica.
 - Martillo compactador.
 - Enrasador.
 - Probeta.
 - Palustre.
 - Brocha.
 - Recipientes de aluminio.
 - Horno de secado.
 - Balanza electrónica digital.

California Bearing Ratio (CBR) (Norma: AASHTO T-193-13)

- **Materiales:**
 - Agua.
 - 18 kg. De muestra de suelo pasado por el tamiz #4.
- **Equipos:**
 - Moldes metálicos cilíndricos con extensión y base ($\phi=6''$).
 - Bandeja metálicas.
 - Martillo compactador.
 - Brocha.
 - Enrasador.
 - Palustre.
 - Probeta.
 - Recipientes de aluminio.
 - Horno de secado.
 - Disco espaciador.
 - Balanza electrónica digital.
 - Pesa anular.
 - Pesa ranurada.

- Maquina MULTISPEED 34-V1172.

Plan de Recolección de Datos

- El levantamiento y estudio topográfico de la Vía Chipoalo – La Tebaida en donde se detallara las características y su entorno en el tramo especificado (Inventario Vial), esto se realizara mediante estación total, la longitud del tramo es de 3500 metros.
- obtención de los datos de cargas de tránsito en la zona por medio de un conteo manual con una duración de una semana (7 días). Para el conteo se utilizara una ficha de registro en donde se clasifica según el tipo de vehículos que circulan en la vía. Este registro está dividido en intervalos de 15 minutos para facilitar el conteo.
- La inspección visual y recorrido para el método PCI, da a conocer que la vía tiene una sola sección debido a que su pavimento es constante y no existe tramos donde exista presencia de recapeo.
- La Viga Benkelman se utiliza para detectar las deflexiones verticales en el pavimento, estos resultados se los lee en un dial el cual es parte del equipo. Los puntos se realizaran cada 200 metros alternando el lado del carril con una separación del borde de 90 cm. Las deflexiones serán tomadas a 0 m – 0,25 m – 0,50 m – 1,00 m – 5,00 m y 8,00 m.
- Para evaluar las propiedades del suelo se toma muestras realizando calicatas con dimensiones aproximadas de 1,00 m x 1,00 m con una profundidad de 0,80 m a 1,00 m, a una distancia de cada 1000 m, se extraerá 3 muestras siguiendo lo señalado en la Norma NTE INEN 686 1982-05.
- Para realizar el ensayo de Límite Líquido (Copa de Casagrande) se aplica la Norma AASHTO T 89-2013.
- Para realizar el ensayo de Límite Plástico se aplica la Norma AASHTO T 90-2016.
- Para realizar el ensayo de Granulometría se aplica la siguiente Norma AASHTO T 88-2013.
- Para realizar el ensayo de Proctor Modificado Tipo B se aplica la Norma AASHTO T 180-2018.

- Para realizar el ensayo de California Bearing Ratio (CBR), se aplica la Norma **AASHTO T 193-2013**.

2.6 Plan de Procesamiento y Análisis de Información

Al iniciar el plan de procesamiento y análisis se debe realizar el siguiente proceso:

- Realizar el levantamiento topográfico de la Vía Chipoalo – La Tebaida, utilizando la estación total, para así obtener datos reales de la vía.
- Obtener el Trafico Promedio Diario Anual (TPDA), mediante un conteo manual del tramo en estudio, para determinar el tipo de vehículos que circulan en un tiempo establecido por la vía.
- Investigar la metodología de evaluación estructural del pavimento mediante el uso de la Viga Benkelman para obtener deflexiones verticales del pavimento y analizar los datos obtenidos.
- Extracción de muestras de suelo mediante la ejecución de calicatas, para efectuar los ensayos de suelos que conforman la estructura del pavimento.
- Determinar las fallas del pavimento.
- Proporcionar un plan de mantenimiento vial en función de los datos y características físicas de la vía con su respectivo presupuesto.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

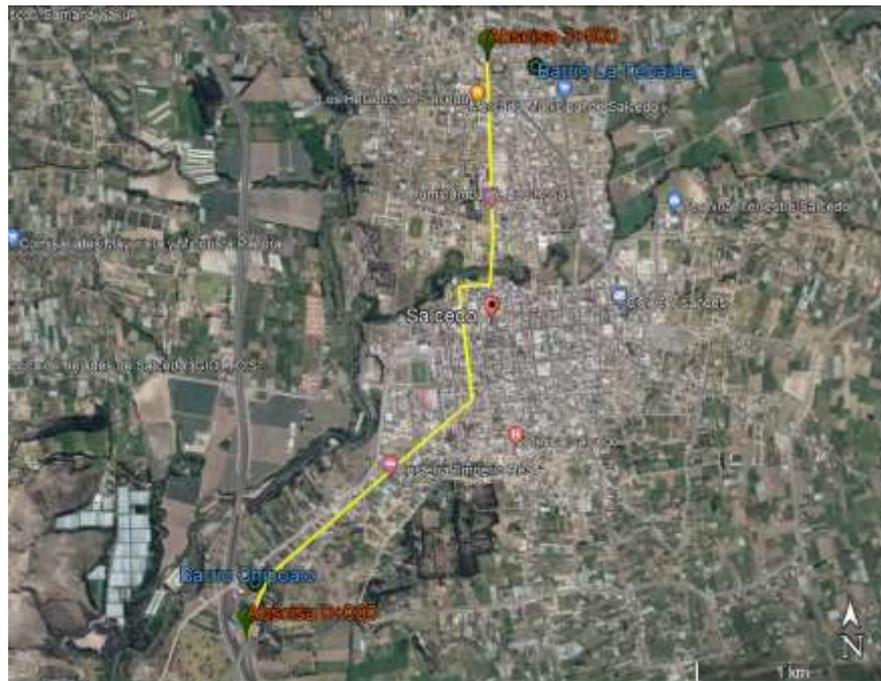
3.1 Análisis y discusión de los resultados

En este capítulo se presentara los resultados obtenidos en los ensayos realizados en campo, laboratorio y oficina, los mismos que permitieron el desarrollo de la presente investigación.

3.1.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto en estudio se encuentra localizado en la Provincia de Cotopaxi, en el Cantón Salcedo, en la Parroquia San Miguel de Salcedo, Chipoalo – La Tebaida. El tramo en estudio de este proyecto inicia en la abscisa 0+000 y finaliza en la abscisa 3+500, la vía tiene una longitud total de 3500 metros.

Gráfico 3. Ubicación del Proyecto



Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Fuente: Google Earth Pro

3.1.2 Levantamiento Topográfico

El levantamiento Topográfico se realizó utilizando estación total, se inició en la Barrio Chipoalo en el tramo de la abscisa km 0+000 y termina en el Barrio la Tebaida en el tramo de la abscisa km 3+500. A cada 20 metros y los datos obtenidos con el equipo

fueron ubicación, coordenadas y elevación los cuales nos permitieron la realización de las planimetrías de la vía en estudio. (Anexo D)

3.1.3 Inventario Vial

La vía Chipalo – La Tebaida km 0+000 al km 3+500 se ha realizado el levantamiento topográfico, con la ayuda de la estación total, se tomaron puntos cada 20 metros y se midió el ancho de la vía con cinta métrica, de la misma manera se registró sus componentes: aceras, cunetas, parteres, pozos, pasos de agua y calles adyacentes. Datos que mediante la ayuda del software Civil CAD se creó los planos, donde se identifica la longitud total, curvaturas, abscisas y más componentes de la vía.

El inventario vial se detalla en el **Anexo A**.

3.1.4 Análisis del Estudio de Tráfico

Para el estudio de tráfico se realizó conteos diarios de tráfico para priorización y clasificación vial en función del **Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**. El conteo vehicular para la vía Chipalo – La Tebaida se lo realizó durante 7 días (1 semana) sin que este sea afectado por eventos especiales, en un período de 12 horas, en el horario de 07:00 am hasta las 19:00 pm, en intervalos de 15 minutos.

Este conteo permite generar información de la cantidad de vehículos que circulan en la vía de estudio, tomando en cuenta las características de operación de cada vehículo, ya que varían por su tamaño y peso, formando diferentes tipos.

En el Anexo B se encuentra el conteo vehicular de los siete días de la semana.

Tabla 4. Ubicación de la estación de conteo

Coordenadas de la Estación de Conteo	
Coordenadas en Este	768142 m E
Coordenadas en Norte	9885117 m S

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Gráfico 4. Figura de la estación de conteo



Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Fuente: Google Earth Pro

3.1.5 Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA) por el método de la trigésima hora.

Después de realizar el conteo vehicular durante una semana, se procede a la tabulación de datos. Para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de la vía, el día con mayor cantidad de vehículos es el jueves 16 de diciembre del 2021, con 12225 vehículos, cuya totalidad se detalla a continuación.

Tabla 5. Número de vehículos diarios que transitan en la vía

DÍA	NÚMERO DE VEHICULOS
Lunes	11881
Martes	11751
Miércoles	11799
Jueves	12225
Viernes	11183
Sábado	11122
Domingo	11904

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

En la tabla 6, se observa el flujo vehicular durante la hora pico de (13H00 a 14h00), el día jueves 16 de Diciembre del 2020, ya que en el cantón Salcedo se realiza una feria.

Tabla 6. Tráfico de la Hora Pico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Provincia: Cotopaxi					Cantón: Salcedo			
Fecha: 16 de Diciembre del 2020					Vía: Chipoalo - La Tebaida			
TRÁFICO DE LA HORA PICO								
Hora	Livianos	Buses	Camiones				Total Acumulado	
			C-2-L	C-2-P	C-3	C>3		
7H00-8H00	13H00 - 13H15	263	10	11	3	0	0	287
	13H15 - 13H30	245	9	14	4	2	0	274
	13H30 - 13H45	256	11	9	3	0	0	279
	13H45 - 14H00	270	6	11	1	3	0	291
Subtotal		1034	36	45	11	5	0	1131
Total		1034	36	61				

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yánez, 2022

Cálculo del Factor de la Hora Pico

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

Donde:

Q: Total del volumen de tráfico durante la hora pico.

Q_{15max}: Volumen Máximo en el transcurso de 15 minutos de la hora pico.

$$FHP_{15} = \frac{1131 \text{ veh}}{4 * 291 \text{ veh}}$$

$$FHP_{15} = 0.972$$

Nota: Se consideró FHP=1, con el fin de obtener un tránsito uniforme.

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

3.1.6 Cálculo del TPDA actual.

Se utiliza el método de la 30va hora de diseño para el cálculo del TPDA, según las normas se utiliza el porcentaje promedio que se encuentra entre el 8% y 12%, para carreteras en zonas urbanas; es decir el 10% (k). [26]

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

Donde:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual (Actual).

VHP: Volumen de Vehículos durante la hora Pico.

FHP: Factor de Hora Pico.

k: Porcentaje de la 30va hora de diseño.

- **Vías urbanas: 8% - 12%, k= (10%)**
- Vías rurales: 12% - 18%, k= (15%)

➤ TPDA actual para vehículos livianos.

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

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{1034 * 1}{10\%}$$

$$TPDA_{\text{actual}} = 10340 \text{ veh/día}$$

➤ TPDA actual para buses.

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{36 * 1}{10\%}$$

$$TPDA_{\text{actual}} = 360 \text{ veh/día}$$

➤ TPDA actual para camiones.

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{61 * 1}{10\%}$$

$$TPDA_{\text{actual}} = 610 \text{ veh/día}$$

Tabla 7. Tráfico Promedio Diario Anual de la Vía Chipalo – La Tebaida

Tipo de Vehículo	Hora pico	TPDA Actual por hora de vehículo
Livianos	1034	10340
Buses	36	360
Camiones	61	610
Total		11310

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yánez, 2022

Calculo del Tráfico Atraído

$$Ta = 10\% * TPDA$$

Fórmula 3.3

Donde:

Ta: Tráfico Atraído.

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual.

➤ **Tráfico atraído para livianos.**

$$Ta = 10\% * TPDA$$

$$Ta = 10\% * 10340$$

$$Ta = 1034 \text{ veh/día}$$

➤ **Tráfico atraído para Buses.**

$$Ta = 10\% * 360$$

$$Ta = 36 \text{ veh/día}$$

➤ **Trafico atraído Camiones.**

$$Ta = 10\% * 610$$

$$Ta = 61 \text{ veh/día}$$

Tabla 8. Tráfico Atraído

Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Tráfico Atraído
Livianos	10340	1034
Buses	360	36
Camiones	610	61
Total	11310	1131

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Calculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total.

$$TPDA_{total} = TPDA_{actual} + Ta \quad \text{Fórmula 3.4}$$

Donde:

T_{total}: Tráfico Promedio Diario Anual Total de la Vía Chipoalo – La Tebaida.

TPDA_{actual}: Tráfico Promedio Diario Anual Actual de la Vía Chipoalo – La Tebaida.

Ta. Tráfico Atraído.

➤ **TPDA para livianos.**

$$T_{total} = TPDA_{actual} + Ta$$

$$T_{total} = 10340 + 1034$$

$$T_{total} = 11374 \text{ veh/día}$$

➤ **TPDA para Buses.**

$$T_{total} = 360 + 36$$

$$T_{total} = 396 \text{ veh/día}$$

➤ **TPDA para Camiones.**

$$T_{total} = 610 + 61$$

$$T_{total} = 671 \text{ veh/día}$$

Tabla 9. TPDA total de la Vía Chipoalo – La Tebaida

Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Tráfico Atraído	TPDA
Livianos	10340	1034	11374
Buses	360	36	396
Camiones	610	61	671
Total	11310	1131	12441

Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

El valor de TPDA es de 12441 vehículos/día.

Calculo del Tráfico Futuro.

Para el análisis del tráfico futuro de la vía Chipoalo – La Tebaida, se realizará una proyección del tráfico para un periodo de 20 años, iniciando en el año 2020 hasta el año 2040.

$$Tf = T_{total} * (1 + i)^n \quad \text{Fórmula 3.5}$$

Donde:

Tf: Tráfico futuro.

i: Índice de Crecimiento Vehicular.

n: Número de años futuro.

Tabla 10. Índice de Crecimiento Vehicular.

TASAS DEL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO “i” (%)			
Período	Tipo de vehículos		
	Livianos	Buses	Camiones
2020 – 2025	3.57	1.78	1.74
2025 – 2030	3.25	1.62	1.58
2030 – 2035	3.25	1.62	1.58
2035 – 2040	3.25	1.62	1.58
2040 – 2045	3.25	1.62	1.58

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

Tabla 11. Tráfico Futuro

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Provincia: Cotopaxi					Cantón: Salcedo			
Fecha: 18/01/2022					Vía: Chipoalo - La Tebaida			
Tráfico Futuro de la Vía Achipoalo - La Tebaida								
n	Año	Tasa de Crecimiento			Tráfico Futuro			Tráfico Futuro Total
		%			Veh/día			
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
0	2022	3,57	1,78	1,74	11374	396	671	12441
1	2023	3,57	1,78	1,74	11780	403	683	12866
2	2024	3,57	1,78	1,74	12201	410	695	13305
3	2025	3,57	1,78	1,74	12636	418	707	13760
4	2026	3,25	1,62	1,58	13087	425	719	14231
5	2027	3,25	1,62	1,58	13513	432	730	14675
6	2028	3,25	1,62	1,58	13952	439	742	15132
7	2029	3,25	1,62	1,58	14405	446	754	15605
8	2030	3,25	1,62	1,58	14873	453	765	16092
9	2031	3,25	1,62	1,58	15357	461	778	16595
10	2032	3,25	1,62	1,58	15856	468	790	17114
11	2033	3,25	1,62	1,58	16371	476	802	17649
12	2034	3,25	1,62	1,58	16903	483	815	18201
13	2035	3,25	1,62	1,58	17453	491	828	18772
14	2036	3,25	1,62	1,58	18020	499	841	19360
15	2037	3,25	1,62	1,58	18605	507	854	19967
16	2038	3,25	1,62	1,58	19210	515	868	20593
17	2039	3,25	1,62	1,58	19834	524	881	21240
18	2040	3,25	1,62	1,58	20479	532	895	21907
19	2041	3,25	1,62	1,58	21145	541	910	22595
20	2042	3,25	1,62	1,58	21832	550	924	23305

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

3.1.7 Clasificación Vial en Función del TPDA

Según el TPDA calculado de 12441 vehículos/día, y su proyección de 20 años con un valor de tráfico futuro de 23305 vehículos/día, la Vía Chipoalo – La Tebaida se clasifica como una vía autopista, de acuerdo a la tabla 12.

Tabla 12. Relación función, clase MOP y tráfico

Relación función, Clase MOP y tráfico		
Función	Clase de Carretera (según MOP)	TPDA (1) (año final de diseño)
Corredor Arterial	RI- RII (2)	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
Colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 3000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100
Notas: (1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil (2) RI – RII son autopistas		

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

3.1.8 Cálculo de Ejes Equivalentes

Para el cálculo del número total de ejes equivalentes en la Vía Chipalo – La Tebaida, se emplea la siguiente ecuación:

$$W18 = ((\Sigma FD * TPDA) * 365) * Fd * D1 \quad \text{Fórmula 3.6}$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes.

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual.

FD: Factor de daño (por tipo de vehículo).

Fd: Factor de distribución direccional.

D1: Porcentaje de w18 en el carril D1.

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

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Trídem		Factor de daño (FD)
	Tons	$\left(\frac{p}{6.6}\right)^4$	Tons	$\left(\frac{p}{8.2}\right)^4$	Tons	$\left(\frac{p}{15.0}\right)^4$	Tons	$\left(\frac{p}{23}\right)^4$	
Bus	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C-2G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.07			2.75
C-4	6	0.68					25	1,4	2,08

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

La Vía Chipoalo – La Tebaida consta de 4 carriles dos por cada sentido, por lo tanto se considera el 45% de tránsito para cada carril (Fd).

Tabla 14. Factores de distribución direccional.

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

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

Tabla 15. Porcentajes de W18 en el carril D1

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

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

Tabla 16. Tráfico Promedio Diario Anual.

TPDA	BUS	2 EJES LIVIANO	2 EJES PESADO	3 EJES
	396	495	121	55

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Con los datos obtenidos se procede a calcular el número de ejes equivalentes, en este caso para el año 2022; y se procede de la misma forma para los demás años.

$$W18 = (((396 * 1.04) + (495 * 1.29) + (121 * 3.92) + (55 * 2.75)) * 365) * 0.45 * 0.9 \text{ ----- } W18 = 247749 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 17. Cálculo del número de ejes equivalentes W18

				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Ejes Equivalentes													
n	Año	Tasa de Crecimiento			Tráfico Futuro					TPDA Futuro Total	W18 Cálculdo	W18 Acumulado	W18 Carril diseño
		%			Livianos	Buses	Camiones						
		Livianos	Buses	Camiones			C-2-L	C-2-P	C-3				
0	2022	3,57	1,78	1,74	11374	396	495	121	55	12441	247749	247749	123874
1	2023	3,57	1,78	1,74	11780	403	504	123	56	12866	252084	499833	249916
2	2024	3,57	1,78	1,74	12201	410	512	125	57	13305	256495	756328	378164
3	2025	3,57	1,78	1,74	12636	418	521	127	58	13760	260983	1017311	508656
4	2026	3,25	1,62	1,58	13087	425	530	130	59	14231	265550	1282861	641431
5	2027	3,25	1,62	1,58	13513	432	539	132	60	14675	269772	1552633	776316
6	2028	3,25	1,62	1,58	13952	439	547	134	61	15132	274061	1826694	913347
7	2029	3,25	1,62	1,58	14405	446	556	136	62	15605	278418	2105112	1052556
8	2030	3,25	1,62	1,58	14873	453	565	138	63	16092	282844	2387956	1193978
9	2031	3,25	1,62	1,58	15357	461	574	140	64	16595	287341	2675297	1337649
10	2032	3,25	1,62	1,58	15856	468	583	142	65	17114	291910	2967207	1483603
11	2033	3,25	1,62	1,58	16371	476	592	145	66	17649	296550	3263757	1631879
12	2034	3,25	1,62	1,58	16903	483	601	147	67	18201	301265	3565022	1782511
13	2035	3,25	1,62	1,58	17453	491	611	149	68	18772	306055	3871077	1935539
14	2036	3,25	1,62	1,58	18020	499	620	152	69	19360	310921	4181998	2090999
15	2037	3,25	1,62	1,58	18605	507	630	154	70	19967	315864	4497862	2248931
16	2038	3,25	1,62	1,58	19210	515	640	156	71	20593	320886	4818748	2409374
17	2039	3,25	1,62	1,58	19834	524	650	159	72	21240	325988	5144736	2572368
18	2040	3,25	1,62	1,58	20479	532	661	161	73	21907	331170	5475906	2737953
19	2041	3,25	1,62	1,58	21145	541	671	164	75	22595	336436	5812341	2906171
20	2042	3,25	1,62	1,58	21832	550	682	167	76	23305	341784	6154126	3077063

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

3.2 Análisis y Resultados del Estudio de Suelos

Para llevar a cabo el estudio de suelos de la vía Chipalo – La Tebaida, se realizó pozos a cielo abierto o calicatas de 1m x 1m y de profundidad de 0,8 a 1m aproximadamente, en cada kilómetro de la vía. Las extracciones se ubican en las abscisas: km 0+250, km 1+310, km 2+590, km 3+420. Se sacó 50 kg de muestra del suelo aproximadamente de la capa de la subrasante existente.

Una vez extraídas las muestras de suelo fueron secadas a temperatura ambiente durante 7 días posteriormente ser llevadas al laboratorio a los Laboratorios de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

3.2.1 Análisis Granulométrico

Para la clasificación del suelo se usará la norma: AASHTO T-87-70/ ASSTM D-421-58. Para la obtención de los resultados que se muestran en el **Anexo B**.

Tabla 18. Clasificación Granulométrica

Muestra	Clasificación	Grupo	Subgrupo	Tipo de material
Muestra 1	Subrasante	A-2	A-2-4	Gravas, Arenas Arcillosas y Limosas
Muestra 2				
Muestra 3				
Muestra 4				

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

3.2.2 Límite de Atterberg

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

Tabla 19. Resultados Límites de Atterberg

Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
Muestra 1	18,48	17,45	1,03
Muestra 2	22,52	20,84	1,68
Muestra 3	23,23	21,45	1,79
Muestra 4	21,72	20,57	1,15

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

3.2.3 Ensayo de Compactación Proctor Modificado tipo B

Este ensayo de compactación nos permite determinar los valores de contenido de humedad óptimo y densidad máxima, los cuales utilizaremos para realizar el ensayo CBR.

Tabla 20. Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B

Muestra	Densidad Seca (γ_d)	Humedad Óptima (w %)
Muestra 1	1.888	14.9
Muestra 2	1.690	10.96
Muestra 3	1.862	14.34
Muestra 4	1.699	17.72

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

3.2.4 Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

El ensayo de CBR permite determinar la capacidad de soporte del suelo que conforma la capa de la estructura del pavimento en estudio, como lo muestra la siguiente **tabla 21**.

Tabla 21. Clasificación de Suelos en base al CBR

CBR %	Clasificación general	Usos
2-5	Muy mala	Subrasante
5-8	Mala	Subrasante
8-20	Regular - Buena	Subrasante
20-30	Excelente	Subrasante
30-60	Buena	Subbase
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: AASHTO-93, Diseño de Pavimentos.

Tabla 22. Resultados de CBR de la Vía Chipalo – La Tebaida

Muestra	% CBR	Clasificación del suelo según él %CBR	Usos
Muestra 1	17,10	Regular - Buena	Subrasante
Muestra 2	14,70	Regular - Buena	Subrasante
Muestra 3	14,30	Regular - Buena	Subrasante
Muestra 4	16,10	Regular - Buena	Subrasante

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

3.2.5 Análisis y resultados de la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Mediante el método PCI nos permite determinar la condición de la estructura del pavimento por medio de inspecciones visuales, en la cual se observa el tipo de falla que presenta la vía en estudio.

A continuación se detalla el procedimiento y resultados que se detectó en la vía Chipoalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel) en la abscisa 0+000 hasta 3+500 tiene una longitud 3500 m y un ancho de vía promedio de 8.60 m; mediante la aplicación de este método.

En el Anexo C se adjunta los formatos de todas las muestras y sus respectivos cálculos.

Tabla 23. Datos para el Cálculo de unidad de muestreo.

Datos	
Descripción	Valor
Ancho de Calzada (Av)	8.60 m
Longitud del Tramo (Lt)	3500 m
Área de Tramo (A)	$230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$
Error Admisible Estimado para el PCI de la Sección (e)	5%
Desviación Estándar del PCI para Pavimentos Asfálticos (σ)	10

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Longitud de Muestra

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

Donde:

L: Longitud de la Unidad de Muestra.

A: Área de Muestreo.

Av: Ancho de Vía.

$$L = \frac{230 \text{ m}^2}{8.60 \text{ m}}$$

$$L = 26,74 \text{ m} \approx 27 \text{ m}$$

Área Real del Tramo

$$A = Av * l$$

Donde:

L: Longitud de la Unidad de Muestra.

A: Área de Muestreo.

Av: Ancho de Vía.

$$A = 8.60 \text{ m} * 27 \text{ m}$$

$$A = 232.2 \text{ m}^2$$

Al tener un área de **232.2m²** está en el rango de 230+ 93m², se continúa con el cálculo.

Número Total de las Unidades de Muestreo

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

Fórmula 3.8

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo.

Lt: Longitud del tramo vial en estudio.

L: Longitud de cada unidad muestral.

$$N = \frac{3500 \text{ m}}{27 \text{ m}}$$

$$N = 129.63 \text{ unidades} \approx 130 \text{ unidades}$$

Determinación de Unidades de Muestreo para Evaluación

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

Fórmula 3.9

Donde:

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo para Evaluación.

e: Error Admisible Estimado para el PCI de la Sección.

σ : Desviación Estándar del PCI para Pavimentos Asfálticos.

$$n = \frac{130 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (130 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.53 \text{ unidades} \approx 15 \text{ unidades}$$

Intervalo de Muestras

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Fórmula 3.10}$$

Donde:

i: Intervalo de Muestreo

N: Número total de unidades de muestreo.

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo

$$i = \frac{130 \text{ unidades}}{15 \text{ unidades}}$$

$$i = 8.67 \approx 9$$

Corrección del Número de Unidades de Muestreo

$$nc = \frac{N}{i} \quad \text{Fórmula 3.11}$$

Donde:

nc: Número Corregido de Unidades de Muestreo.

N: Número total de unidades de muestreo.

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo

$$nc = \frac{130 \text{ unidades}}{9}$$

$$nc = 14.5 \text{ unidades} \approx 15 \text{ unidades}$$

Se calcularon en total 15 unidades, con una longitud de 27 metros y el intervalo de muestra es de 9, tal como se indica en la siguiente **tabla 24**.

Tabla 24. Unidades de muestreo en el tramo de vía.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
N° de Muestra	Abscisa Inicial	Abscisa Final
1	0+071	0+098
2	0+314	0+341
3	0+557	0+584
4	0+800	0+827
5	1+043	1+070
6	1+286	1+313
7	1+529	1+556
8	1+772	1+799
9	2+015	2+042
10	2+258	2+285
11	2+501	2+528
12	2+744	2+771
13	2+987	3+014
14	3+230	3+257
15	3+473	3+500

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Cálculo del PCI

Una vez terminado el trabajo de campo y con la información obtenida de las fallas en la vía en estudio se procede al cálculo del PCI. Se tomó la muestra 2 para explicar el proceso de cálculo.

Cálculo de la densidad

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Área Total del Daño}}{\text{Área de la muestra}} * 100 \quad \text{Fórmula 3.12}$$

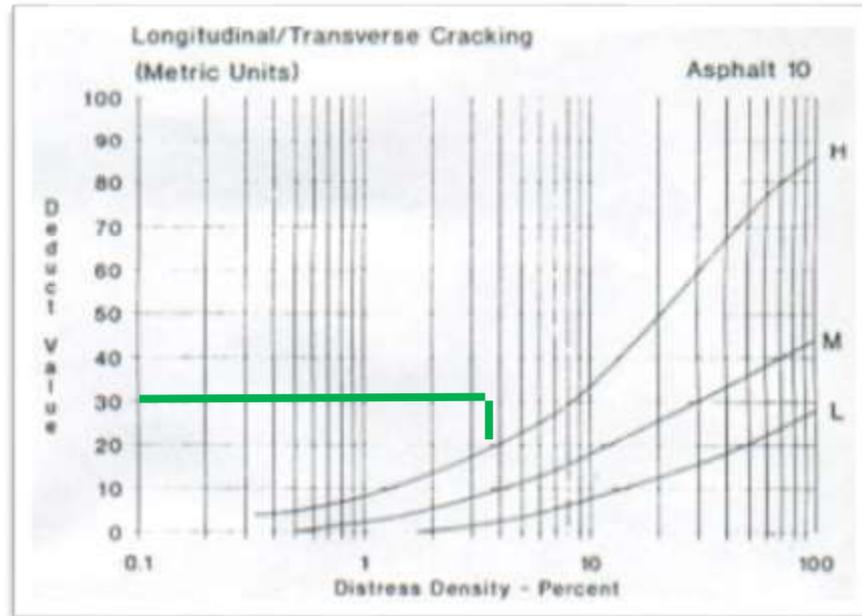
$$\text{Densidad} = \frac{8.10 \text{ m}}{236} * 100$$

$$\text{Densidad} = 3.43$$

Cálculo del Valor Deducido (VD)

El valor deducido (DV) se determina con los monogramas de curvas para pavimentos asfálticos, para cada tipo de daño y su nivel de severidad, de este modo obtenemos un valor deducido de 10.

Gráfico 5. Ábaco de valores deducidos para falla 10 Grietas Longitudinales y Transversales



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Si ninguno o únicamente los valores deducidos (DV) son mayores que 2, se debe determinar el valor deducido corregido (CDV).

Cálculo del “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m_i)

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV_i) \quad \text{Fórmula 3.13}$$

Donde:

m_i : Número Máximo Admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción para la unidad de muestreo i .

HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 10)$$

$$m_i = 9,27$$

Si se dispone de menos valores deducidos que m_i , se utilizan todos los que tenga.

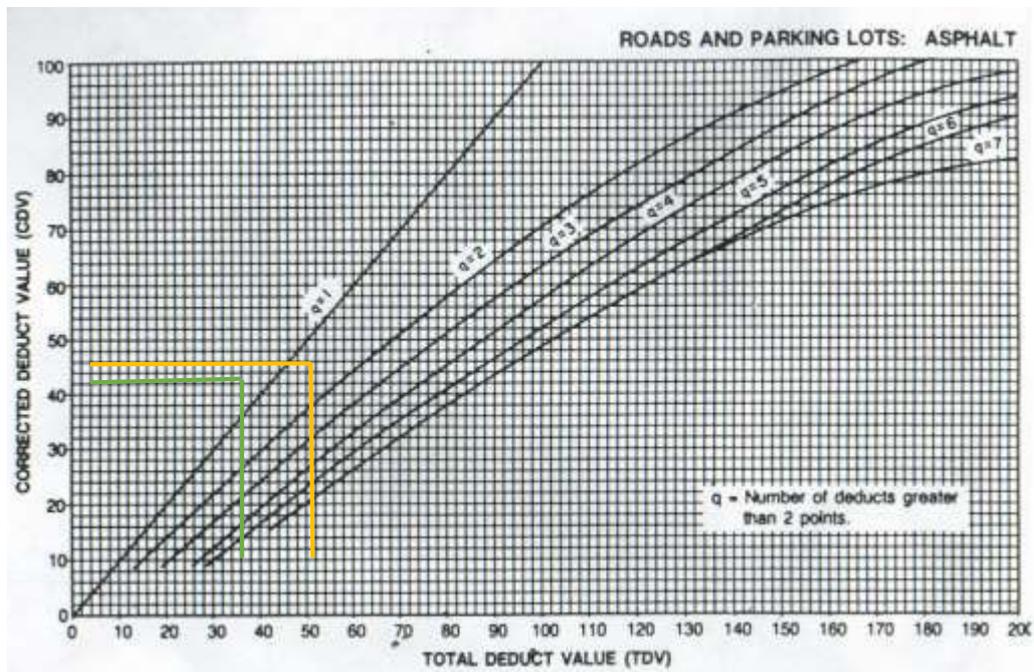
Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” (CDV)

Falla No.	Valores Deducidos						Total	Mi	VDC
1	30	17					47	2	35
2	30	2					32	1	32
								Máx (VDC)	35

Falla No.	Valores Deducidos						Total	Mi	VDC
1	30	17					47	2	35
2	30	2					32	1	32
								Máx (VDC)	35

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Gráfico 6. Curvas para el valor deducido corregido.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

En este caso los dos valores corregidos son diferentes, se utilizara el mayor de los valores máximos deducidos encontrados que es 35.

Cálculo del PCI de la muestra 2

$$PCI = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

Fórmula 3.14

$$PCI = 100 - 35$$

$$PCI = 65$$

Según el rango de calificación del PCI, es BUENO.

Tabla 25. Rangos de Clasificación de PCI.

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

Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

Resumen de valores del Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Tabla 26. Resultados PCI de la Vía Chipalo – La Tebaida

 IVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
N° de Muestra	Abscisa Inicial	Abscisa Final	Área del Tramo (m ²)	PCI por Muestra	Clasificación
1	0+071	0+098	236	78	Muy Bueno
2	0+314	0+341	236	63	Bueno
3	0+557	0+584	236	64	Bueno
4	0+800	0+827	236	68	Bueno
5	1+043	1+070	236	50	Regular
6	1+286	1+313	236	63	Bueno
7	1+529	1+556	236	79	Muy Bueno
8	1+772	1+799	236	62	Bueno
9	2+015	2+042	236	87	Muy Bueno
10	2+258	2+285	236	56	Bueno
11	2+501	2+528	236	85	Muy Bueno
12	2+744	2+771	236	84	Muy Bueno
13	2+987	3+014	236	81	Muy Bueno
14	3+230	3+257	236	92	Excelente
15	3+473	3+500	236	86	Excelente
Promedio				73,20	Muy Bueno

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Se determinó que el Índice de Condición de Pavimento (PCI) promedio es de 73,20% lo cual nos indica que se encuentra en MUY BUEN estado, vale decir que en la vía Chipalo – La Tebaida en el tramo de abscisa 0+000 hasta 3+500 nos indica que necesita un mantenimiento vial rutinario y periódico. En el **Anexo C** se detalla la evaluación.

3.2.6 Análisis y resultados de la medición de deflexiones del pavimento mediante el método Viga Benkelman.

en la vía Chipalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel) en la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+500, se evaluaron las deflexiones cada 200 metros, variando el carril derecho e izquierdo y se realizo en cada estacion lecturas en el dial a 0,25 – 0,50 – 1,00 – 5,00 y 8,00 metros con respecto al lugar de aplicación.

Tabla 27. Deflexiones en campo de la vía en estudio

 IVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Estación	Abscisa (km)	Lectura del deflectómetro en campo ($\times 10^{-2}$ mm)						Temperatura (°C)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1	0+000	0,00	12,00	15,00	18,00	20,00	20,00	27,00
2	0+200	0,00	14,00	17,00	21,00	24,00	24,00	27,00
3	0+400	0,00	11,00	14,00	20,00	23,00	23,00	27,00
4	0+600	0,00	8,00	11,00	16,00	25,00	25,00	26,50
5	0+800	0,00	7,00	12,00	18,00	21,00	21,00	27,50
6	1+000	0,00	12,00	17,00	21,00	25,00	25,00	27,50
7	1+200	0,00	9,00	19,00	22,00	25,00	25,00	27,50
8	1+400	0,00	15,00	18,00	24,00	27,00	27,00	28,50
9	1+600	0,00	12,00	19,00	23,00	28,00	28,00	28,50
10	1+800	0,00	11,00	21,00	24,00	25,00	25,00	29,50
11	2+000	0,00	7,00	18,00	22,00	25,00	25,00	29,00
12	2+200	0,00	8,00	18,00	20,00	24,00	24,00	28,00
13	2+400	0,00	6,00	17,00	24,00	27,00	27,00	29,70
14	2+600	0,00	13,00	15,00	20,00	26,00	26,00	28,00
15	2+800	0,00	6,00	17,00	21,00	27,00	27,00	27,00
16	3+000	0,00	9,00	13,00	15,00	25,00	25,00	26,00
17	3+200	0,00	8,00	15,00	18,00	24,00	24,00	26,50
18	3+400	0,00	7,00	13,00	24,00	26,00	26,00	27,00
19	3+600	0,00	12,00	20,00	23,00	28,00	28,00	26,00

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Cálculo de deflexiones

Registrada las deflexiones en la vía, se aplica correcciones debido a las características de la viga según la relación de brazos, por efecto de la temperatura y por estacionalidad. [27]

Cálculo de corrección por el brazo de la viga Benkelman con relación 1:2

$$D = RB * (Df - Do) \quad \text{Fórmula 3.15}$$

Donde:

D: Deflexiones a 0 - 0,25 – 0,50 – 1,00 – 5,00 y 8,00 metros.

Df: Deflexión final a una distancia de 8 metros.

Do: Deflexión inicial en cada punto marcado.

RB: relación de brazos de la viga Benkelman 1:2 (2)

$$D = 2 * (20 - 0)$$

$$D = 40 \times 10^{-2} \text{mm}$$

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

Tabla 28. Deflexiones corregidas por la relación de brazos

 IVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Estación	Abscisa (km)	Deflexiones corregidas (x 10 ⁻² mm)						Temperatura (°C)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1	0+000	40,00	16,00	10,00	4,00	0,00	0,00	27,00
2	0+200	48,00	20,00	14,00	6,00	0,00	0,00	27,00
3	0+400	46,00	24,00	18,00	6,00	0,00	0,00	27,00
4	0+600	50,00	34,00	28,00	18,00	0,00	0,00	26,50
5	0+800	42,00	28,00	18,00	6,00	0,00	0,00	27,50
6	1+000	50,00	26,00	16,00	8,00	0,00	0,00	27,50
7	1+200	50,00	32,00	12,00	6,00	0,00	0,00	27,50
8	1+400	54,00	24,00	18,00	6,00	0,00	0,00	28,50
9	1+600	56,00	32,00	18,00	10,00	0,00	0,00	28,50
10	1+800	50,00	28,00	8,00	2,00	0,00	0,00	29,50
11	2+000	50,00	36,00	14,00	6,00	0,00	0,00	29,00
12	2+200	48,00	32,00	12,00	8,00	0,00	0,00	28,00
13	2+400	54,00	42,00	20,00	6,00	0,00	0,00	29,70
14	2+600	52,00	26,00	22,00	12,00	0,00	0,00	28,00
15	2+800	54,00	42,00	20,00	12,00	0,00	0,00	27,00
16	3+000	50,00	32,00	24,00	20,00	0,00	0,00	26,00
17	3+200	48,00	32,00	18,00	12,00	0,00	0,00	26,50
18	3+400	52,00	38,00	26,00	4,00	0,00	0,00	27,00
19	3+600	56,00	32,00	16,00	10,00	0,00	0,00	26,00

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Corrección por efecto de Temperatura

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{D_t}{K * (T - 20^{\circ}\text{C}) * e + 1} \quad \text{Fórmula 3.16}$$

Donde:

D_{20°C}: deflexión corregida para la temperatura estándar de 20°C.

D_t: deflexión recuperable.

e: espesor de la carpeta asfáltica (cm).

T: temperatura del pavimento (°C).

K: constante para capas granulares; igual a 1x10⁻³ (1/cm x °C).

