



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:

“ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Autor: Kevin Israel Cevallos Pilco

Tutor: Ing. Favio Paúl Portilla Yandún, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Enero – 2023


CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Kevin Israel Cevallos Pilco, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1850109115, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, enero 2023



Ing. Favio Paúl Portilla Yandún, Mg.
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Kevin Israel Cevallos Pilco**, con C.I. 1850109115, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, enero 2023



Kevin Israel Cevallos Pilco

C.I. 1850109115

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, enero 2023



Kevin Israel Cevallos Pilco

C.I. 1850109115

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Kevin Israel Cevallos Pilco de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, enero 2023

Para constancia firman:



Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios que ha hecho posible que alcance este nivel académico y profesión que elegí.

A mis padres Germán y Maritza que siempre me han brindado su amor, apoyo y motivación necesaria para lograr esta meta.

A mi hermana Talía quien ha sido una fuente de inspiración y me ha demostrado su comprensión a lo largo de mi vida académica

A mi hermana Belén que con su apoyo y cariño me ha acompañado en cada momento de mi vida.

A mis conocidos y demás familiares quienes me han brindado su confianza y me han alentado a seguir adelante.

Y finalmente, a todos aquellos gatos que forman y formaron parte de mi vida, siempre los llevaré en mi corazón.

Israel.

AGRADECIMIENTO

A Dios por regalarme la vida y mantenerme en ella, dándome la oportunidad de comenzar y completar con éxito este proyecto.

A mis padres que desde siempre con su inmenso amor me apoyaron en cada decisión que tomé, guiándome por un buen camino en la vida.

A Erika por la asociación, la motivación, el apoyo y el cariño de amigos presentes a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis amigos y demás familiares por su confianza depositada en mí y sus palabras de aliento para nunca rendirme.

A la Universidad Técnica de Ambato por haberme permitido formar parte de tan grandiosa institución y por brindarme un entorno propicio e instalaciones necesarias para completar este proyecto.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por permitirme alcanzar mi más ansiada meta, ser Ingeniero Civil.

Al Ing. Favio Portilla que a través de sus vastos conocimientos, orientación, sugerencias y motivaciones contribuyó a la realización y culminación de este proyecto y a mi formación profesional.

Israel.

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	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación.....	3
1.1.3. Fundamentación Teórica.....	5
1.1.3.1. Vías terrestres	5
1.1.3.2. Pavimento	6
1.1.3.3. Clases de pavimentos.....	6
1.1.3.4. Funciones de las capas de un pavimento flexible	7
1.1.3.5. Tratamientos superficiales	9
1.1.3.6. Reparaciones en pavimentos asfálticos.....	10
1.1.3.7. Fallas en pavimentos flexibles	12
1.1.3.8. Tráfico.....	14
1.1.3.9. Índice de condición de pavimento (PCI)	15

1.1.3.10.	Viga Benkelman	34
1.1.3.11.	Extracción del contenido de asfalto en mezclas asfálticas	35
1.1.3.12.	Estudio de suelos	36
1.1.3.13.	Clasificación de los suelos	40
1.2.	Objetivos	43
1.2.1.	Objetivo General	43
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	43
CAPÍTULO II		44
METODOLOGÍA		44
2.1.	Materiales	44
2.1.1.	Levantamiento topográfico	44
2.1.2.	Determinación del TPDA.....	45
2.1.3.	Análisis del Índice de Condición del Pavimento	45
2.1.4.	Ensayos de suelos.....	45
2.1.5.	Viga Benkelman.....	47
2.1.6.	Extracción de contenido de asfalto con centrífuga	47
2.2.	Métodos	48
2.2.1.	Nivel o Tipo del Trabajo Experimental	48
2.2.1.1.	Investigación Bibliográfica.....	48
2.2.1.2.	Investigación Exploratoria o de Campo.....	48
2.2.1.3.	Investigación de Laboratorio	48
2.2.2.	FASE 1: Levantamiento de información en campo	48
2.2.2.1.	Levantamiento topográfico	48
2.2.2.2.	Aforo vehicular manual para determinación del TPDA	49
2.2.2.3.	Evaluación del Índice de Condición del Pavimento	49
2.2.2.4.	Obtención de muestras.....	49
2.2.3.	FASE 2: Estudio y ensayo de suelos.....	50

2.2.4.	FASE 3: Estudio de la carpeta asfáltica	50
2.2.4.1.	Viga Benkelman	50
2.2.4.2.	Extracción de contenido de asfalto con centrífuga	51
2.2.5.	Plan de recolección de información	52
2.2.6.	Plan de procesamiento y análisis.....	53
CAPITULO III.....		54
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		54
3.1.	Análisis y Discusión de los Resultados	54
3.1.1.	FASE 1	54
3.1.1.1.	Levantamiento Topográfico.....	54
3.1.1.2.	Análisis del estudio de tráfico.....	55
3.1.1.3.	Índice de Condición del Pavimento (PCI)	64
3.1.2.	FASE 2.....	75
3.1.2.1.	Análisis Granulométrico	76
3.1.2.2.	Límites de Atterberg (Límite Líquido y Plástico)	76
3.1.2.3.	Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B	77
3.1.2.4.	Ensayo de Relación de Soporte de California CBR	77
3.1.2.5.	Densidad de Campo y Contenido de Humedad Natural	78
3.1.3.	FASE 3	78
3.1.3.1.	Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura	78
3.1.3.2.	Cálculo del contenido de asfalto	92
3.1.4.	Plan de conservación vial.....	96
3.1.4.1.	Actividades para realizar en cada opción de reparo	101
CAPÍTULO IV.....		108
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		108
4.1.	Conclusiones	108
4.2.	Recomendaciones	111

MATERIALES DE REFERENCIA	113
Referencias Bibliográficas	113
Anexos	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación funcional de las Vías en base al TPDA	5
Tabla 2.	Fallas en pavimentos flexibles.....	13
Tabla 3.	Rangos de la calificación del PCI.....	15
Tabla 4.	Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	16
Tabla 5.	Niveles de severidad para huecos	28
Tabla 6.	Clasificación del suelo según AASHTO	41
Tabla 7.	Clasificación del suelo según el SUCS.....	42
Tabla 8.	Materiales y equipos para levantamiento topográfico	44
Tabla 9.	Equipos y materiales para ensayos de suelos.....	45
Tabla 10.	Equipos para ensayo Viga Benkelman.....	47
Tabla 11.	Equipo para extracción de asfalto	47
Tabla 12.	Ubicación de calicatas.....	50
Tabla 13.	Ensayo de suelos y normas	50
Tabla 14.	Puntos de aplicación ensayo Viga Benkelman.....	51
Tabla 15.	Ubicación de muestras de pavimento asfáltico	52
Tabla 16.	Plan de recolección de información	52
Tabla 17.	Número total de vehículos por día de conteo.....	55
Tabla 18.	Número total de vehículos en horario nocturno.....	56
Tabla 19.	Proyección de tráfico.....	57
Tabla 20.	Porcentajes y TPDA para cada tipo de vehículo	60
Tabla 21.	Tasa de crecimiento vehicular.....	61
Tabla 22.	Tráfico futuro en la vía Camino Real Norte.....	61
Tabla 23.	Clasificación de la vía en función del TPDA.....	62
Tabla 24.	Factores de daño según el tipo de vehículo.....	62
Tabla 25.	Factores de distribución direccional (Fd).....	63
Tabla 26.	Porcentaje de W18 en el carril DI (DI)	63

Tabla 27.	Cálculo de ejes equivalentes	64
Tabla 28.	Datos para la determinación de unidades de muestreo	65
Tabla 29.	Unidades de Muestreo para el Índice de Condición de Pavimento.....	67
Tabla 30.	Cálculo del PCI de la Unidad de muestreo 6	68
Tabla 31.	Proceso iterativo y determinación del Máximo CDV	73
Tabla 32.	Resultados del PCI de la Vía Camino Real (Norte).....	75
Tabla 33.	Resultados de granulometría y clasificación de los suelos	76
Tabla 34.	Resultados de Límite Líquido y Límite Plástico.....	76
Tabla 35.	Resultados de ensayo de compactación	77
Tabla 36.	Clasificación de suelos en base al CBR	77
Tabla 37.	Clasificación del suelo de la vía en estudio en base al CBR.....	78
Tabla 38.	Resultados de contenido de humedad y densidad de campo.....	78
Tabla 39.	Deflexiones de la vía Camino Real (Norte) km 3+800 – km 7+600 ...	79
Tabla 40.	Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2.....	80
Tabla 41.	Deflexiones corregidas por temperatura	82
Tabla 42.	Factores de corrección por estacionalidad	82
Tabla 43.	Deflexiones corregidas por estacionalidad.....	83
Tabla 44.	Radios de curvatura.....	85
Tabla 45.	Desviación estándar de las deflexiones recuperables máximas	86
Tabla 46.	Ecuaciones para el cálculo de la deflexión característica	87
Tabla 47.	Tipo de deflexiones	89
Tabla 48.	Resultados de deflexiones de la vía Camino Real (Norte) año 2022...	90
Tabla 49.	Deflexiones tolerables proyectadas.....	91
Tabla 50.	Porcentajes de contenido de asfalto	93
Tabla 51.	Opciones de reparo para falla piel de cocodrilo.....	97
Tabla 52.	Opciones de reparo para falla depresión	97
Tabla 53.	Opciones de reparo para falla grieta de borde.....	98