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{40}{1 \times 10^{-3} * (27 - 20^{\circ}\text{C}) * 7 + 1}$$

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = 38,13 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

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

Tabla 29. Deflexiones corregidas por la relación de brazos

 IVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Estación	Abscisa (km)	Deflexiones corregidas por efecto de la temperatura (x 10 ⁻² mm)						Temperatura (°C)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1	0+000	38,13	15,25	9,53	3,81	0,00	0,00	27,00
2	0+200	45,76	19,07	13,35	5,72	0,00	0,00	27,00
3	0+400	43,85	22,88	17,16	5,72	0,00	0,00	27,00
4	0+600	47,82	32,52	26,78	17,22	0,00	0,00	26,50
5	0+800	39,90	26,60	17,10	5,70	0,00	0,00	27,50
6	1+000	47,51	24,70	15,20	7,60	0,00	0,00	27,50
7	1+200	47,51	30,40	11,40	5,70	0,00	0,00	27,50
8	1+400	50,97	22,65	16,99	5,66	0,00	0,00	28,50
9	1+600	52,86	30,20	16,99	9,44	0,00	0,00	28,50
10	1+800	46,88	26,25	7,50	1,88	0,00	0,00	29,50
11	2+000	47,04	33,87	13,17	5,64	0,00	0,00	29,00
12	2+200	45,45	30,30	11,36	7,58	0,00	0,00	28,00
13	2+400	50,57	39,33	18,73	5,62	0,00	0,00	29,70
14	2+600	49,24	24,62	20,83	11,36	0,00	0,00	28,00
15	2+800	51,48	40,04	19,07	11,44	0,00	0,00	27,00
16	3+000	47,98	30,71	23,03	19,19	0,00	0,00	26,00
17	3+200	45,91	30,61	17,22	11,48	0,00	0,00	26,50
18	3+400	49,57	36,22	24,79	3,81	0,00	0,00	27,00
19	3+600	53,74	30,71	15,36	9,60	0,00	0,00	26,00

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Corrección por Estacionalidad

Tabla 30. Factores de corrección por estacionalidad

Tipo de suelo Subrasante	Estación lluviosa	Estación Seca
Arenoso - Permeable	1,0	1,1 a 1,3
Arcilloso - Sensible al Agua	1,0	1,2 a 1,4

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Fuente: CONREVIAL

El ensayo de campo se realizó en estación seca con un tipo de suelo subrasante de la vía Arenoso – Permeable, tomando un factor de corrección de 1,2 que es el valor promedio.

$$D = f * D (20^{\circ}\text{C})$$

Fórmula 3.17

Donde:

D: Deflexión corregida por estacionalidad.

D (20°C): Deflexión corregida por temperatura 20°C.

f: factor de corrección estacional.

$$D = 1,2 * 38,13$$

$$D = 45,76 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 31. Deflexiones corregidas por el efecto estacional.

 IVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Estación	Abscisa (km)	Deflexiones corregidas por estacionalidad ($\times 10^{-2}$ mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	0+000	45,76	18,30	11,44	4,58	0,00	0,00
2	0+200	54,91	22,88	16,02	6,86	0,00	0,00
3	0+400	52,62	27,45	20,59	6,86	0,00	0,00
4	0+600	57,39	39,02	32,14	20,66	0,00	0,00
5	0+800	47,89	31,92	20,52	6,84	0,00	0,00
6	1+000	57,01	29,64	18,24	9,12	0,00	0,00
7	1+200	57,01	36,48	13,68	6,84	0,00	0,00
8	1+400	61,16	27,18	20,39	6,80	0,00	0,00
9	1+600	63,43	36,24	20,39	11,33	0,00	0,00
10	1+800	56,26	31,50	9,00	2,25	0,00	0,00
11	2+000	56,44	40,64	15,80	6,77	0,00	0,00
12	2+200	54,55	36,36	13,64	9,09	0,00	0,00
13	2+400	60,68	47,20	22,47	6,74	0,00	0,00
14	2+600	59,09	29,55	25,00	13,64	0,00	0,00
15	2+800	61,77	48,05	22,88	13,73	0,00	0,00
16	3+000	57,58	36,85	27,64	23,03	0,00	0,00
17	3+200	55,09	36,73	20,66	13,77	0,00	0,00
18	3+400	59,49	43,47	29,74	4,58	0,00	0,00
19	3+600	64,49	36,85	18,43	11,52	0,00	0,00

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Cálculo de radio de curvatura

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

Fórmula 3.18

$$R_c = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

R_c. Radio de curvatura.

D₀: deflexión recuperable en el eje vertical de la carga en el punto 0,00 m.

D₂₅: deflexión recuperable en el eje vertical de la carga en el punto 0,25 m.

$$R_c = \frac{3125}{(45,76 - 18,30)}$$

$$R_c = 113,80 \text{ m}$$

Se realiza el mismo procedimiento para las demás estaciones:

Tabla 32. Radios de curvatura.

IVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
Estación	Abscisa (km)	Deflexiones corregidas (x 10 ⁻² mm)		Radio de curvatura (m)
		D0	D25	
1	0+000	45,76	18,30	113,82
2	0+200	54,91	22,88	97,56
3	0+400	52,62	27,45	124,17
4	0+600	57,39	39,02	170,17
5	0+800	47,89	31,92	195,78
6	1+000	57,01	29,64	114,20
7	1+200	57,01	36,48	152,27
8	1+400	61,16	27,18	91,97
9	1+600	63,43	36,24	114,96
10	1+800	56,26	31,50	126,24
11	2+000	56,44	40,64	197,73
12	2+200	54,55	36,36	171,88
13	2+400	60,68	47,20	231,75
14	2+600	59,09	29,55	105,77
15	2+800	61,77	48,05	227,65
16	3+000	57,58	36,85	150,75
17	3+200	55,09	36,73	170,17
18	3+400	59,49	43,47	195,13
19	3+600	64,49	36,85	113,06
PROMEDIO				150,79

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Deflexión característica

Esta deflexión es un valor que representa de mejor manera a una sección, siguiendo los criterios de análisis estadísticos, se establece como deflexión característica mediante la expresión. [27]

$$D_c = \bar{D} + t * \delta \quad \text{Fórmula 3.19}$$

Donde:

D_c: Deflexión característica

\bar{D} : Deflexión promedio D_0 corregidos por efecto de la temperatura y estacionalidad

δ : Desviación estándar

t: probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica

Tabla 33. Valor de “t” y probabilidad de ocurrencia de $D > D_c$

Valor de diseño	D _c	Área D > D _c %
50	D	50
75	D + 0,67 δ	25
85	D + δ	15
90	D + 1.3 δ	10
95	D + 1.645 δ	5
98	D + 2 δ	2
99	D + 2.33 δ	1

Fuente: Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con fines de Análisis y Diseño en el Perú, 2007

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Según el método CONREVIAl se toma un valor del 95% de probabilidad de diseño, que supera el 5% de las determinaciones efectuadas.

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

$$D_c = 57,26 \times 10^{-2} + 1,645 * 5$$

$$D_c = 65,49 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Deflexión Admisible

La deflexión admisible se evalúa en función del tráfico de diseño, con la siguiente expresión analítica.

$$D_{adm} = \left(\frac{1,15}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{4}} * 100 \quad \text{Fórmula 3.20}$$

Donde:

D_{adm}: deflexión admisible

W₁₈: 247749 ——— 0,247749 (en millones)

$$D_{adm} = \left(\frac{1,15}{0,247749} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 146,78 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Deflexión Crítica

Este parámetro se logra una vez que ha finalizado con su periodo de servicio.

$$D_{cr} = \left(\frac{1,90}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{5,3}} * 100 \quad \text{Fórmula 3.21}$$

Donde:

D_{cr}: Deflexión Crítica

W₁₈: 247749 ——— 0,247749 (en millones)

$$D_{cr} = \left(\frac{1,90}{0,247749} \right)^{\frac{1}{5,3}} * 100$$

$$D_{cr} = 146,87 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Resultados del ensayo Viga Benkelman en la Vía en estudio

A continuación, se detalla las distintas deflexiones obtenidas en la Vía Chipalo – La Tebaida mediante la metodología Viga Benkelman.

Tabla 34. Cálculo de Deflexiones de la vía en estudio

 IVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
Estación	Abscisa (km)	D0 (x10 ⁻² mm)	Deflexión característica (x10 ⁻² mm)	Deflexión Crítica (x10 ⁻² mm)	Deflexión Admisible (x10 ⁻² mm)
1	0+000	45,76	65,49	146,87	146,78
2	0+200	54,91	65,49	146,87	146,78
3	0+400	52,62	65,49	146,87	146,78
4	0+600	57,39	65,49	146,87	146,78
5	0+800	47,89	65,49	146,87	146,78
6	1+000	57,01	65,49	146,87	146,78
7	1+200	57,01	65,49	146,87	146,78
8	1+400	61,16	65,49	146,87	146,78
9	1+600	63,43	65,49	146,87	146,78
10	1+800	56,26	65,49	146,87	146,78
11	2+000	56,44	65,49	146,87	146,78
12	2+200	54,55	65,49	146,87	146,78
13	2+400	60,68	65,49	146,87	146,78
14	2+600	59,09	65,49	146,87	146,78
15	2+800	61,77	65,49	146,87	146,78
16	3+000	57,58	65,49	146,87	146,78
17	3+200	55,09	65,49	146,87	146,78
18	3+400	59,49	65,49	146,87	146,78
19	3+600	64,49	65,49	146,87	146,78
Deflexión Promedio (x10 ⁻² mm)		56,98			

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Criterios para analizar la calidad estructural del pavimento.

Tabla 35. Tipos de deflexiones

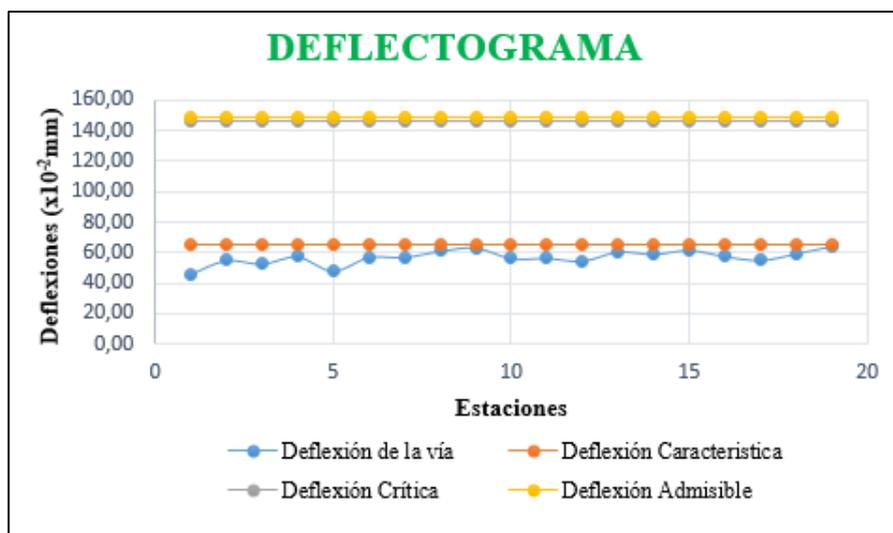
TIPO DE DEFLEXIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO
TIPO I	Bueno D < Da	Bueno Rc > 100
TIPO II	Malo D < Da	Bueno Rc > 100
TIPO III	Bueno D < Da	Malo Rc < 100
TIPO IV	Malo D < Da	Malo Rc < 100

Fuente: Estudio CORNEVIAL

RESULTADOS	
Deflexión promedio	56,98x10 ⁻² mm
Desviación estándar	5
Deflexión característica	65,49x10 ⁻² mm
Deflexión admisible	146,78x10 ⁻² mm
Deflexión crítica	146,87x10 ⁻² mm
Evaluación Estructural	
Comportamiento subrasante	Tipo de deflexión
D < Aadm 56,98x10 ⁻² mm < 146,78x10 ⁻² mm	Tipo I Dp ≤ Dadm Rc ≥ 100
Comportamiento de la estructura del pavimento	
Rc > 100 150,79 > 100	

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Gráfico 7. Análisis Deflectométrico



Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

3.2.7 Plan de Mantenimiento Vial

La vía Chipalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel), ubicada en el Cantón Salcedo de la Provincia de Cotopaxi, mediante los estudios realizados en campo y laboratorio su plan de mantenimiento se establecerá en dos análisis realizados en el presente trabajo técnico, el método PCI y el ensayo de la Viga Benkelman, con los complementarios estudios de suelos.

Mediante los valores obtenidos por el Índice de Condición de Pavimento (PCI), la vía Chipalo – La Tebaida desde la abscisa 0+000 hasta 3+500 tiene un valor promedio

de 73,20 a lo largo de todo el tramo especificado, lo cual nos indica una condición “MUY BUENA” de acuerdo con este método.

Tabla 36. Tipos de Falla con su respectiva solución de la vía Chipalo – La Tebaida

 IVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
Tipo de Falla	Abscisas		Área a intervenir	Solución
	Inicial	Final		
Piel de Cocodrilo	0+071	0+098	0,89 m ²	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	0+314	0+341	6,56 m ²	
	0+557	0+584	9,31 m ²	
	0+800	0+827	7,12 m ²	
Agrietamiento en Bloque	2+744	2+771	5,99 m ²	Sellado de grietas, Reciclado superficial.
	2+987	3+014	7,86 m ²	
Grieta de Borde	3+473	3+500	8,00 m	Sellado de Grieta/Parcheo parcial-profundo
Grietas Longitudinales y Transversales	0+071	0+098	3,07 m	Sellado de Grietas/Parcheo
	0+800	0+827	4,37 m	
	1+772	1+799	12,75 m	
	2+015	2+042	12,02 m	
	2+501	2+528	14,17 m	
	2+987	3+014	9,26 m	
Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	0+314	0+341	8,84 m ²	Sustitucion del parche
	1+043	1+070	3,45 m ²	
	1+286	1+313	3,97 m ²	
	2+015	2+042	1,17 m ²	
	2+744	2+771	2,10 m ²	
Pulimiento de Agregados	1+043	1+070	5,25 m ²	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.
	1+529	1+556	11,28 m ²	
	3+473	3+500	0,89 m ²	
Huecos	0+557	0+584	1	Parcheo Parcial o Profundo
	1+043	1+070	4	
	1+772	1+799	4	
	2+258	2+285	5	
Grietas Parabólicas	1+286	1+313	6,40 m ²	Parcheo Parcial
	1+529	1+556	4,76 m ²	
	2+258	2+285	7,64 m ²	
Meteorización/Desprendimiento de Agregados	2+501	2+528	3,35 m ²	Sello superficial, Tratamiento superficial.
	3+230	3+257	9,42 m ²	

Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

De acuerdo a las deflexiones obtenidas del ensayo de la Viga Benkelman son de Tipo I lo que nos indica que el comportamiento de la subrasante es BUENA, lo cual nos permite comprobar con el ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) y los estudios de suelo que dio como resultado una calidad REGULAR a BUENA, por lo que se requiere intervenciones más superficiales que garantice la vida útil de la vía.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones:

- Una vez ejecutado el levantamiento topográfico de la vía Chipalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) de la provincia de Cotopaxi, dándonos a conocer las condiciones de la vía con las siguientes características, longitud de vía de 3+500 km y un ancho de calzada 8,60 m, al mismo tiempo la localización de los pozos a cielo abierto y las áreas de muestreo con el método Índice de Condición de Pavimento (PCI).
- Con el TPDA se determinó el número de vehículos que circulan en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 correspondiente a la vía Chipalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) obteniendo un resultado de 12441 vehículos/día, con una proyección de 20 años y un valor de tráfico futuro de 23305 vehículos/día, clasificándola como una vía autopista, de acuerdo con la MTOP. Además se calculó el número de ejes equivalentes actuales $W18_{\text{acumulado}}=247749 - W18_{\text{carril de diseño}}=123874$ conjuntamente con los ejes a un periodo 20 años $W18_{\text{acumulado}}=6154126 - W18_{\text{carril de diseño}}=3077053$.
- Con el método Índice de Condición de Pavimento (PCI) se evaluó la estructura actual de la vía Chipalo – La Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) de la provincia de Cotopaxi que tiene un valor promedio de 73,20, con 15 muestras de 27 m de longitud cada una, lo cual nos indica que se encuentra en MUY BUEN estado. A través del ensayo de la Viga Benkelman se muestra que la deflexión promedio de la subrasante es menor a la admisible ($56,98 \times 10^{-2} \text{ mm} < 146,78 \times 10^{-2} \text{ mm}$), por lo que su comportamiento es BUENO, y al contar con un radio de curvatura mayor a 100 ($150,79 > 100$) nos indica un comportamiento estructural BUENO de esta manera se establece que la vía es de Tipo I. Por medio del ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) se evaluó la subrasante de la vía de estudio obteniendo valores comprendidos de 14,30% a 17,10% clasificándola como una vía REGULAR – BUENA.
- Al finalizar los métodos y ensayos requeridos se analizó e interpreto los valores obtenidos, mostrando un comportamiento estructural del pavimento con problemas a lo largo de la capa de rodadura por lo cual la vía Chipalo – La

Tebaida (Parroquia San Miguel de Salcedo) en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+500 de la provincia de Cotopaxi requiere de intervenciones más superficiales ilustrados en la tabla N°38 que garantice la vida útil de la vía.

4.2 Recomendaciones:

- Realizar una inspección previa de reconocimiento total de la vía, la cual permitirá obtener una información amplia y detallada para el correcto desarrollo del presente trabajo además de optimizar tiempo y recursos. También se debe considerar las debidas precauciones y medidas de seguridad.
- Para realizar un estudio de suelos completo es necesario extraer las muestras de los pozos a cielo abierto cuidadosamente ya que deben exponer exactamente la naturaleza del suelo para esto es imprescindible ejecutarlas lo más cerca posible a la vía.
- Ejecutar el ensayo CBR en condiciones controladas de humedad, con el fin de evitar que la muestra al ganar o perder humedad más allá de la óptima su capacidad y resistencia se vean posiblemente afectadas.
- Se debe utilizar el manual de daños de la superficie asfáltica para realizar un reconocimiento exacto de cada tipo de falla al momento de la ejecución del método PCI.
- Finalmente se recomienda realizar un adecuado mantenimiento a la vía, con el objeto de garantizar la vida útil de la capa de rodadura de igual forma proteger la integridad de los conductores y peatones que circulan en la vía.

5 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Asociación Mundial de la Carretera, «Importancia de la Conservación de la Carreteras,» SETRA, Buenos Aires, 2014.
- [2] R. Rodriguez, Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación vehicular en los Caminos Rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo, Ambato, 2011.
- [3] M. d. T. y. O. Públicas, Asistencia Técnica al Programa de Conservación, Quito, 2013.
- [4] L. A. M. Ponce, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS, Alicante: ÁREA DE INOVACIÓN Y DESARROLLO, S.I., 2018.
- [5] B. V. Ing. Gustavo A, «DETERMINACIÓN DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO,» San José, Costa Rica, 2002.
- [6] M. D. T. Y. O. P. D. ECUADOR, «CONSERVACION VIAL,» vol. 6, 2013.
- [7] A. J. O. Molina, «IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-CEVALLOS EN EL TRAMO Km 2+400 AL Km 5+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,» Ambato, 2019.
- [8] M. Valenzuela, «Repositorio UACH,» 2003. [En línea]. Available: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfciv161a/doc/bmfciv161a.pdf>. [Último acceso: 11 Enero 2020].
- [9] R. D. E. A. NACIONAL, Ley del Sistema Nacional de Infraestructura Vial Transporte Terrestre, Quito, 2017.
- [10] M. d. T. y. O. P. N. E. N.-1. MTOP, NEVI-12 MTOP Norma para estudios viales, vol. 2A, Quito, 2013, p. 508.
- [11] M. d. T. y. O. P. N. E. N.-1. MTOP, NEVI-12 MTOP Norma para estudios viales, Quito, 2003.
- [12] Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Manual Completo de Pavimentos, Cochabamba, 2004.
- [13] A. Nuñez, IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO km 0+000 AL km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, Ambato: UTA, 2019.
- [14] J. C. Tomalá Magallanes y J. E. Laica Pino, Artists, *Mantenimiento de la capa de rodadura de concreto asfáltico en un pavimento flexible*. [Art]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2011.

- [15] ECURED, «Pavimento Flexible,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Pavimento_flexible. [Último acceso: 17 11 2021].
- [16] Z. J. Balarezo, «EVALUACIÓN ESTRUCTURAL USANDO VIGA BENKELMAN APLICADA A UN PAVIMENTO,» Universidad de Piura, Piura, 2017.
- [17] Carlos Estuardo. Villacis Jácome, «Evaluación Técnica y Social de la Vía Interparroquial Cusubamba Mulalillo-Panzaleo del Cantón Salcedo para mejorar el Diseño Geométrico de la Vía,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2011.
- [18] R. P. R. Geovanny, «PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA ALÁQUEZ – MULALÓ DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI,» Ambato, 2021.
- [19] D. Braja M., Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, México: CENGAGE Learning, 2015.
- [20] J. C. Tomalá Magallanes y J. E. Laica Pino, Artists, *Mantenimiento de la capa de rodadura de concreto asfáltico en un pavimento flexible*. [Art]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2011.
- [21] C. Albán y J. Ávila, «Estudio de tráfico, rediseño geométrico y diseño de pavimentos de las vías marginales a los ríos: Yumaza, Gualaquiza, Churuyacu y de la calle Logroño de los caballeros, en la parroquia Gualaquiza del cantón Gualaquiza, con una longitud de 3.520 km,» Universidad del Azuay, 2017.
- [22] «SlideShare,» 2014. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/aquepuchocervantes/viga-benkleman-introduccion>. [Último acceso: 23 11 2021].
- [23] D. Braja M., Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, México: CENGAGE Learning, 2015.
- [24] F. Moreira, Artist, *Apuntes de Pavimentos*. [Art]. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [25] J. Balarezo Zapata, Artist, *Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento*. [Art]. Universidad de Piura, 2017.
- [26] C. A. José Ábila, «Estudio de tráfico, rediseño geométrico y diseño de pavimentos de las vías marginales a los ríos: Yumaza, Gualaquiza, Churuyacu y de la calle Logroño de los caballeros, en la parroquia Gualaquiza del cantón Gualaquiza, con una longitud de 3.520 km,» Universidad del Azuay, 2017.
- [27] J. Balarezo Zapata, Artist, *Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento*. [Art]. Universidad de Piura, 2017.
- [28] J. Otañez, IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-CEVALLOS EN EL TRAMO Km 2+400 AL Km 5+800 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA., Ambato: UTA, 2019.
- [29] A. República Nacional de Ecuador, LEY SISTEMA NACIONAL DE, Quito, 2017.

- [30] Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Pavimentos, Cochabamba, 2004.
- [31] A. Vintimilla, «Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil,» 2014. [En línea]. Available: <http://192.188.52.94:8080/bitstream/3317/1356/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-80.pdf>.
- [32] P. J. Ayala Chassi, «Evaluación no destructiva de pavimentos mediante el georadar (espesores de estructura) con aplicación en las vías urbanas de Quito.,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2013.
- [33] «EcuRed,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Pavimento_flexible.
- [34] MTOP, *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES*, Quito: MTOP, 2003.
- [35] C. E. Villacís Jácome, «Evaluación Técnica y Social de la Vía Interparroquial Cusubamba Mulalillo-Panzaleo del Cantón Salcedo para mejorar el Diseño Geométrico de la Vía,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2011.
- [36] «SlideShare,» 2014. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/aquepuchocervantes/viga-benkleman-introduccion>.
- [37] F. Moreira, Artist, *Apuntes de Pavimentos*. [Art]. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [38] L. Macea, L. Morales y G. Márquez, «Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vía de desarrollo,» *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, vol. VXII, nº 2, pp. 223-235, 2016.
- [39] H. A. Rondón Quintana y F. A. Reyes Lizcano, Pavimentos. Materiales, construcción y diseño., Bogotá: ECOE Ediciones, 2015.

ANEXOS

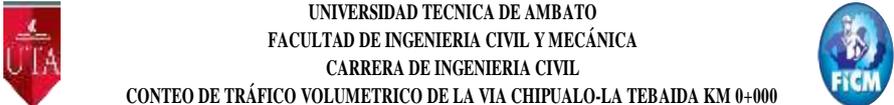
ANEXO A.
CONTEO VEHICULAR

Anexo A-1. Conteo Vehicular Manual de la vía Chipoalo – La Tebaida, día 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO DE LA VÍA CHIPUALO-LA TEBAIDA KM 0+000									
		Proyecto:	Vía Chipoalo-La Tebaida	Estación No:	1	Ubicación:	Abscisa 2+000			Hoja No. 1	
Fecha:	13 de Diciembre del 2021	Día	Lunes	Sentido de Conteo:	Ambos	Realizado por:	Alex Caisalitin Yanez				
CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS											
Hora	Livianos			Buses		Camiones				Subtotal	Total Vehículos por Hora
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes		
						Livianos	Medianos				
7H00	7H00 - 7H15	117	55	5	8	5	9	2		201	785
	7H15 - 7H30	132	59	13	7	1	12	3		227	
	7H30 - 7H45	98	35	10	3	1	8	3	3	161	
	7H45 - 8H00	113	55	8	4	3	10	3		196	
8H00	8H00 - 8H15	142	72	16	7	3	14	5	1	260	954
	8H15 - 8H30	115	62	9	5	2	12	3		208	
	8H30 - 8H45	118	76	11	9	1	8	5		228	
	8H45 - 9H00	140	84	8	7	1	14	3	1	258	
9H00	9H00 - 9H15	113	92	7	6	2	10	2		232	879
	9H15 - 9H30	125	57	15	3	1	13	3	2	219	
	9H30 - 9H45	101	78	12	9	4	7	3	1	215	
	9H45 - 10H00	107	68	13	6	1	16	2		213	
10H00	10H00 - 10H15	86	73	10	8	1	11	4		193	792
	10H15 - 10H30	97	59	8	2	4	17	3		190	
	10H30 - 10H45	106	75	5	5	2	5	3	3	204	
	10H45 - 11H00	111	63	6	9	3	8	5		205	
11H00	11H00 - 11H15	121	99	7	6	9	14	6	1	263	1081
	11H15 - 11H30	148	88	9	6	3	20	6		280	
	11H30 - 11H45	155	78	7	7	5	14	2	1	269	
	11H45 - 12H00	163	71	7	7	2	11	6	2	269	
12H00	12H00 - 12H15	149	73	12	3	1	4	7	6	255	1088
	12H15 - 12H30	142	109	14	8	2	10	4		289	
	12H30 - 12H45	138	77	12	8	2	14	2		253	
	12H45 - 13H00	164	82	22	4	3	9	4	3	291	
13H00	13H00 - 13H15	116	97	13	5	2	12	4		249	1008
	13H15 - 13H30	121	75	17	6	3	16	3	2	243	
	13H30 - 13H45	133	69	21	9	1	9	3	1	246	
	13H45 - 14H00	152	85	10	4	4	9	5	1	270	
14H00	14H00 - 14H15	147	79	8	8	2	15	6		265	1014
	14H15 - 14H30	170	83	14	8	3	12	6		296	
	14H30 - 14H45	129	77	16	2	9	9	2		244	
	14H45 - 15H00	103	71	9	5	3	11	6	1	209	
15H00	15H00 - 15H15	154	74	12	9	1	14	5	4	273	1046
	15H15 - 15H30	112	82	15	6	2	13	2	2	234	
	15H30 - 15H45	139	93	6	3	1	16	4		262	
	15H45 - 16H00	162	79	9	7	3	11	4	2	277	
16H00	16H00 - 16H15	147	77	5	9	3	17	1		259	1055
	16H15 - 16H30	141	61	12	4	2	5	3		228	
	16H30 - 16H45	168	81	16	7	4	8	5	1	290	
	16H45 - 17H00	157	81	13	6	1	14	3	3	278	
17H00	17H00 - 17H15	170	70	7	4	2	16	1	3	273	1101
	17H15 - 17H30	145	67	12	6	1	17	2		250	
	17H30 - 17H45	151	96	15	6	1	23	3		295	
	17H45 - 18H00	162	77	22	7	1	10	3	1	283	
18H00	18H00 - 18H15	171	81	14	5	3	14	4	1	293	1078
	18H15 - 18H30	149	73	18	7	2	11	2		262	
	18H30 - 18H45	173	59	16	5	3	12	2	1	271	
	18H45 - 19H00	136	73	20	5	9	8	1		252	
Sumatoria Parcial		6509	3600	566	290	128	572	169	47	0	11881

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yánez, 2022

Anexo A-2. Conteo Vehicular Manual de la vía Chipoalo – La Tebaida, día 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO VOLUMETRICO DE LA VIA CHIPUALO-LA TEBaida KM 0+000												
Proyecto:	Vía Chipoalo-La Tebaida	Estación No:	1	Ubicación:	Abscisa 2+000	Hoja No. 2						
Fecha:	14 de Diciembre del 2021	Día:	Martes	Sentido de Conteo:	Ambos	Realizado por:	Alex Caisalitin Yanez					
CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS												
Hora	Livianos			Buses		Camiones				Subtotal	Total Vehiculos por Hora	
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes			
						Livianos	Medianos					
7H00	7H00 - 7H15	101	65	10	9	2	11	3	2		203	848
	7H15 - 7H30	109	45	18	4	2	12	2			192	
	7H30 - 7H45	99	54	14	5	1	7	3	1		184	
	7H45 - 8H00	172	67	6	7	1	11	1	4		269	
8H00	8H00 - 8H15	181	39	8	6	4	4	2	1		245	993
	8H15 - 8H30	149	57	14	5	2	10	4			241	
	8H30 - 8H45	173	78	11	6	2	14	3	1		288	
	8H45 - 9H00	136	49	8	5	2	16	3			219	
9H00	9H00 - 9H15	105	82	9	9	3	12	5	2		227	893
	9H15 - 9H30	133	75	7	6	1	15	3	1		241	
	9H30 - 9H45	109	78	12	3	3	9	3	1		218	
	9H45 - 10H00	99	69	15	9	1	12	2			207	
10H00	10H00 - 10H15	85	73	24	6	2	11	4			205	833
	10H15 - 10H30	107	59	14	9	1	17	3			210	
	10H30 - 10H45	98	75	18	6	4	5	3	2		211	
	10H45 - 11H00	113	63	16	3	2	8	1	1		207	
11H00	11H00 - 11H15	131	99	20	9	2	14	5	1		281	1012
	11H15 - 11H30	118	88	9	6	2	12	2	1		238	
	11H30 - 11H45	125	79	7	9	5	15	5	1		246	
	11H45 - 12H00	133	85	7	6	2	9	3	2		247	
12H00	12H00 - 12H15	119	77	12	8	1	7	4	3		231	906
	12H15 - 12H30	123	60	14	8	3	11	3	1		223	
	12H30 - 12H45	118	74	12	5	2	4	2			217	
	12H45 - 13H00	104	82	22	7	3	10	4	3		235	
13H00	13H00 - 13H15	121	97	13	6	2	11	2			252	998
	13H15 - 13H30	133	75	17	5	2	13	4	2		251	
	13H30 - 13H45	142	69	12	6	1	5	3	1		239	
	13H45 - 14H00	138	85	10	5	4	8	3	3		256	
14H00	14H00 - 14H15	143	79	8	9	2	15	5			261	1006
	14H15 - 14H30	160	83	14	5	4	12	3	1		282	
	14H30 - 14H45	119	77	16	2	9	9	1	3		236	
	14H45 - 15H00	126	71	9	5	2	11	2	1		227	
15H00	15H00 - 15H15	145	74	12	9	1	14	4	2		261	1022
	15H15 - 15H30	121	82	15	6	2	13	2	2		243	
	15H30 - 15H45	163	93	6	3	1	10	4			280	
	15H45 - 16H00	126	79	9	7	3	11	3			238	
16H00	16H00 - 16H15	150	77	5	9	3	7	3			254	1068
	16H15 - 16H30	143	61	12	6	2	11	5	2		242	
	16H30 - 16H45	180	81	16	8	4	4	3	1		297	
	16H45 - 17H00	172	69	13	2	1	12	3	3		275	
17H00	17H00 - 17H15	168	73	7	9	2	11	2			272	1078
	17H15 - 17H30	145	59	14	6	1	17	4			246	
	17H30 - 17H45	176	75	15	8	1	21	3	3		302	
	17H45 - 18H00	163	63	12	6	1	10	3			258	
18H00	18H00 - 18H15	185	99	14	3	4	11	2	1		319	1094
	18H15 - 18H30	135	88	16	5	2	14	5	2		267	
	18H30 - 18H45	147	81	11	6	2	8	2	1		258	
	18H45 - 19H00	149	59	17	7	2	10	5	1		250	
Sumatoria Parcial		6490	3521	600	299	111	524	149	57	0	11751	

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo A-3. Conteo Vehicular Manual de la vía Chipoalo – La Tebaida, día 3

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL 												
Proyecto:	Vía Chipoalo-La Tebaida	Estación No:	1	Ubicación:	Abscisa 2+000	Hoja No. 3						
Fecha:	15 de Diciembre del 2021	Día	Miércoles	Sentido de Conteo:	Ambos	Realizado por:	Alex Caisalitin Yanez					
CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS												
Hora	Livianos			Buses		Camiones				Subtotal	Total Vehiculos por Hora	
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes			
						Livianos	Medianos					
7H00	7H00 - 7H15	104	71	12	8	5	9	2	1		212	903
	7H15 - 7H30	121	81	7	7	1	12	3	2		234	
	7H30 - 7H45	133	61	10	3	1	8	3	2		221	
	7H45 - 8H00	142	66	8	4	3	10	3			236	
8H00	8H00 - 8H15	138	81	16	7	3	14	5			264	1028
	8H15 - 8H30	158	69	9	5	2	12	3	2		260	
	8H30 - 8H45	138	73	11	9	1	8	5	2		247	
	8H45 - 9H00	164	59	8	7	1	14	3	1		257	
9H00	9H00 - 9H15	116	75	7	6	2	10	2			218	958
	9H15 - 9H30	121	55	15	3	1	13	3	2		213	
	9H30 - 9H45	133	78	7	9	4	7	3	1		242	
	9H45 - 10H00	165	73	22	6	1	16	2			285	
10H00	10H00 - 10H15	96	73	13	8	1	11	4	1		207	846
	10H15 - 10H30	97	59	17	2	4	17	3			199	
	10H30 - 10H45	123	75	12	5	2	5	3	2		227	
	10H45 - 11H00	117	63	7	9	3	8	5	1		213	
11H00	11H00 - 11H15	121	99	8	6	9	14	6	1		264	1096
	11H15 - 11H30	148	88	14	6	3	20	6			285	
	11H30 - 11H45	155	78	16	7	5	14	2	1		278	
	11H45 - 12H00	163	67	9	7	2	11	6	4		269	
12H00	12H00 - 12H15	149	39	12	3	1	4	7	3		218	966
	12H15 - 12H30	142	57	15	8	2	10	4			238	
	12H30 - 12H45	138	78	12	8	2	14	2	1		255	
	12H45 - 13H00	164	49	22	4	3	9	4			255	
13H00	13H00 - 13H15	116	82	13	5	2	12	4	1		235	1007
	13H15 - 13H30	143	75	17	6	3	16	3	3		266	
	13H30 - 13H45	133	78	21	9	1	9	3	1		255	
	13H45 - 14H00	152	69	7	4	4	9	5	1		251	
14H00	14H00 - 14H15	147	73	8	8	2	15	6			259	1035
	14H15 - 14H30	170	59	14	8	3	12	6	1		273	
	14H30 - 14H45	129	75	16	2	9	9	2			242	
	14H45 - 15H00	142	71	22	5	3	11	6	1		261	
15H00	15H00 - 15H15	138	61	13	9	1	14	5	3		244	1011
	15H15 - 15H30	164	82	17	6	2	13	2	1		287	
	15H30 - 15H45	116	93	12	3	1	16	4			245	
	15H45 - 16H00	121	79	10	7	3	11	4			235	
16H00	16H00 - 16H15	118	61	8	9	3	17	1	1		218	918
	16H15 - 16H30	104	81	14	4	2	5	3	2		215	
	16H30 - 16H45	133	69	16	7	4	8	5	1		243	
	16H45 - 17H00	133	73	9	6	1	14	3	3		242	
17H00	17H00 - 17H15	142	64	12	4	2	16	1	2		243	1077
	17H15 - 17H30	156	75	15	6	1	17	2			272	
	17H30 - 17H45	143	101	15	6	1	26	3	3		298	
	17H45 - 18H00	160	76	7	7	1	10	3			264	
18H00	18H00 - 18H15	130	86	14	5	3	14	4	1		257	954
	18H15 - 18H30	126	73	13	7	2	11	2			234	
	18H30 - 18H45	145	59	16	5	3	12	2	2		244	
	18H45 - 19H00	112	65	18	5	9	8	1	1		219	
Sumatoria Parcial		6519	3447	616	290	128	575	169	55	0	11799	

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo A-4. Conteo Vehicular Manual de la vía Chipoalo – La Tebaida, día 4

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						FCM				
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMETRICO DE LA VIA CHIPUALO-LA TEBAIDA KM 0+000												
Proyecto:	Vía Chipoalo-La Tebaida	Estación No:	1	Ubicación:	Abscisa 2+000	Hoja No. 4						
Fecha:	16 de Diciembre del 2021	Día	Jueves	Sentido de Conteo:	Ambos	Realizado por:	Alex Caisalitin Yanez					
CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS												
Hora	Livianos			Buses		Camiones				Subtotal	Total Vehiculos por Hora	
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes			
						Livianos	Medianos					
7H00	7H00 - 7H15	121	71	17	10	3	6	1	1		230	927
	7H15 - 7H30	144	69	8	7	1	14	3			246	
	7H30 - 7H45	125	73	10	3	1	11	3	4		230	
	7H45 - 8H00	121	64	9	4	2	17	4			221	
8H00	8H00 - 8H15	133	75	16	7	3	5	1	1		241	958
	8H15 - 8H30	152	103	13	5	2	11	3	2		291	
	8H30 - 8H45	106	76	11	5	2	11	5			216	
	8H45 - 9H00	97	69	12	7	5	14	3	3		210	
9H00	9H00 - 9H15	123	73	7	11	2	10	2			228	966
	9H15 - 9H30	111	64	15	8	1	13	3			215	
	9H30 - 9H45	121	75	12	9	4	7	3	1		232	
	9H45 - 10H00	148	107	13	4	1	16	2			291	
10H00	10H00 - 10H15	155	61	10	7	2	11	4			250	997
	10H15 - 10H30	163	81	8	5	4	17	3			281	
	10H30 - 10H45	132	95	7	4	2	5	3	3		251	
	10H45 - 11H00	111	71	9	6	3	10	5			215	
11H00	11H00 - 11H15	121	67	15	9	9	14	6	1		242	1091
	11H15 - 11H30	148	99	16	7	3	20	6			299	
	11H30 - 11H45	155	76	13	5	5	9	2	1		266	
	11H45 - 12H00	163	81	11	7	2	12	6	2		284	
12H00	12H00 - 12H15	149	73	12	5	2	8	7			256	1064
	12H15 - 12H30	142	113	17	8	2	10	4	4		300	
	12H30 - 12H45	138	88	15	8	7	14	2			272	
	12H45 - 13H00	111	82	22	4	1	12	1	3		236	
13H00	13H00 - 13H15	153	97	13	8	2	11	3			287	1131
	13H15 - 13H30	156	73	16	6	3	14	4	2		274	
	13H30 - 13H45	167	68	21	9	2	9	3			279	
	13H45 - 14H00	175	85	10	4	2	11	1	3		291	
14H00	14H00 - 14H15	106	79	8	8	4	15	3			223	915
	14H15 - 14H30	111	83	14	8	2	12	5	1		236	
	14H30 - 14H45	121	77	8	2	1	9	3			221	
	14H45 - 15H00	129	71	10	5	6	11	2	1		235	
15H00	15H00 - 15H15	126	67	9	9	1	14	5	2		233	1058
	15H15 - 15H30	145	109	16	6	2	13	2	6		299	
	15H30 - 15H45	133	76	13	3	3	9	1			238	
	15H45 - 16H00	163	86	11	8	2	12	4	2		288	
16H00	16H00 - 16H15	126	73	12	6	2	8	1			228	995
	16H15 - 16H30	145	59	7	4	1	10	1			227	
	16H30 - 16H45	121	81	15	7	2	14	3	1		244	
	16H45 - 17H00	148	105	15	6	4	12	3	3		296	
17H00	17H00 - 17H15	155	70	13	4	4	11	3	3		263	1037
	17H15 - 17H30	163	67	9	6	1	14	1	1		262	
	17H30 - 17H45	116	110	15	6	2	26	3	1		279	
	17H45 - 18H00	111	76	19	7	4	10	5	1		233	
18H00	18H00 - 18H15	131	86	14	5	3	14	3	1		257	1086
	18H15 - 18H30	185	73	11	7	2	10	4			292	
	18H30 - 18H45	135	59	21	5	2	12	2			236	
	18H45 - 19H00	156	88	23	8	7	13	3	3		301	
Sumatoria Parcial		6567	3824	621	302	133	571	150	57	0	12225	

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yánez, 2022

Anexo A-5. Conteo Vehicular Manual de la vía Chipalo – La Tebaida, día 5

Hora		Livianos			Buses		Camiones			Subtotal	Total Vehículos por Hora	
		Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes			> Tres Ejes
							Livianos	Medianos				
7H00	7H00 - 7H15	117	43	8	3	1	5	1	1		179	759
	7H15 - 7H30	132	37	9	5	3	12	3	1		202	
	7H30 - 7H45	104	35	16	3	3	8	3	2		174	
	7H45 - 8H00	121	55	13	4	3	5	3			204	
8H00	8H00 - 8H15	133	66	11	2	2	7	4	1		226	911
	8H15 - 8H30	142	62	12	5	2	12	3			238	
	8H30 - 8H45	123	69	7	5	2	8	5			219	
	8H45 - 9H00	108	84	15	2	1	14	3	1		228	
9H00	9H00 - 9H15	132	61	15	6	1	10	2			227	921
	9H15 - 9H30	164	56	13	3	1	13	3	2		255	
	9H30 - 9H45	116	81	9	5	2	7	3	1		224	
	9H45 - 10H00	121	70	10	6	2	5	1			215	
10H00	10H00 - 10H15	133	67	11	6	2	10	4			233	993
	10H15 - 10H30	152	91	13	3	5	8	3			275	
	10H30 - 10H45	145	76	9	6	2	10	1	2		251	
	10H45 - 11H00	147	63	8	4	3	5	3	1		234	
11H00	11H00 - 11H15	121	99	11	6	4	6	3	1		251	957
	11H15 - 11H30	135	88	8	6	3	16	3			259	
	11H30 - 11H45	129	78	5	7	5	14	4			242	
	11H45 - 12H00	103	71	6	5	2	11	6	1		205	
12H00	12H00 - 12H15	141	73	12	7	2	4	1			240	968
	12H15 - 12H30	147	86	14	5	1	10	4	2		269	
	12H30 - 12H45	142	77	12	5	2	14	2	1		255	
	12H45 - 13H00	115	61	16	4	2	5	1			204	
13H00	13H00 - 13H15	118	56	13	5	2	12	4			210	884
	13H15 - 13H30	140	81	13	5	5	8	3	2		257	
	13H30 - 13H45	113	70	10	2	2	8	3	1		209	
	13H45 - 14H00	118	67	9	4	3	5	1	1		208	
14H00	14H00 - 14H15	140	91	11	8	4	15	3			272	917
	14H15 - 14H30	113	76	13	7	3	12	3	1		228	
	14H30 - 14H45	129	61	11	6	5	9	3			224	
	14H45 - 15H00	103	56	12	4	3	11	4			193	
15H00	15H00 - 15H15	154	81	7	6	1	12	5	2		268	995
	15H15 - 15H30	112	70	15	6	2	13	2			220	
	15H30 - 15H45	126	65	15	7	2	8	4	1		228	
	15H45 - 16H00	155	88	11	5	3	11	5	1		279	
16H00	16H00 - 16H15	147	76	9	6	3	5	1			247	937
	16H15 - 16H30	141	61	15	5	2	12	3			239	
	16H30 - 16H45	115	56	19	7	4	8	5	1		215	
	16H45 - 17H00	118	81	13	6	2	10	3	3		236	
17H00	17H00 - 17H15	129	73	7	4	2	5	1	3		224	962
	17H15 - 17H30	105	66	17	5	1	17	1			212	
	17H30 - 17H45	154	91	15	2	1	15	3			281	
	17H45 - 18H00	124	76	23	7	1	10	3	1		245	
18H00	18H00 - 18H15	137	86	14	2	2	9	4	1		255	979
	18H15 - 18H30	158	73	15	7	2	11	2	1		269	
	18H30 - 18H45	143	59	15	5	2	12	3	1		240	
	18H45 - 19H00	127	56	13	2	5	10	1	1		215	
Sumatoria Parcial		6242	3365	578	236	118	467	139	38	0	11183	

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo A-6. Censo Vehicular Manual de la vía Chipalo – La Tebaida, día 6

Hora		Livianos			Buses		Camiones			Subtotal	Total Vehículos por Hora	
		Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes			> Tres Ejes
							Livianos	Medianos				
7H00	7H00 - 7H15	102	42	6	4	3	9	2			168	762
	7H15 - 7H30	132	59	10	7	1	10	4			223	
	7H30 - 7H45	98	60	4	3	1	8	3	1		178	
	7H45 - 8H00	111	55	8	4	3	7	3	2		193	
8H00	8H00 - 8H15	142	52	14	7	3	11	5			234	929
	8H15 - 8H30	115	78	9	5	2	12	3			224	
	8H30 - 8H45	154	67	11	9	1	8	1	1		252	
	8H45 - 9H00	112	73	8	7	1	14	3	1		219	
9H00	9H00 - 9H15	126	59	7	4	2	7	2			207	997
	9H15 - 9H30	155	75	11	3	1	13	3	3		264	
	9H30 - 9H45	147	63	13	9	4	7	3	1		247	
	9H45 - 10H00	141	99	13	6	2	16	2			279	
10H00	10H00 - 10H15	115	73	9	8	1	11	3	1		221	843
	10H15 - 10H30	111	59	8	2	4	17	5			206	
	10H30 - 10H45	129	75	5	4	2	5	3	3		226	
	10H45 - 11H00	103	63	6	7	2	8	1			190	
11H00	11H00 - 11H15	101	69	7	5	1	14	3			200	1008
	11H15 - 11H30	148	88	9	4	3	16	2	3		273	
	11H30 - 11H45	155	78	5	7	3	13	3	2		266	
	11H45 - 12H00	163	71	13	6	2	11	3			269	
12H00	12H00 - 12H15	99	73	7	3	4	9	2			197	879
	12H15 - 12H30	102	63	8	9	1	12	4	1		200	
	12H30 - 12H45	142	77	15	6	2	8	3	1		254	
	12H45 - 13H00	115	82	11	5	1	7	4	3		228	
13H00	13H00 - 13H15	118	63	6	9	1	13	4			214	945
	13H15 - 13H30	154	99	8	4	3	12	3	2		285	
	13H30 - 13H45	112	73	7	6	1	8	3	1		211	
	13H45 - 14H00	126	66	16	3	4	14	5	1		235	
14H00	14H00 - 14H15	155	75	12	9	2	7	6			266	1016
	14H15 - 14H30	147	63	12	6	3	13	6			250	
	14H30 - 14H45	141	99	16	4	6	9	2			277	
	14H45 - 15H00	115	71	9	7	3	11	6	1		223	
15H00	15H00 - 15H15	123	75	12	5	1	14	5	2		237	928
	15H15 - 15H30	129	82	15	4	2	13	2	2		249	
	15H30 - 15H45	103	93	6	7	1	16	4			230	
	15H45 - 16H00	98	87	9	5	3	7	1	2		212	
16H00	16H00 - 16H15	102	77	17	9	3	17	1	1		227	921
	16H15 - 16H30	142	61	12	7	2	5	2			231	
	16H30 - 16H45	115	93	6	4	4	8	4	1		235	
	16H45 - 17H00	119	81	9	3	1	14	1			228	
17H00	17H00 - 17H15	140	70	5	9	2	16	1	3		246	933
	17H15 - 17H30	113	67	12	6	1	15	3			217	
	17H30 - 17H45	125	87	9	6	1	19	5			252	
	17H45 - 18H00	108	76	13	7	2	8	3	1		218	
18H00	18H00 - 18H15	107	86	14	5	3	14	1	1		231	961
	18H15 - 18H30	101	73	8	7	2	7	2			200	
	18H30 - 18H45	173	59	16	5	3	12	2	1		271	
	18H45 - 19H00	156	76	10	4	5	5	1	2		259	
Sumatoria Parcial		6040	3505	476	275	109	530	143	44	0	11122	

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo A-7. Conteo Vehicular Manual de la vía Chipualo – La Tebaida, día 7

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</p> </div>  </div> <p align="center">CONTEO DE TRÁFICO VOLUMETRICO DE LA VIA CHIPUALO-LA TEBaida KM 0+000</p>												
Proyecto:	Vía Chipualo-La Tebaida	Estación No.:	1	Ubicación:	Abscisa 2+000	Hoja No. 7						
Fecha:	19 de Diciembre del 2021	Día	Domingo	Sentido de Conteo:		Ambos	Realizado por:		Alex Caisalitín Yanez			
CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS												
Hora	Livianos			Buses		Camiones				Subtotal	Total Vehiculos por Hora	
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes			
						Livianos	Medianos					
7H00	7H00 - 7H15	117	67	10	7	3	7	3	1		215	868
	7H15 - 7H30	132	59	13	10	1	8	3			226	
	7H30 - 7H45	141	64	7	3	1	8	3	2		229	
	7H45 - 8H00	113	55	8	5	3	10	3	1		198	
8H00	8H00 - 8H15	142	75	16	7	3	11	2	1		257	961
	8H15 - 8H30	125	62	10	5	2	8	3			215	
	8H30 - 8H45	118	76	11	9	1	8	5			228	
	8H45 - 9H00	140	84	8	7	4	14	3	1		261	
9H00	9H00 - 9H15	113	92	7	9	6	10	2			239	878
	9H15 - 9H30	115	58	15	3	1	13	2	1		208	
	9H30 - 9H45	101	78	12	9	4	7	3	3		217	
	9H45 - 10H00	107	69	13	6	1	16	2			214	
10H00	10H00 - 10H15	155	73	10	6	3	11	3	2		263	969
	10H15 - 10H30	163	55	11	2	2	17	3	1		254	
	10H30 - 10H45	149	63	8	3	2	5	3	1		234	
	10H45 - 11H00	142	45	6	9	3	8	5			218	
11H00	11H00 - 11H15	138	55	7	6	6	14	6	1		233	966
	11H15 - 11H30	164	72	11	5	3	15	6			276	
	11H30 - 11H45	116	68	16	7	5	13	2	1		228	
	11H45 - 12H00	121	76	5	6	2	11	6	2		229	
12H00	12H00 - 12H15	149	84	11	3	1	15	7	2		272	1109
	12H15 - 12H30	142	105	14	8	2	10	4	1		286	
	12H30 - 12H45	138	77	12	8	2	14	5			256	
	12H45 - 13H00	164	92	19	4	2	9	4	1		295	
13H00	13H00 - 13H15	116	97	13	5	2	12	4			249	1004
	13H15 - 13H30	121	75	17	5	3	16	3	2		242	
	13H30 - 13H45	133	69	13	7	1	9	5	2		239	
	13H45 - 14H00	152	87	10	5	4	9	6	1		274	
14H00	14H00 - 14H15	147	79	8	9	2	15	3			263	1024
	14H15 - 14H30	170	83	14	9	6	12	4	2		300	
	14H30 - 14H45	129	85	16	9	7	9	3			258	
	14H45 - 15H00	103	71	9	3	3	11	3			203	
15H00	15H00 - 15H15	154	86	12	9	1	15	5	2		284	1026
	15H15 - 15H30	112	82	15	6	2	13	2	2		234	
	15H30 - 15H45	139	93	16	3	1	5	4	2		263	
	15H45 - 16H00	133	79	10	7	3	8	4	1		245	
16H00	16H00 - 16H15	152	81	16	9	3	14	1			276	1046
	16H15 - 16H30	147	61	8	4	6	16	3	1		246	
	16H30 - 16H45	170	55	16	7	4	17	3	2		274	
	16H45 - 17H00	146	59	13	6	1	19	3	3		250	
17H00	17H00 - 17H15	103	55	9	4	2	16	1	1		191	935
	17H15 - 17H30	154	55	12	6	1	17	3	1		249	
	17H30 - 17H45	112	72	15	8	1	20	3			231	
	17H45 - 18H00	157	62	23	7	1	10	3	1		264	
18H00	18H00 - 18H15	168	76	21	5	3	15	4	1		293	1118
	18H15 - 18H30	156	84	18	7	6	11	2			284	
	18H30 - 18H45	173	59	16	5	3	8	2	1		267	
	18H45 - 19H00	145	83	15	8	7	11	3	2		274	
Sumatoria Parcial		6597	3492	595	300	136	570	165	49	0	11904	

Realizado por: Alex Paul Caisalitín Yáñez, 2022

ANEXO B.

ESTUDIO DE SUELOS

CALICATA 1

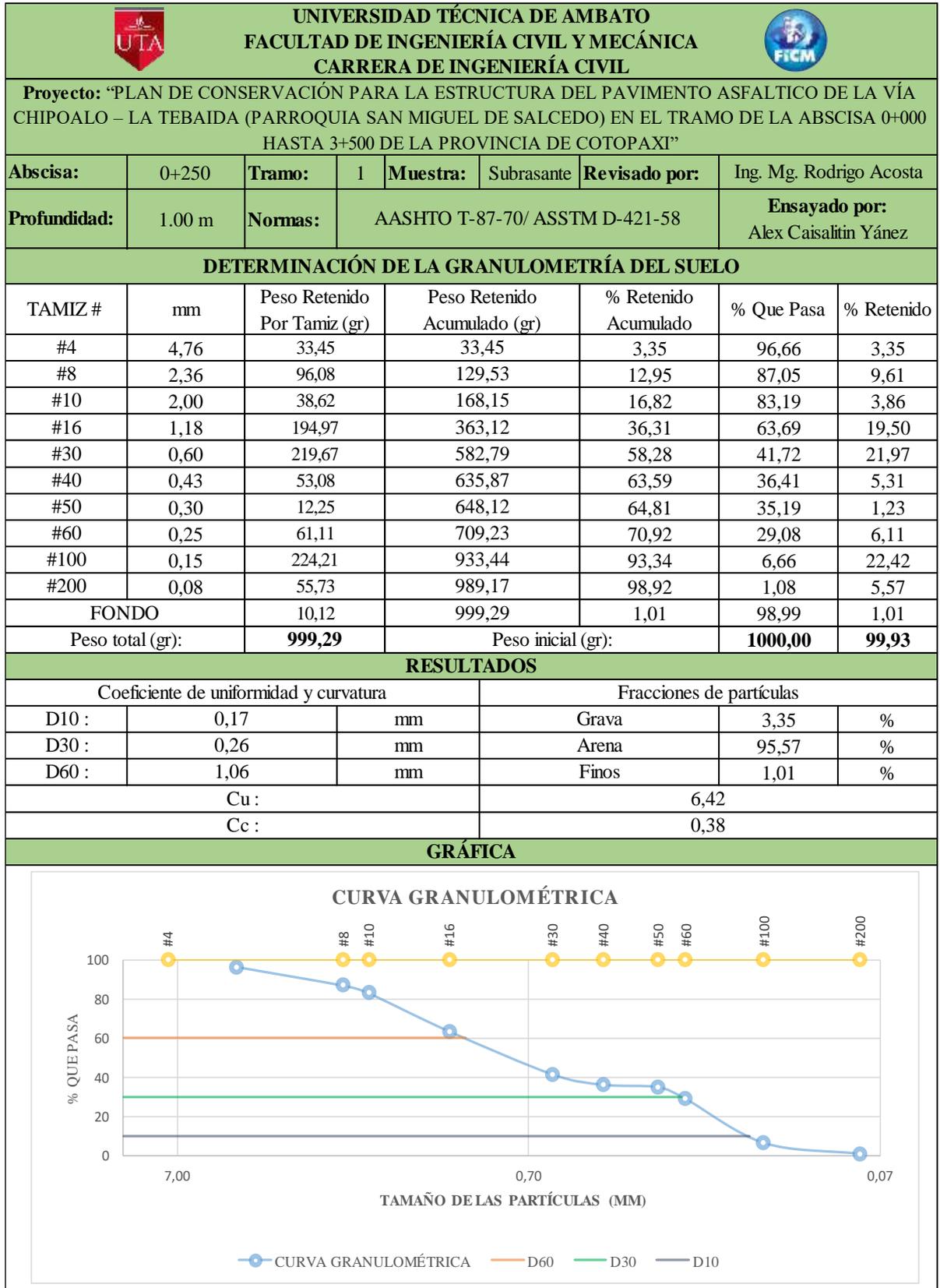
UBICACIÓN: 0+250 Km

PROFUNDIDAD: 1,00 m

ENSAYOS:

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- Compactación CBR
- Carga – Penetración para CBR

Anexo B-1. Análisis Granulométrico Calicata 1



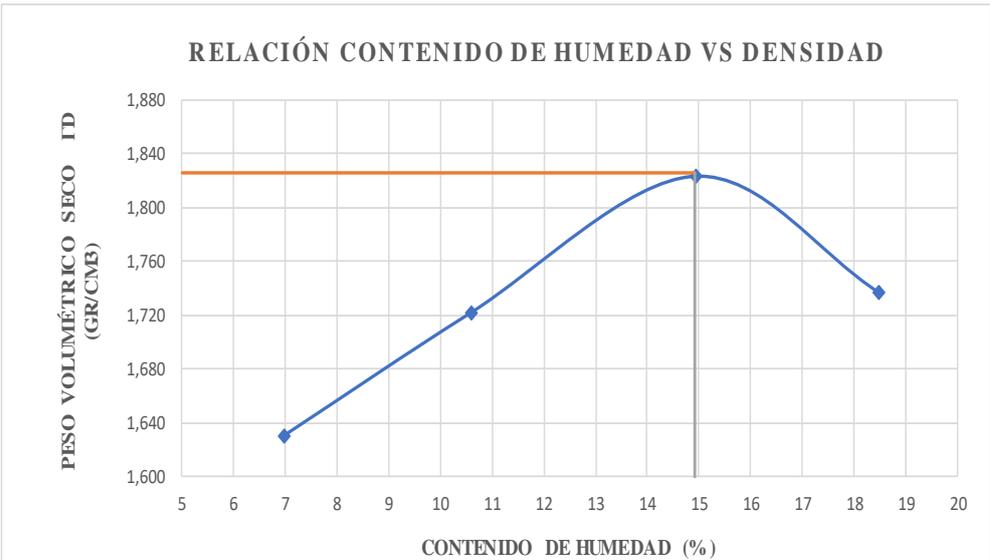
Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo B-2. Límite de Atterberg Calicata 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"								
Abscisa:	0+250	Tramo: 1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta		
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASTM D-421-58			Ensayado por:	Alex Caisalitín Yáñez	
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO								
Nº Recipiente	27F	28	13LA	77LA	04A	06G	05A	10
Rec + Muestra Humeda (Wr+Wm)	26,4	21,3	24,3	23,6	20,4	22,4	24,1	22,2
Rec + Muestra Seca(Wr+W _s)	23,1	19,5	22,2	21,1	19,1	20,7	22,4	20,5
Peso Recipiente (Wr)	10,1	10,8	11,1	10,8	10,3	11,5	10,6	10,6
Peso de Agua (Ww)	3,3	1,8	2,1	2,5	1,3	1,7	1,7	1,7
Peso Muestra Seca (W _s)	13	8,7	11,1	10,3	8,8	9,2	11,8	9,9
Contenido de Humedad (w%)	25,38	20,69	18,92	24,27	14,77	18,48	14,41	17,17
Promedio de W%	23,04		21,60		16,63		15,79	
# de Golpes	8		20		33		38	
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO								
Nº Recipiente			3E	3B	3D	10P	2E	4A
Rec + Muestra Humeda (Wr+Wm)		gr	11,6	11,5	11,8	11,6	11,7	11,5
Rec + Muestra Seca(Wr+W _s)		gr	11,5	11,2	11,6	11,4	11,5	11,3
Peso Recipiente (Wr)		gr	10,4	10,2	10,3	10,1	10,3	10,2
Peso de Agua (Ww)		gr	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Peso Muestra Seca (W _s)		gr	1,1	1,0	1,3	1,3	1,2	1,1
Contenido de Humedad (w%)		%	9,09	30,00	15,38	15,38	16,67	18,18
Promedio de W%	17,45							
RESULTADOS								
Límite Líquido (LL%)			Límite Plástico (LP%)			Índice de Plasticidad (IP%)		
18,48			17,45			1,03		
GRÁFICA DEL LÍMITE LÍQUIDO								

Realizado por: Alex Paul Caisalitín Yáñez, 2022

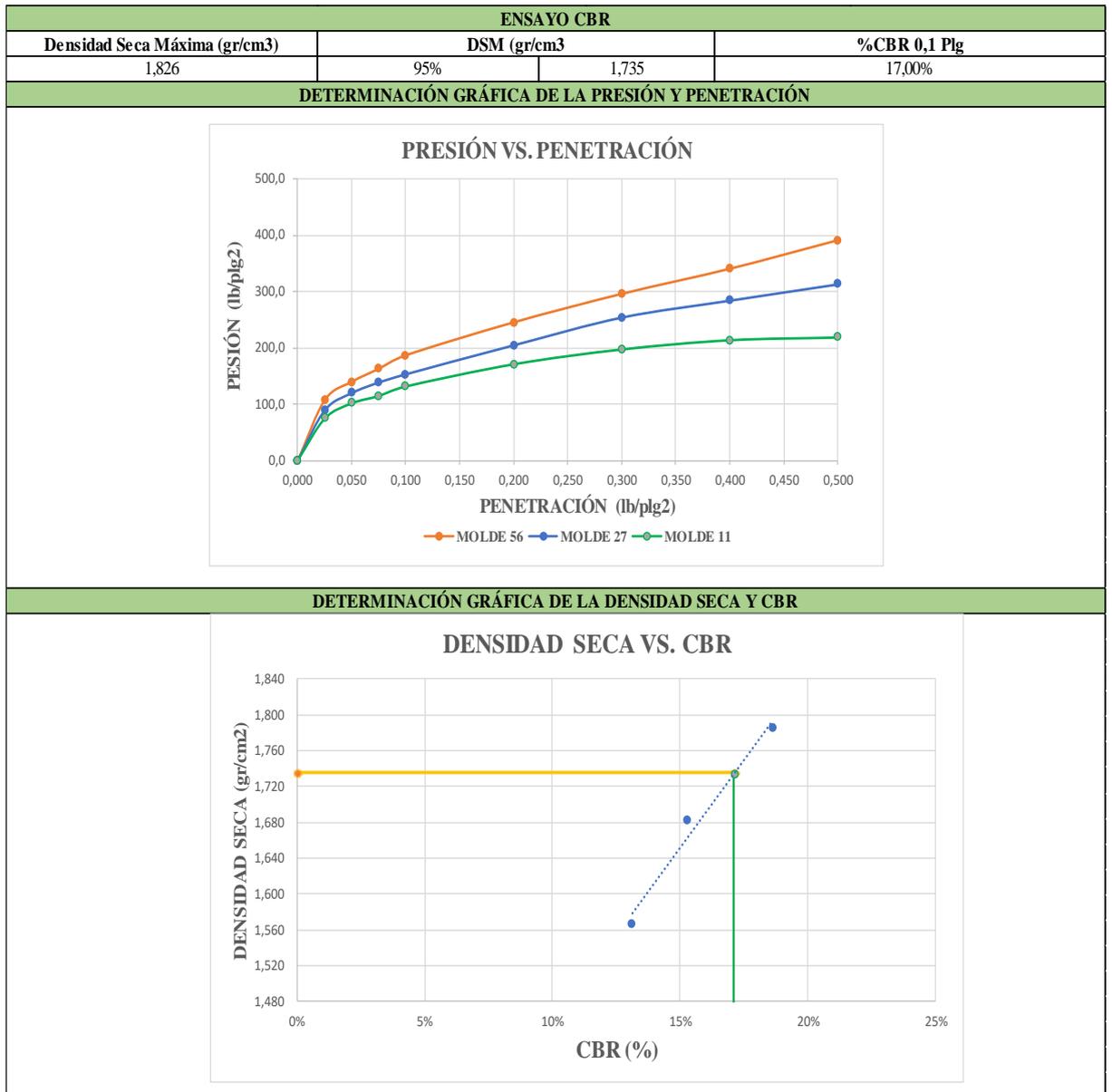
Anexo B-3. Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISCA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"								
Abscisa:	0+250	Tramo: 1	Muestra: Subrasante	Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta				
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASSTM D-421-58	Ensayado por: Alex Caisalitin Yáñez				
DETERMINACIÓN DE PROCTOR MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	16327 gr			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	2292,21 cm ³			
Diametro:	15,1	Altura:	12,8	Radio:	7,55 cm			
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	5	10	15	20				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20325	20692	21131	21045				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3998	4365	4804	4718				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,744	1,904	2,096	2,058				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	87	07	78	73	87	67	6	108
Peso del recipiente W _r	54,2	56,5	56,4	52,8	55,6	52,7	54,2	54,7
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	87,4	86,2	85,6	82,4	99,0	90,2	105,2	113,2
Rec+suelo seco W _s + W _m	85,2	84,3	82,3	80,1	93,4	85,3	97,4	103,9
Peso solidos W _s	31,0	27,8	25,9	27,3	37,8	32,6	43,2	49,2
Peso del agua W _w	2,2	1,9	3,3	2,3	5,6	4,9	7,8	9,3
Cont. Humedad ω %	7,1	6,8	12,7	8,4	14,8	15,0	18,1	18,9
Cont. Humedad promedio ω %	6,97		10,58		14,92		18,48	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,631		1,722		1,824		1,737	
RESULTADOS DE HUMEDAD ÓPTIMA Y LA DENSIDAD MÁXIMA								
Óptimo Contenido de Humedad (%)			Máxima densidad Seca (gr/cm³)					
14,92			1,826					
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo B-4. Ensayo CBR Calicata 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"							
Abscisa:	0+250	Tramo: 1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta	
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASSTM D-421-58		Ensayado por:	Alex Caisalitin Yáñez	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			PESO DEL MARTILLO:	10 lb		
PESO MUESTRA:	6000			ALTURA DE CAIDA:	18"		
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	1,826			CONT. HUMEDAD ÓPTIMA (%)	14,92		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R							
MOLDE N°	1		2		3		
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5		
NÚMERO DE GOLPES	56		27		11		
DATOS DEL MOLDE							
Muestra Humeda + Molde (gr)	12098		11061		10793		
Masa de Molde (gr)	7503		6682		6699		
Masa Muestra Humeda (gr)	4595		4379		4094		
Volumen Muestra (cm3)	2234,91		2268,33		2273,13		
Peso Unitario Humedo (gr/cm3)	2,056		1,930		1,801		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	
Recipiente N°	6	108	7	87	1	4	
P. HuM. + Recipiente	153,9	155,7	163,6	164,3	153,9	149,4	
P. Seco + Recipiente	139,5	141,2	147,9	149,1	139,4	135,8	
Peso Recipiente	44,6	45,5	44,1	43,2	43,4	44,3	
Peso Agua	14,4	14,5	15,7	15,2	14,5	13,6	
Peso de Sólidos	94,9	95,7	103,8	105,9	96	91,5	
Contenido de Humedad (%)	15,17	15,15	15,13	14,35	15,10	14,86	
Con. Hum. Promedio (%)	15,16		14,74		14,98		
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1,785		1,683		1,566		
ENSAYO CBR							
MOLDE N°	1		2		3		
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0,025	343,5	106,8	319,8	88,9	316,6	74,3	
0,050	476,7	139,2	387,6	119,4	359,7	101,3	
0,075	563,5	162,3	472,5	138,2	387,8	114,4	
0,100	644,7	186,2	511,4	152,8	432,8	131,3	
0,200	813,6	244,7	640,7	204,3	477,3	170,8	
0,300	943,6	295,2	787,3	253,6	557,3	197,1	
0,400	1015,5	339,7	844,4	283,6	604,8	213,5	
0,500	1227,7	390,3	967,9	312,5	650,6	218,3	
ENSAYO CBR							
MOLDE N°	1		2		3		
Presión (lb/plg2)	186,2		152,8		131,3		
CBR 0,1 Plg %	18,62%		15,28%		13,13%		
Densidad Seca (gr/cm3)	1,785		1,683		1,566		



Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

CALICATA 2

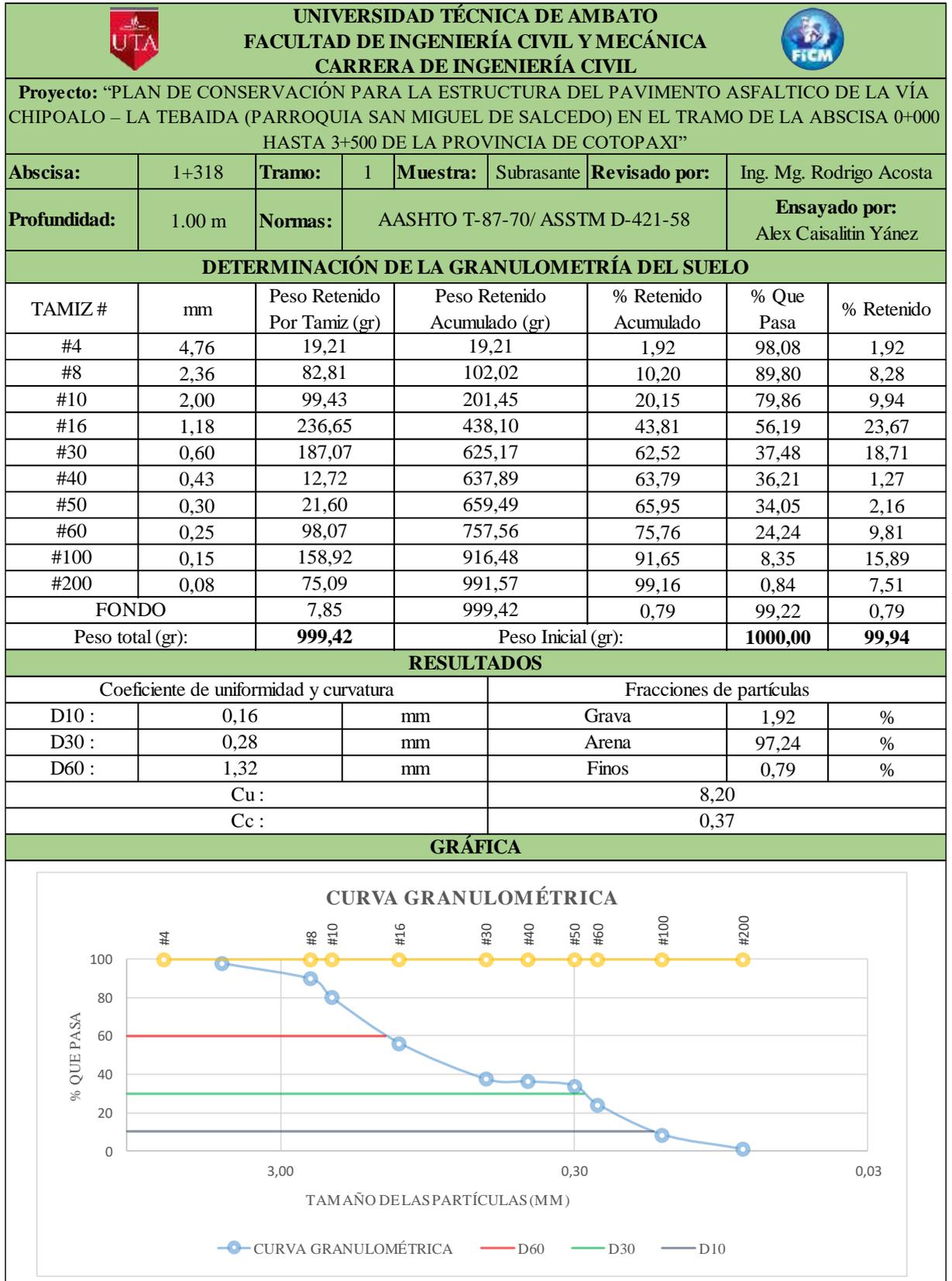
UBICACIÓN: 1+318 Km

PROFUNDIDAD: 1,00 m

ENSAYOS:

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- Compactación CBR
- Carga – Penetración para CBR

Anexo B-5. Análisis Granulométrico Calicata 2



Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yánez, 2022

Anexo B-6. Límite de Atterberg Calicata 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISCA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"								
Abscisa:	1+318	Tramo: 1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta		
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASSTM D-421-58			Ensayado por:	Alex Caisalitín Yáñez	
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO								
N° Recipiente	6S	32I	10I	47	O3	14A	7AI	G6
Rec + Muestra Humeda (Wr+Wm)	23,8	25,2	26,1	23,2	24,1	22,2	25,5	24,6
Rec + Muestra Seca (Wr+Ws)	20,4	21,9	23,2	20,3	21,6	20,3	23	22,6
Peso Recipiente (Wr)	10,7	10,8	10,5	10,6	11	10,4	10,7	10,5
Peso de Agua (Ww)	3,4	3,3	2,9	2,9	2,5	1,9	2,5	2
Peso Muestra Seca (Ws)	9,7	11,1	12,7	9,7	10,6	9,9	12,3	12,1
Contenido de Humedad (w%)	35,05	29,73	22,83	29,90	23,58	19,19	20,33	16,53
Promedio de W%	32,39		26,37		21,39		18,43	
# de Golpes	7		17		31		37	
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO								
N° Recipiente		1AL	111	104	P4M	P6	20I	
Rec + Muestra Humeda (Wr+Wm)		gr	11,8	11,4	11,2	11,4	11,8	11,3
Rec + Muestra Seca (Wr+Ws)		gr	11,6	11,3	10,9	11,3	11,5	11,1
Peso Recipiente (Wr)		gr	10,6	10,2	10,2	10,3	10,2	10,1
Peso de Agua (Ww)		gr	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2
Peso Muestra Seca (Ws)		gr	1	1,1	0,7	1	1,3	1
Contenido de Humedad (w%)		%	20,00	9,09	42,86	10,00	23,08	20,00
Promedio de W%			20,84					
RESULTADOS								
Límite Líquido (LL%)			Límite Plástico (LP%)			Índice de Plásticidad (IP%)		
22,52			20,84			1,68		
GRÁFICA DEL LÍMITE LÍQUIDO								
<p style="text-align: center;"> $y = -8,072\ln(x) + 48,504$ </p>								

Realizado por: Alex Paul Caisalitín Yáñez, 2022

Anexo B-7. Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																		
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"																		
Abscisa:	1+318	Tramo: 1	Muestra: Subrasante	Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta														
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASTM D-421-58	Ensayado por: Alex Caisalitin Yáñez														
DETERMINACIÓN DE PROCTOR MODIFICADO																		
ESPECIFICACIONES																		
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	16369 gr													
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	2322,67 cm ³													
Diametro:	15,2	Altura:	12,8	Radio:	7,6 cm													
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000													
PROCESO DE COMPACTACIÓN																		
Ensayo Numero	1	2	3	4														
Humedad inicial añadida en %	8	13	18	23														
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20247	20534	20718	20636														
Peso suelo humedo Wm (gr)	3878	4165	4349	4267														
Peso unitario humedo γ_m (gr/cm ³)	1,670	1,793	1,872	1,837														
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD																		
Recipiente numero	92	01	84	86	Z	65	63	58										
Peso del recipiente W _r	54	54,2	53,5	55,3	55	53,5	55,1	56,6										
Rec+suelo humedo W _r +W _m	106,1	91,7	86,4	95,8	85,1	84,9	86,7	88,8										
Rec+suelo seco W _s + W _m	103,8	90,2	83,6	91,8	82,1	81,8	83,2	84,7										
Peso solidos W _s	49,8	36	30,1	36,5	27,1	28,3	28,1	28,1										
Peso del agua W _w	2,3	1,5	2,8	4	3	3,1	3,5	4,1										
Cont. Humedad ω %	4,62	4,17	9,30	10,96	11,07	10,95	12,46	14,59										
Cont. Humedad promedio ω %	4,39		10,13		11,01		13,52											
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,599		1,628		1,687		1,618											
RESULTADOS DE HUMEDAD ÓPTIMA Y LA DENSIDAD MÁXIMA																		
Óptimo Contenido de Humedad (%)			Máxima densidad Seca (gr/cm³)															
10,97			1,687															
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Contenido de Humedad (%)</th> <th>Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.62</td> <td>1.600</td> </tr> <tr> <td>4.17</td> <td>1.630</td> </tr> <tr> <td>9.30</td> <td>1.628</td> </tr> <tr> <td>10.96</td> <td>1.687</td> </tr> <tr> <td>10.97</td> <td>1.687</td> </tr> <tr> <td>14.59</td> <td>1.620</td> </tr> </tbody> </table> </div>					Contenido de Humedad (%)	Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	4.62	1.600	4.17	1.630	9.30	1.628	10.96	1.687	10.97	1.687	14.59	1.620
Contenido de Humedad (%)	Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)																	
4.62	1.600																	
4.17	1.630																	
9.30	1.628																	
10.96	1.687																	
10.97	1.687																	
14.59	1.620																	

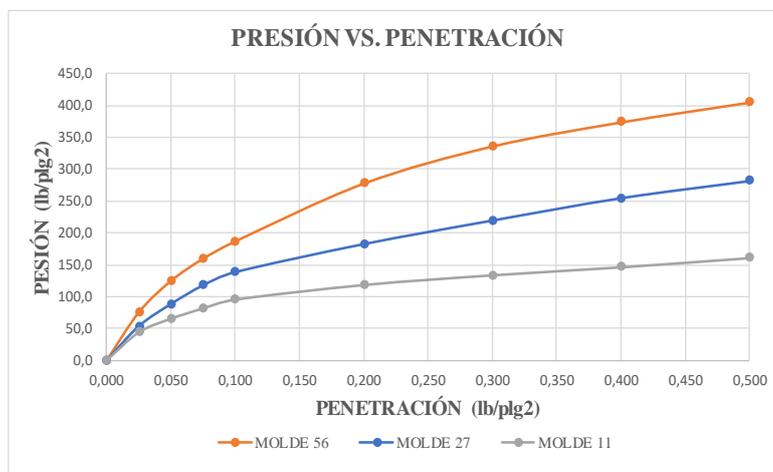
Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo B-8. Ensayo CBR Calicata 2

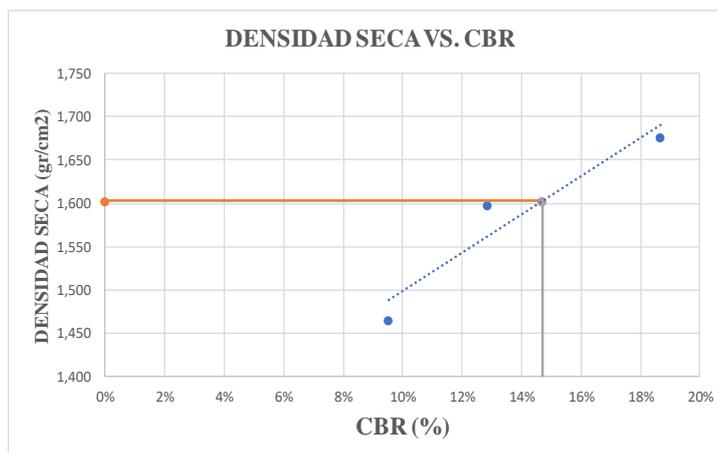
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"						
Abscisa:	1+318	Tramo: 1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASTM D-421-58		Ensayado por:	Alex Caisalitín Yáñez
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb	
PESO MUESTRA:	6000		ALTURA DE CAIDA:		18"	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	1,687		CONT. HUMEDAD ÓPTIMA (%)		10,97	
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R						
MOLDE N°	1		2		3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES	56		27		11	
DATOS DEL MOLDE						
Muestra Humeda + Molde (gr)	11938		11431		10603	
Masa de Molde (gr)	7556		7235		6637	
Masa Muestra Humeda (gr)	4382		4196		3966	
Volumen Muestra (cm3)	2217,00		2244,32		2258,00	
Peso Unitario Humedo (gr/cm3)	1,977		1,870		1,756	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
Recipiente N°	25	20	74	A5	N6	93
P. HuM. + Recipiente	175,4	162,6	106,8	117,3	115,8	123,6
P. Seco + Recipiente	158,8	138,7	95,5	103,4	100,5	107,3
Peso Recipiente	31,5	33,5	26,4	24,5	24,2	24,8
Peso Agua	16,6	23,9	11,3	13,9	15,3	16,3
Peso de Sólidos	127,3	105,2	69,1	78,9	76,3	82,5
Contenido de Humedad (%)	13,04	22,72	16,35	17,62	20,05	19,76
Con. Hum. Promedio (%)	17,88		16,99		19,91	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1,677		1,598		1,465	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	225,7	75,47	163,5	53,6	147,4	43,9
0,050	371,5	124,7	238,5	78,4	195,6	65,2
0,075	486,9	159,6	317,7	107,8	237,6	81,5
0,100	592,1	186,7	381,6	128,4	276,5	95,3
0,200	873,6	277,6	538,9	182,5	351,4	118,3
0,300	1041,5	335,9	663,8	219,5	397,8	133,6
0,400	1158,8	373,7	753,5	254,6	431,5	146,2
0,500	1278,7	404,9	831,9	281,6	480,3	160,7
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Presión (lb/plg2)	186,7		128,4		95,3	
CBR 0,1 Plg %	18,67%		12,84%		9,53%	
Densidad Seca (gr/cm3)	1,677		1,598		1,465	