Tabla 54.	Opciones de reparo para falla grietas longitudinales y transversales...	98
Tabla 55.	Opciones de reparo para falla parcheo	99
Tabla 56.	Opciones de reparo para falla baches / huecos.....	99
Tabla 57.	Opciones de reparo para falla ahuellamiento	100
Tabla 58.	Opciones de reparo para grieta parabólica	100
Tabla 59.	Opciones de reparo para falla hinchamiento	101
Tabla 60.	Opciones de reparo para falla intemperismo.....	101
Tabla 61.	Actividades para el mantenimiento vial.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estructura del Pavimento Flexible	7
Figura 2.	Estructura del Pavimento Rígido	7
Figura 3.	Aplicación de riego de imprimación	9
Figura 4.	Sello de grietas y fisuras	10
Figura 5.	Bacheo profundo	11
Figura 6.	Sello Bituminoso	12
Figura 7.	Riego de imprimación reforzada	12
Figura 8.	Tránsito de vehículos	14
Figura 9.	Piel de cocodrilo	17
Figura 10.	Exudación	18
Figura 11.	Agrietamiento en bloque	19
Figura 12.	Abultamiento y hundimiento	20
Figura 13.	Corrugación	20
Figura 14.	Depresión	21
Figura 15.	Grieta de borde	22
Figura 16.	Grieta de reflexión de junta	23
Figura 17.	Desnivel carril / berma	24
Figura 18.	Grieta longitudinal	25
Figura 19.	Parcheo y acometidas de servicios públicos	26
Figura 20.	Pulimiento de agregados	27
Figura 21.	Bache / Hueco	28
Figura 22.	Cruce de vía férrea	29
Figura 23.	Ahuellamiento	30
Figura 24.	Desplazamiento	31
Figura 25.	Grietas parabólicas	32
Figura 26.	Hinchamiento	33

Figura 27.	Intemperismo.....	34
Figura 28.	Esquema general de la Viga Benkelman.....	35
Figura 29.	Equipo para extracción de asfalto de una mezcla asfáltica	36
Figura 30.	Copa de Casagrande	38
Figura 31.	Formación de filamentos.....	38
Figura 32.	Prueba de límite de contracción	39
Figura 33.	Franja topográfica y unión de puntos georreferenciados	54
Figura 34.	Comportamiento diario	55
Figura 35.	Determinación de porcentajes de tránsito vehicular	56
Figura 36.	Porcentajes de tránsito por tipo de vehículo	59
Figura 37.	Curvas para pavimentos asfálticos Falla 19 Intemperismo.....	70
Figura 38.	Curvas para pavimentos asfálticos Falla 11 Parcheo	70
Figura 39.	Curvas para pavimentos asfálticos Falla 13 Baches	71
Figura 40.	Determinación del CDV individuales	73
Figura 41.	Deflectograma	91
Figura 42.	Deflexiones proyectadas	92
Figura 43.	Granulometría de agregados de asfalto de la muestra 1.....	94
Figura 44.	Granulometría de agregados de asfalto de la muestra 2.....	94
Figura 45.	Granulometría de agregados de asfalto de la muestra 3.....	95
Figura 46.	Granulometría de agregados de asfalto de la muestra 4.....	95
Figura 47.	Graduaciones propuestas para mezclas cerradas.....	96
Figura 48.	Área afectada por anomalías tramo 4+040 hasta 4+070	106

RESUMEN

Al ser una vía alterna a la Panamericana Norte que conecta la provincia de Tungurahua y Cotopaxi, la vía Camino Real (Norte) debe brindar seguridad y serviciabilidad a los usuarios. El presente proyecto técnico tiene como finalidad estudiar el comportamiento de la estructura del pavimento y proponer un proceso de conservación vial para el tramo km 3+800 hasta km 7+600 para lo cual se realizó un modelo digital de la vía con la ayuda de un levantamiento georreferenciado utilizando un receptor satelital GPS. Se efectuó el estudio de tráfico a partir de un aforo vehicular manual realizado 12 horas diarias durante siete días, se calculó el tráfico promedio diario anual y futuro, clasificando la carretera como una “Vía Colectora – Clase I” según el MTOP. Con el fin de catalogar el estado actual del pavimento, se utilizó la metodología PCI, valorando la condición del pavimento como “Malo”. Por otra parte se efectuó un estudio de la carpeta asfáltica, determinando las deflexiones del pavimento mediante el ensayo de la Viga Benkelman y el porcentaje de asfalto presente en la mezcla asfáltica de la vía. Para complementar estos estudios se realizaron ensayos de laboratorio al material de subrasante de la vía, entre ellos: análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor modificado Tipo B y CBR, concluyendo que el material predominante en la vía se clasifica como “Arena limosa” de calidad que varía entre “Mala” y “Regular – buena”. Finalmente, considerando los resultados de cada estudio se propone un plan de conservación vial.

Palabras clave: CBR, Conservación vial, Extracción de asfalto, Pavimento, PCI, TPDA, Viga Benkelman.

ABSTRACT

As an alternative route to the Panamericana Norte that connects the province of Tungurahua and Cotopaxi, the Camino Real (North) route must provide security and serviceability to users. The purpose of this technical project is to study the behavior of the pavement structure and propose a road conservation process for the km 3+800 to km 7+600 section for which a digital model of the road was made with the help of a survey georeferenced using a GPS satellite receiver. The traffic study was carried out from a manual vehicle capacity carried out 12 hours a day for seven days, the average annual and future daily traffic was calculated, classifying the road as a "Collector Road - Class I" according to the MTOP. To catalog the current state of the pavement, the PCI methodology was used, evaluating the pavement condition as "Bad". Moreover, a study of the asphalt folder was carried out, determining the deflections of the pavement by the Benkelman Beam test and the percentage of asphalt present in the asphalt mixture of the track. To complement these studies, laboratory tests were performed on the subgrade material of the pathway, including granulometric analysis, Atterberg limits, modified Proctor Type B, and CBR, concluding that the predominant material in the path is classified as "Silty sand" quality that varies between "Bad" and "Regular - Good". Finally, considering the results of each study, a road conservation plan is proposed.

Keywords: CBR, Road conservation, Asphalt extraction, Pavement, PCI, TPDA, Benkelman beam.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

La infraestructura vial tiene una notable influencia en el desarrollo de una nación o región, tal como lo demuestran las fuertes correlaciones existentes entre la densidad de la red de carreteras y el Producto Interno Bruto (PIB) correspondiente a su área de influencia. Sin embargo, la condición o estado de la red resulta un aspecto clave para garantizar la materialización de esa relación, es decir para que la inversión en infraestructura obtenga los resultados proyectados en términos de rentabilidad socioeconómica y de desarrollo y crecimiento.[1]

El sistema de vías de un país representa un capital de gran valor, en el que una nación invierte miles de millones de dólares a lo largo de los años para crearlo. De allí que resulte imperioso, que las entidades responsables de su construcción y conservación dispongan de una estrategia para contar permanentemente con la organización, la capacidad institucional, las herramientas técnicas adecuadas y el financiamiento necesario para garantizar una gestión óptima de este patrimonio. [1]

En los países latinoamericanos, había una perspectiva, en la cual los organismos del Estado responsables de los caminos tenían como función primordial la construcción de caminos, midiendo su eficiencia en la longitud de kilómetros construidos y su nivel de intervención, dejando a la conservación de caminos ya construidos en un segundo plano o en los peores casos, sin ningún plan de intervención en lo referente a su mantenimiento.[2]

En el proyecto técnico titulado **“Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – Surco - Lima”** realizado en Lima, Perú, menciona que existen diferentes factores que producen fallas en el pavimento antes de cumplir su vida útil. En el Perú, es preferible dejar “morir” al pavimento antes que ejecutar un proceso continuo de mantenimiento y conservación de este.[3]

En nuestro país, en las últimas dos décadas, los organismos estatales, ha creado varios escenarios, para que este proceso de ciclo de vida de un camino, no se vea afectado,

creando distintos planes de conservación, tanto en la red vial estatal, como en el resto de vías, los cuales no han tenido el éxito deseado, por lo contrario, nuestras vías han llegado al punto de deterioro excesivo, por lo que nos encontramos en la actualidad en un nuevo escenario, que comprende una reconstrucción de la red vial, por lo que es necesario que a futuro se realicen actividades de conservación.[2]

El sistema vial de la Provincia de Tungurahua posee en su mayoría una superficie de pavimento flexible con 1339.48 km cubiertos, al analizar la superficie de rodadura en cada uno de los cantones, se encontró que en el Cantón Ambato la superficie de rodadura que predomina es el pavimento flexible con 509.09 km de los cuales 349.47 km se encuentran en un estado regular de condiciones.[4]

El Camino Real es una carretera paralela a la Panamericana Norte, principal vía de acceso hacia el norte y sur del país. En 2013, la prefectura de Tungurahua emprendió la pavimentación y señalización del tramo que atraviesa las parroquias ambateñas Augusto N. Martínez, Atahualpa, Unamuncho y Cunchibamba.[5]

Tras casi 10 años de la ejecución de esta obra, la misma no cuenta con un programa específico de conservación y mantenimiento para mitigar los daños de la calzada y evitar un mayor deterioro. En la actualidad esta vía presenta un deterioro constante de la capa de rodadura, esto en parte se debe al tráfico que circula y a inestabilidades geológicas que se presentan en el sector. Por lo tanto, es de vital importancia establecer metodologías de trabajo para la intervención y conservación de la infraestructura vial con el fin de brindar un tránsito cómodo y seguro.[6]

Los pavimentos están sometidos constantemente a la influencia de cargas, a veces hasta muy por sobre de la sollicitación establecido en el diseño. A su vez, puede estar sometido bajo adversas condiciones climáticas. Todos estos factores disminuyen la vida útil de la estructura, por lo que si no es sometido a un buen y constante mantenimiento estos pueden sufrir fallas. Estas que pueden perjudicar a largo plazo el paquete estructural, ya que dependiendo del nivel de severidad se puede necesitar hasta una reconstrucción total, situación, que implicaría un elevado costo y problemas de tránsito.[7]

En Cuenca, Ecuador se realizó el proyecto técnico titulado **“Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la Vía Azogues – Cojitambo – Deleg – La**

Raya”, en la cual se determinó que la vía en estudio se encuentra altamente deteriorada, donde la composición litológica en combinación con la acción de factores externos como el agua de escorrentía, aguas lluvias, acción repetida del tráfico y la falta de mantenimiento aceleran los procesos de deterioro de la estructura del pavimento, presentando varias fallas.[6]

Un método de evaluación del comportamiento del pavimento es el “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o mejor conocido como “Método PCI” (Pavement Condition Index); que por medio de inspecciones visuales determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes.[8]

Por último, la atención de las necesidades de la red vial requiere la aplicación de inversiones continuas por un periodo prolongado para alcanzar el estado deseado y sostenible de la misma, al mismo tiempo que se promueve la participación del sector privado en su gestión de conservación y mantenimiento.[9]

1.1.2. Justificación

En el pasado, los pavimentos eran mantenidos, pero no administrados. La experiencia de los ingenieros en pavimentos, tendían a dictar la selección de las técnicas de Mantenimiento y Rehabilitación (M&R), con poca consideración al costo-ciclo de vida o realizaban la comparación con requerimientos de otros pavimentos en la red vial. En la actual economía, en una infraestructura con pavimento antiguo, un mayor acceso sistemático es necesario para determinar las necesidades y las prioridades del M&R. Las redes del pavimento deben ahora ser administradas, no simplemente mantenidas.[10]

Actualmente ante un mundo cada vez más integrado, que intercambia más bienes y servicios, la importancia de las carreteras se ha incrementado notablemente, convirtiéndose en verdaderas vías que impulsen la competitividad de la economía y, también, el desarrollo inicial es, por tanto, indispensable contar con infraestructuras de carreteras que aseguren una circulación segura, cómoda y fluida.[11]

Durante varias décadas, en la mayoría de los países latinoamericanos se consideró que la función primordial de los organismos del Estado responsables de los caminos era

construir caminos con los recursos presupuestales asignados. La eficiencia de tales organismos se medía en el número de kilómetros construidos y en el tipo de construcción utilizada; en cambio, la conservación de los caminos ya construidos tuvo un rol secundario.

Conforme se han ido atendiendo las demandas de nuevos caminos, se ha ido incrementando la necesidad de conservar los caminos en buen estado de funcionamiento. En general, las personas entienden que el camino al haber sido construido con recursos del Estado es de su propiedad y, por lo tanto, el mantenimiento también es de su responsabilidad. Sin embargo, de acuerdo con la legislación vigente, en la mayoría de los países, la red vecinal está bajo responsabilidad de los municipios y, en algunos casos, la red secundaria ha sido entregada a la gestión de los gobiernos provinciales o regionales.[12]

La infraestructura vial en el Ecuador ha mantenido una historia de afectaciones constantes, como paralizaciones y colapso de puentes y caminos, generadas tanto por el riesgo sísmico cuanto por los factores climáticos a los que por décadas los Gobiernos han tenido que afrontar con soluciones inmediatistas y onerosas para el erario nacional, sin ningún soporte tecnológico que garantice una seguridad adecuada para el desarrollo.[13]

En el Ecuador, a nivel de carreteras de provincia que generalmente se catalogan de segundo orden, la gestión de conservación vial es insuficiente. Si bien la construcción de las carreteras viene acompañada de una fiscalización privada o del estado las cuales para su control tienen como base las especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, las instituciones encargadas no han recopilado suficiente información de las características técnicas de estas carreteras para gestionar y programar las intervenciones y evitar el deterioro prematuro de las vías.[14]

En la Provincia de Tungurahua, la mayor cantidad de vías presentan una superficie de rodadura que se encuentran en estado regular con 984.98 km, seguido de 594.46 km de vías en mal estado y finalmente 457.43 km de vías en buen estado.

Al analizar la superficie de rodadura en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón Ambato la mayor cantidad de vías se encuentran en estado regular con 349.47 km en este estado.[4]

Es por esto por lo que el presente trabajo tiene por objeto evaluar y posteriormente elaborar un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600 del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua; y determinar las condiciones actuales en las que se encuentra.

1.1.3. Fundamentación Teórica

1.1.3.1. Vías terrestres

Las vías terrestres son obras de infraestructura de transporte, como por ejemplo caminos, carreteras, autopistas, túneles y demás; dentro del término debe haber desde la más moderna autopista hasta el más modesto camino rural.

Dentro de nuestro país las carreteras se las clasificará principalmente por:

- Clasificación por capacidad (Función del TPDA)
- Clasificación por jerarquía en la red vial
- Clasificación por condiciones orográficas
- Clasificación por número de calzadas
- Clasificación en función de la superficie de rodamiento [15]

1.1.3.1.1. Clasificación por capacidad (Función del TPDA)

Se ha planteado esta clasificación, pues considera los datos de tráfico a nivel nacional recabados por el MTOP, estadísticas de accidentes y el parque automotor del país.[15]

La realización del TPDA propuesto en el presente proyecto técnico permitirá clasificar la carretera de estudio según la siguiente tabla.

Tabla 1. Clasificación funcional de las Vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Limite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovia o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: NEVI-12 - MTOP: Volumen N°2 Norma Para Estudios Y Diseños Viales
[15]

1.1.3.2. Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas de forma relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetitivas del tránsito le transmiten durante el período para el cuál fue diseñada la estructura del pavimento.[16]

Tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tránsito seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática.[10]

1.1.3.3. Clases de pavimentos

En el medio los pavimentos se clasifican en:

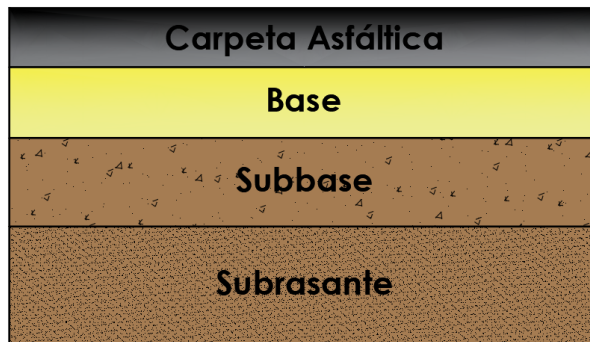
- Pavimentos flexibles,
- Pavimentos rígidos,
- Pavimentos semirrígidos o semiflexibles y
- Pavimentos articulados

El presente estudio se enfoca principalmente en el pavimento del tipo flexible.