ENSAYO CBR			
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	DSM (gr/cm ³)		%CBR 0,1 Plg
1,687	95%	1,603	15%

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA PRESIÓN Y PENETRACIÓN



DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD SECA Y CBR



Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yánez, 2022

CALICATA 3

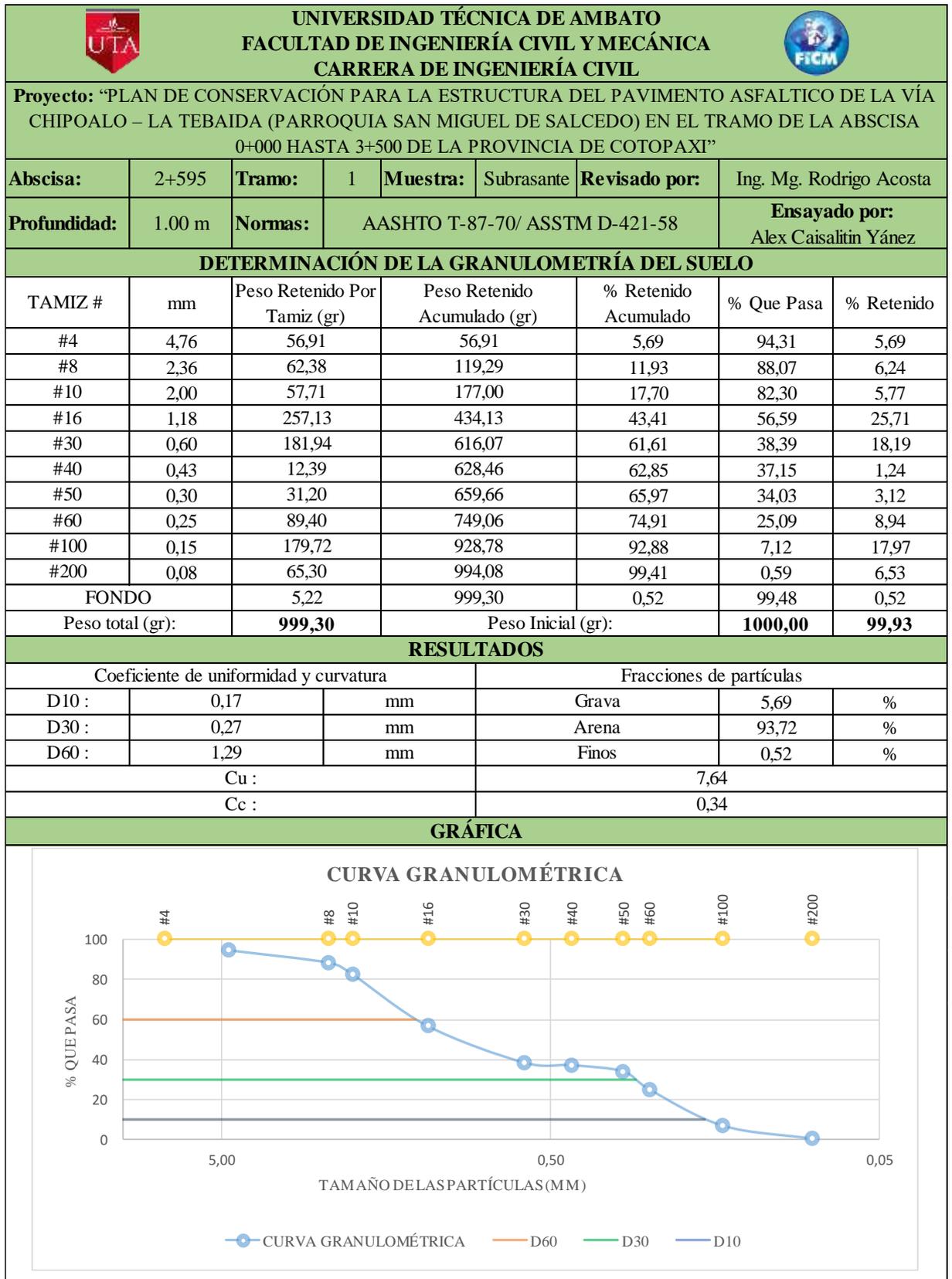
UBICACIÓN: 2+595 Km

PROFUNDIDAD: 1,00 m

ENSAYOS:

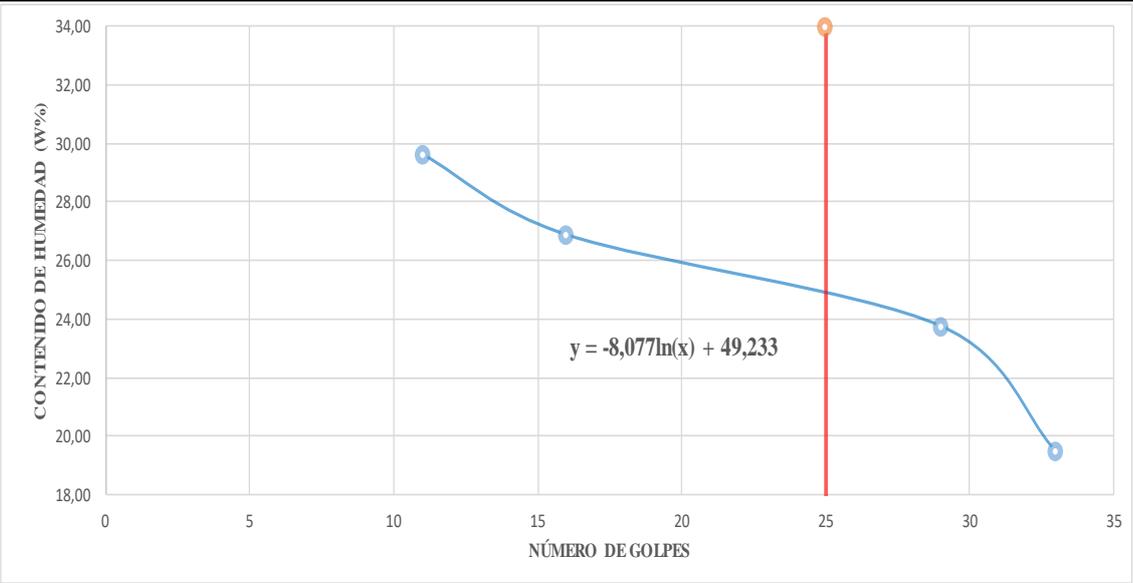
- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- Compactación CBR
- Carga – Penetración para CBR

Anexo B-9. Análisis Granulométrico Calicata 3



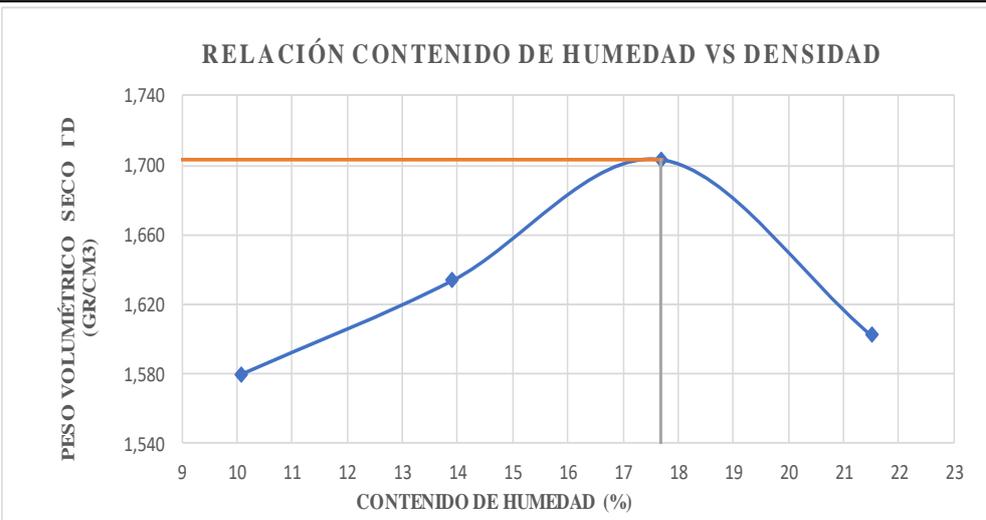
Realizado por: Alex Paul Caisalitín Yáñez, 2022

Anexo B-10. Límite de Atterberg Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISIA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"								
Abscisa:	2+595	Tramo: 1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta		
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASSTM D-421-58			Ensayado por:	Alex Caisalitín Yáñez	
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO								
N° Recipiente	39	73	20	34	25	75	69	07
Rec + Muestra Humeda (Wr+Wm)	20,4	21,1	18,3	19,5	21,22	18,3	20,1	29,6
Rec + Muestra Seca (Wr+Ws)	18,3	18,7	16,7	17,4	19,3	16,8	18,9	26,1
Peso Recipiente (Wr)	11,3	10,5	10,3	10,1	11,2	10,5	11,2	11,1
Peso de Agua (Ww)	2,1	2,4	1,6	2,1	1,92	1,5	1,2	3,5
Peso Muestra Seca (Ws)	7	8,2	6,4	7,3	8,1	6,3	7,7	15
Contenido de Humedad (w%)	30,00	29,27	25,00	28,77	23,70	23,81	15,58	23,33
Promedio de W%	29,63		26,88		23,76		19,46	
# de Golpes	11		16		29		33	
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO								
N° Recipiente		90	05	201	1PM	D3	A5	
Rec + Muestra Humeda (Wr+Wm)		gr	11,9	11,5	11,8	10,8	11,3	11,8
Rec + Muestra Seca (Wr+Ws)		gr	11,6	11,3	11,5	10,7	11,1	11,5
Peso Recipiente (Wr)		gr	10,3	10,4	10,2	10,1	10,2	10,1
Peso de Agua (Ww)		gr	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
Peso Muestra Seca (Ws)		gr	1,3	0,9	1,3	0,6	0,9	1,4
Contenido de Humedad (w%)		%	23,08	22,22	23,08	16,67	22,22	21,43
Promedio de W%	21,45							
RESULTADOS								
Límite Líquido (LL%)			Límite Plástico (LP%)			Índice de Plásticidad (IP%)		
23,23			21,45			1,79		
GRÁFICA DEL LÍMITE LÍQUIDO								
								

Realizado por: Alex Paul Caisalitín Yáñez, 2022

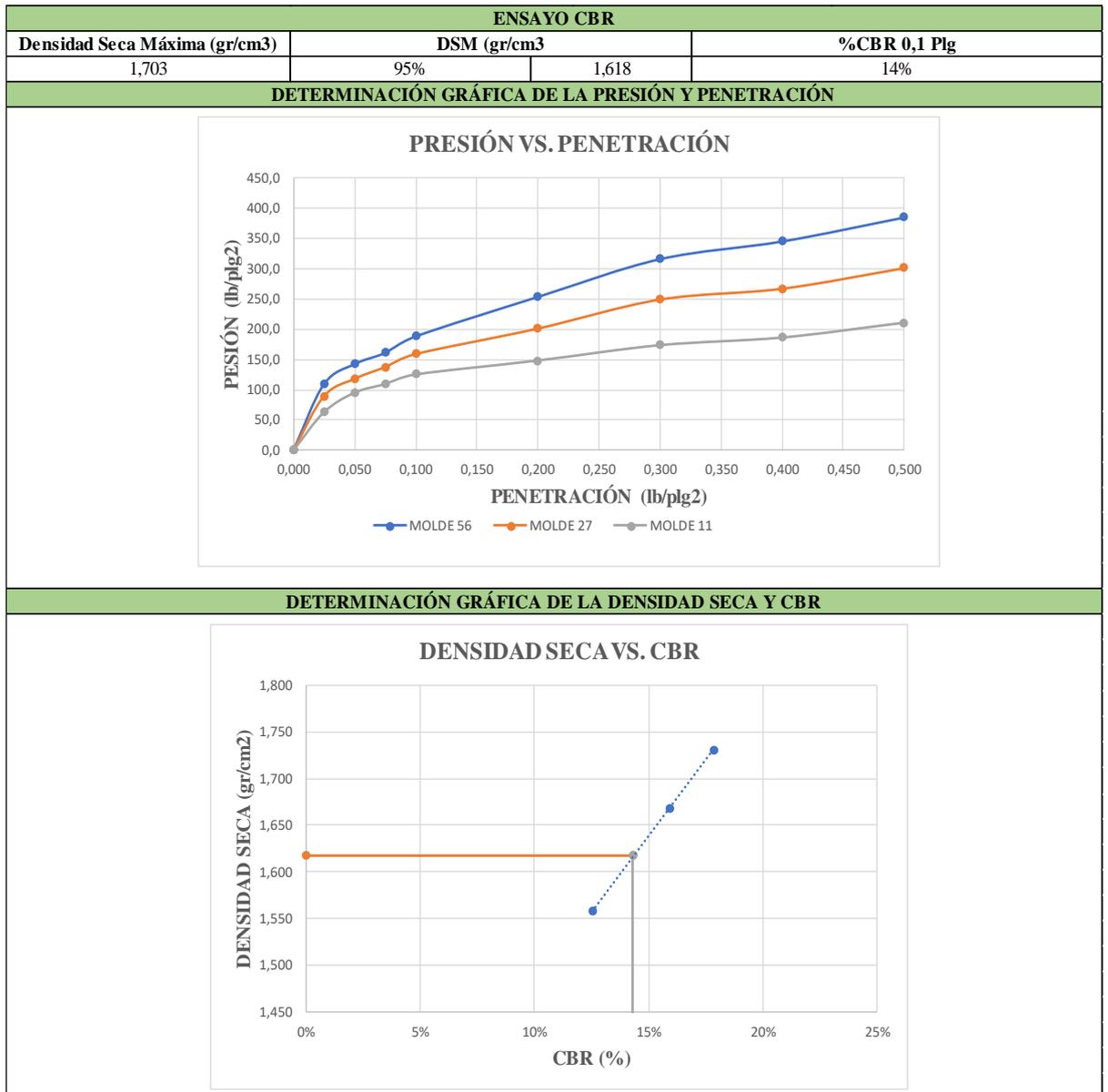
Anexo B-11. Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"								
Abscisa:	2+595	Tramo: 1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta		
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASTM D-421-58		Ensayado por:	Alex Caisalitin Yáñez		
DETERMINACIÓN DE PROCTOR MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	16358 gr			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	2316,56 cm ³			
Diametro:	15,3	Altura:	12,6	Radio:	7,65 cm			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20385	20667	21001	20867				
Peso suelo humedo Wm (gr)	4027	4309	4643	4509				
Peso unitario humedo γ_m (gr/cm ³)	1,738	1,860	2,004	1,946				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	7	16	O4	44	24	81	20	40
Peso del recipiente W_r	31,1	30,5	32,1	31,5	24,4	23,6	24,9	24,3
Rec+suelo humedo W_r+W_m	110,2	106,6	115,5	115,3	103,4	103,6	120,3	123,1
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	101,7	100,9	105,6	104,8	91,5	91,6	104,5	104,5
Peso solidos W_s	70,6	70,4	73,5	73,3	67,1	68	79,6	80,2
Peso del agua W_w	8,5	5,7	9,9	10,5	11,9	12	15,8	18,6
Cont. Humedad $\omega\%$	12,04	8,10	13,47	14,32	17,73	17,65	19,85	23,19
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	10,07		13,90		17,69		21,52	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,579		1,633		1,703		1,602	
RESULTADOS DE HUMEDAD ÓPTIMA Y LA DENSIDAD MÁXIMA								
Óptimo Contenido de Humedad (%)				Máxima densidad Seca (gr/cm³)				
17,70				1,703				
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo B-12. Ensayo CBR Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISCA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"						
Abscisa:	2+595	Tramo: 1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASTM D-421-58		Ensayado por:	Alex Caisalitín Yáñez
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb	
PESO MUESTRA:	6000		ALTURA DE CAIDA:		18"	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3):	1,703		CONT. HUMEDAD ÓPTIMA (%)		17,70	
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R						
MOLDE N°	1		2		3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES	56		27		11	
DATOS DEL MOLDE						
Muestra Humeda + Molde (gr)	12093		11085		10876	
Masa de Molde (gr)	7667		6654		6689	
Masa Muestra Humeda (gr)	4426		4431		4187	
Volumen Muestra (cm3)	2209,84		2257,48		2260,46	
Peso Unitario Humedo (gr/cm3)	2,003		1,963		1,852	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
Recipiente N°	35	22	D2	C12	D1	C4
P. HuM. + Recipiente	160,3	170,5	170,4	179,6	148,2	149,2
P. Seco + Recipiente	142,8	155,3	153,8	156,9	130,2	133,6
Peso Recipiente	44,6	43,4	45,4	43,6	42,1	43,5
Peso Agua	17,5	15,2	16,6	22,7	18	15,6
Peso de Sólidos	98,2	111,9	108,4	113,3	88,1	90,1
Contenido de Humedad (%)	17,82	13,58	15,31	20,04	20,43	17,31
Con. Hum. Promedio (%)	15,70		17,67		18,87	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1,731		1,668		1,558	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	362,5	109,3	328,4	89,6	211,4	62,9
0,050	485,4	145,8	396,3	118,4	315,6	95,2
0,075	573,8	161,2	481,4	137,8	377,6	109,5
0,100	652,6	178,5	522,7	159,4	396,5	125,3
0,200	820,6	253,8	636,9	201,5	441,4	148,3
0,300	952,4	316,3	780,2	249,5	537,8	173,6
0,400	1004,5	335,6	833,6	267,4	561,5	186,2
0,500	1215,1	385,2	958,5	301,4	610,3	210,7
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Presión (lb/plg2)	178,5		159,4		125,3	
CBR 0,1 Plg %	17,85%		15,94%		12,53%	
Densidad Seca (gr/cm3)	1,731		1,668		1,558	



Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

CALICATA 4

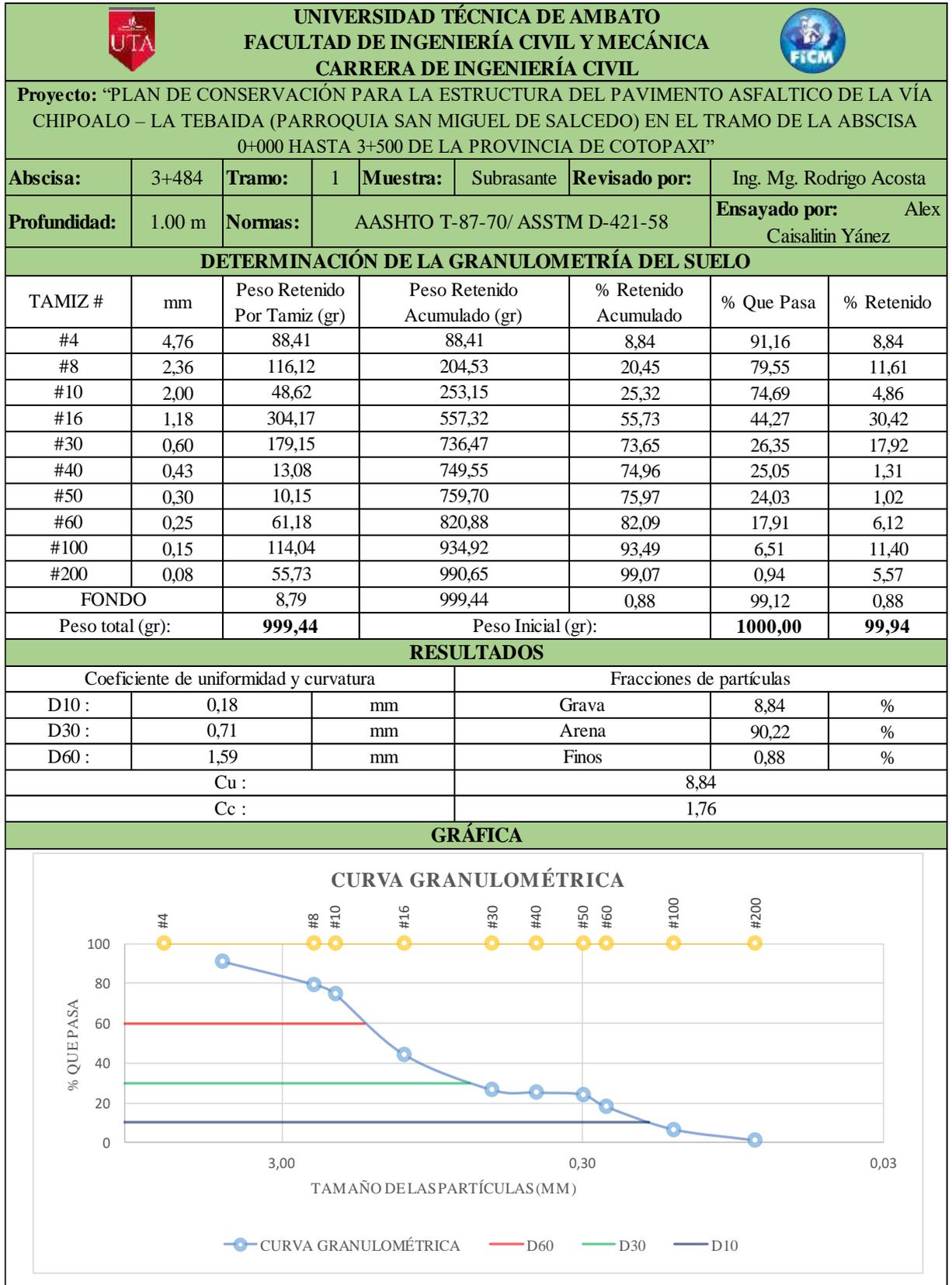
UBICACIÓN: 3+484 Km

PROFUNDIDAD: 1,00 m

ENSAYOS:

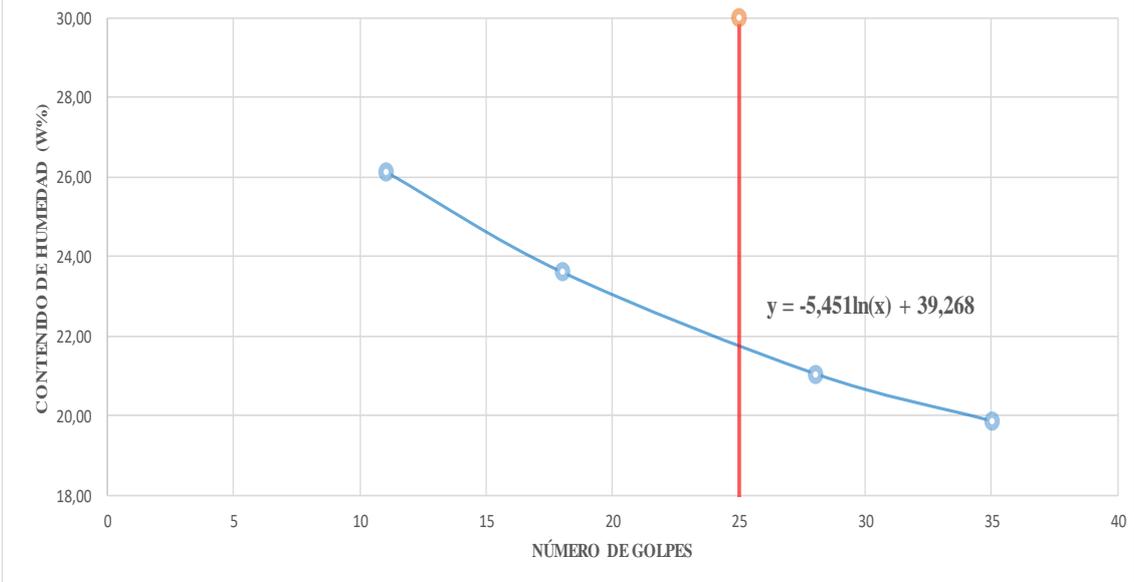
- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- Compactación CBR
- Carga – Penetración para CBR

Anexo B-13. Análisis Granulométrico Calicata 4



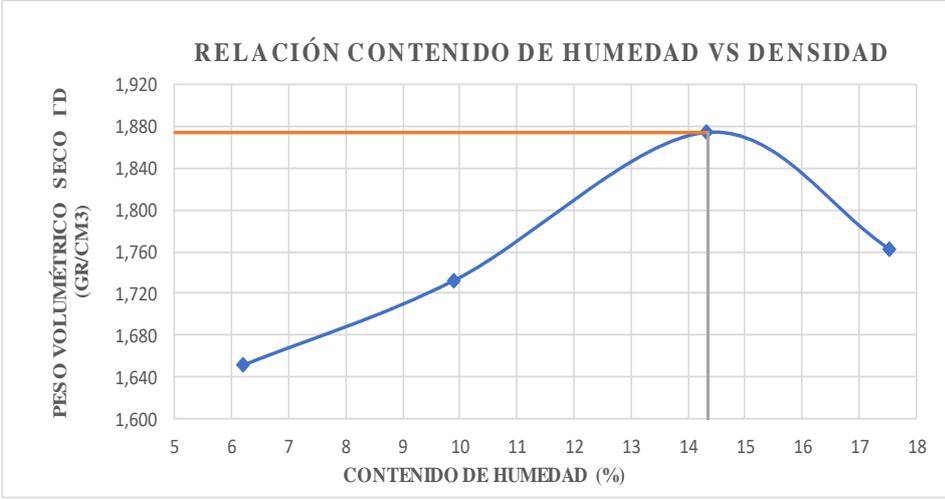
Realizado por: Alex Paul Caisalitín Yáñez, 2022

Anexo B-14. Límite de Atterberg Calicata 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"									
Abscisa:	3+484	Tramo:	1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta		
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASSTM D-421-58			Ensayado por:	Alex Caisalitin Yáñez		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Nº Recipiente	M44	N5	H6	G5	T22	F12	12S	C5	
Rec + Muestra Humeda (Wr+Wm)	19,8	20,2	19,8	19,9	20,7	18,8	21,1	18,7	
Rec + Muestra Seca(Wr+Ws)	18	18,1	18,1	18,2	19,1	17,4	19,2	17,5	
Peso Recipiente (Wr)	10,7	10,5	11	10,9	11,2	11	10,5	10,8	
Peso de Agua (Ww)	1,8	2,1	1,7	1,7	1,6	1,4	1,9	1,2	
Peso Muestra Seca (Ws)	7,3	7,6	7,1	7,3	7,9	6,4	8,7	6,7	
Contenido de Humedad (w%)	24,66	27,63	23,94	23,29	20,25	21,88	21,84	17,91	
Promedio de W%	26,14		23,62		21,06		19,87		
# de Golpes	11		18		28		35		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO									
Nº Recipiente		P8	90P	5M	9L	15	7U		
Rec + Muestra Humeda (Wr+Wm)	gr	12,1	14,4	12,7	13,4	13,5	12,1		
Rec + Muestra Seca(Wr+Ws)	gr	11,7	13,9	12,3	13,1	12,9	11,8		
Peso Recipiente (Wr)	gr	10,1	11	10,2	11,4	10,3	10,4		
Peso de Agua (Ww)	gr	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,3		
Peso Muestra Seca (Ws)	gr	1,6	2,9	2,1	1,7	2,6	1,4		
Contenido de Humedad (w%)	%	25,00	17,24	19,05	17,65	23,08	21,43		
Promedio de W%	20,57								
RESULTADOS									
Límite Líquido (LL%)			Límite Plástico (LP%)			Índice de Plásticidad (IP%)			
21,72			20,57			1,15			
GRÁFICA DEL LÍMITE LÍQUIDO									
									

Realizado por: Alex Paul Caisalitin Yáñez, 2022

Anexo B-15. Ensayo Proctor Modificado Tipo B Calicata 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto: “PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”								
Abscisa:	3+484	Tramo: 1	Muestra: Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta			
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASSTM D-421-58	Ensayado por:	Alex Caisalitín Yáñez			
DETERMINACIÓN DE PROCTOR MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	16360 gr			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	2224,63 cm ³			
Diametro:	15,3	Altura:	12,1	Radio:	7,65 cm			
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	5	10	15	20				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20263	20598	21128	20968				
Peso suelo humedo Wm (gr)	3903	4238	4768	4608				
Peso unitario humedo γm (gr/cm ³)	1,754	1,905	2,143	2,071				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	73	80	87	72	64	103	74	76
Peso del recipiente W _r	30,6	30,5	30,4	30,3	30,5	30,7	30,7	30,6
Rec+suelo humedo W _r +W _m	78,4	70,9	80,3	83,5	84,6	90,4	96,3	114,3
Rec+suelo seco W _s + W _m	75,3	68,8	75,8	78,7	78,1	82,6	86,2	102,2
Peso solidos W _s	44,7	38,3	45,4	48,4	47,6	51,9	55,5	71,6
Peso del agua W _w	3,1	2,1	4,5	4,8	6,5	7,8	10,1	12,1
Cont. Humedad ω%	6,94	5,48	9,91	9,92	13,66	15,03	18,20	16,90
Cont. Humedad promedio ω%	6,21		9,91		14,34		17,55	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1,652		1,733		1,874		1,762	
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
RESULTADOS DE HUMEDAD ÓPTIMA Y LA DENSIDAD MÁXIMA								
Óptimo Contenido de Humedad (%)			Máxima densidad Seca (gr/cm³)					
14,34			1,874					
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								

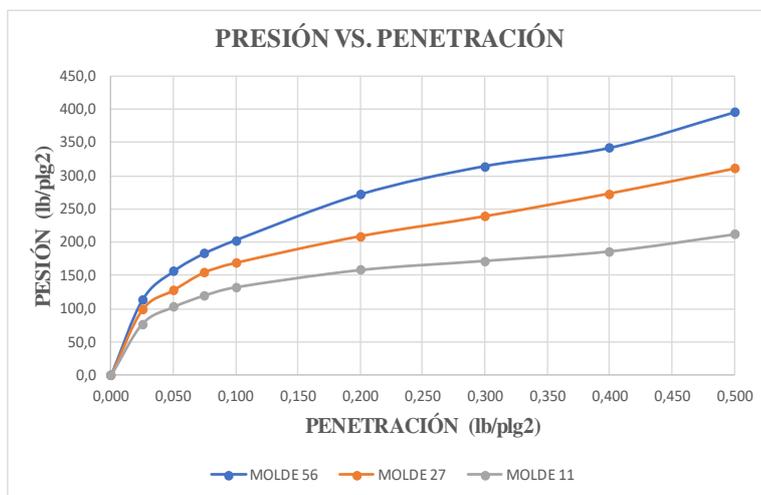
Realizado por: Alex Paul Caisalitín Yáñez, 2022

Anexo B-16. Ensayo CBR Calicata 4

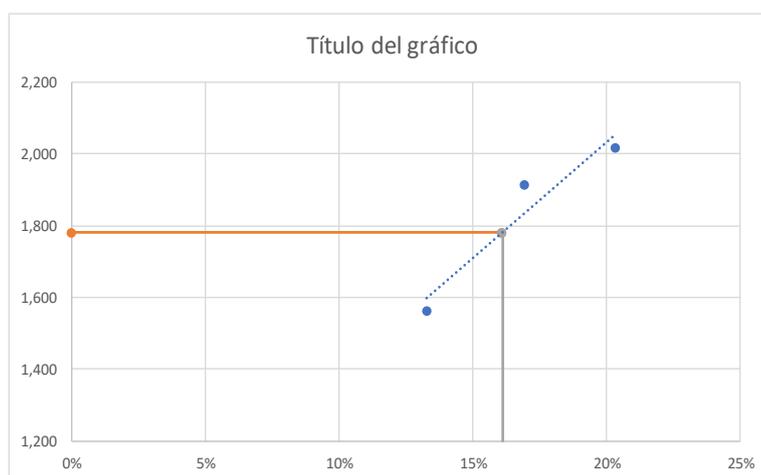
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISCA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"						
Abscisa:	3+484	Tramo: 1	Muestra:	Subrasante	Revisado por:	Ing. Mg. Rodrigo Acosta
Profundidad:	1.00 m	Normas:	AASHTO T-87-70/ ASSTM D-421-58		Ensayado por:	Alex Caisalitin Yáñez
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb	
PESO MUESTRA:	6000		ALTURA DE CAIDA:		18"	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³):	1,874		CONT. HUMEDAD ÓPTIMA (%):		14,34	
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R						
MOLDE N°	1		2		3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES	56		27		11	
DATOS DEL MOLDE						
Muestra Humeda + Molde (gr)	12294		11752		10683	
Masa de Molde (gr)	7363		6724		6556	
Masa Muestra Humeda (gr)	4931		5028		4127	
Volumen Muestra (cm³)	2212,76		2226,30		2252,06	
Peso Unitario Humedo (gr/cm³)	2,228		2,258		1,833	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
Recipiente N°	D12	D24	D5	C8	G2	G4
P. HuM. + Recipiente	148,6	168,7	176,3	175,6	150,6	144,7
P. Seco + Recipiente	141,4	153,8	154,5	157,1	131,6	132,9
Peso Recipiente	43,3	45,2	44,1	43,9	43,7	43,8
Peso Agua	7,2	14,9	21,8	18,5	19	11,8
Peso de Sólidos	98,1	108,6	110,4	113,2	87,9	89,1
Contenido de Humedad (%)	7,34	13,72	19,75	16,34	21,62	13,24
Con. Hum. Promedio (%)	10,53		18,04		17,43	
Peso Unitario Seco (gr/cm³)	2,016		1,913		1,561	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	321,1	113,2	308,7	98,6	231,4	77,5
0,050	437,3	158,5	376,5	128,1	295,3	102,9
0,075	527,5	183,7	41,4	155,2	347,3	120,3
0,100	612,2	203,4	502,4	169,4	395,6	132,7
0,200	801,2	272,3	617,9	209,5	439,5	158,6
0,300	918,3	314,7	770,2	239,5	503,6	172,4
0,400	994,5	342,1	813,6	273,6	561,3	186,6
0,500	1115,4	395,3	938,4	310,9	608,6	212,1
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Presión (lb/plg²)	203,4		169,4		132,7	
CBR 0,1 Plg %	20,34%		16,94%		13,27%	
Densidad Seca (gr/cm³)	2,016		1,913		1,561	

ENSAYO CBR		
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	DSM (gr/cm ³)	%CBR 0,1 Plg
1,874	95%	1,780
		16%

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA PRESIÓN Y PENETRACIÓN



DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD SECA Y CBR



Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

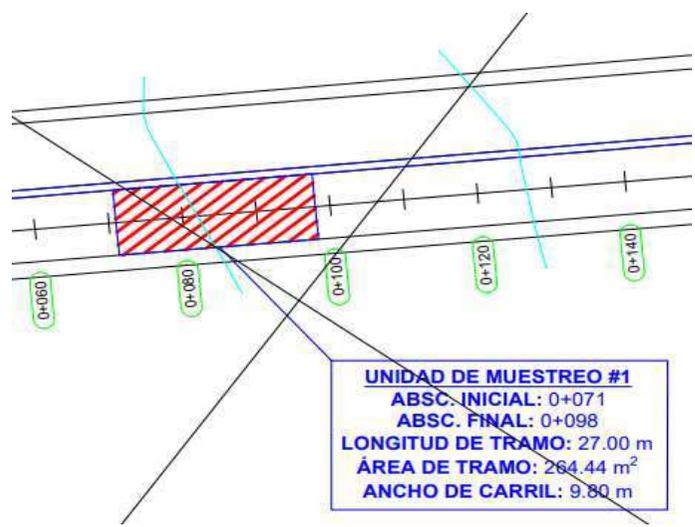
ANEXO C.