1.1.3.3.1. Pavimentos Flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase y en algunos casos subrasante mejorada o material de conformación. No obstante, puede prescindir de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. Los esfuerzos que generan las cargas vehiculares se disipan a través de cada una de las capas de la estructura de tal forma que, al llegar a la subrasante, la resistencia mecánica del suelo que la compone debe ser capaz de resistir dicho esfuerzo sin generar deformaciones que permitan el deterioro funcional o estructural de la vía. [16][17]

Figura 1. Estructura del Pavimento Flexible

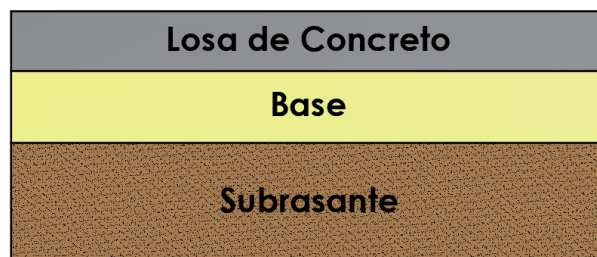


Elaborado por: Israel Cevallos

1.1.3.3.2. Pavimentos Rígidos

Esta estructura está compuesta generalmente por una capa o losa de concreto hidráulico, soportada sobre una capa de base constituida por grava y, a su vez, esta descansa en una capa de suelo compactado, llamada subrasante. La losa de concreto es el principal componente estructural que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión.[18][10]

Figura 2. Estructura del Pavimento Rígido



Elaborado por: Israel Cevallos

1.1.3.4. Funciones de las capas de un pavimento flexible

Subrasante: está formada solo por la superficie del terreno, pero cuando el material de corte del lugar es de muy baja calidad, se deberá realizar un proceso de mejoramiento, estabilización y darle un grado de compactación adecuado. Esta capa sirve para el soporte del resto de capas que conforman el pavimento.[19]

Subbase Granular: comúnmente consta de una capa compactada de material granular, o una capa de suelo tratada con un estabilizante adecuado.[19]

- **Función económica:** la función principal de esta capa es netamente económica; de hecho, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad; sin embargo, es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior la capa de menor calidad que usualmente es la más barata. Esta solución puede aumentar el espesor total del pavimento, pero resultar más económica.
- **Capa de transición:** una subbase bien diseñada actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen afectando su calidad.
- **Disminución de deformaciones:** algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente relacionados a cambios en su contenido de agua (expansiones o contracciones), o a cambios extremos de temperatura, pueden absorberse con la subbase, impidiendo que dichas deformaciones se presenten en la superficie del pavimento.
- **Resistencia:** la subbase debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitirlos a la capa de subrasante.
- **Drenaje:** la subbase debe drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta, así como impedir la ascensión capilar.

Base Granular: es la capa construida sobre la subbase. Se diferencia de esta por la mejor calidad de sus materiales y las mayores exigencias en las especificaciones de construcción. Existe gran variedad de materiales empleados para la construcción de la base como son los suelos y materiales pétreos, algunos estabilizantes como el cemento, la cal y otros materiales ligantes.[19]

- **Función económica:** respecto a la carpeta asfáltica, tiene una función económica similar a la subbase respecto a la base.
- **Resistencia:** su principal función es la de proporcionar un elemento resistente que transmita los esfuerzos generados por las cargas de los vehículos de manera apropiada hacia las capas inferiores.

Carpeta Asfáltica: última capa que se construye, y es sobre ella donde circulan los vehículos durante el periodo de servicio del pavimento. Constituida por una mezcla

asfáltica, generalmente de materiales pétreos y productos asfálticos (bitumen), proporciona la superficie de rodamiento que soporta las solicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales.[20]

- **Estructural:** su diseño debe resistir fenómenos de fatiga y acumulación de deformaciones permanentes producidas por las cargas cíclicas vehiculares, además de resistir los efectos de clima.
- **Funcional:** debe estar diseñada y construida de tal manera que permita la circulación cómoda y segura de los vehículos durante su serviciabilidad.
- **Impermeabilidad:** impide la penetración directa del agua a las capas granulares de base y subbase, restringiendo la pérdida de resistencia al corte que puedan experimentar estas, así como también la subrasante.

1.1.3.5. Tratamientos superficiales

Es un revestimiento en el que un agregado es colocado uniformemente sobre un ligante bituminoso, previamente aplicado sobre la calzada, para luego ser compactado. Su espesor es aproximadamente igual a la mayor dimensión de los fragmentos pétreos, por lo general con un espesor menor a una pulgada.[10]

Figura 3. Aplicación de riego de imprimación



Fuente: PITRA “Tratamientos Superficiales como Alternativa en Rutas de Lastre”

Se pueden enlistar los siguientes tipos de tratamientos superficiales:

- Tratamientos superficiales simples
- Tratamientos superficiales múltiples
- Tratamientos superficiales con mezclas en instalación fija

- Riegos antipolvo
- Riegos de imprimación
- Riegos en negro
- Riegos de sellado
- Sellados con lechada asfáltica
- Capas de adherencia

1.1.3.6. Reparaciones en pavimentos asfálticos

La NEVI-12 - MTOP: Volumen N°6 Conservación vial, nos menciona los tipos de reparación destinados para pavimentos asfálticos, los cuales se resumen a continuación:

1.1.3.6.1. Sellado de grietas

Operación que consiste en llenar con asfalto algunos de los tipos de grietas que se producen en los pavimentos asfálticos, con el propósito de minimizar la infiltración de agua y la oxidación del asfalto.[13]

Figura 4. Sello de grietas y fisuras



Fuente: Revista Vial, “Sellado de grietas”. 2015 [21]

1.1.3.6.2. Bacheo superficial

Comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentran deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura asfáltica. Generalmente esta reparación va destinada a áreas donde presenten grietas y fisuras conectadas entre sí, baches poco profundos y desplazamientos de la capa de rodadura.[13]

1.1.3.6.3. Bacheo profundo

Refiere al bacheo de tratamientos superficiales y al bacheo o reemplazo de la parte afectada, cuando el daño afecte tanto a la o las capas asfálticas como, a lo menos, parte de la base y sub-base.[13]

El procedimiento de reparación se aplica comúnmente en las siguientes fallas:

- Agrietamiento en bloque
- Baches
- Hundimientos
- Grietas de borde de alta severidad

Figura 5. Bacheo profundo



Fuente: “Vías de Precaución: Técnicas de Recuperación de Pavimentos”. 2012 [22]

1.1.3.6.4. Operación sellos bituminosos

Se refiere al recubrimiento de un pavimento asfáltico con un riego asfáltico, sólo o combinado con algún agregado, en todos aquellos sectores que lo necesiten. Los tipos de sellos que incluye son los siguientes: riego de neblina, lechada asfáltica y tratamiento superficial simple, sello localizado con gravilla y sello localizado con lechada.[13]

La operación se aplica en presencia de las siguientes anomalías: grietas pequeñas y pulimiento de agregados en la superficie.

Figura 6. *Sello Bituminoso*



Fuente: “Sellos y Micro pavimentos Asfálticos”. [23]

1.1.3.6.5. Operación imprimación reforzada

Refiere a la construcción de un recubrimiento tipo imprimación reforzada sobre una base granular.[13]

Figura 7. *Riego de imprimación reforzada*



Fuente: PITRA “Aplicación de Riego de Liga”. 2019 [24]

1.1.3.6.6. Operación reposición de capa de rodadura de concreto asfáltico

Esta operación consiste en la colocación localizada de mezcla asfáltica en caliente, tanto para rechapado como para la reposición de capa de rodadura en sectores que se encuentren deteriorados.[13]

1.1.3.7. Fallas en pavimentos flexibles

Una falla no es más que un indicador de un desempeño ineficiente en el comportamiento del pavimento, esta no se origina repentinamente, si no que va

apareciendo de manera gradual debido principalmente a factores como el tránsito sobre la superficie de la vía y/o el clima.[25]

La normativa ASTM D6433-03 establece 19 fallas típicas que corresponden a las que suelen producirse sobre pavimentos flexibles. A continuación, se mencionan las fallas que se presentan sobre pavimentos asfálticos juntamente con el nombre del cual se originan del inglés.

Tabla 2. *Fallas en pavimentos flexibles*

N°	Tipo de Falla (Inglés)	Tipo de Falla (Castellano)
1	Alligator Cracking	Piel de Cocodrilo
2	Bleeding	Exudación
3	Block Cracking	Agrietamiento en bloque
4	Bumps and Sags	Abultamientos y Hundimientos
5	Corrugation	Corrugación
6	Depression	Depresión
7	Edge Cracking	Grieta de Borde
8	Joint Reflection Cracking	Grieta de Reflexión de Junta
9	Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
10	Longitudinal & Transversal Cracking	Grietas Longitudinales y Transversales
11	Patching & Utility Patching	Parqueo y Acometida de Servicios
12	Polished Aggregates	Pulimiento de Agregados
13	Potholes	Baches / Huecos
14	Railroad Crossing	Cruce de Vía Férrea
15	Rutting	Ahuellamiento / Ruteo
16	Shoving	Desplazamiento / Empellones
17	Slippage Cracking	Grietas Parabólicas o por Deslizamiento
18	Swell	Hinchamiento / Protuberancia
19	Waethering / Raveling	Intemperismo / Desprendimiento de Agregados

Fuente: ASTM D6433-03

1.1.3.8. Tráfico

El tránsito o tráfico es la circulación de personas, algunas de ellas en vehículos, por el espacio público. Se trata de un fenómeno físico y, a la vez, social.[26]

Figura 8. Tránsito de vehículos



Fuente: Diario “La Hora”

En la construcción de carreteras alternas entre dos puntos ya conectados por vías de comunicación o en el mejoramiento de una carretera ya existente, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura.[27]

1.1.3.8.1. Tráfico promedio diario anual

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviatura es el TPDA, el mismo que se deduce a partir de un análisis del tipo de tráfico, el tráfico actual contabilizado metódicamente y su proyección en un periodo determinado de diseño como tráfico futuro, tráfico generado y tráfico desarrollado, debido que se trata de una vía existente.[27]

El TPDA es el dato más importante debido a que permite determinar el uso anual que tendrá la vía y así hacer un análisis del diseño.

Este se obtiene del resultado de la suma del tráfico futuro, tráfico generado y tráfico desarrollado, en donde el tráfico futuro se obtiene de una relación con el tráfico actual.

Tráfico generado: es aquel que utiliza rutas o carreteras ya existentes y que posiblemente será atraído por la vía en proyecto. Cuando un proyecto es nuevo este tráfico derivado en la gran mayoría de los casos no es un tráfico tangible.[27]

Tráfico desarrollado: es un tráfico inducido, que no existe y que no existirá en el futuro, si no se mejora la vía.[27]

Tráfico futuro: es un tráfico calculado para varios años hacia delante y en ausencia de datos históricos, se toma en consideraciones las proyecciones del tráfico, a base de las tendencias o tasas de crecimiento de algunos factores.[27]

1.1.3.8.2. Ejes equivalentes

Denominados también como ESALs (Equivalent Simple Axial Load), refiere a la cantidad de repeticiones del eje de carga equivalente de 8.2 toneladas para un periodo determinado, se utiliza esta carga debido a que los vehículos que circulan por una vía presentan diferentes magnitudes, configuraciones de ejes y número de llantas.

Se utiliza ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas de acuerdo con lo recomendado por el método AASHTO 93.

1.1.3.9. Índice de condición de pavimento (PCI)

El Índice de Condición de Pavimento (PCI) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.[28]

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la Tabla 2 se presenta los rangos PCI con su correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.[28]

Tabla 3. Rangos de la calificación del PCI

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

Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.[28]

Para la aplicación de este método es necesario dividir la carretera de estudio en secciones o unidades de muestreo para realizar la correspondiente evaluación de la condición de la superficie del pavimento en estas.

1.1.3.9.1. Unidades de muestreo

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a. Para carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 m^2$. En la Tabla 3 se presentan algunas relaciones ancho de calzada – longitud de unidad de muestreo.[28]

Tabla 4. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3	31.5

Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

1.1.3.9.2. Identificación de fallas en vías de pavimento asfáltico

Las fallas descritas a continuación son basadas en el manual “Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras” de Vásquez Varela Luis, debido a que es una fiel traducción de la norma ASTM D6433-03.

1) Piel de cocodrilo

Son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. Se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

Figura 9. Piel de cocodrilo



Fuente: Propia

Niveles de severidad:

L: Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas.

M: Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo de nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H: Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Medida: Se mide en m^2 de área afectada. A menudo dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada, si las porciones se logran diferenciar con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

2) Exudación

Es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. Es originada

por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire.

Figura 10. Exudación



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: Ha ocurrido en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M: Ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H: Ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Medida: Se mide en m^2 de área afectada. Si se contabiliza exudación no se deberá contabilizar *agregados pulidos*.

3) Agrietamiento en bloque

Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares, algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.30 m a 3.0 m x 3.0 m. Se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios.

A diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares.

Figura 11. Agrietamiento en bloque



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para *grietas longitudinales y transversales*.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media.

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Medida: Se mide en m^2 de área afectada. Generalmente, se presenta un sólo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá anotarse separadamente.

4) Abultamiento y hundimiento

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

- Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito.

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Figura 12. *Abultamiento y hundimiento*



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: Originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Medida: Se mide en metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama *corrugación*. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

5) Corrugación

También llamada lavadero, es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables.

Figura 13. *Corrugación*



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: Producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H: Producen una calidad de tránsito de severidad alta.

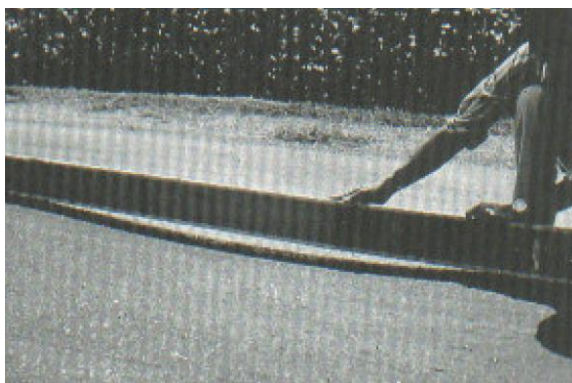
Medida: Se mide en m^2 de área afectada.

6) Depresión

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaro”. En el pavimento pueden ubicarse a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones son caídas bruscas del nivel.

Figura 14. Depresión



Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

Niveles de severidad:

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm

M: 25.0 a 51.0 mm

H: Más de 51.0 mm

Medida: Se mide en m^2 de área afectada.

7) Grieta de borde

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y pueden originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento.

Figura 15. Grieta de borde



Fuente: Propia

Niveles de severidad:

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Medida: Se mide en metros lineales.

8) Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento Pórtland)

Este daño solamente ocurre en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie del concreto asfáltico.

Figura 16. Grieta de reflexión de junta



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grietas sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medida: Se mide en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

9) Desnivel carril / berma

Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de berma.

Figura 17. *Desnivel carril / berma*



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 y 102.0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102.0 mm.

Medida: Se mide en metros lineales.

10) Grietas longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje de este o a la dirección de la construcción.

Figura 18. *Grieta longitudinal*



Fuente: Propia

Niveles de severidad:

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grietas sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medida: Se miden en metros lineales. La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

11) Parcheo y acometidas de servicios públicos

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importante que tan bien se comporte.

Figura 19. *Parcheo y acometidas de servicios públicos*



Fuente: Propia

Niveles de severidad:

L: El parche está en buena condición y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Medida: Se miden en m^2 de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Ningún otro daño se registra dentro del parche.

12) Pulimiento de agregados

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Figura 20. Pulimiento de agregados



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

No se define nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimiento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Medida: Se miden en m^2 de área afectada. Si se contabiliza *exudación*, no se tendrá en cuenta el pulimiento de agregados.

13) Baches / Huecos

Son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de *piel de cocodrilo* de alta severidad.

Figura 21. Bache / Hueco



Fuente: Propia

Niveles de severidad:

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de estos, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tabla 5. Niveles de severidad para huecos

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

Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en m^2 y dividirla entre $0.47 m^2$ para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Medida: Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta y registrándolos separadamente.

14) Cruce de vía férrea

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Figura 22. Cruce de vía férrea



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

Medida: Se miden en m^2 de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

15) Ahuellamiento

Es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito.

Figura 23. Ahuellamiento



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: > 13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

Medida: Se miden en m^2 de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella.

16) Desplazamiento

Es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, se produce una onda corta y abrupta en la superficie. Esta falla también ocurre cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland.

Figura 24. Desplazamiento



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida: Se miden en m^2 de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

17) Grietas parabólicas

Las grietas parabólicas por deslizamiento son grietas en forma de medialuna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen al deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura del pavimento.

Figura 25. Grietas parabólicas



Fuente: Corros M. & otros. “Manual de Evaluación de Pavimentos”. 2009

Niveles de severidad:

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Medida: El área asociada con una grieta parabólica se mide en m^2 y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

18) Hinchamiento

Se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento, una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Figura 26. *Hinchamiento*



Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

Niveles de severidad:

L: Causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida: Se miden en m^2 de área afectada.