ÍNDICE DE

CONDICIÓN DEL

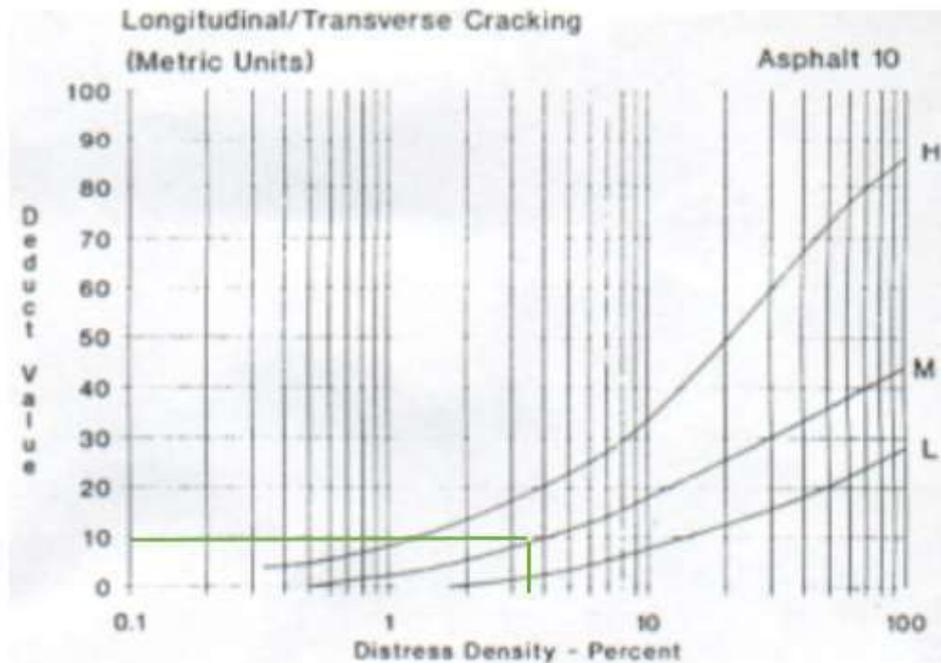
PAVIMENTO (PCI)

Anexo C-1. Evaluación Visual (PCI) - muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS 										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida		Evaluado por:	Alex Paul Caisalitin Yáñez		Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta		
	Abscisa Inicial:	0+071	Unidad de Muestreo:	1	Ancho de Carril:	9,8 m		Fecha: 9 de Mayo del 2022		
	Abscisa Final:	0+098	Área de Muestreo:	264,44 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas			Unidad	Esquema					
1	Piel de Cocodrilo			m ²	 <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> UNIDAD DE MUESTREO #1 ABSC. INICIAL: 0+071 ABSC. FINAL: 0+098 LONGITUD DE TRAMO: 27.00 m ÁREA DE TRAMO: 264.44 m² ANCHO DE CARRIL: 9.80 m </div>					
2	Exudación			m ²						
3	Agrietamiento en Bloque			m ²						
4	Abultamientos y Hundimientos			m						
5	Corrugación			m ²						
6	Depresión			m ²						
7	Grieta de Borde			m						
8	Grieta de Reflexión de Junta			m						
9	Desnivel Carril/Berma			m						
10	Grietas Longitudinales y Transversales			m						
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²						
12	Pulimiento de Agregados			m ²						
13	Huecos			Unidad						
14	Cruce de Vía Ferrea			m ²						
15	Ahuellamiento			m ²						
16	Desplazamiento			m ²						
17	Grietas Parabólicas			m ²						
18	Hinchamiento			m ²						
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados			m ²						
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
10		x		1,71	1,3	1,62	3,50	8,13	3,07	10
1		x		0,89				0,89	0,34	12
								Valor Deducido Total (VDT)		22
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	78

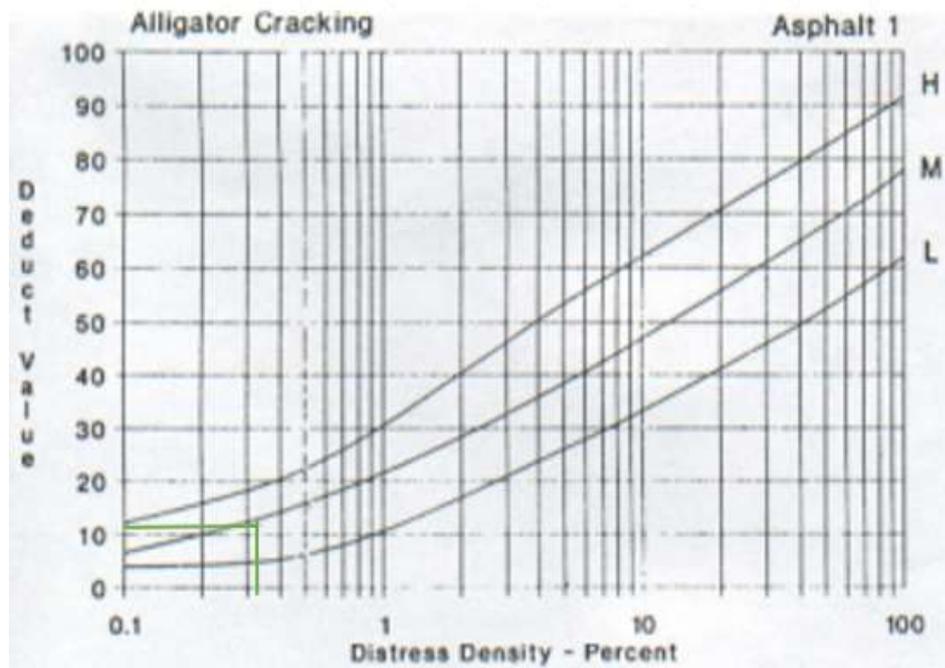
Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Gráfico 8. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 9. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo



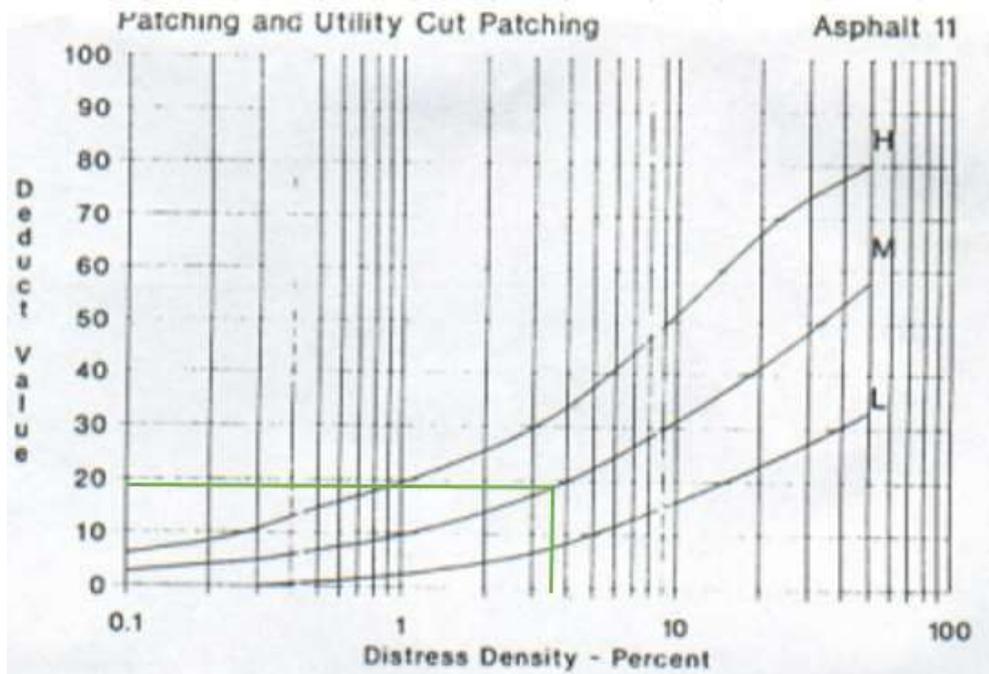
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-2. Evaluación Visual (PCI) - muestra 2

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS </div> </div>												
Datos:	Proyecto:	Vía Chipoalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta						
	Abscisa Inicial:	0+314	Unidad de Muestreo:	2	Ancho de Carril:	10,05 m						
	Abscisa Final:	0+341	Área de Muestreo:	271,33 m ²	Tramo:	1						
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO												
No.	Fallas			Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo			m ²								
2	Exudación			m ²								
3	Agrietamiento en Bloque			m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos			m								
5	Corrugación			m ²								
6	Depresión			m ²								
7	Grieta de Borde			m								
8	Grieta de Reflexión de Junta			m								
9	Desnivel Carril/Berma			m								
10	Grietas Longitudinales y Transversales			m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²								
12	Pulimiento de Agregados			m ²								
13	Huecos			Unidad								
14	Cruce de Vía Ferrea			m ²								
15	Ahuellamiento			m ²								
16	Desplazamiento			m ²								
17	Grietas Parabólicas			m ²								
18	Hinchamiento			m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agradados			m ²								
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)									
11		x		1,04	7,8			8,84	3,75	19		
1		x		2,15	2,6	1,81		6,56	2,78	31		
								Valor Deducido Total (VDT)		50		
								Cálculo del PCI				
Número de Dedución $\geq 2(q)=$				2					PCI =		100 - VDT	No aplica
Mayor Valor Deducido (HDVi)=				31								
Número Admisible de Deducidos (mi)=				7,34								
Falla No.	Valores Deducidos						Total	mi	VCD			
1	31	19					50	2	37			
2	31	2					33	1	33			
								Máx (VDC)		37		
PCI = 100 - Máx (VDC) =								63				

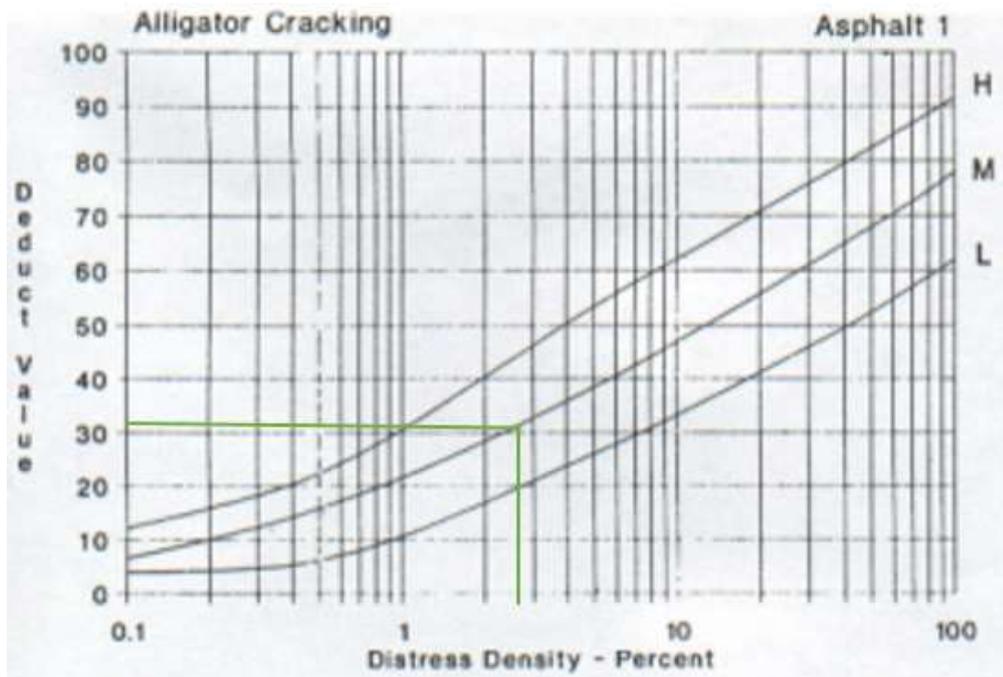
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 10. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos



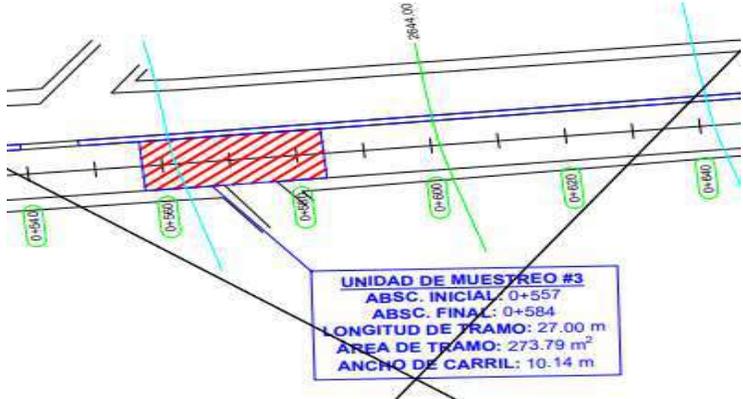
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 11. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo



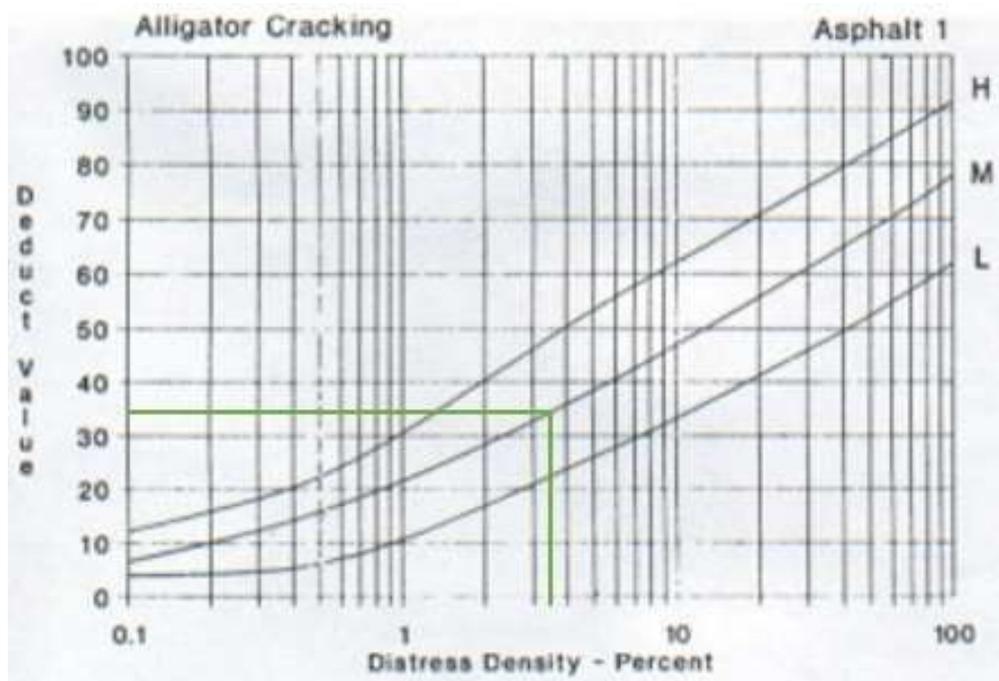
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-3. Evaluación Visual (PCI) - muestra 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS 										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipoalo - La Tebaida		Evaluado por:	Alex Paul Caisalitin Yáñez		Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta		
	Abscisa Inicial:	0+557	Unidad de Muestreo:	3	Ancho de Carril:	10,14 m		Fecha: 9 de Mayo del 2022		
	Abscisa Final:	0+584	Área de Muestreo:	273,79 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas	Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en Bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de Borde	m								
8	Grieta de Reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Pulimiento de Agregados	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Ferrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas Parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agradados	m ²								
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
1		x		2,47	2,19	1,85	2,8	9,31	3,40	34
13		x		1				1	0,36	19
Número de Deducción >2(q)=								Valor Deducido Total (VDT)		
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								Cálculo del PCI		
Número Admisible de Deducidos (mi)=								PCI =		
								100 - VDT		
								No aplica		
Falla No.	Valores Deducidos			Total	mi	VCD				
1	34	19		53	2	36				
2	34	2		36	1	36				
				Máx (VDC)		36				
PCI = 100 - Máx (VDC)				64						

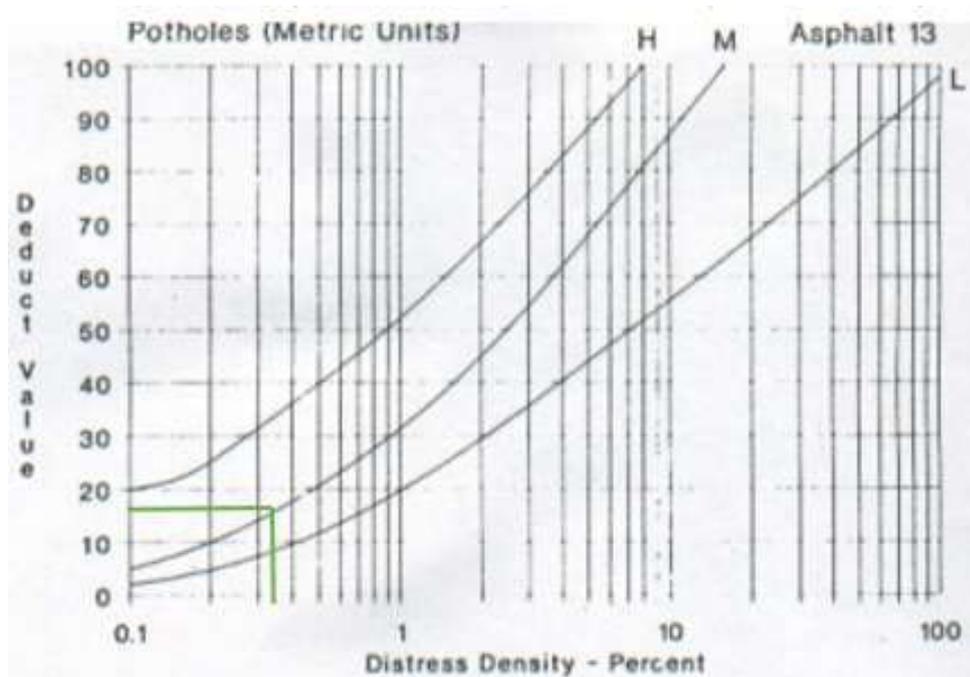
Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Gráfico 12. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo



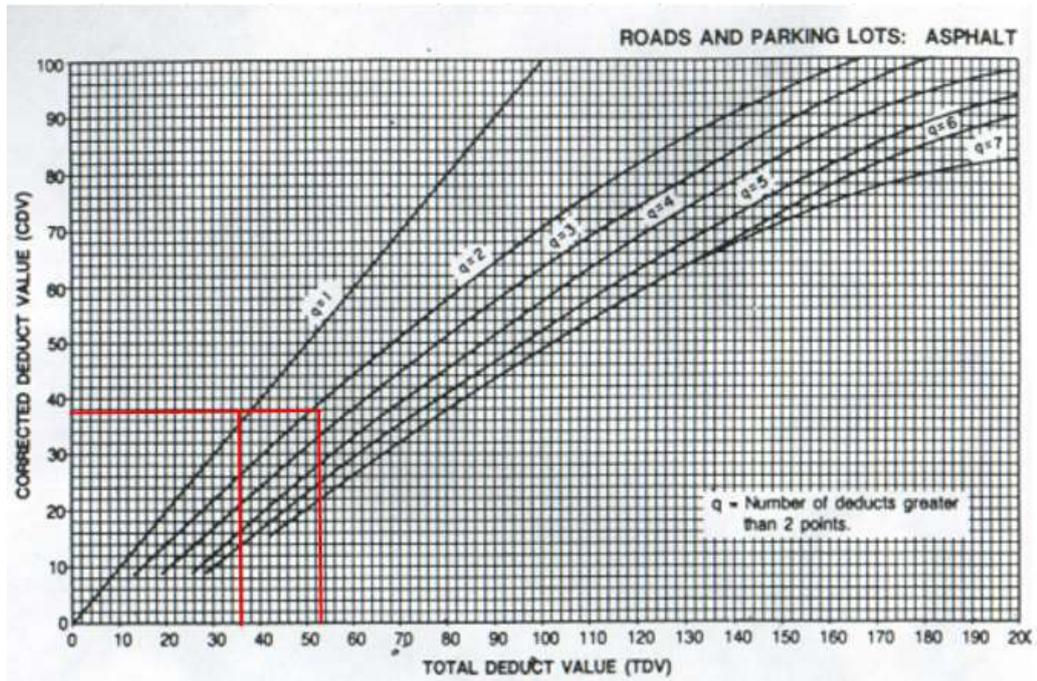
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 13. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 14. Ábaco de valores deducidos Corregidos



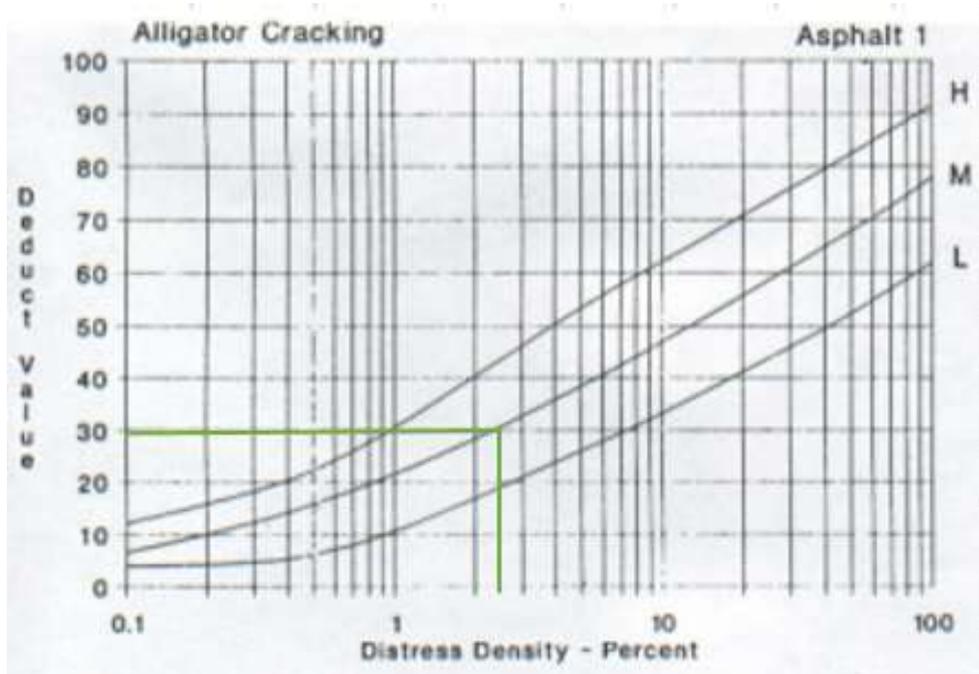
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-4. Evaluación Visual (PCI) - muestra 4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS								
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	0+800	Unidad de Muestreo:	4	Ancho de Carril:	9,81 m				
	Abscisa Final:	0+827	Área de Muestreo:	264,78 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas	Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	m ²								
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en Bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de Borde	m								
8	Grieta de Reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m								
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Pulimiento de Agregados	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Ferrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas Parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agravados	m ²								
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido			
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
1		x		3,32	2,7	1,10	7,12			
10		x		2,20	1,07	1,10	4,37			
							Valor Deducido Total (VDT)	35		
							Cálculo del PCI			
Número de Deducción >2(q)=							2	PCI =	100 - VDT	No aplica
Mayor Valor Deducido (HDVi)=							30			
Número Admisible de Deducidos (mi)=							7,43			
Falla No.	Valores Deducidos						Total	mi	VCD	
1	30	5					35	2	26	
2	30	2					32	1	32	
							Máx (VDC)		32	
PCI = 100 - Máx (VDC)							68			

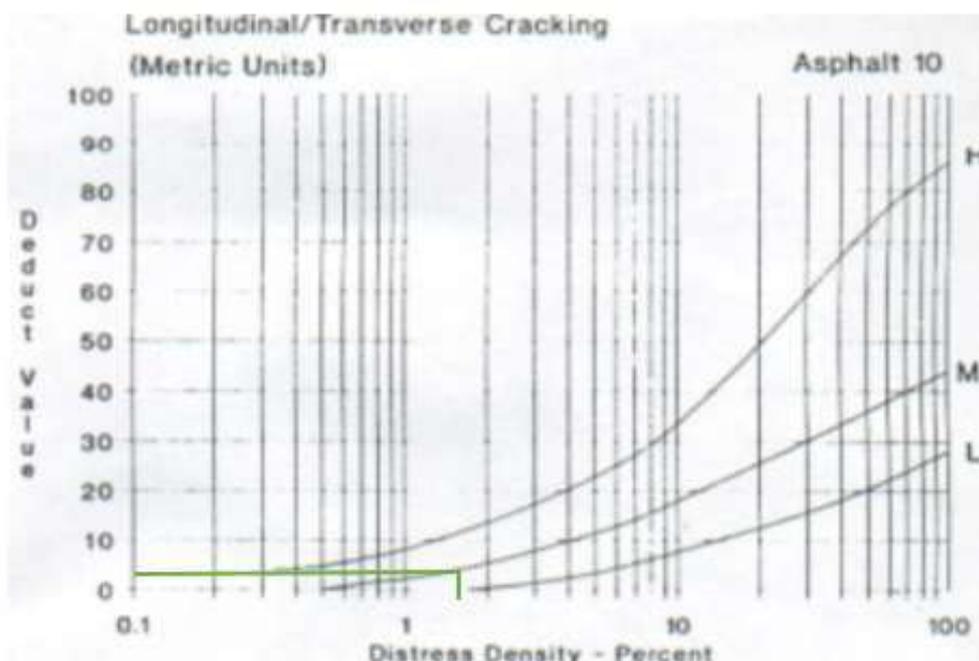
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 15. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo



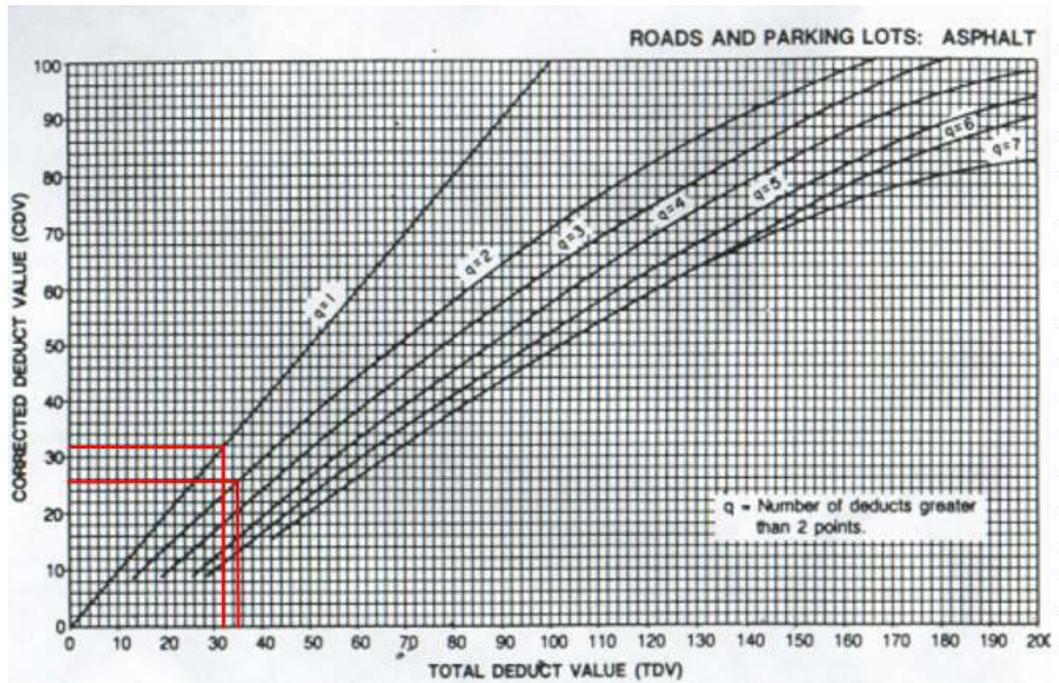
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 16. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Piel de Cocodrilo



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 17. Ábaco de valores deducidos Corregidos



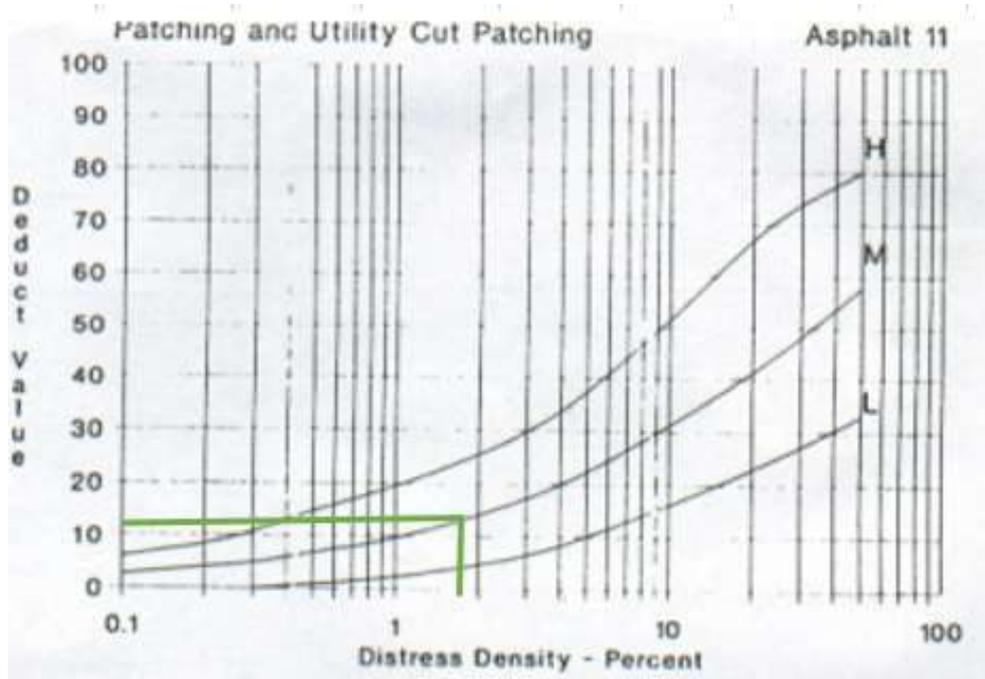
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-5. Evaluación Visual (PCI) - muestra 5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFALTICAS											
Datos:	Proyecto:	Vía Chipoalo - La Tebaida		Evaluado por:	Alex Paul Caisalitin Yáñez		Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta			
	Abscisa Inicial:	1+043		Unidad de Muestreo:	5		Ancho de Carril:	6,80 m			
	Abscisa Final:	1+070		Área de Muestreo:	182,99 m ²		Tramo:	1			
Fecha: 9 de Mayo del 2022											
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
No.	Fallas			Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo			m ²							
2	Exudación			m ²							
3	Agrietamiento en Bloque			m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos			m							
5	Corrugación			m ²							
6	Depresión			m ²							
7	Grieta de Borde			m							
8	Grieta de Reflexión de Junta			m							
9	Desnivel Carril/Berma			m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales			m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
12	Pulimento de Agregados			m ²							
13	Huecos			Unidad							
14	Cruce de Vía Ferrea			m ²							
15	Ahuellamiento			m ²							
16	Desplazamiento			m ²							
17	Grietas Parabólicas			m ²							
18	Hinchamiento			m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agravados			m ²							
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)								
11		x		0,11	1,56	1,78		3,45	1,89	14	
12	x			5,25				5,25	2,87	0	
13		x		4				4	2,19	48	
								Valor Deducido Total (VDT)		62	
Número de Deducción >2(q)=				2				Cálculo del PCI			
Mayor Valor Deducido (HDVi)=				48				PCI =		100 - VDT	No aplica
Número Admisible de Deducidos (mi)=				5,78							
Falla No.	Valores Deducidos			Total	mi	VCD					
1	48	14		62	2	44					
2	48	2		50	1	50					
						Máx (VDC)		50			
PCI = 100 - Máx (VDC)						50					

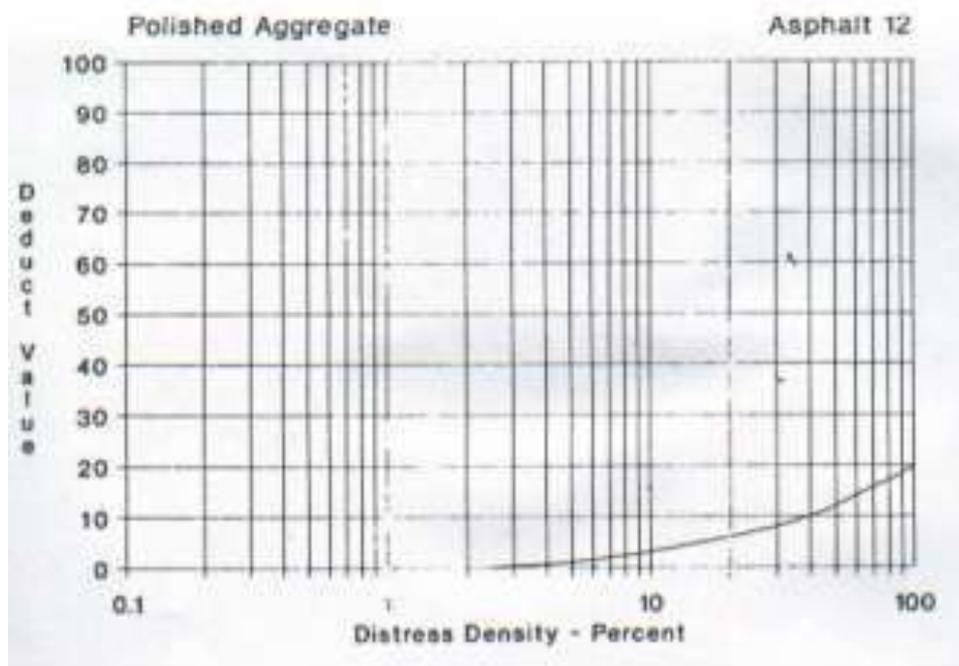
Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Gráfico 18. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos



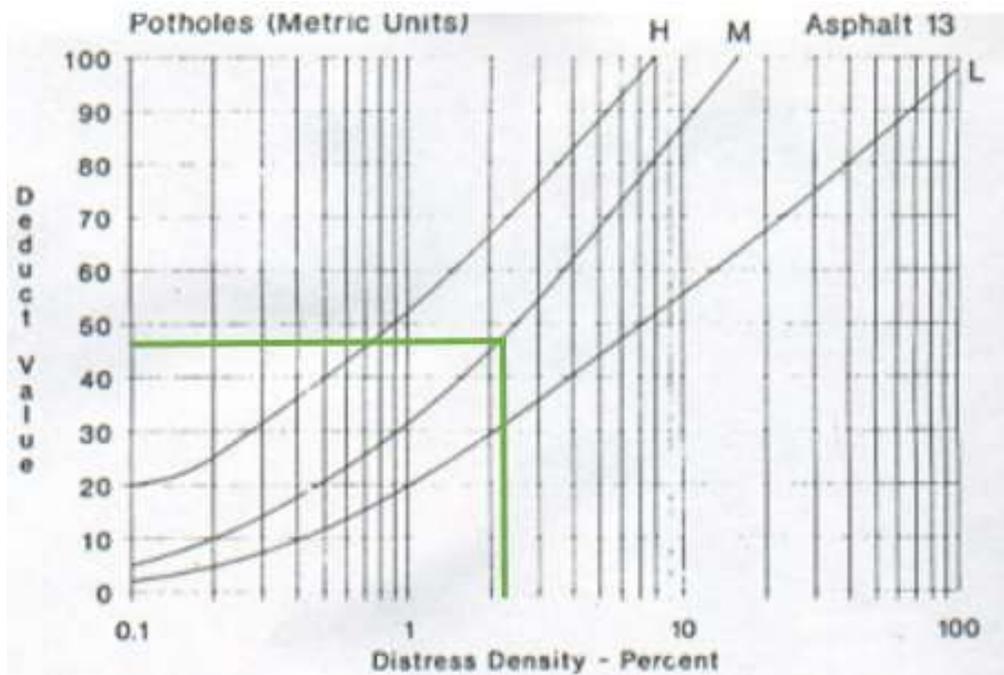
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 19. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Pulimiento de Agregados



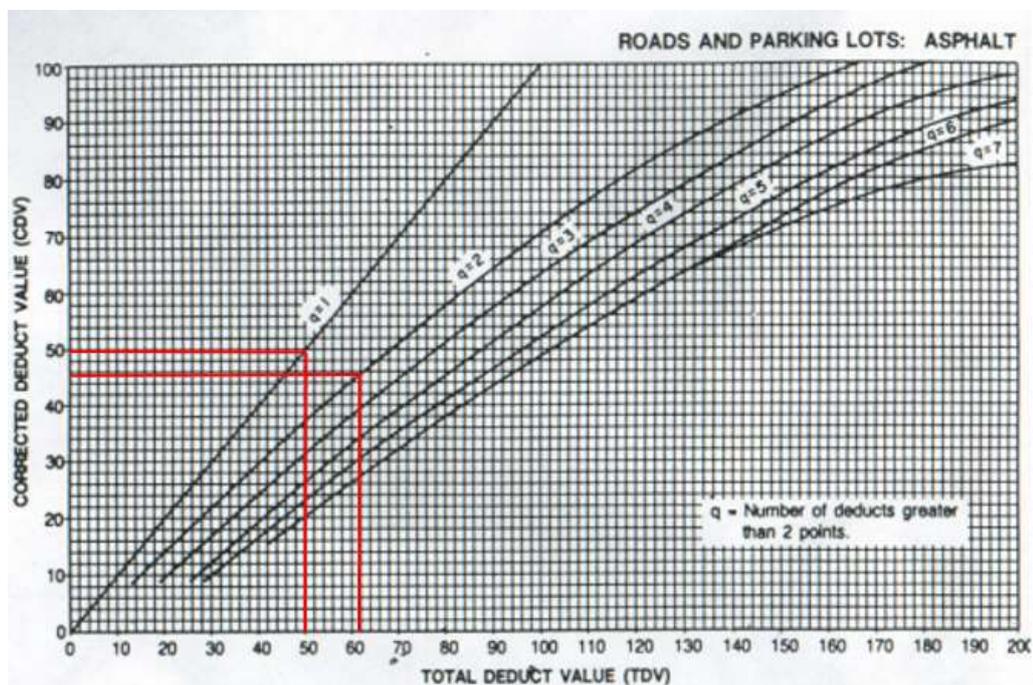
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 20. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 21. Ábaco de valores deducidos Corregidos



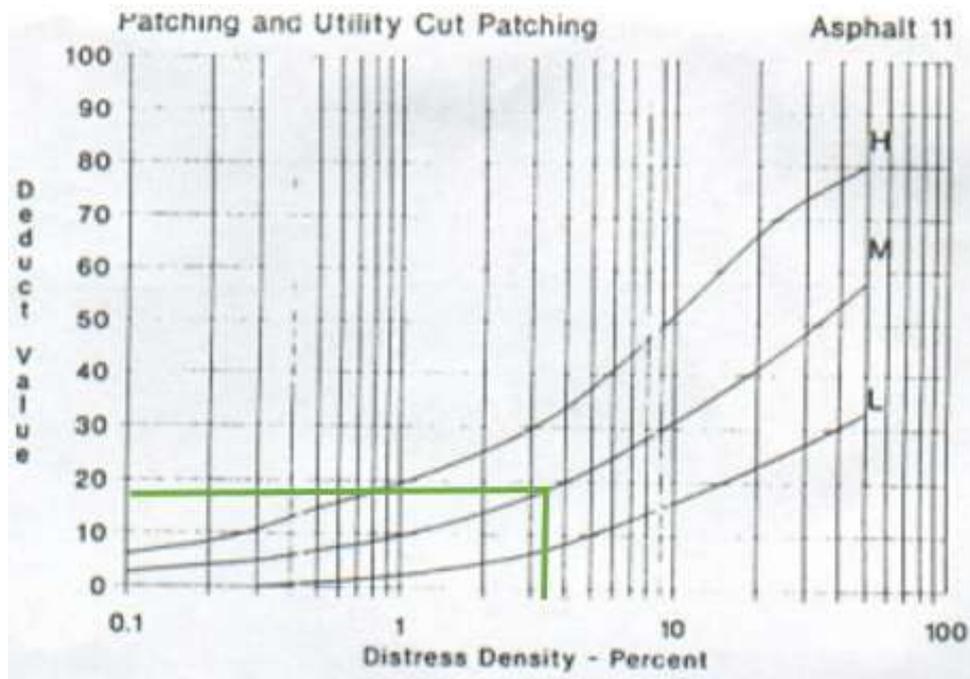
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-6. Evaluación Visual (PCI) - muestra 6

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFALTICAS 										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	1+286	Unidad de Muestreo:	6	Ancho de Carril:	4,64 m				
	Abscisa Final:	1+313	Área de Muestreo:	124,21 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas			Unidad	Esquema					
1	Piel de Cocodrilo			m ²						
2	Exudación			m ²						
3	Agrietamiento en Bloque			m ²						
4	Abultamientos y Hundimientos			m						
5	Corrugación			m ²						
6	Depresión			m ²						
7	Grieta de Borde			m						
8	Grieta de Reflexión de Junta			m						
9	Desnivel Carril/Berma			m						
10	Grietas Longitudinales y Transversales			m						
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²						
12	Pulimento de Agregados			m ²						
13	Huecos			Unidad						
14	Cruce de Vía Ferrea			m ²						
15	Ahuellamiento			m ²						
16	Desplazamiento			m ²						
17	Grietas Parabólicas			m ²						
18	Hinchamiento			m ²						
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados			m ²						
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
11		x		1,43	0,98	0,84	0,72	3,97	3,20	19
17		x		6,40				6,40	5,16	32
								Valor Deducido Total (VDT)		51
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	No aplica
								Número de Deducción >2(q)=		
								2		
								Mayor Valor Deducido (HDVi)=		
								32		
								Número Admisible de Deducidos (mi)=		
								7,24		
Falla No.	Valores Deducidos							Total	mi	VCD
1	32	19					51	2	37	
2	32	2					34	1	34	
								Máx (VDC)		37
PCI = 100 - Máx (VDC)								63		

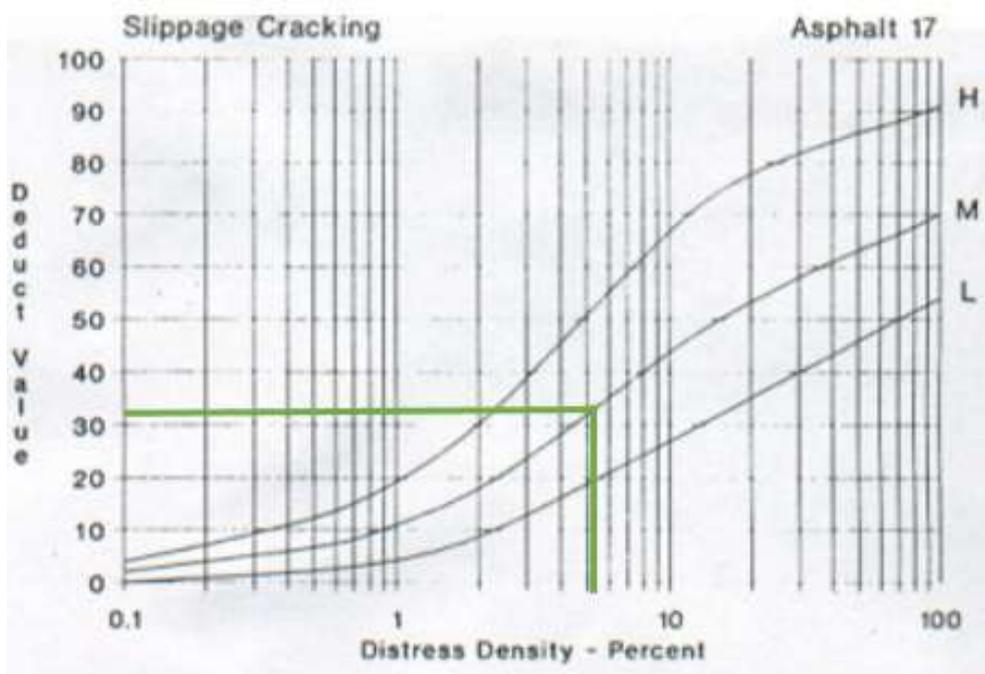
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 22. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos



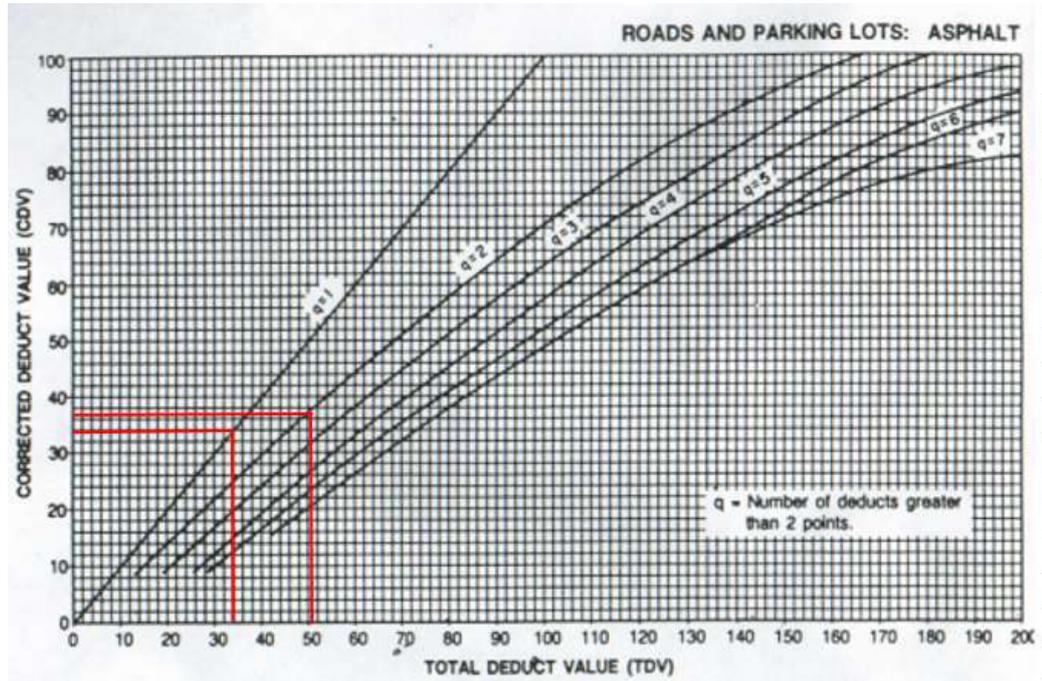
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 23. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Parabólicas



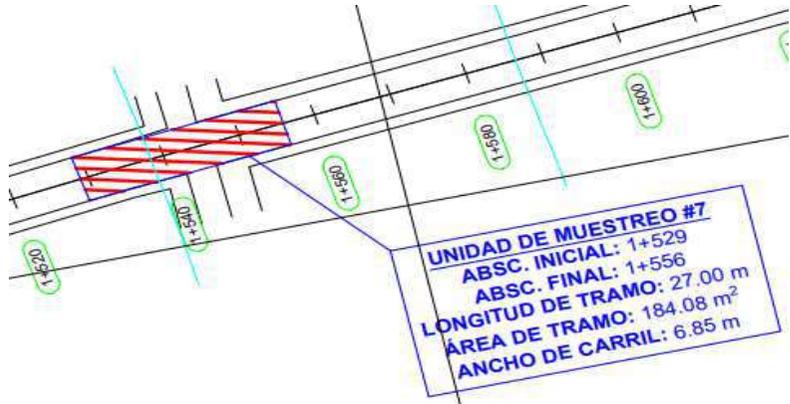
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 24. Ábaco de valores deducidos Corregidos



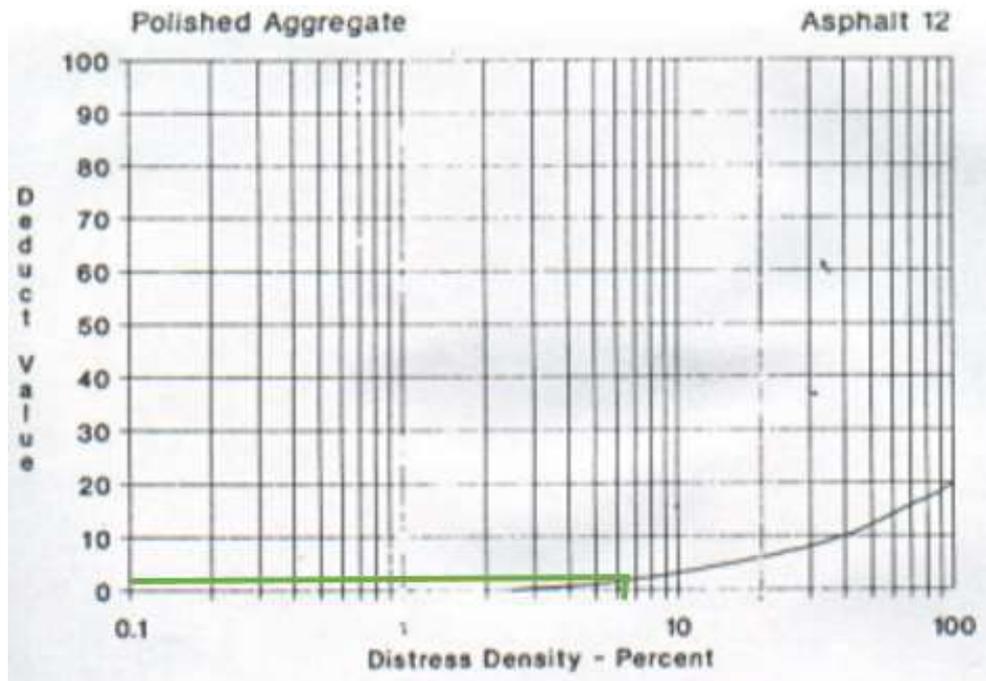
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-7. Evaluación Visual (PCI) - muestra 7

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS 										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipoalo - La Tebaida	Evaluated por:	Alex Paul Caisalitin Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	1+529	Unidad de Muestreo:	7	Ancho de Carril:	6,85 m				
	Abscisa Final:	1+556	Área de Muestreo:	184,081 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo		m ²							
2	Exudación		m ²							
3	Agrietamiento en Bloque		m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos		m							
5	Corrugación		m ²							
6	Depresión		m ²							
7	Grieta de Borde		m							
8	Grieta de Reflexión de Junta		m							
9	Desnivel Carril/Berma		m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales		m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos		m ²							
12	Pulimiento de Agregados		m ²							
13	Huecos		Unidad							
14	Cruce de Vía Ferrea		m ²							
15	Ahuellamiento		m ²							
16	Desplazamiento		m ²							
17	Grietas Parabólicas		m ²							
18	Hinchamiento		m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agradados		m ²							
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
12	x			7,82	3,46			11,28	6,13	1
17		x		4,76				4,76	2,59	20
								Valor Deducido Total (VDT)		21
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	79

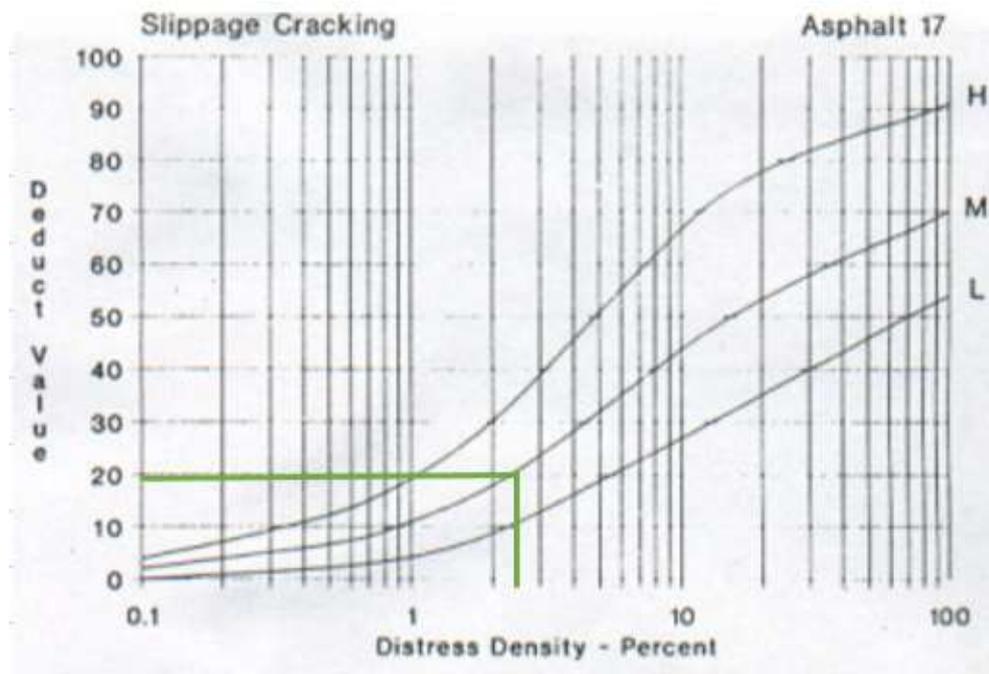
Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Gráfico 25. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Pulimiento de Agregados



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 26. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Parabólicas



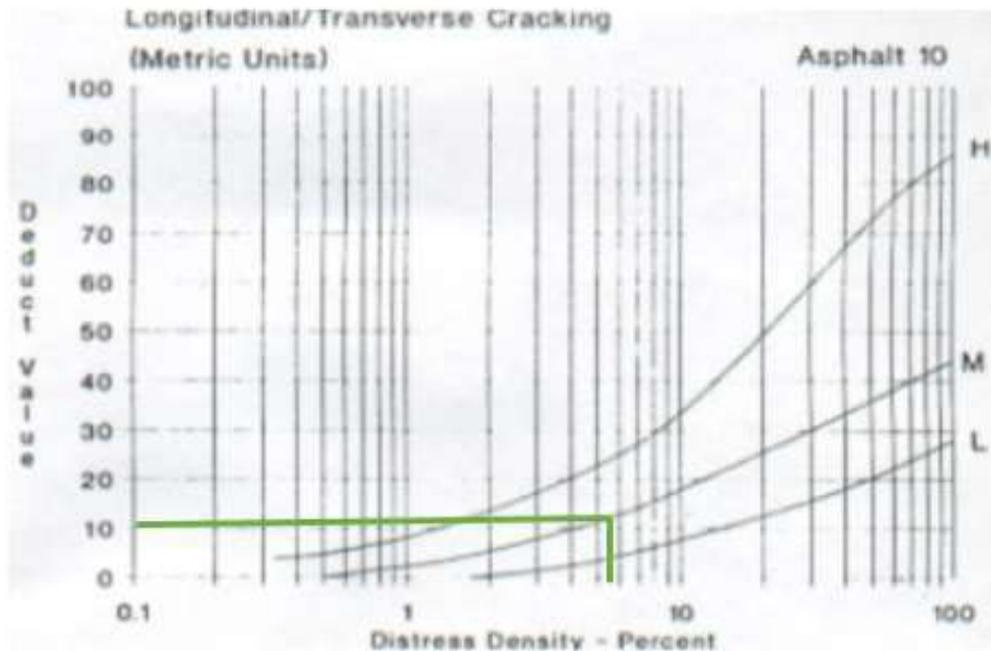
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-8. Evaluación Visual (PCI) - muestra 8

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS 										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitin Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	1+772	Unidad de Muestreo:	8	Ancho de Carril:	8,95 m				
	Abscisa Final:	1+779	Área de Muestreo:	241,75 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas			Unidad	Esquema					
1	Piel de Cocodrilo			m ²						
2	Exudación			m ²						
3	Agrietamiento en Bloque			m ²						
4	Abultamientos y Hundimientos			m						
5	Corrugación			m ²						
6	Depresión			m ²						
7	Grieta de Borde			m						
8	Grieta de Reflexión de Junta			m						
9	Desnivel Carril/Berma			m						
10	Grietas Longitudinales y Transversales			m						
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²						
12	Pulimento de Agregados			m ²						
13	Huecos			Unidad						
14	Cruce de Vía Ferrea			m ²						
15	Ahuellamiento			m ²						
16	Desplazamiento			m ²						
17	Grietas Parabólicas			m ²						
18	Hinchamiento			m ²						
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados			m ²						
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
10		x		5,15	3,47	4,13		12,75	5,27	11
13		x		4				4	1,65	36
								Valor Deducido Total (VDT)		47
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	No aplica
								Cálculo del VCD		
Falla No.	Valores Deducidos						Total	mi	VCD	
1	36	11					47	2	36	
2	36	2					38	1	38	
								Máx (VDC)		38
PCI = 100 - Máx (VDC)								62		

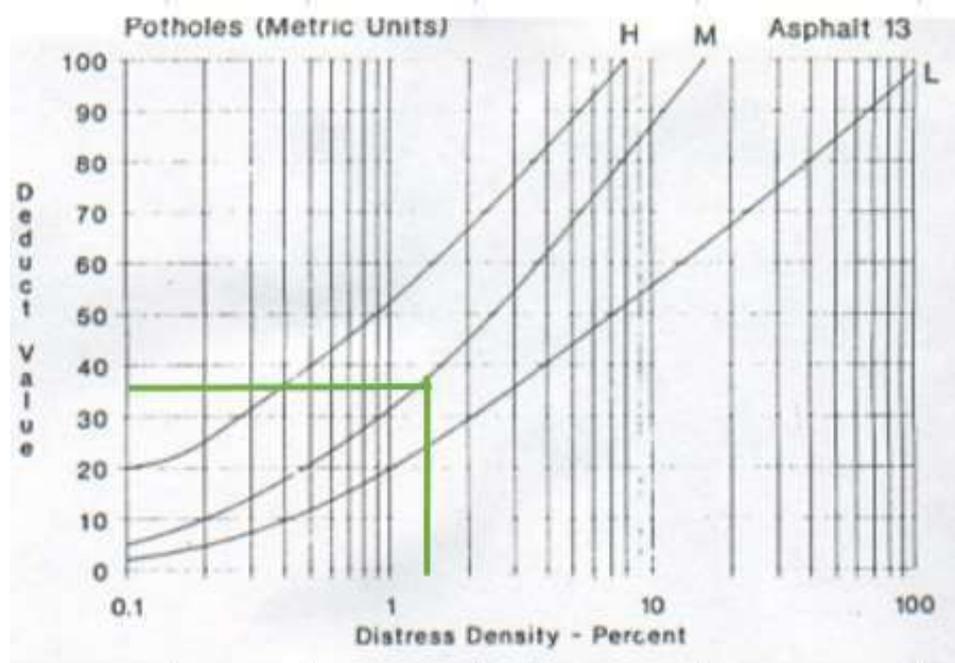
Realizado por: Alex Paúl Caisalitin Yáñez, 2022

Gráfico 27. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales



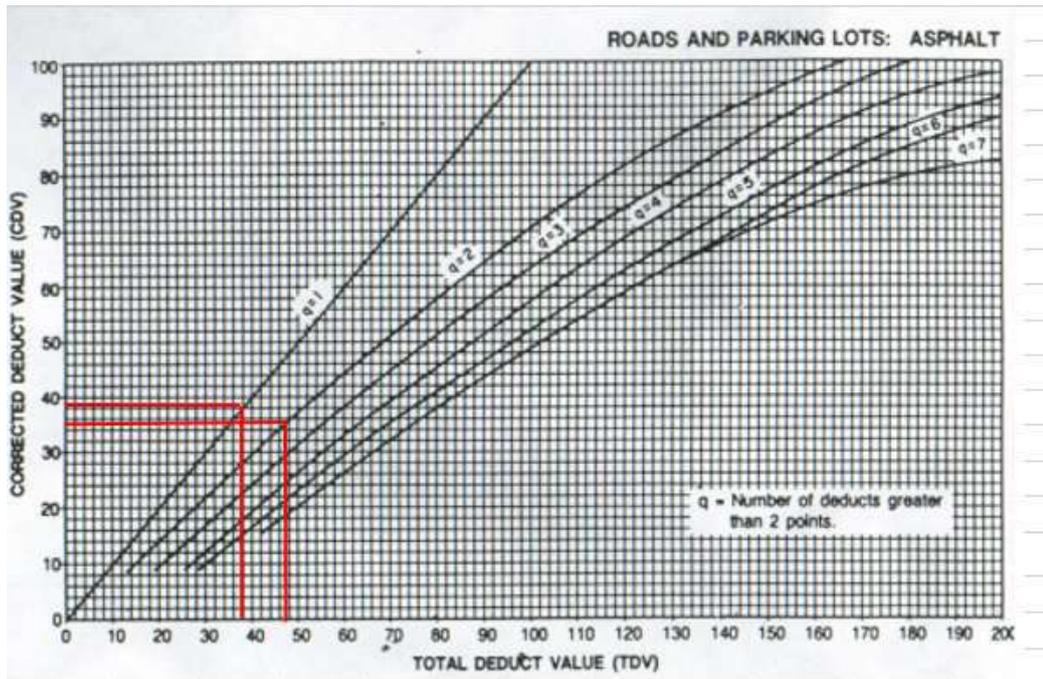
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 28. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 29. Ábaco de valores deducidos Corregidos



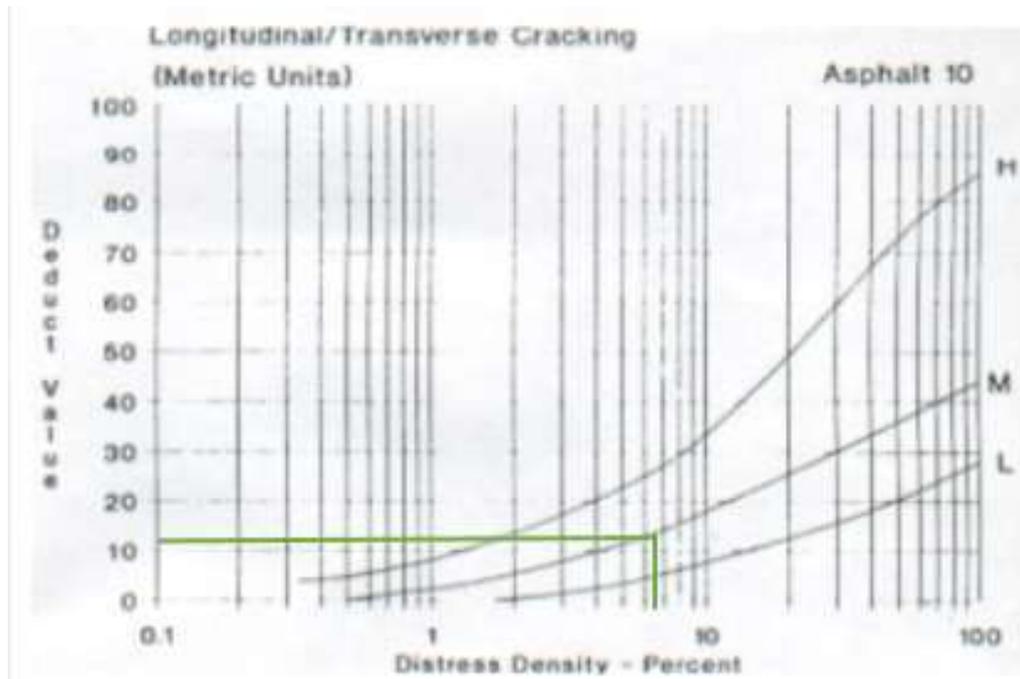
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-9. Evaluación Visual (PCI) - muestra 9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFALTICAS										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	2+015	Unidad de Muestreo:	9	Ancho de Carril:	7,78 m				
	Abscisa Final:	2+042	Área de Muestreo:	212,82 m ²	Tramo:	1				
Fecha: 9 de Mayo del 2022										
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas	Unidad	Esquema							
1	Piel de Cocodrilo	m ²	<p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> UNIDAD DE MUESTREO #9 ABSC. INICIAL: 2+015 ABSC. FINAL: 2+042 LONGITUD DE TRAMO: 27.00 m ÁREA DE TRAMO: 212.82 m² ANCHO DE CARRIL: 7.88 m </p>							
2	Exudación	m ²								
3	Agrietamiento en Bloque	m ²								
4	Abultamientos y Hundimientos	m								
5	Corrugación	m ²								
6	Depresión	m ²								
7	Grieta de Borde	m								
8	Grieta de Reflexión de Junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m								
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²								
12	Pulimiento de Agregados	m ²								
13	Huecos	Unidad								
14	Cruce de Vía Ferrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grietas Parabólicas	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Meteorización/Desprendimiento de Agradados	m ²								
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
10		x		2,7	3,55	1,45	4,32	12,02	5,64	11
11		x		0,37	0,38	0,42		1,17	0,55	8
								Valor Deducido Total (VDT)		19
Número de Deducción >2(q)=								2		
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								11		
Número Admisible de Deducidos (mi)=								9,17		
Falla No.	Valores Deducidos							Total	mi	VCD
1	11	8						19	2	13
2	11	2						13	1	13
								Máx (VDC)		13
PCI = 100 - Máx (VDC)								87		

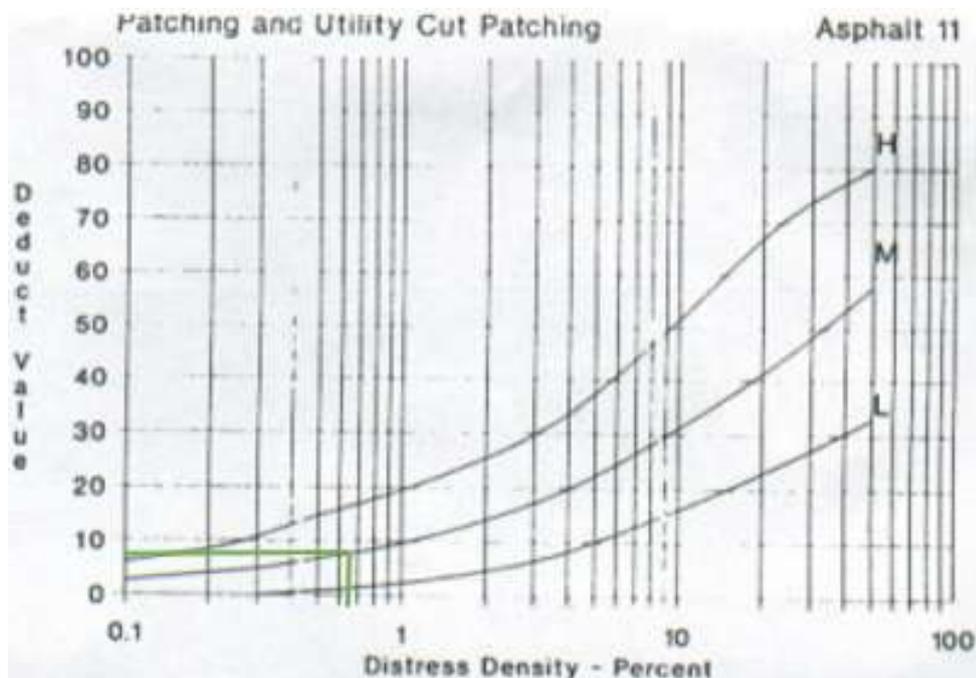
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 30. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales



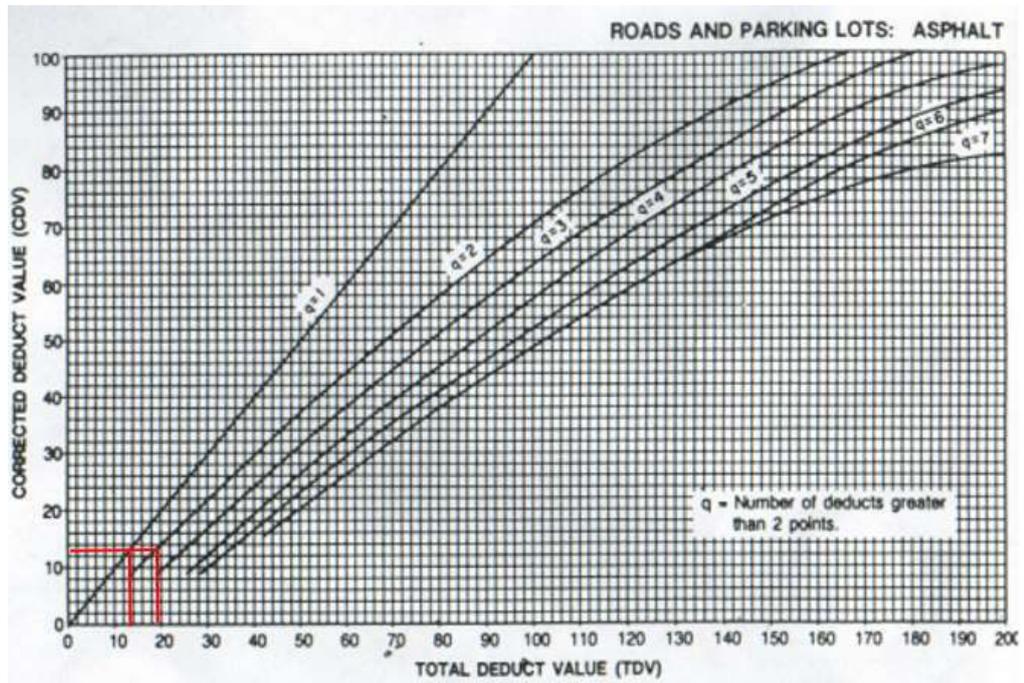
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 31. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 32. Ábaco de valores deducidos Corregidos



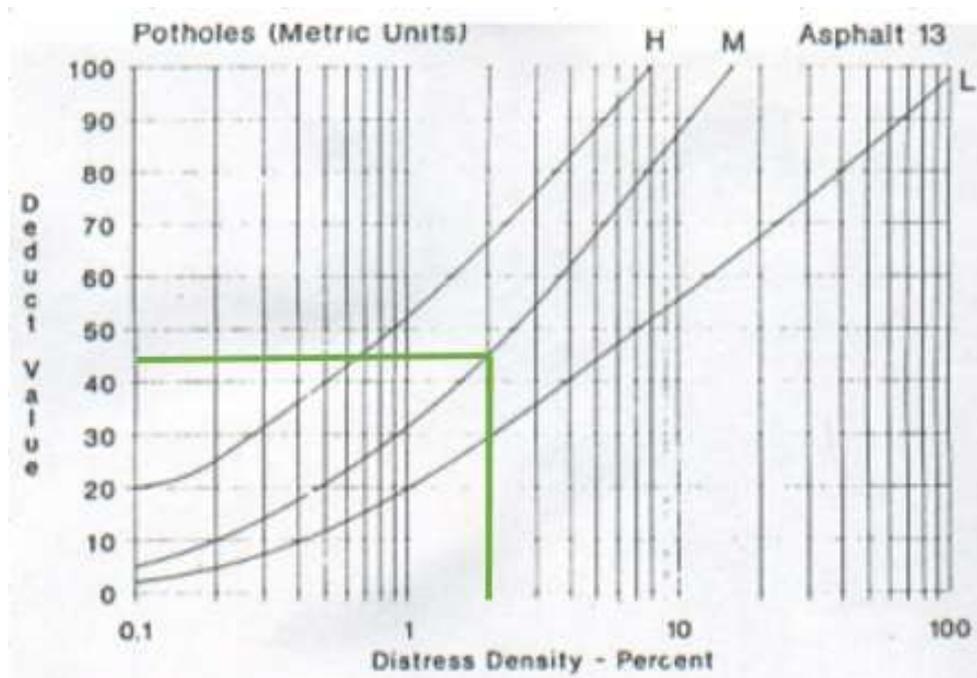
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-10. Evaluación Visual (PCI) - muestra 10

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS </div> </div>									
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta			
	Abscisa Inicial:	2+258	Unidad de Muestreo:	10	Ancho de Carril:	8,92 m			
	Abscisa Final:	2+285	Área de Muestreo:	240,97 m ²	Tramo:	1			
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO									
No.	Fallas	Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo	m ²	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px; width: fit-content;"> UNIDAD DE MUESTREO #10 ABSC. INICIAL: 2+258 ABSC. FINAL: 2+285 LONGITUD DE TRAMO: 27.00 m ÁREA DE TRAMO: 240.97 m² ANCHO DE CARRIL: 8.92 m </div>						
2	Exudación	m ²							
3	Agrietamiento en Bloque	m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos	m							
5	Corrugación	m ²							
6	Depresión	m ²							
7	Grieta de Borde	m							
8	Grieta de Reflexión de Junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	m ²							
12	Pulimiento de Agregados	m ²							
13	Huecos	Unidad							
14	Cruce de Vía Ferrea	m ²							
15	Ahuellamiento	m ²							
16	Desplazamiento	m ²							
17	Grietas Parabólicas	m ²							
18	Hinchamiento	m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agravados	m ²							
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)						
13		x		5			5	2,00	42
17			x	1,25	1,98	4,41	7,64	3,06	40
							Valor Deducido Total (VDT)		82
Número de Dedución >2(q)=							Cálculo del PCI		
Mayor Valor Deducido (HDVi)=							PCI =	100 - VDT	No aplica
Número Admisible de Deducidos (mi)=									
Falla No.	Valores Deducidos						Total	mi	VCD
1	42	40					82	2	44
2	42	2					44	1	44
							Máx (VDC)		44
PCI = 100 - Máx (VDC)							56		

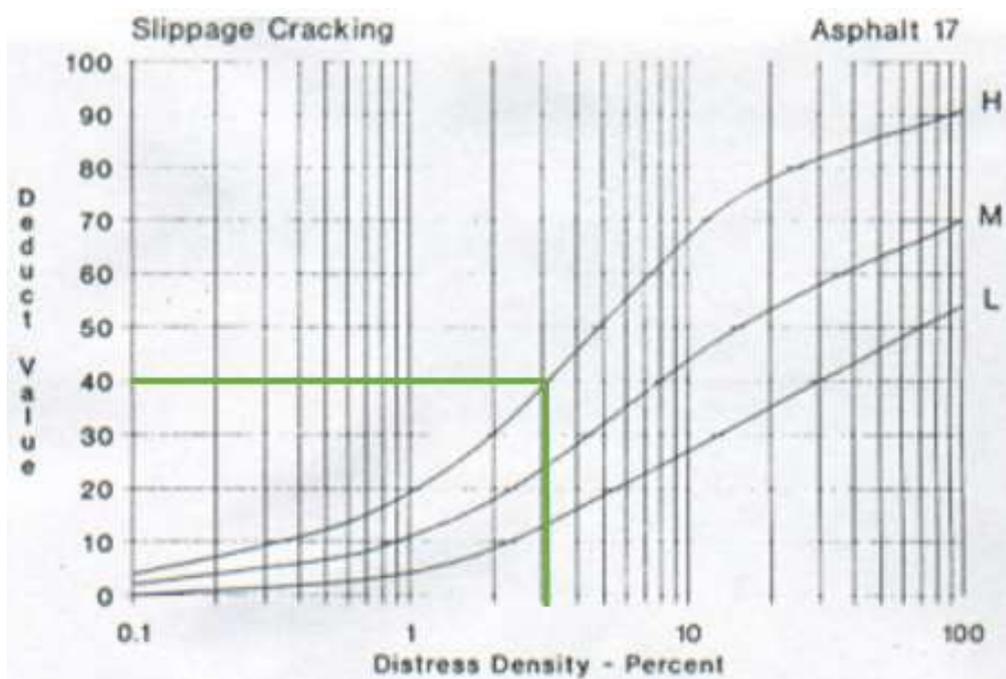
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 33. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos



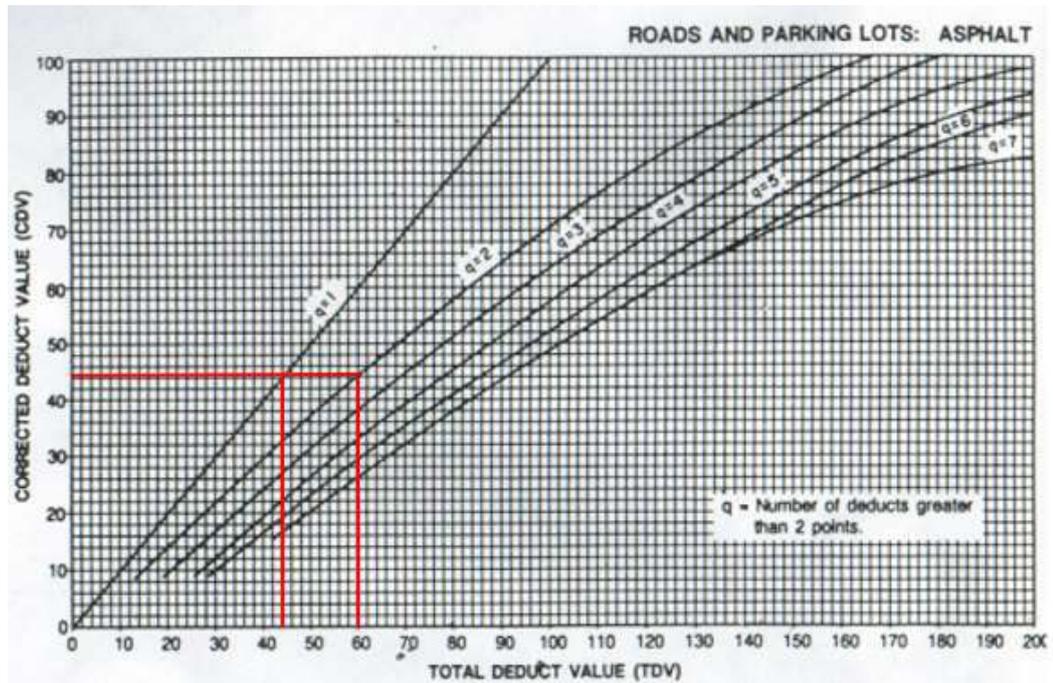
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 34. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Huecos



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 35. Ábaco de valores deducidos Corregidos



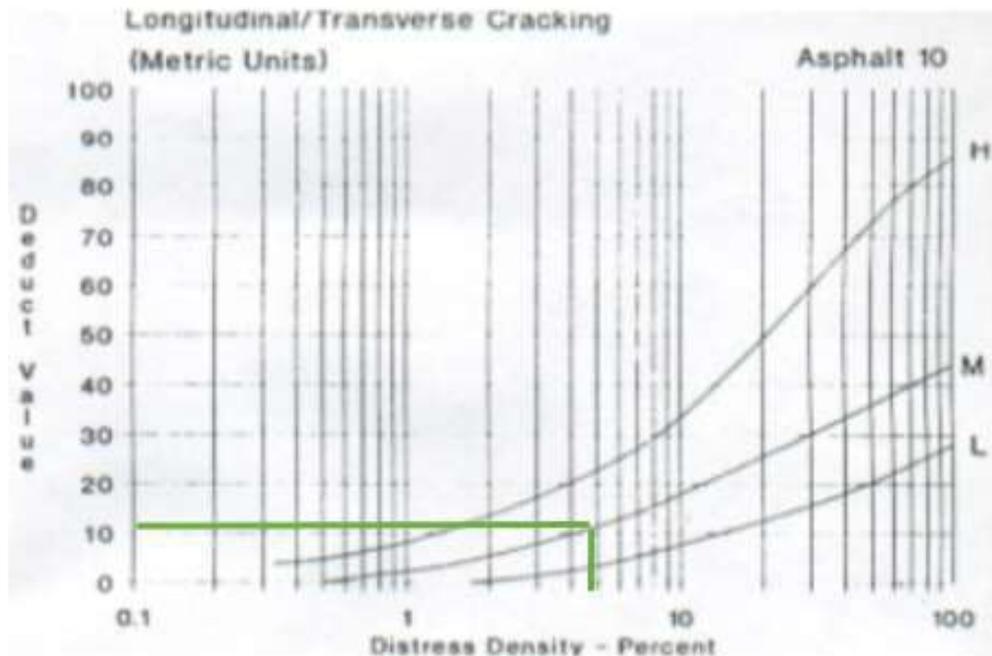
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-11. Evaluación Visual (PCI) - muestra 11

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS 										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipocalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	2+501	Unidad de Muestreo:	11	Ancho de Carril:	10,89 m				
	Abscisa Final:	2+528	Área de Muestreo:	294,15 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo		m ²	 <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px;"> UNIDAD DE MUESTREO #11 ABSC. INICIAL: 2+501 ABSC. FINAL: 2+528 LONGITUD DE TRAMO: 27.00 m ÁREA DE TRAMO: 294.15 m² ANCHO DE CARRIL: 10.89 m </div>						
2	Exudación		m ²							
3	Agrietamiento en Bloque		m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos		m							
5	Corrugación		m ²							
6	Depresión		m ²							
7	Grieta de Borde		m							
8	Grieta de Reflexión de Junta		m							
9	Desnivel Carril/Berma		m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales		m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos		m ²							
12	Pulimiento de Agregados		m ²							
13	Huecos		Unidad							
14	Cruce de Vía Ferrea		m ²							
15	Ahuellamiento		m ²							
16	Desplazamiento		m ²							
17	Grietas Parabólicas		m ²							
18	Hinchamiento		m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agradados		m ²							
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
10		x		2,56	2,9	4,06	4,65	14,17	4,80	12
19	x			1,6	1,75			3,35	1,14	3
								Valor Deducido Total (VDT)		15
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	85

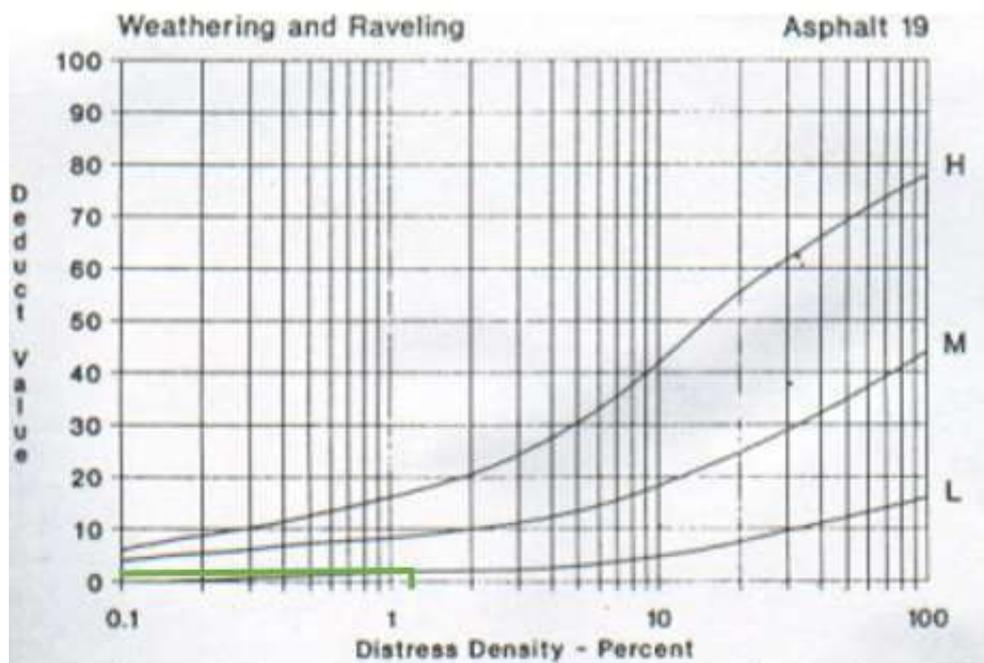
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 36. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 37. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Meteorización/Desprendimiento de Agregados