19) Intemperismo / Desprendimiento de agregados

Son la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

Figura 27. *Intemperismo*



Fuente: Propia

Niveles de severidad:

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha de este, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se ha perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se ha perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran *huecos*. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

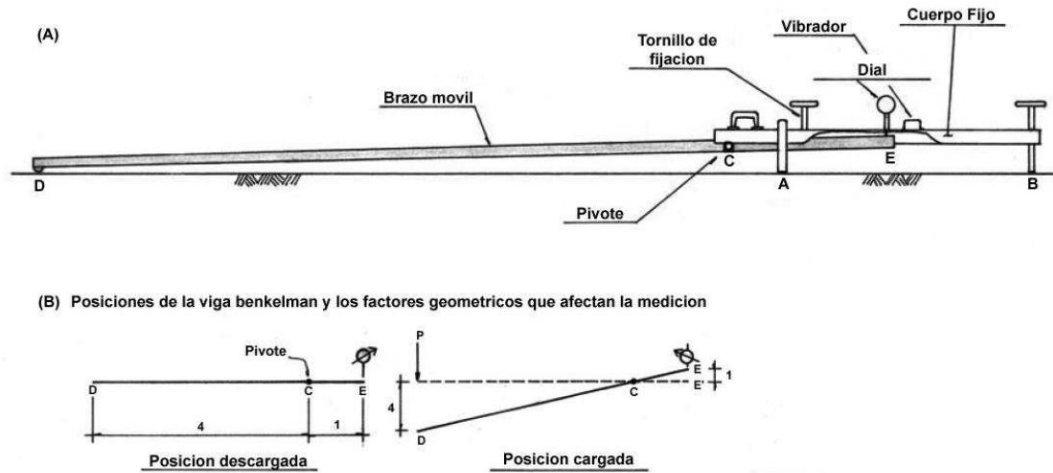
Medida: Se miden en m^2 de área afectada.

1.1.3.10. Viga Benkelman

Las deflexiones producidas en la superficie de un pavimento flexible, por acción de cargas vehiculares, pueden ser determinadas haciendo uso de deflectómetros tales como la “Viga Benkelman”. Llamado así en honor al Ing. A.C. Benkelman, quién la desarrolló en 1953 como parte del programa de ensayos viales de la WASHO (WASHO Road Test). Desde entonces su uso se ha difundido ampliamente en proyectos de evaluación estructural de pavimentos flexibles.[29]

La Viga Benkelman es un deflectorómetro mecánico simple. Un brazo móvil, suspendido en un bastidor a través de un pivote, transmite la deflexión vertical del punto de medida a un dial medidor. La siguiente figura presenta un esquema general del dispositivo y unas dimensiones típicas.[30]

Figura 28. Esquema general de la Viga Benkelman



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú “Manual de Ensayo de Materiales”. 2016. [31]

Resumen del método

Un camión donde la carga, el tamaño de los neumáticos, el espaciamiento entre ruedas duales y la presión de inflado están normalizados, se coloca en el pavimento de manera que la rueda dual quede sobre el punto escogido para el ensayo. A continuación, se coloca la viga tras la rueda, de manera que el extremo de su brazo de medida quede exactamente en el centro del espacio comprendido entre los dos neumáticos de la rueda dual, ajustando a cero la lectura del dial del aparato. Se aleja el vehículo del punto de ensayo y se lee en el dial el valor de la recuperación elástica de la deformación sufrida por el pavimento.[30]

1.1.3.11. Extracción del contenido de asfalto en mezclas asfálticas

La proporción de asfalto en la mezcla es importante y debe ser determinada exactamente en el laboratorio, y luego controlada con precisión en la obra. El contenido óptimo de asfalto de una mezcla depende en gran parte de las características del agregado, tales como la granulometría y la capacidad de absorción. La

granulometría del agregado está directamente relacionada con el contenido óptimo de asfalto.[32]

Este ensayo cubre la determinación cuantitativa del contenido de asfalto en mezclas asfálticas y especímenes de ensayo de pavimento. La mezcla de asfalto se extrae con tricloroetileno (TCE) utilizando el equipo de extracción aplicable al método particular, em tanto el contenido de aglutinante de asfalto se expresa como porcentaje.[33]

Figura 29. *Equipo para extracción de asfalto de una mezcla asfáltica*



Fuente: Propia

1.1.3.12. Estudio de suelos

El suelo es el material de construcción más abundante del mundo y en muchas zonas constituye, de hecho, el único material disponible localmente. Cuando el ingeniero emplea el suelo como material de construcción debe seleccionar el tipo adecuado de suelo, así como el método de colocación y, luego controlar su colocación en obra.[34]

Con lo anterior mencionado los estudios de suelos son importantes debido a que permiten conocer las características físicas, químicas y mecánicas del terreno donde se piensa construir, esto es, la composición estratigráfica.

1.1.3.12.1. Contenido de humedad

El contenido de humedad representa el porcentaje del peso de agua en una determinada masa de suelo con respecto al peso de partículas sólidas. A su vez es la cantidad de agua concentrada en un material, como suelo, rocas, cerámica o madera, medida a través de análisis volumétrico o gravimétrico. Es importante mencionar que para algunos procesos de laboratorio es necesario conocer el porcentaje de humedad de las

muestras orgánicas, debido a que la cantidad de agua que contienen puede acelerar o disminuir la velocidad de reacción en un ensayo o experimento.[35]

1.1.3.12.2. Límites de Atterberg

Los límites de consistencia de los suelos cohesivos son índices importantes para su clasificación y por su relación con su comportamiento mecánico e hidráulico. El comportamiento mecánico e hidráulico depende del contenido de agua y del tipo y porción de arcilla que contengan. Para medir la plasticidad de las arcillas se han desarrollado varios criterios. Atterberg hizo ver, en primer lugar, que la plasticidad no era una propiedad permanente de las arcillas, sino dependiente de su contenido de agua.[36]

Atterberg definió los límites de consistencia que se presentan a continuación:

Límite líquido

El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, y según Atterberg es de 25 g/cm^2 . La cohesión de un suelo en el límite líquido es prácticamente nula.[37]

Para la prueba de límite líquido, se coloca una pasta de suelo en la copa de Casagrande y se hace un corte en el centro de la pasta de suelo, usando un acanalador estándar. Entonces la copa se eleva con la leva accionada por la manivela y se deja caer desde una altura de 10 mm. El contenido de humedad necesario para cerrar una distancia de 12.7 mm a lo largo de la parte inferior de la ranura después de 25 golpes se define como límite líquido.

Figura 30. *Copa de Casagrande*



Fuente: Braja M. Das “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. 2013

Límite plástico

El límite plástico se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Para determinar el límite plástico, generalmente se hace uso del material que, mezclado con agua, ha sobrado de la prueba del límite líquido y al cual se le evapora humedad por mezclado hasta tener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable. Se forma luego una pequeña bola que deberá rodillarse en seguida en la palma de la mano o en una placa de vidrio aplicando la suficiente presión a efecto de formar filamentos. Cuando al rodillar la bola de suelo se rompa el filamento al diámetro de 3.17 mm, se toman todos los pedacitos, se pesan, se secan al horno en un vidrio, vuelven a pesarse ya secos y se determina la humedad correspondiente al límite plástico.[37]

Figura 31. *Formación de filamentos*

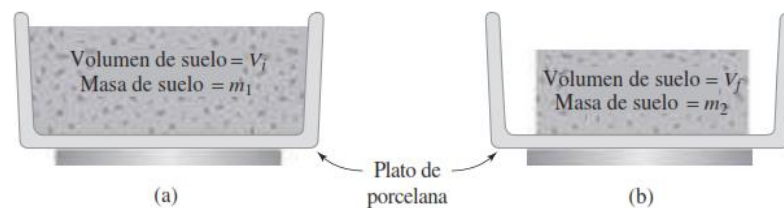


Fuente: Braja M. Das “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. 2013

Límite de contracción

El límite de contracción de un suelo se define como el por ciento de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua no ocasiona la disminución en el volumen del suelo. La diferencia entre el límite plástico y el límite de contracción se conoce como índice de contracción y señala el rango de humedad para el cual el suelo tiene una consistencia semisólida.[37]

Figura 32. Prueba de límite de contracción



Fuente: Braja M. Das “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. 2013

Mayoritariamente, en la Ingeniería Civil, para estudios de suelos en lo que respecta a límites de contenido de humedad se necesita únicamente realizar los ensayos para la determinación del Límite Líquido y Límite Plástico.

1.1.3.12.3. Granulometría

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

Este ensayo consiste en el tamizado del suelo mediante tamices o cedazos, reteniendo en cada tamiz aquellas partículas cuyo tamaño es superior a la luz de la malla correspondiente. El peso de estos rechazos se relaciona al peso total del suelo tamizado. Los resultados se llevan a una curva llamada curva granulométrica sobre la cual se lleva en abscisas las dimensiones de las luces del tamiz o cedazo según una escala logarítmica, y en ordenadas los porcentajes de suelo que pasan por dicho tamiz.[38]

1.1.3.12.4. CBR

El valor de CBR (California Bearing Ratio) es un índice de resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad, y se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular

en una muestra de suelo, respecto a la precisa para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra tipo de piedra triturada.[37]

Por lo cual este ensayo es aplicable para determinar las capacidades de bases y subbases que conforman la estructura de un pavimento.

1.1.3.12.5. Prueba Proctor

La prueba Proctor se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad. Esta prueba tiene por objeto:

- a. Determinar el peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima a que deberá hacerse la compactación.
- b. Determinar el grado de compactación alcanzado por el material durante la construcción o cuando ya se encuentran construidos los caminos, aeropuertos y calles, relacionando el peso volumétrico obtenido en el lugar con el peso volumétrico máximo Proctor.[37]

Existen dos variaciones del método: Proctor estándar o normal y Proctor modificado.

1.1.3.13. Clasificación de los suelos

Los sistemas de clasificación de suelos dividen a estos en grupos y subgrupos en base a propiedades ingenieriles comunes tales como la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. Los dos sistemas principales de clasificación son el Sistema AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y el Sistema de Clasificación de Unificada de Suelos. El sistema de clasificación AASHTO se usa principalmente para clasificación de las capas de carreteras.[39]

1.1.3.13.1. Sistema de clasificación de los suelos de la AASHTO

Utilizado fundamentalmente en carreteras. Los suelos se clasifican en grupos y subgrupos, basándose en la composición granulométrica y en las características de plasticidad. Esta clasificación divide los suelos en dos clases, una tomada por los suelos granulares gruesos y la otra constituida por suelos de granulometría fina. A

continuación se indican cada una de estas clases con sus correspondientes grupos y subgrupos.[36]

Tabla 6. Clasificación del suelo según AASHTO

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIAL GRANULAR (35% o menos pasa en el tamiz 200)						MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (más el 35% pasa el tamiz 200)				
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	*A-7
GRUPOS	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5 A-7-6
Subgrupos											
Porcentaje que pasa el tamiz											
No. 10	50 máx						51 máx				
No. 40	30 máx	50 máx									
No. 200	15 máx	25 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	10 máx	36 máx	36 máx	36 máx	36 máx
Características del material que pasa el tamiz No. 40											
Límite Líquido			40 mín	41 mín	40 máx	41 mín	N.P.	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad	6 máx	6 máx	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín		10 máx	10 máx		11 mín
Índice de Grupo	0		0		4 máx		0	8 máx	12 máx	16 máx 11 mín	20 máx
Tipo de Material	Fragmento piedra, grava y arena		Gravas y arenas limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terrenos de Fundación	Excelente a buena		Excelente a buena		Regular		Excelente a buena	Regular a malo			

*El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor a su límite líquido menos 30 y al de los A-7-6 es mayor que su límite menos 30

Elaborado por: Israel Cevallos

Fuente: Marín L. "Mecánica de Suelos". 2008. [40]

1.1.3.13.2. Sistema de Clasificación Unificada de los Suelos (SUCS)

Este sistema fue presentado originalmente por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 que posteriormente sería adoptado por el Bureau of Reclamation de Estados Unidos y por el Cuerpo de Ingenieros. Este sistema se usa en prácticamente todo trabajo de geotecnia.[39]

Tabla 7. Clasificación del suelo según el SUCS

Identificación en el campo (excluyendo partículas mayores de 7.6 cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)				Símbolo del Grupo ^a	Nombre Típicos								
Suelos de grano grueso: más de la mitad del material es retenido por el tamiz No. 200 ^b	Suelos de grano grueso: más de la mitad del material es retenido por el tamiz No. 200 ^b	Arenas: más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 4 (para la clasificación visual puede suponerse que la abertura del tamiz No. 4 equivale a medio centímetro)	Gravas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arenas con pocos finos o sin ellos.							
			Gravas limpias (cantidad apreciable de finos)	Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arenas con pocos finos o sin ellos.							
			Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	Fracción fina no plástica (para la identificación ver el grupo ML)	GM	Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo.							
			Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL)	GC	Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla.							
			Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos.							
			Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos.							
	Suelos de grano fino: más de la mitad del material es retenido por el tamiz No. 200	(La abertura del tamiz No. 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menor partícula apreciable a simple vista)	Métodos de identificación para la fracción que pasa por el tamiz No. 40	Resistencia en estado seco (a la disgregación)	Distancia (reacción a la agitación)	Tenacidad (consistencia cerca del límite plástico)							
								Limos y arcillas con límite líquido menor de 50	Nula a ligera	Rápida o lenta	Nula	ML	Limos inorgánicos y arenas finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad.
									Media a alta	Nula a muy lenta	Media	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad bajo a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
									Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
								Limos y arcillas con límite líquido mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos musáceos o con diatomeas, limos elásticos.
									Alta a muy alta	Nula	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas.
Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta.									
Suelos altamente orgánicos			Fácilmente identificables por color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente con su textura fibrosa	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.								

^a Casos límites, los suelos que poseen características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. Por ejemplo, GW-GC, mezcla bien graduada de arena y grava en una matriz arcillosa.

^b Todos los tamaños de tamices se refieren al U.S. Standard.

Elaborado por: Israel Cevallos

Fuente: Marín L. "Mecánica de Suelos". 2008. [40]

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Realizar una propuesta de un proceso de conservación de la estructura del pavimento de la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600 del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos


- Realizar un levantamiento topográfico de la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600 del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.
- Realizar el aforo vehicular mediante conteo manual 12 horas diarias 7 días a la semana, para el cálculo del TPDA actual de la vía.
- Calificar el estado actual del pavimento existente, mediante el análisis del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para el tramo y secciones determinadas.
- Estimar las deflexiones elásticas del pavimento mediante el ensayo de la viga Benkelman y las características de las capas del pavimento.
- Proponer un proceso de conservación del pavimento existente, mediante el análisis del tipo de tratamiento necesario y/o técnicas de reparación, de acuerdo con las especificaciones técnicas AASHTO y MTOP.


CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

2.1. Materiales

2.1.1. Levantamiento topográfico

Tabla 8. Materiales y equipos para levantamiento topográfico

Materiales	Ilustración	Descripción
Estacas		Es un palo de longitud variada, generalmente corto, con uno de sus dos extremos afilado, por este particular tiene varios usos, ya que puede clavarse en el suelo.
Espray de pintura		Pintura envasada, generalmente en botes de aluminio, que sirve para realizar trabajos de pintura rápidos en superficies de pequeñas dimensiones.
Cinta métrica (50 m)		Instrumento de medición, que puede llegar a medir grandes longitudes y por su flexibilidad pueden ser enrolladas y transportadas con facilidad.
Flexómetro		Instrumento de medición, puede llegar a medir ciertas longitudes y por su flexibilidad pueden ser enrolladas y transportadas con facilidad.
Equipos	Ilustración	Descripción

GPS Garmin Oregon 650		Equipo profesional en órbita sobre el planeta que envía información sobre la posición o ubicación de personas u objetos.
-----------------------	---	--

Elaborado por: Israel Cevallos

2.1.2. Determinación del TPDA

Para este punto, durante el aforo vehicular se necesitó únicamente de formatos prediseñados para el conteo vehicular de campo (ANEXO A-1) y nuestra presencia en la estación determinada.

2.1.3. Análisis del Índice de Condición del Pavimento

Para la realización de este objetivo se necesitó de materiales como: spray de pintura, cinta métrica de (50m) y flexómetro, los cuales fueron descritos anteriormente, además de estos se necesitó de formatos prediseñado para el registro de cada una de las fallas (ANEXO B-1) presentes en las unidades de muestreo seleccionadas.

2.1.4. Ensayos de suelos

Se presenta una tabla donde se detallan los equipos y materiales necesarios para realizar cada ensayo de suelo, acompañado de su correspondiente ilustración.