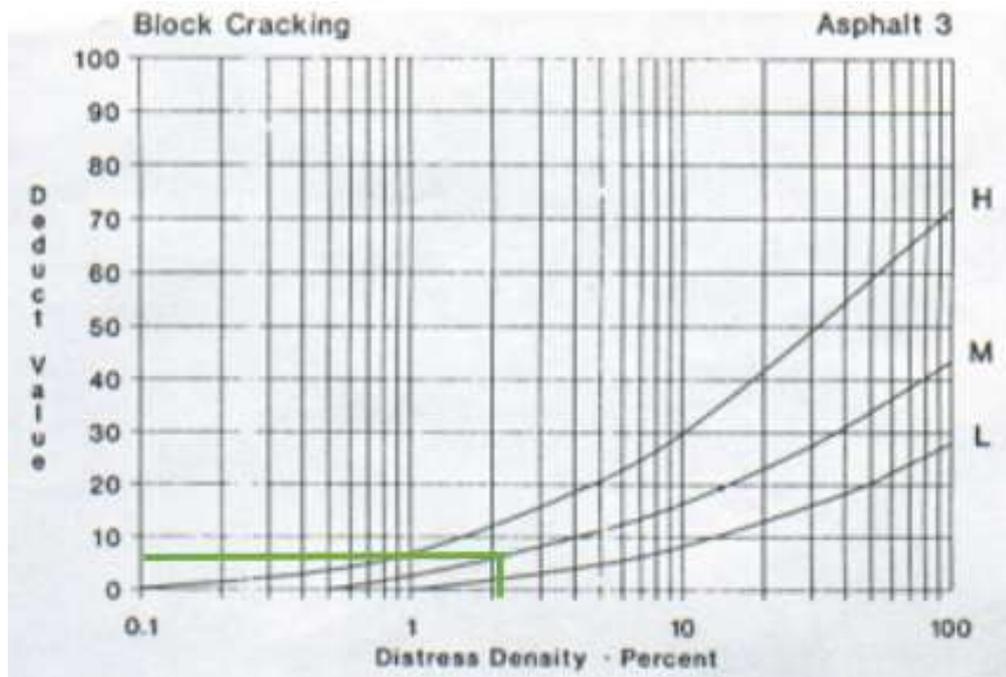
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-12. Evaluación Visual (PCI) - muestra 12

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS </div> </div>										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	2+744	Unidad de Muestreo:	12	Ancho de Carril:	10,43 m				
	Abscisa Final:	2+771	Área de Muestreo:	281,71 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo		m ²	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px; width: fit-content;"> UNIDAD DE MUESTREO #12 ABSC. INICIAL: 2+744 ABSC. FINAL: 2+771 LONGITUD DE TRAMO: 27.00 m ÁREA DE TRAMO: 281.71 m² ANCHO DE CARRIL: 10.43 m </div>						
2	Exudación		m ²							
3	Agrietamiento en Bloque		m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos		m							
5	Corrugación		m ²							
6	Depresión		m ²							
7	Grieta de Borde		m							
8	Grieta de Reflexión de Junta		m							
9	Desnivel Carril/Berma		m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales		m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos		m ²							
12	Pulimiento de Agregados		m ²							
13	Huecos		Unidad							
14	Cruce de Vía Ferrea		m ²							
15	Ahuellamiento		m ²							
16	Desplazamiento		m ²							
17	Grietas Parabólicas		m ²							
18	Hincharamiento		m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados		m ²							
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
3		x		3,41	2,58			5,99	2,12	7
11		x		0,49	0,96	0,65		2,10	0,74	9
								Valor Deducido Total (VDT)		16
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	84

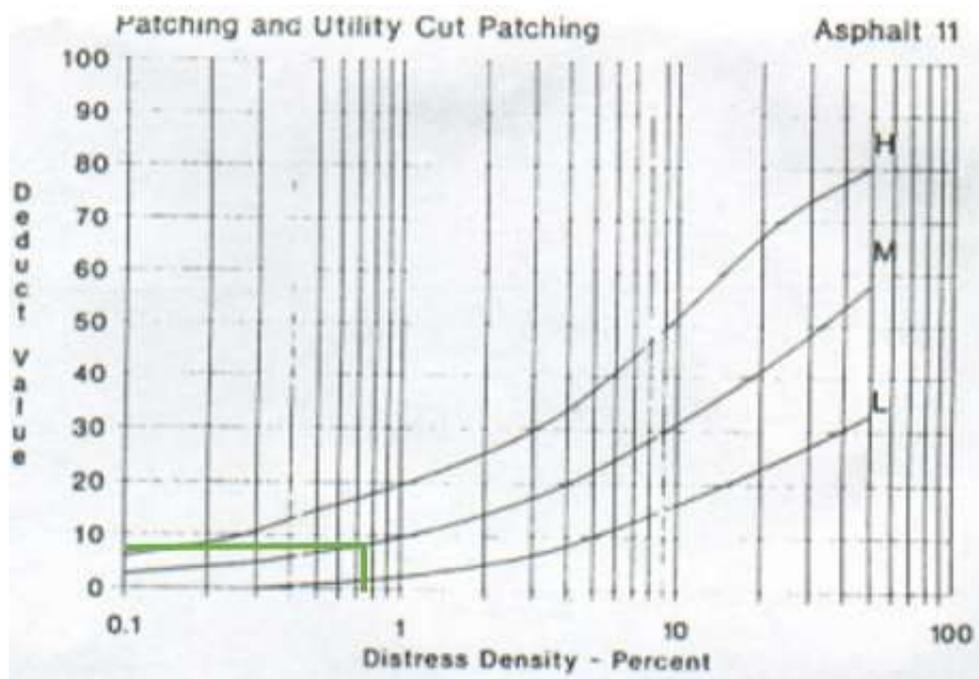
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 38. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Agrietamiento en Bloque en Asfalto 3



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 39. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos en Asfalto 11



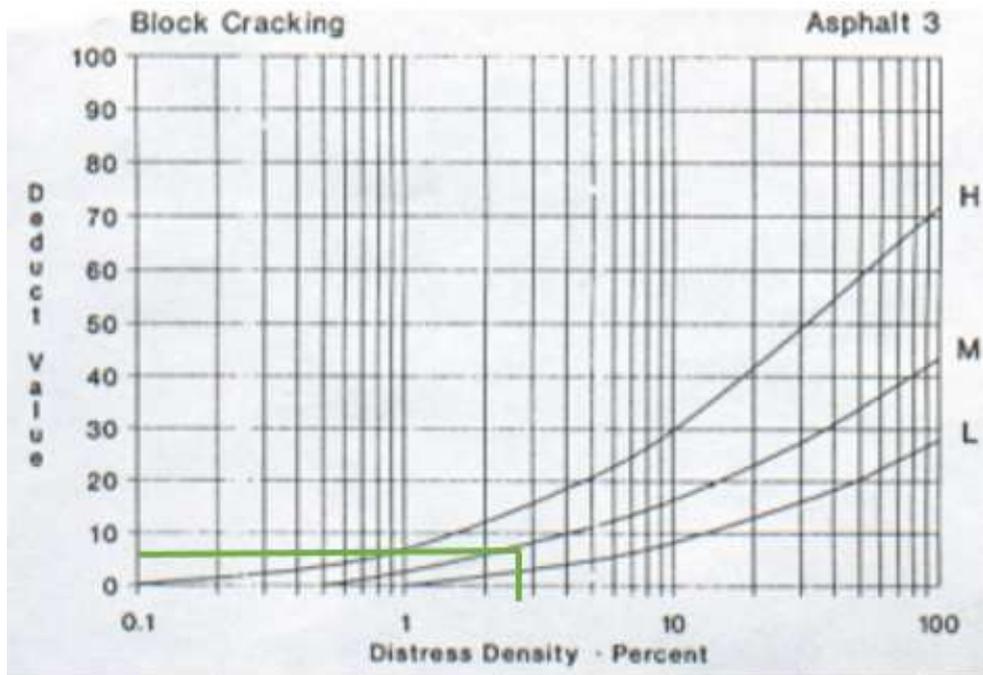
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-13. Evaluación Visual (PCI) - muestra 13

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS </div> </div>										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipoalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	2+987	Unidad de Muestreo:	13	Ancho de Carril:	10,80 m				
	Abscisa Final:	3+014	Área de Muestreo:	291,66 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo		m ²	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px; width: fit-content;"> UNIDAD DE MUESTREO #13 ABSC. INICIAL: 2+987 ABSC. FINAL: 3+014 LONGITUD DE TRAMO: 27.00 m ÁREA DE TRAMO: 291.66 m² ANCHO DE CARRIL: 10.80 m </div>						
2	Exudación		m ²							
3	Agrietamiento en Bloque		m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos		m							
5	Corrugación		m ²							
6	Depresión		m ²							
7	Grieta de Borde		m							
8	Grieta de Reflexión de Junta		m							
9	Desnivel Carril/Berma		m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales		m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos		m ²							
12	Pulimiento de Agregados		m ²							
13	Huecos		Unidad							
14	Cruce de Vía Ferrea		m ²							
15	Ahuellamiento		m ²							
16	Desplazamiento		m ²							
17	Grietas Parabólicas		m ²							
18	Hinchamiento		m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados		m ²							
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
3		x		4,24	3,62			7,86	2,69	8
10		x		3,2	3,12	2,94		9,26	3,17	11
								Valor Deducido Total (VDT)		19
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	81

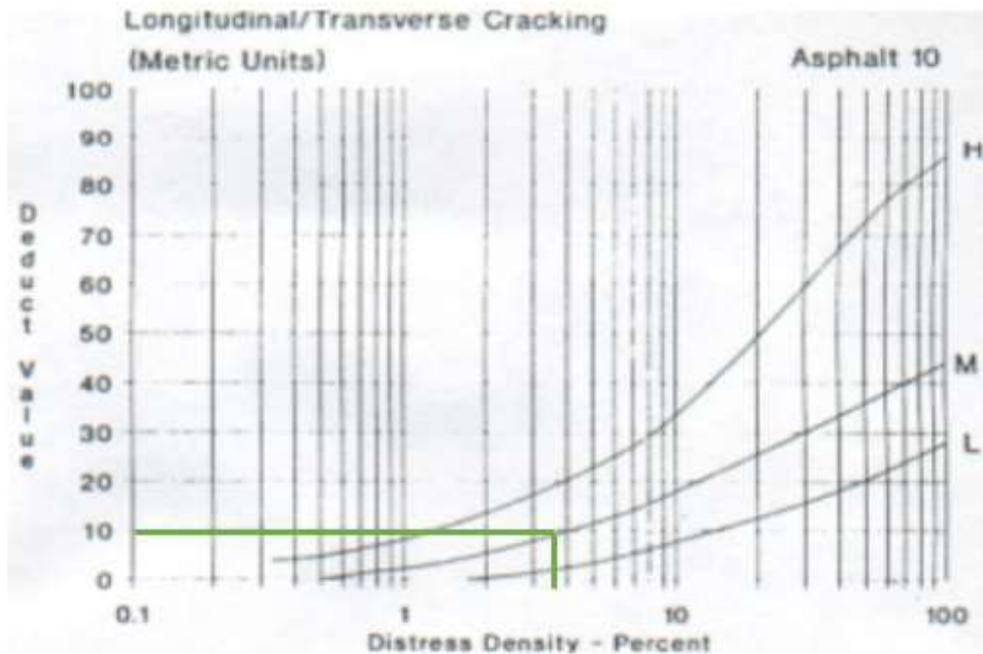
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 40. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Agrietamiento en Bloque en Asphalt 3



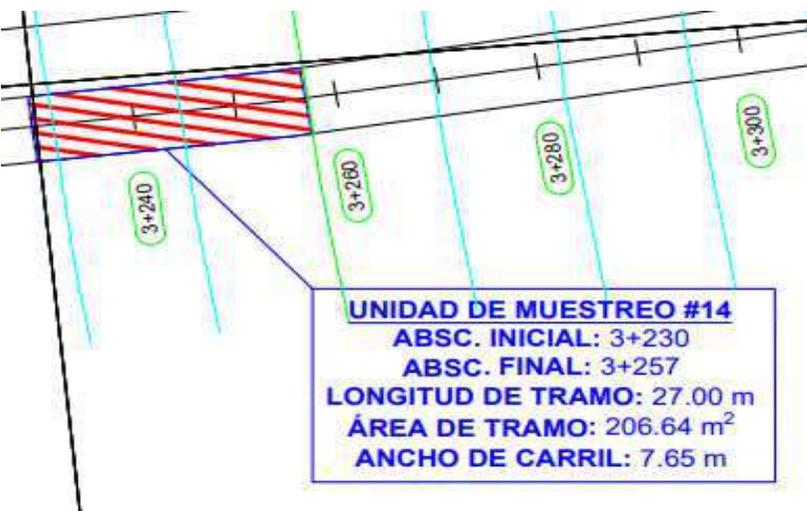
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 41. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grietas Longitudinales y Transversales en Asphalt 10



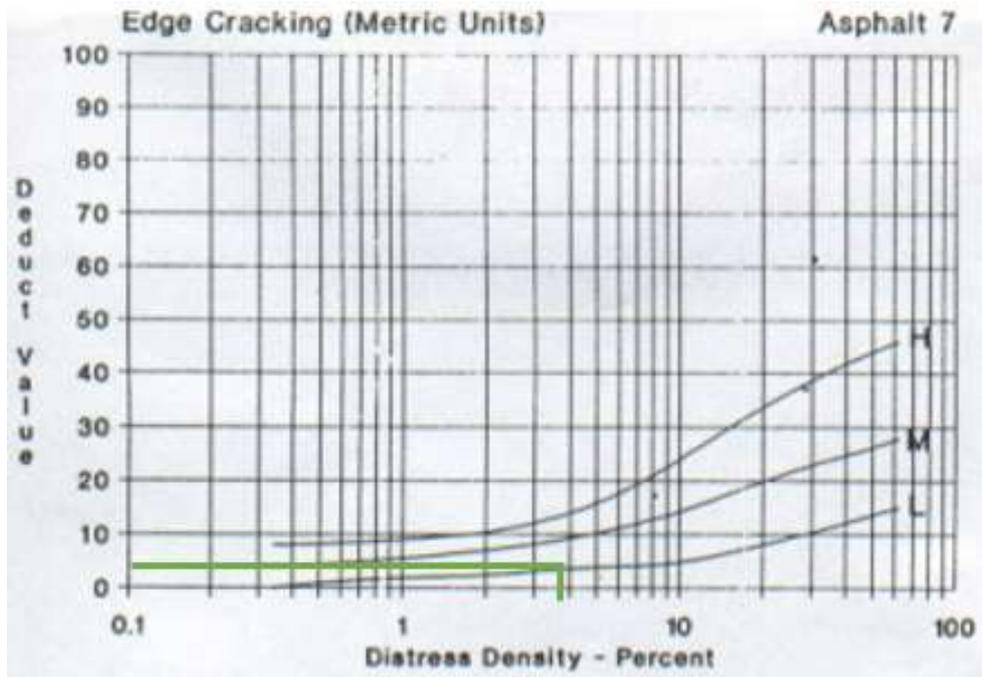
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-14. Evaluación Visual (PCI) - muestra 14

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS </div>  </div>										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	3+230	Unidad de Muestreo:	14	Ancho de Carril:	7,65 m				
	Abscisa Final:	3+257	Área de Muestreo:	206,64 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo		m ²	 <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px; width: fit-content;"> UNIDAD DE MUESTREO #14 ABSC. INICIAL: 3+230 ABSC. FINAL: 3+257 LONGITUD DE TRAMO: 27.00 m ÁREA DE TRAMO: 206.64 m² ANCHO DE CARRIL: 7.65 m </div>						
2	Exudación		m ²							
3	Agrietamiento en Bloque		m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos		m							
5	Corrugación		m ²							
6	Depresión		m ²							
7	Grieta de Borde		m							
8	Grieta de Reflexión de Junta		m							
9	Desnivel Carril/Berma		m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales		m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos		m ²							
12	Pulimiento de Agregados		m ²							
13	Huecos		Unidad							
14	Cruce de Vía Ferrea		m ²							
15	Ahuellamiento		m ²							
16	Desplazamiento		m ²							
17	Grietas Parabólicas		m ²							
18	Hinchariento		m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados		m ²							
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
7	x			3,4	4,6			8	3,88	4
19	x			5,44	3,98			9,42	4,57	4
								Valor Deducido Total (VDT)		8
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	92

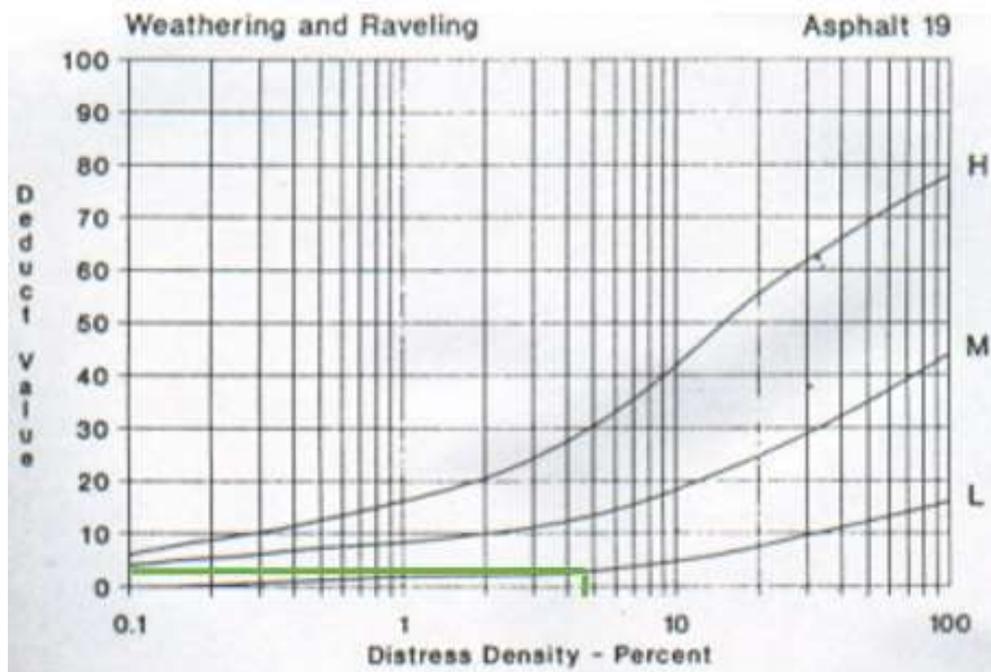
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 42. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grieta de Borde



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 43. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Meteorización/Desprendimiento de Agregados



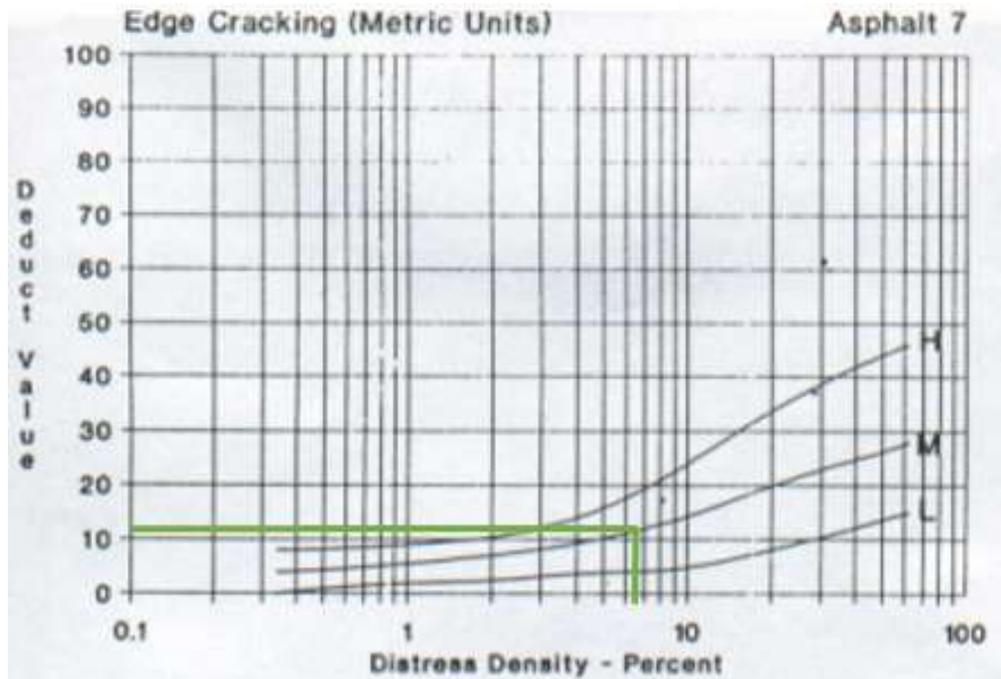
Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Anexo C-15. Evaluación Visual (PCI) - muestra 15

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIES ASFÁLTICAS 										
Datos:	Proyecto:	Vía Chipalo - La Tebaida	Evaluado por:	Alex Paul Caisalitín Yáñez	Revisado por:	Ing. Rodrigo Acosta				
	Abscisa Inicial:	3+473	Unidad de Muestreo:	15	Ancho de Carril:	7,85 m				
	Abscisa Final:	3+500	Área de Muestreo:	212,02 m ²	Tramo:	1				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas		Unidad	Esquema						
1	Piel de Cocodrilo		m ²							
2	Exudación		m ²							
3	Agrietamiento en Bloque		m ²							
4	Abultamientos y Hundimientos		m							
5	Corrugación		m ²							
6	Depresión		m ²							
7	Grieta de Borde		m							
8	Grieta de Reflexión de Junta		m							
9	Desnivel Carril/Berma		m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales		m							
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos		m ²							
12	Pulimiento de Agregados		m ²							
13	Huecos		Unidad							
14	Cruce de Vía Ferrea		m ²							
15	Ahuellamiento		m ²							
16	Desplazamiento		m ²							
17	Grietas Parabólicas		m ²							
18	Hinchamiento		m ²							
19	Meteorización/Desprendimiento de Agregados		m ²							
Falla No.	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (A)							
7		x		5,32	4,78	3,34		13,44	6,34	11
12			x	6,78	5,34			12,12	5,72	3
								Valor Deducido Total (VDT)		14
								Cálculo del PCI		
								PCI =	100 - VDT	86

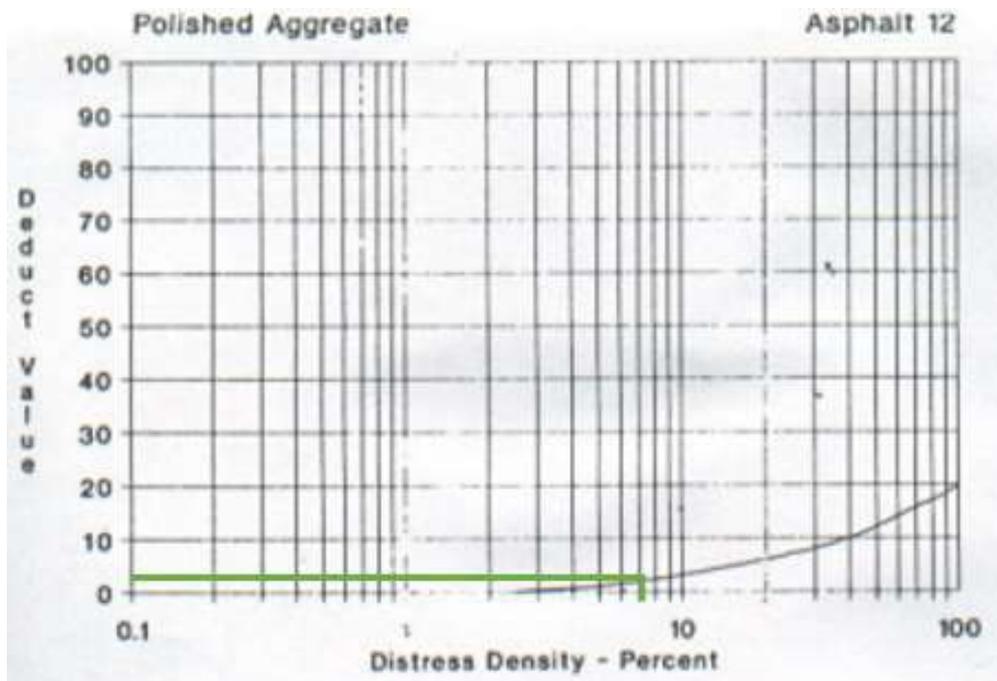
Realizado por: Alex Paúl Caisalitín Yáñez, 2022

Gráfico 44. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Grieta de Borde



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

Gráfico 45. Ábaco de valores deducidos para falla tipo Pulimiento de Agregados



Fuente: Pavement Condition Index, 2002

ANEXO D.
FOTOGRAFÍAS



PROYECTO: “PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”



Conteo vehicular de la vía en estudio



Elaboración de Pozos a Cielo Abierto (calicatas)



Realizando el Ensayo Granulométrico en los Laboratorios FICM



Determinación del Límite Líquido



PROYECTO: “PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”



Ejecución del Ensayo de Compactación



Ensayo de Carga de Penetración

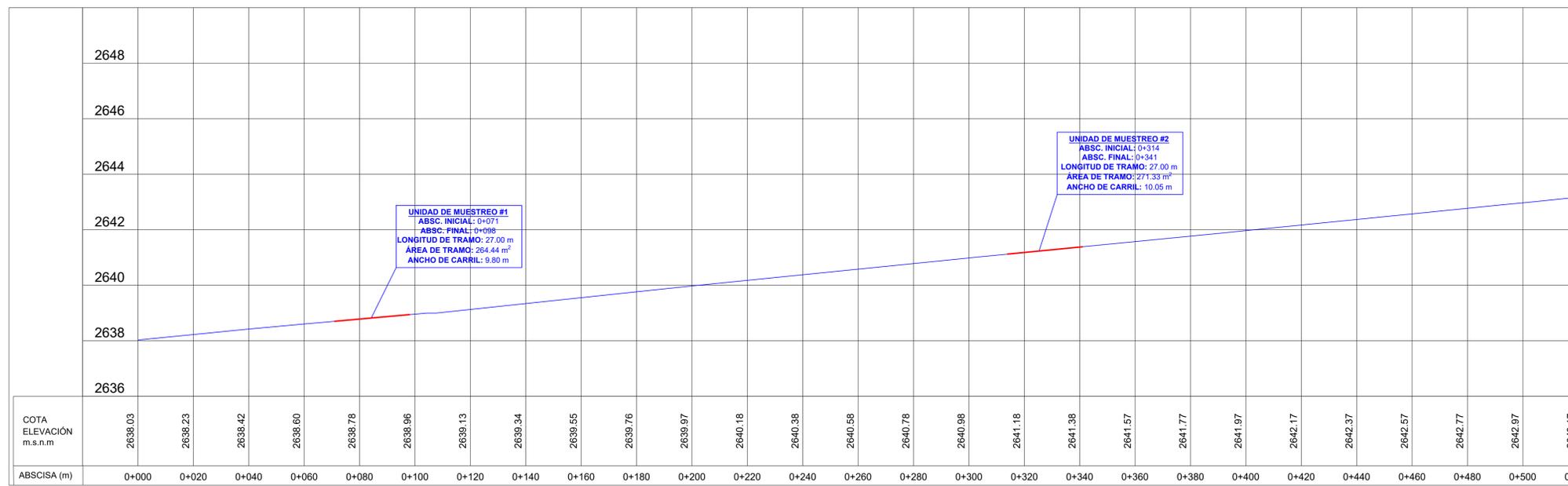
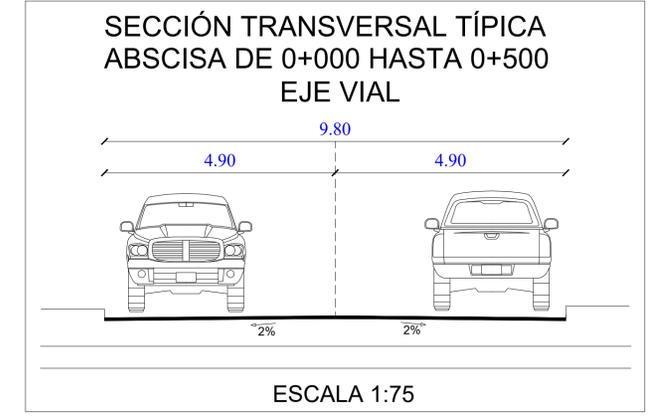
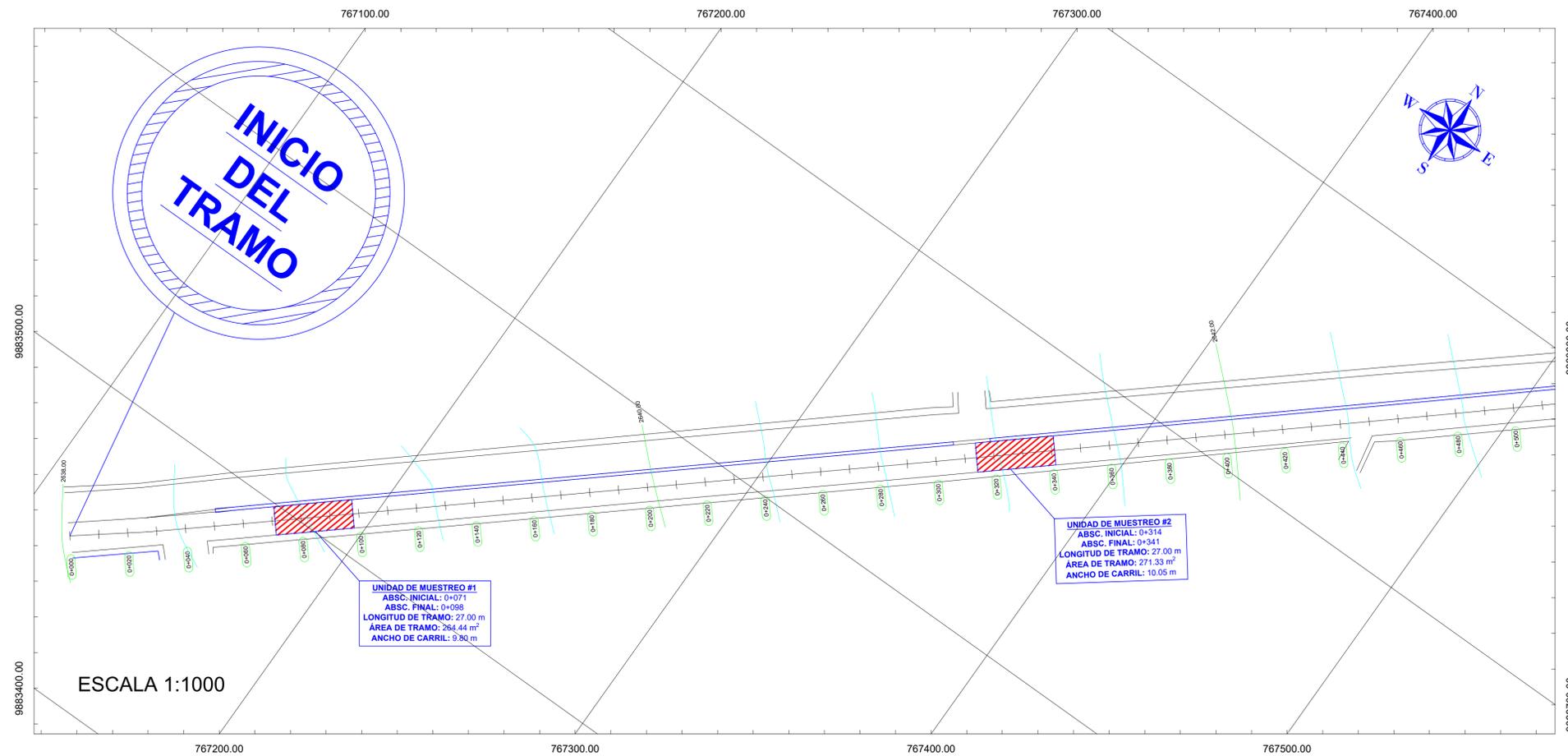


Realización del levantamiento topográfico



Evaluación de pavimento por el método (PCI)

ANEXO E.
PLANOS



ESCALA H 1:1000
ESCALA V 1:100

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

PROYECTO: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE: PLANIMETRÍA, CURVAS DE NIVEL, PERFIL LONGITUDINAL, UNIDADES DE MUESTRO, SECCIÓN TÍPICA DE VÍA

UBICACIÓN: COTOPAXI, SALCEDO, SAN MIGUEL **ESCALA:** INDICADAS **FECHA:** JUNIO 2022 **LÁMINA:** 1 DE 7

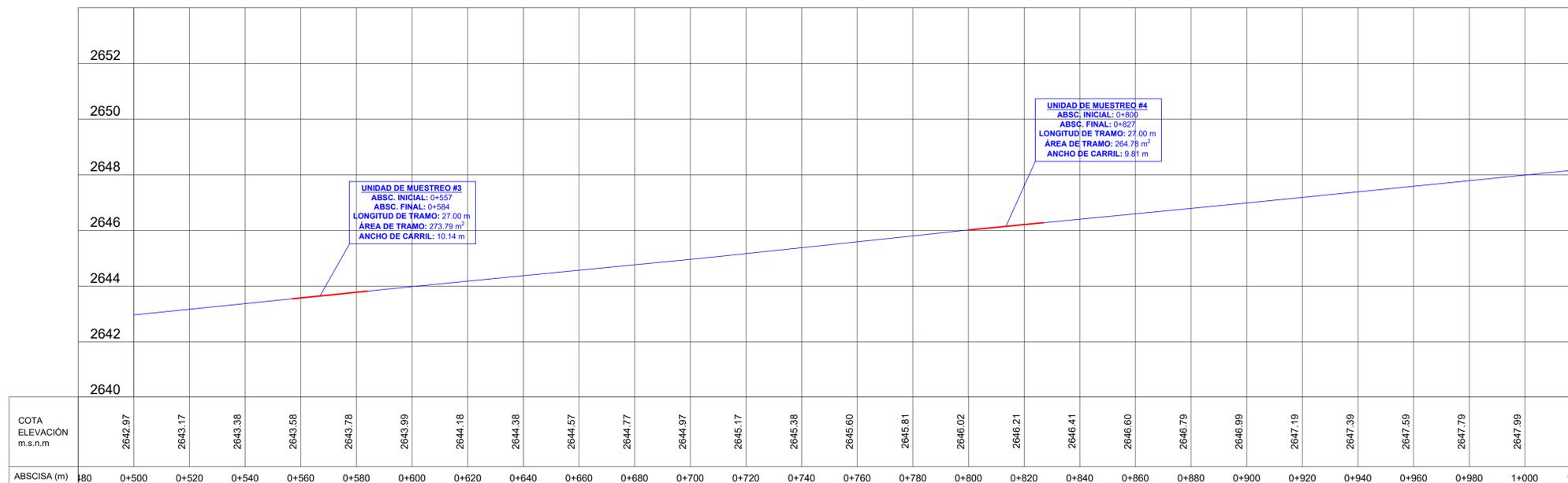
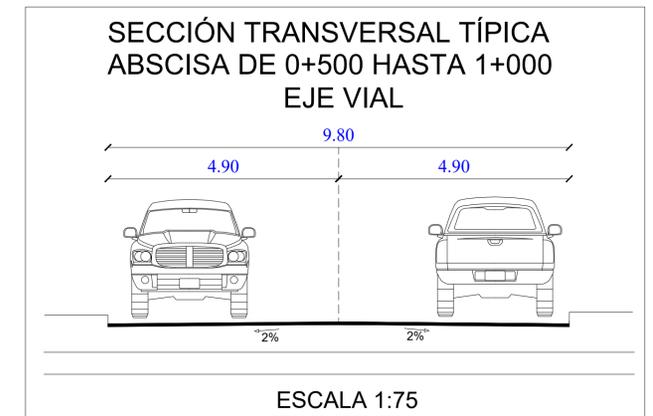
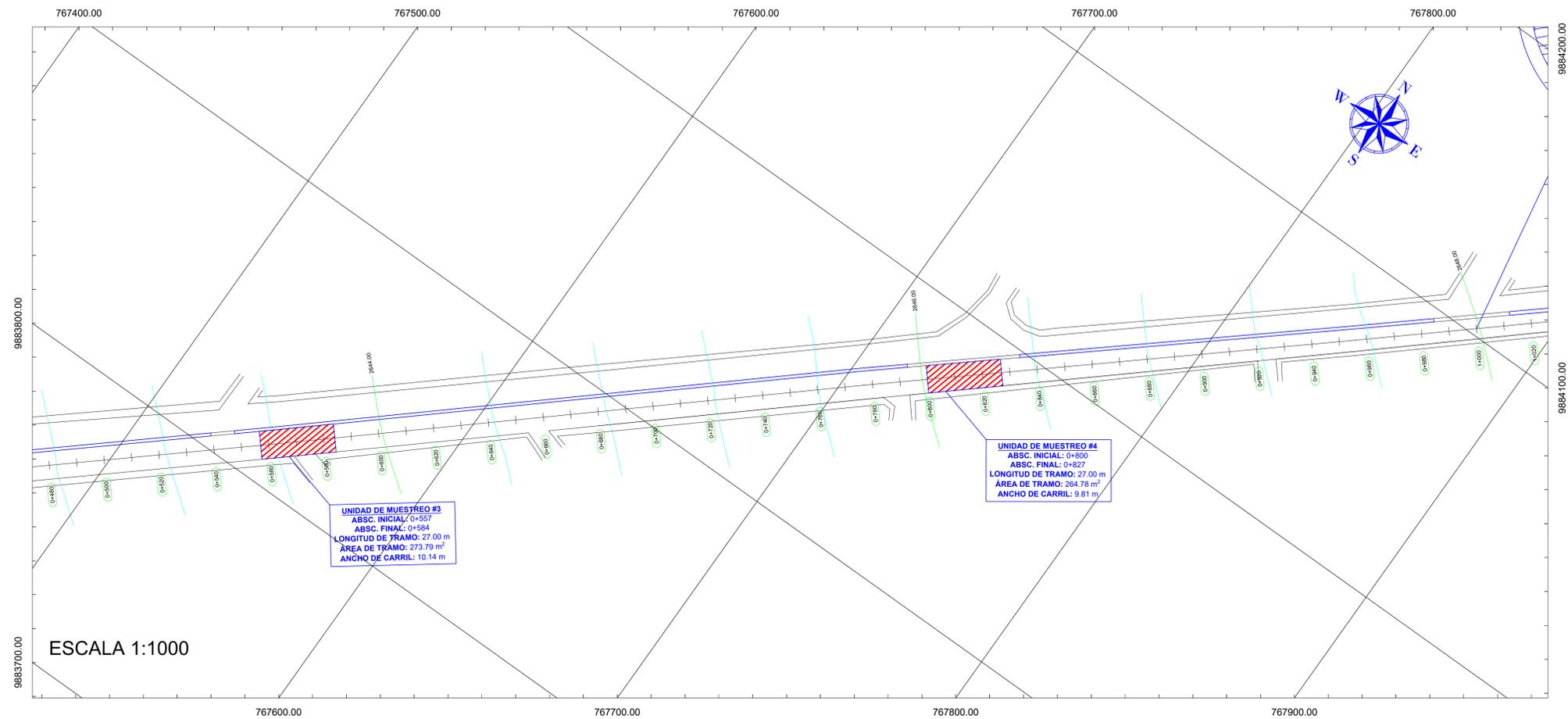
LONGITUD: 500 m **ABSCISA INICIAL:** km 0+000 **ABSCISA FINAL:** km 0+500 **DIBUJÓ:** EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

ELABORADO POR:

EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

REVISADO POR:

ING.MG. RODRIGO ACOSTA L.



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



PROYECTO: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE: PLANIMETRÍA, CURVAS DE NIVEL, PERFIL LONGITUDINAL, UNIDADES DE MUESTREO, SECCIÓN TÍPICA DE VÍA

UBICACIÓN:
 COTOPAXI, SALCEDO, SAN MIGUEL

ESCALA:
 INDICADAS

FECHA:
 JUNIO 2022

LÁMINA:
 2 DE 7

LONGITUD:
 500 m

ABSCISA INICIAL:
 km 0+500

ABSCISA FINAL:
 km 1+000

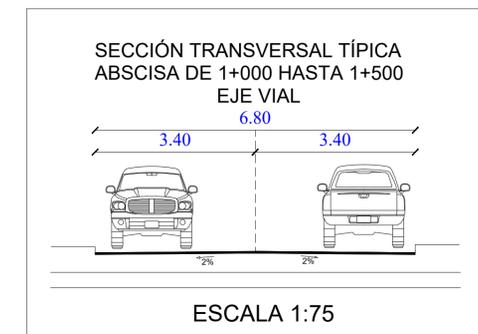
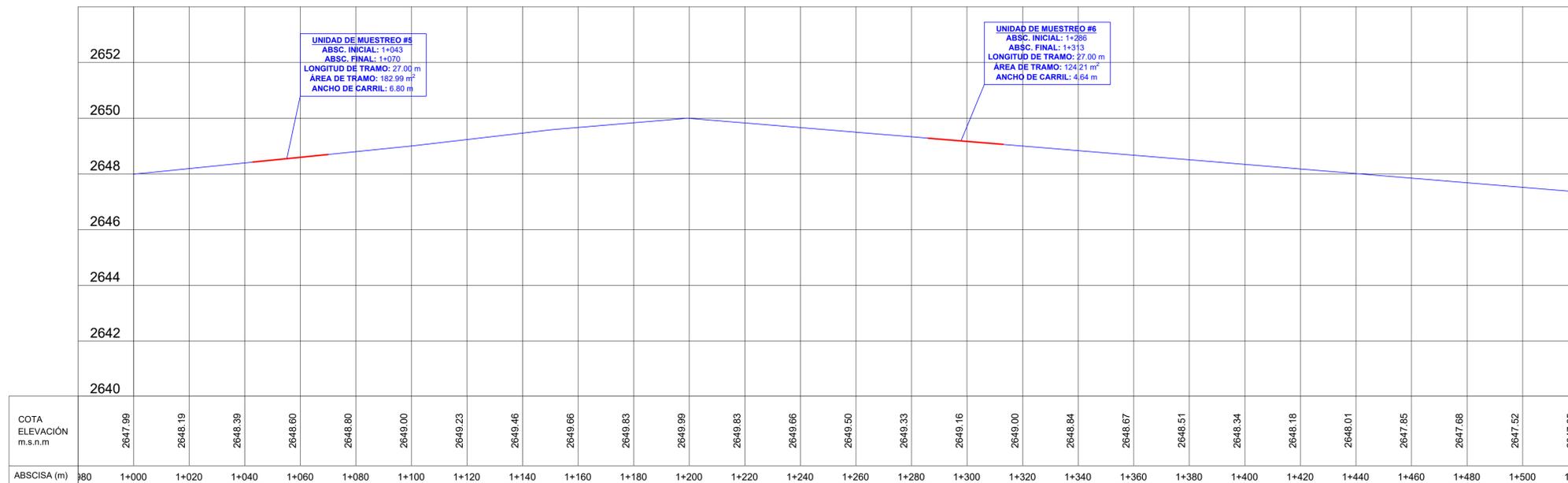
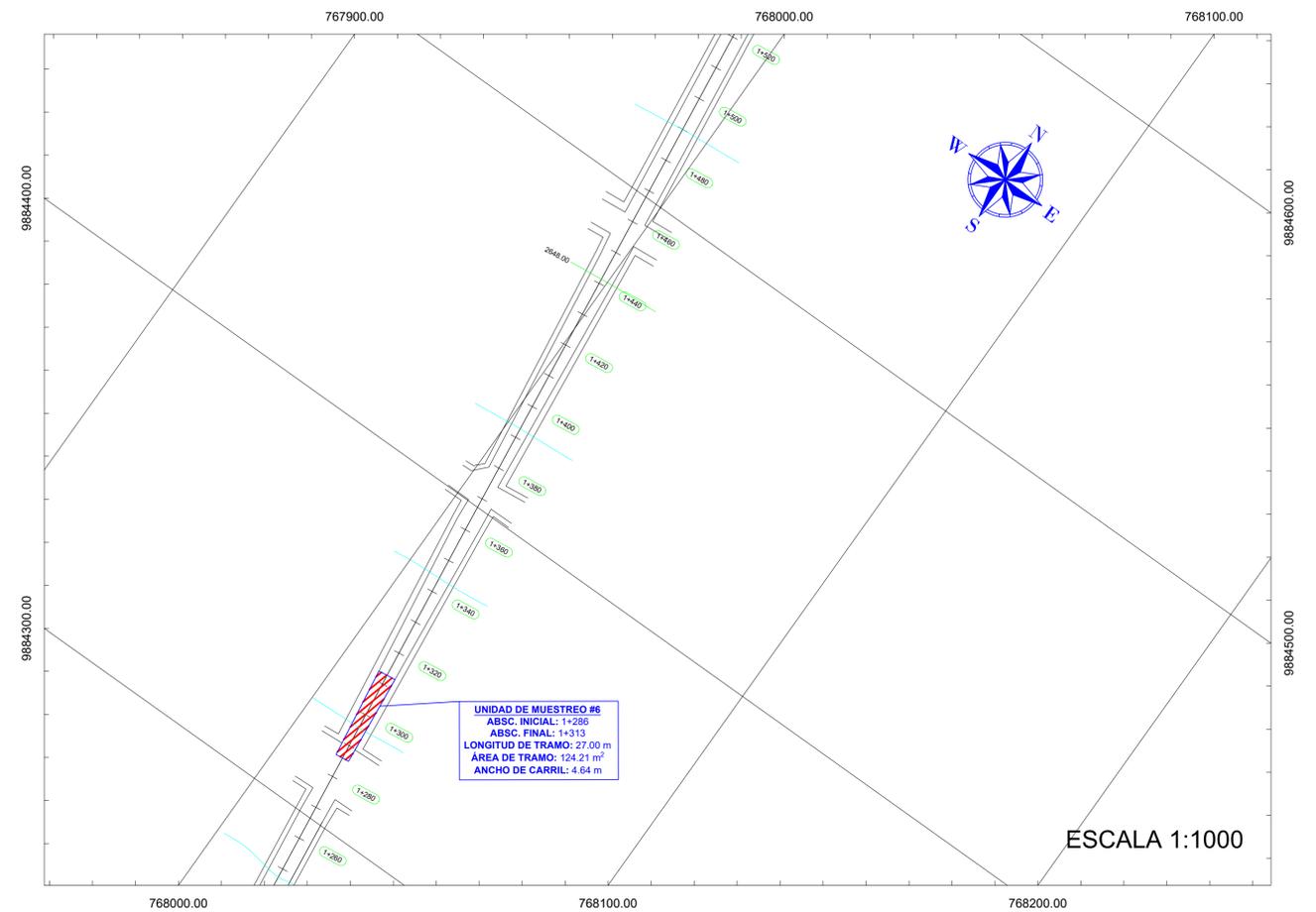
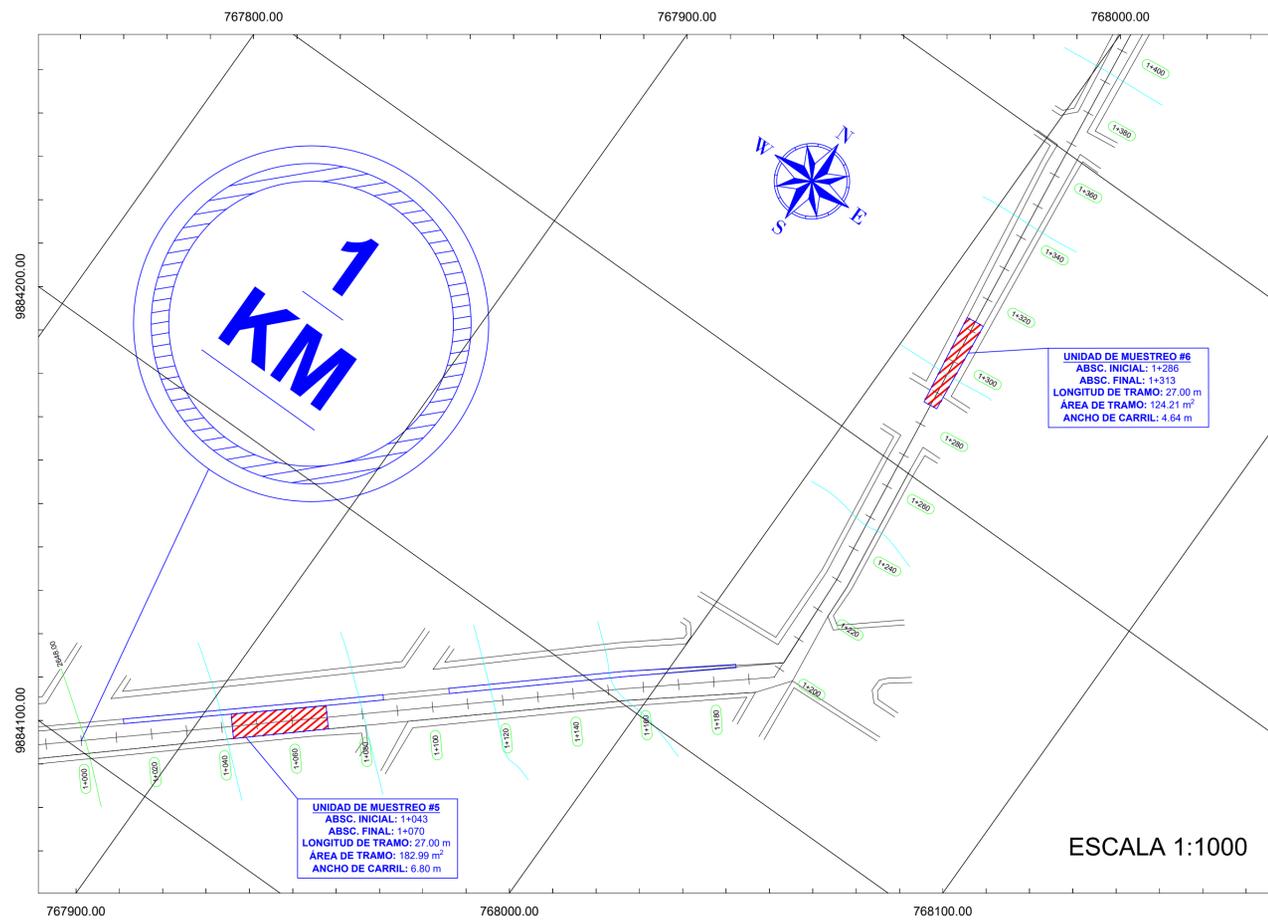
DIBUJÓ:
 EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

ELABORADO POR:

EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

REVISADO POR:

ING.MG. RODRIGO ACOSTA L.



ESCALA H 1:1000
 ESCALA V 1:100



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



CONTIENE: PLANIMETRÍA, CURVAS DE NIVEL, PERFIL LONGITUDINAL, UNIDADES DE MUESTREO, SECCIÓN TÍPICA DE VÍA

UBICACIÓN:
 COTOPAXI, SALCEDO, SAN MIGUEL

ESCALA:
 INDICADAS

FECHA:
 JUNIO 2022

LÁMINA:
 3 DE 7

LONGITUD:
 500 m

ABSCISA INICIAL:
 km 1+000

ABSCISA FINAL:
 km 1+500

DIBUJÓ:
 EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

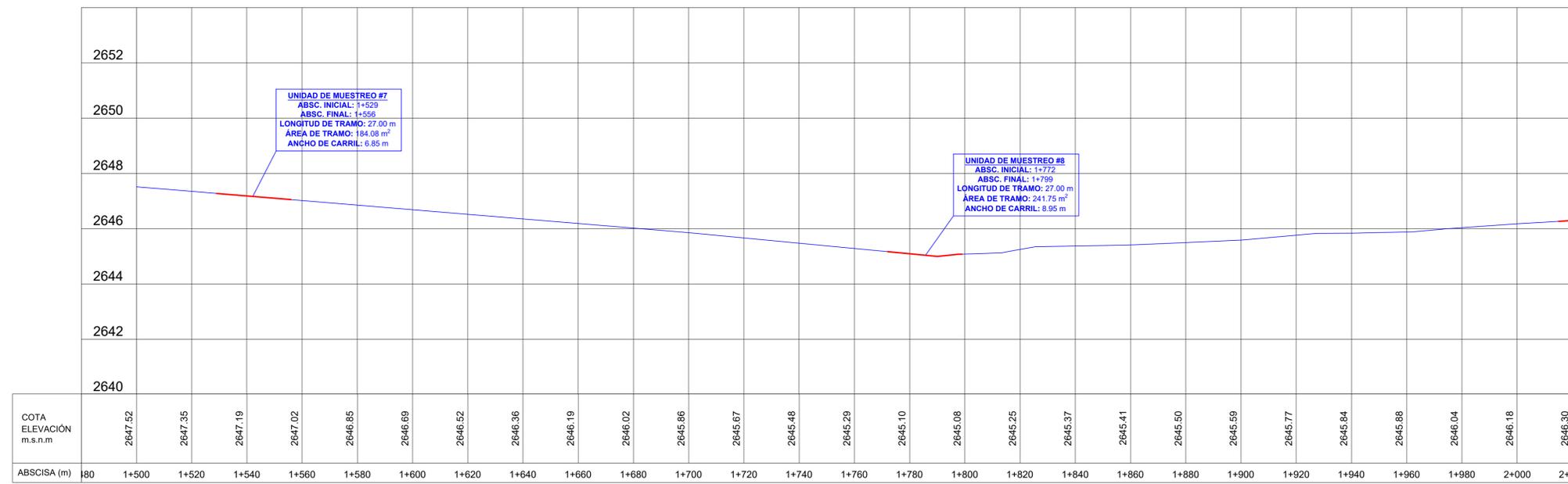
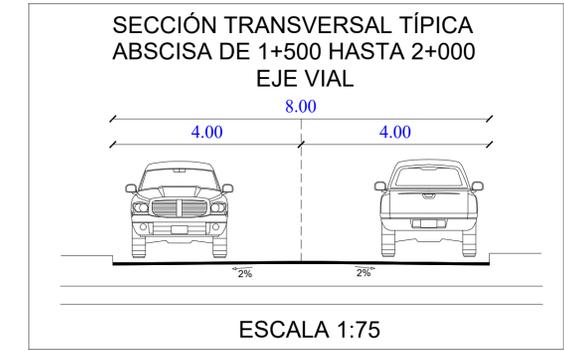
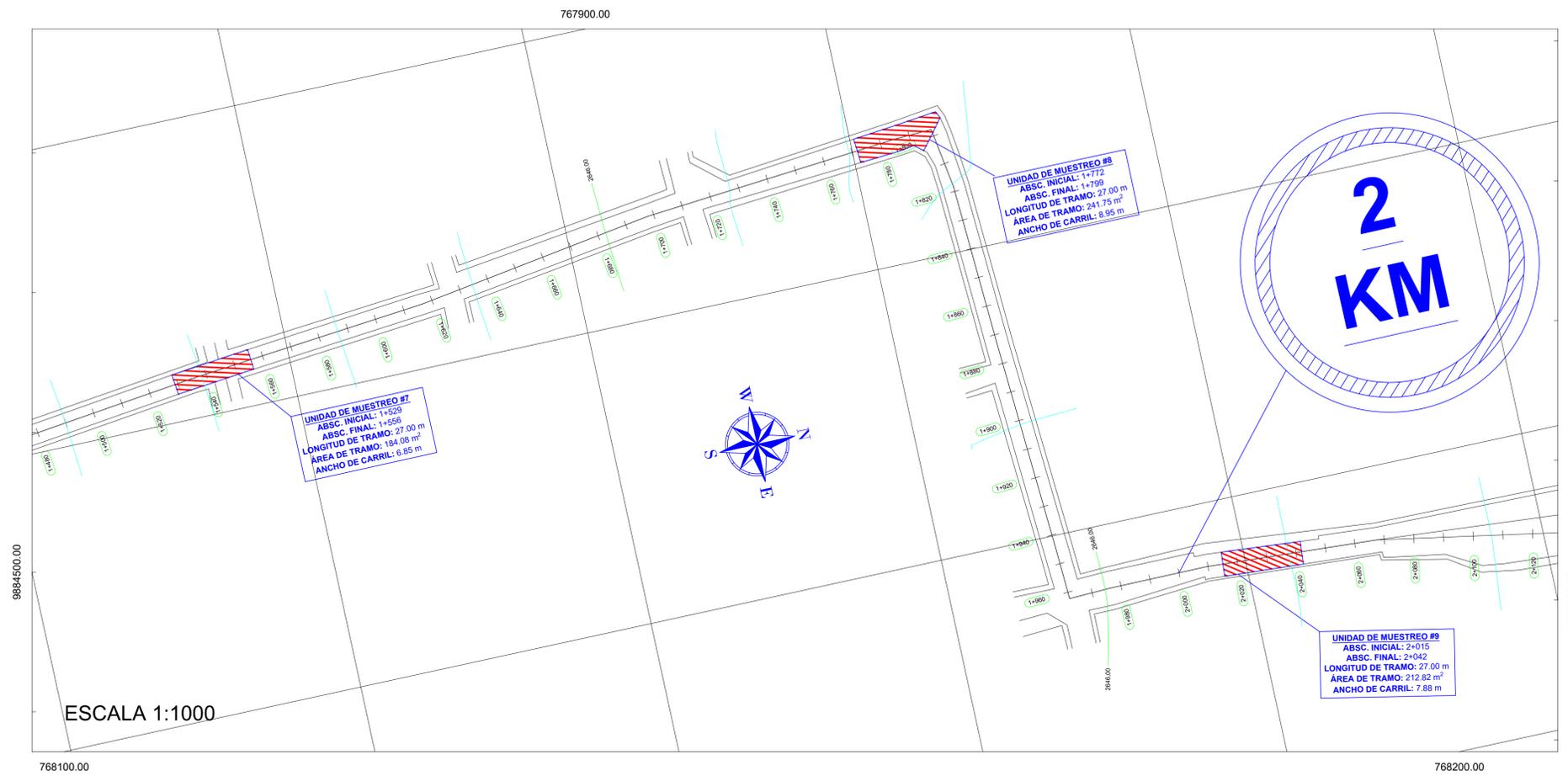
ELABORADO POR:

EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

REVISADO POR:

ING.MG. RODRIGO ACOSTA L.

PROYECTO: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"



ESCALA H 1:1000
 ESCALA V 1:100



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



PROYECTO: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE: PLANIMETRÍA, CURVAS DE NIVEL, PERFIL LONGITUDINAL, UNIDADES DE MUESTREO, SECCIÓN TÍPICA DE VÍA

UBICACIÓN:
 COTOPAXI, SALCEDO, SAN MIGUEL

ESCALA:
 INDICADAS

FECHA:
 JUNIO 2022

LÁMINA:
 4 DE 7

LONGITUD:
 500 m

ABSCISA INICIAL:
 km 1+500

ABSCISA FINAL:
 km 2+000

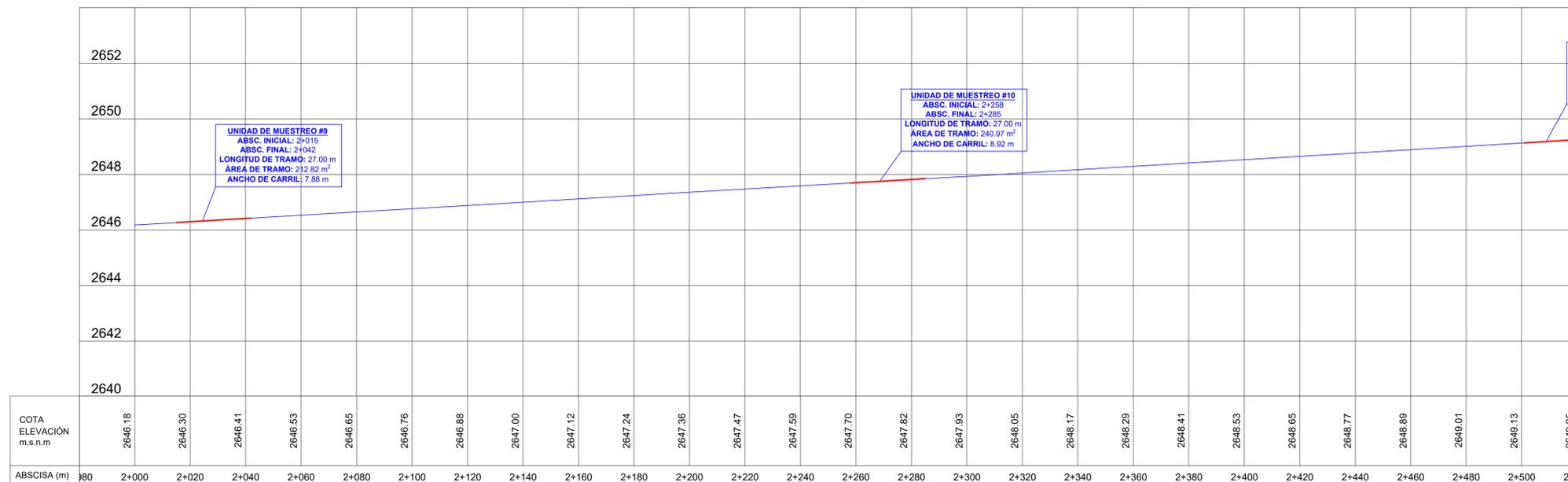
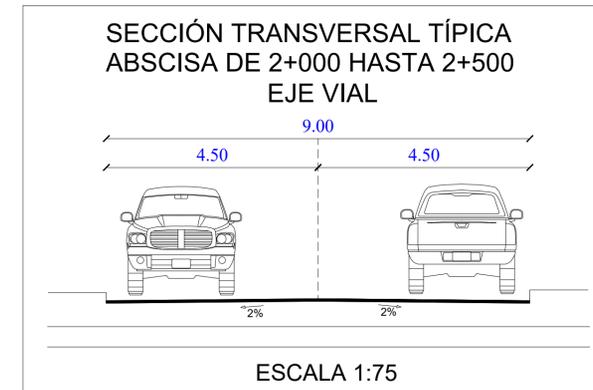
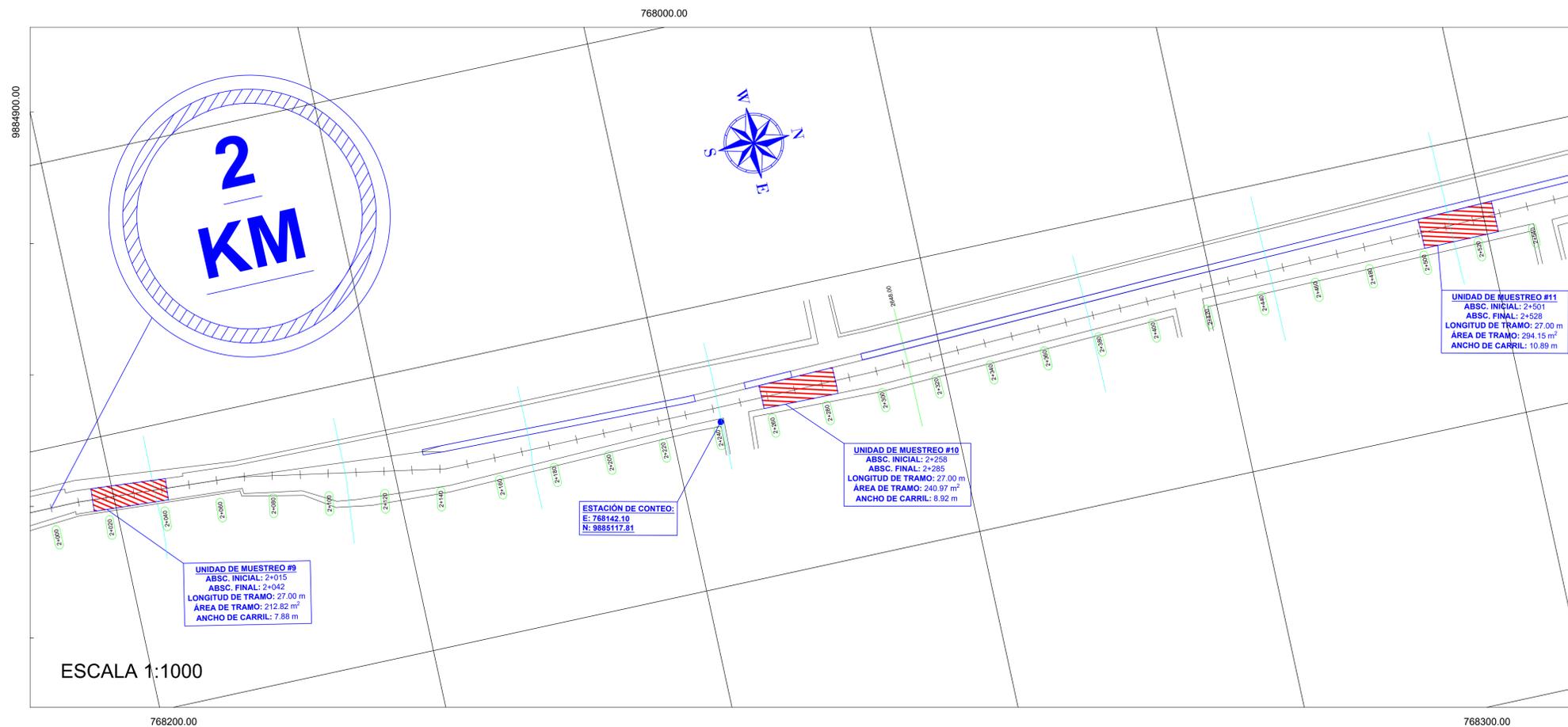
DIBUJÓ:
 EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

ELABORADO POR:

EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

REVISADO POR:

ING.MG. RODRIGO ACOSTA L.



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



PROYECTO: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE: PLANIMETRÍA, CURVAS DE NIVEL, PERFIL LONGITUDINAL, UNIDADES DE MUESTREO, SECCIÓN TÍPICA DE VÍA

UBICACIÓN:
COTOPAXI, SALCEDO, SAN MIGUEL

ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
JUNIO 2022

LÁMINA:
5 DE 7

LONGITUD:
500 m

ABSCISA INICIAL:
km 2+000

ABSCISA FINAL:
km 2+500

DIBUJÓ:
EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

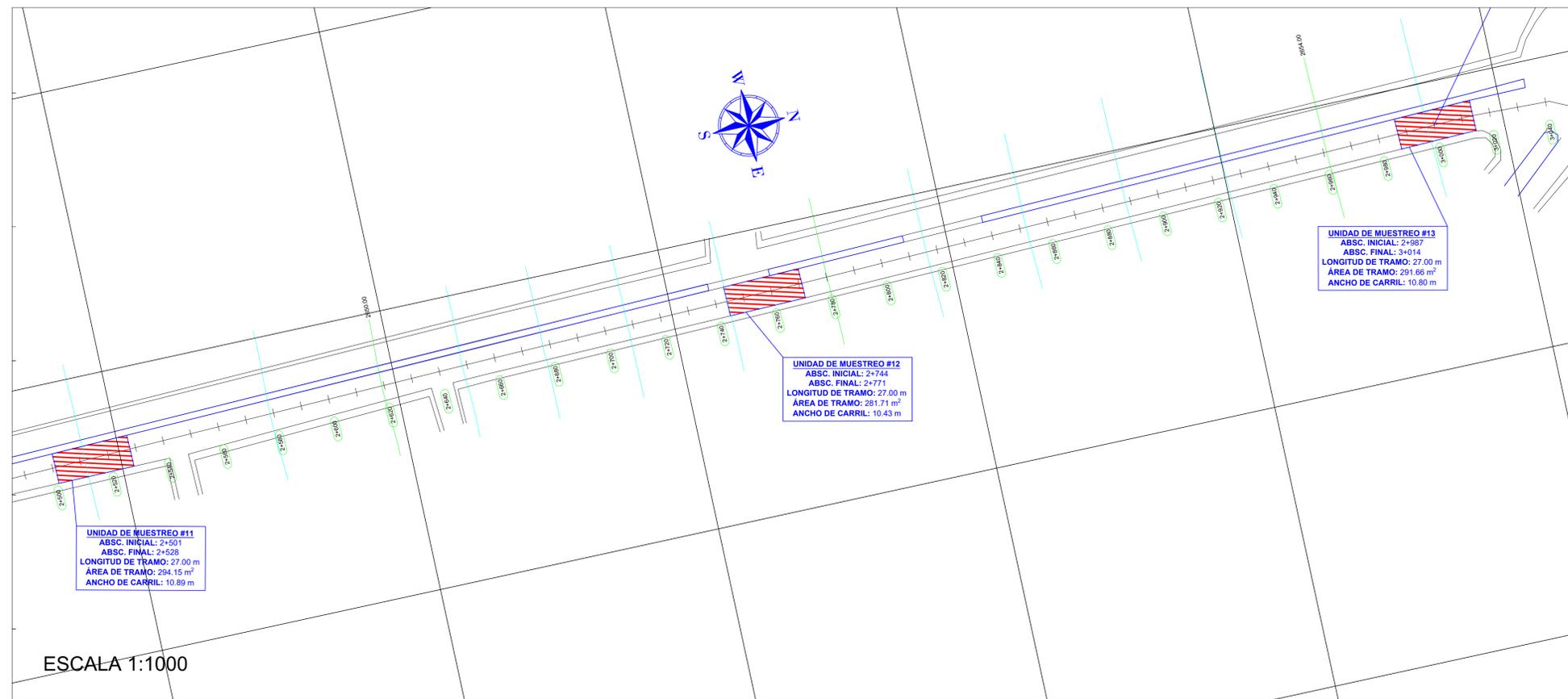
ELABORADO POR:

EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

REVISADO POR:

ING.MG. RODRIGO ACOSTA L.

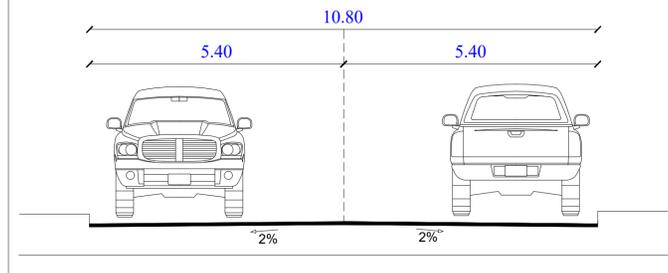
768000.00



ESCALA 1:1000

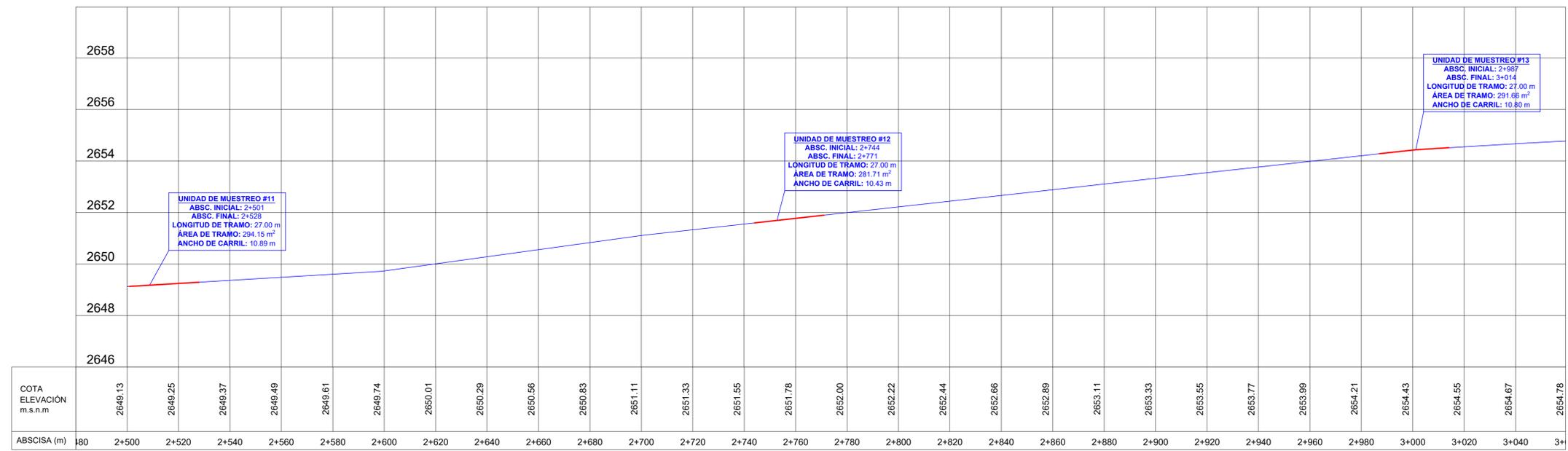
768300.00

**SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
ABSCISA DE 2+500 HASTA 3+000
EJE VIAL**



ESCALA 1:75

98859000.00



ESCALA H 1:1000
ESCALA V 1:100



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



PROYECTO: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE: PLANIMETRÍA, CURVAS DE NIVEL, PERFIL LONGITUDINAL, UNIDADES DE MUESTREO, SECCIÓN TÍPICA DE VÍA

UBICACIÓN:
COTOPAXI, SALCEDO, SAN MIGUEL

ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
JUNIO 2022

LÁMINA:
6 DE 7

LONGITUD:
500 m

ABSCISA INICIAL:
km 2+500

ABSCISA FINAL:
km 3+000

DIBUJÓ:
EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

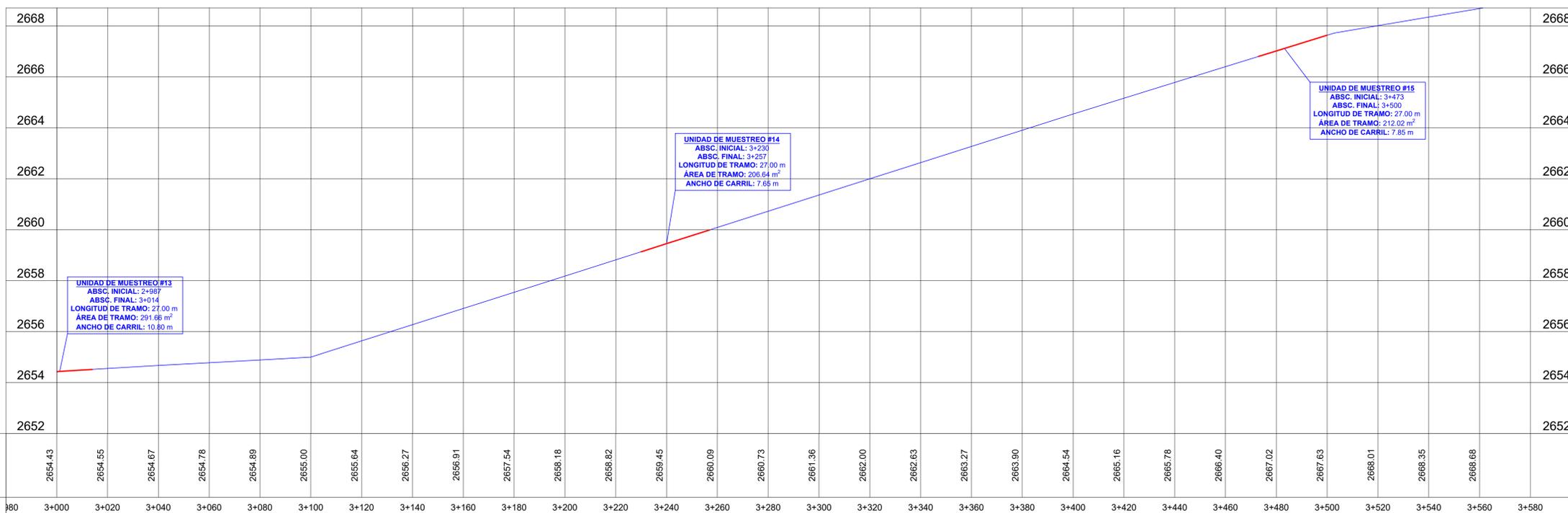
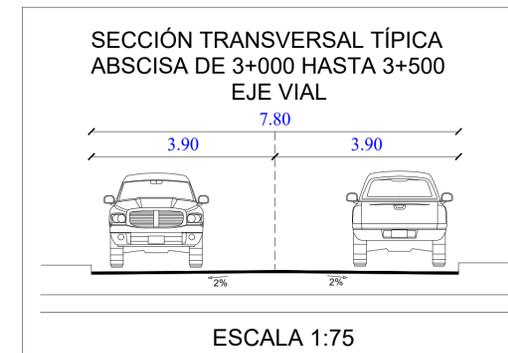
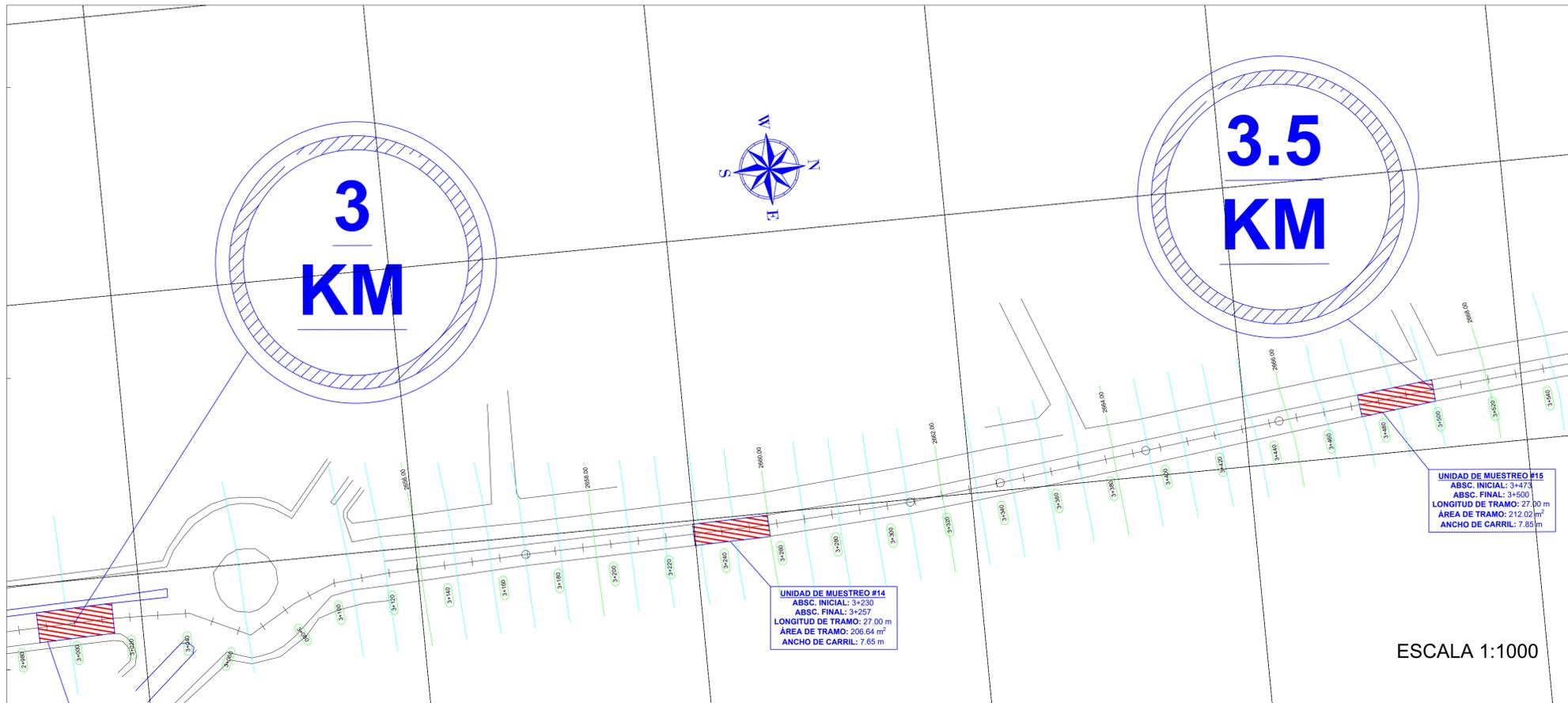
ELABORADO POR:

EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

REVISADO POR:

ING.MG. RODRIGO ACOSTA L.

767900.00



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



PROYECTO: "PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA VÍA CHIPOALO – LA TEBAIDA (PARROQUIA SAN MIGUEL DE SALCEDO) EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+500 DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE: PLANIMETRÍA, CURVAS DE NIVEL, PERFIL LONGITUDINAL, UNIDADES DE MUESTREO, SECCIÓN TÍPICA DE VÍA

UBICACIÓN:
COTOPAXI, SALCEDO, SAN MIGUEL

ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
JUNIO 2022

LÁMINA:
7 DE 7

LONGITUD:
500 m

ABSCISA INICIAL:
km 3+000

ABSCISA FINAL:
km 3+500

DIBUJÓ:
EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

ELABORADO POR:

EGDO. ALEX CAISALITIN Y.

REVISADO POR:

ING.MG. RODRIGO ACOSTA L.