Tabla 9. Equipos y materiales para ensayos de suelos


Ensayo	Ilustración	Equipos y Materiales
Densidad de campo		Frasco con arena de Ottawa, cono, placa base, cuchara, brocha, martillo, cincel punta de diamante, cincel punta plana, fundas plásticas, balanza electrónica

<p>Contenido de humedad de los suelos</p>		<p>Horno, balanza, recipientes, equipo de manipulación de recipientes (guantes, tenazas), otros utensilios</p>
<p>Análisis granulométrico</p>		<p>Máquina tamizadora, tamices, balanza</p>
<p>Límite líquido</p>		<p>Copa de Casagrande, recipientes, acanalador, horno, balanza, espátula</p>
<p>Límite plástico</p>		<p>Placa de vidrio, recipientes, horno, balanza, espátula</p>
<p>Proctor modificado Tipo B</p>		<p>Moldes cilíndricos de metal, martillo compactador, enrasador, probeta, bandejas, palustre, balanzas, recipientes, horno</p>
<p>CBR</p>		<p>Moldes cilíndricos de metal, martillo compactador, enrasador, probeta, bandejas, palustre, balanzas, recipientes, horno, pesa anular, pesa ranurada, máquina automática multispeed</p>

Elaborado por: Israel Cevallos

2.1.5. Viga Benkelman

Tabla 10. Equipos para ensayo Viga Benkelman

Equipos	Ilustración	Descripción
Viga Benkelman		Equipo o dispositivo simple de brazo de palanca que mide la deflexión de pavimentos flexibles bajo la acción de cargas de ruedas en movimiento.
Volqueta (8.2 ton)		Vehículo utilizado con el fin de aportar carga al pavimento flexible y ayudar en la medición de la deflexión con la Viga Benkelman.

Elaborado por: Israel Cevallos

2.1.6. Extracción de contenido de asfalto con centrífuga

Tabla 11. Equipo para extracción de asfalto

Equipos	Ilustración	Descripción
Extractor centrífugo		Equipo de centrifugado con su respectivo tablero interruptor que modifica las velocidades de centrifugación necesarias para la realización de ensayos de extracción.
Disolvente		Sustancia utilizada para desintegrar y lavar las muestras de carpeta asfáltica. En el presente estudio se utilizó gasolina extra como disolvente.

Elaborado por: Israel Cevallos

2.2. Métodos

Podríamos afirmar que “la metodología” es el estudio analítico y crítico de los métodos de investigación y de prueba; esto incluye: la descripción, el análisis y la valoración crítica de los métodos que conciernen a la investigación.[41]

A continuación, se detalla la metodología que servirá para desarrollar los objetivos previamente expuestos.

2.2.1. Nivel o Tipo del Trabajo Experimental

2.2.1.1. Investigación Bibliográfica

Permite abarcar todo tema relacionado al mantenimiento y conservación de la capa de rodadura y su correcto desarrollo, mediante la obtención de material de apoyo como fuentes bibliográficas, normas, especificaciones, métodos, ensayos y demás fuentes de investigación que posibiliten la creación de una guía técnica.

2.2.1.2. Investigación Exploratoria o de Campo

El presente proyecto tiene como finalidad proporcionar un proceso de conservación vial por lo cual es necesario adquirir información in situ del proyecto como la obtención de datos georreferenciados mediante levantamiento topográfico, toma de muestras de suelo, el valor de TPDA mediante conteo vehicular, aplicación de la Viga Benkelman y un análisis visual de la vía que ayuda a la obtención del valor de PCI.

2.2.1.3. Investigación de Laboratorio

Para la optimización del proyecto se debe analizar las muestras de suelo obtenidas en campo, esta investigación se desarrollará en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para el desarrollo y cumplimiento de cada uno de los objetivos, el presente trabajo fue dividido en diferentes fases de estudio detalladas a continuación.

2.2.2. FASE 1: Levantamiento de información en campo

2.2.2.1. Levantamiento topográfico

En la Ingeniería civil es necesario prescindir de un levantamiento topográfico con el fin de obtener información precisa del terreno o lugar de estudio, a partir de la ayuda

de un GPS de precisión y materiales necesarios se obtuvieron un total de 93 puntos georreferenciados, dichos puntos tomados cada 100 m en tramos rectos de la vía y cada 10 m en tramos con presencia de curvas. El proyecto tiene una longitud de 3.80 km de la vía Camino Real (Norte) desde la abscisa km 3+800 hasta km 7+600.

2.2.2.2. Aforo vehicular manual para determinación del TPDA

Para el estudio de tránsito vehicular se realizó un aforo vehicular manual de 12 horas diarias durante 7 días de la semana, desde el lunes 09 de mayo al domingo 15 de mayo de 2022 en horario de 6am a 6pm con intervalos de 15 min.

Fue indispensable realizar un conteo manual en jornada nocturna para obtener el porcentaje de vehículos que transitan en durante el horario de 6pm a 6am en el día cuyo valor total de vehículos sea el más cercano al promedio del total de vehículos de los 7 días de estudio, con los datos obtenidos, el valor del cálculo del TPDA tendrá una mejor aceptación. La estación de conteo se ubicó en la abscisa km 3+800.

2.2.2.3. Evaluación del Índice de Condición del Pavimento

Una vez determinadas las unidades de muestreo se procede a realizar la inspección visual de cada una de estas, con la ayuda de una “hoja de exploración de la condición” para cada unidad de muestreo, se registran cada una de las fallas encontradas, teniendo en cuenta su tipo y severidad.

Posteriormente, al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI, el cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “valores deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad registradas.

2.2.2.4. Obtención de muestras

Con el fin de obtener las características y propiedades físico-mecánicas de los materiales que conforman la estructura del pavimento de la vía de estudio, se procede a realizar calicatas en cada kilómetro contemplado dentro del proyecto, con las siguientes medidas: 1.0 m x 1.0 m x 1.50 m. La extracción de muestras se realizó bajo la norma NTE INEN 686.

Las calicatas se desarrollaron en las ubicaciones mostradas a continuación:

Tabla 12. *Ubicación de calicatas*

Pozo a Cielo Abierto				
No.	Abscisa	Coordenadas		
		Este	Norte	Altitud
1	4+020	766142.81	9869383.35	2735.87
2	5+260	766240.22	9870605.35	2786.14
3	6+070	766258.79	9871426.93	2764.88
4	7+600	766251.82	9872824.89	2741.95

Elaborado por: Israel Cevallos

2.2.3. FASE 2: Estudio y ensayo de suelos

Con las muestras obtenidas mediante el desarrollo de calicatas, se procede a realizar los ensayos correspondientes siguiendo los procesos, instrucciones y recomendaciones contempladas en sus respectivas normas, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 13. *Ensayo de suelos y normas*

Ensayo	Norma
Densidad de campo	ASTM D1556-82
Contenido de humedad de los suelos	ASTM D2216
Análisis granulométrico	ASTM C136
Límite líquido	ASTM D4318-05
Límite plástico	ASTM D4318-05
Proctor modificado Tipo B	AASHTO T-180 / ASTM D1557-12
CBR	AASHTO T-193 / ASTM D1883-07

Elaborado por: Israel Cevallos

2.2.4. FASE 3: Estudio de la carpeta asfáltica

2.2.4.1. Viga Benkelman

Se definen puntos específicos a lo largo de la vía donde se realizará el ensayo. En el sitio, con ayuda de un camión que cumpla con características normalizadas, se colocan los neumáticos en el pavimento de manera que la rueda dual quede sobre el punto escogido para el ensayo. A continuación, se coloca la viga tras la rueda, procurando que el extremo de su brazo de medida quede exactamente en el centro del espacio de la rueda dual y se ajusta a cero la lectura del dial. Por último, se aleja el vehículo del

punto de ensayo y se lee en el dial el valor de la recuperación elástica de la deformación sufrida por el pavimento.

El ensayo de Medición de deflexiones se lo realiza bajo la norma ASTM D4695-03, realizando la medición de deflexiones cada 200m a lo largo de la vía, alternando sus carriles.

Tabla 14. *Puntos de aplicación ensayo Viga Benkelman*

Estación	Abscisa	Carril	
		Izquierdo	Derecho
1	3+900	X	
2	4+100		X
3	4+300	X	
4	4+500		X
5	4+700	X	
6	4+900		X
7	5+100	X	
8	5+300		X
9	5+500	X	
10	5+700		X
11	5+900	X	
12	6+100		X
13	6+300	X	
14	6+500		X
15	6+700	X	
16	6+900		X
17	7+100	X	
18	7+300		X
19	7+500	X	

Elaborado por: Israel Cevallos

2.2.4.2. Extracción de contenido de asfalto con centrífuga

Para la realización de este ensayo se utilizará las especificaciones estipuladas en la norma ASTM D2172, la misma especifica que, se deben obtener muestras de la carpeta asfáltica presente en la vía de estudio, estas deben de separarse o dividirse, de no ser posible la separación, la muestra es calentada a 110 ± 5 °C para que se vuelva lo suficientemente blanda como para poder disgregarla.

Se coloca una porción seca de la muestra, de 500 a 300 gr, dentro del tazón del equipo de extracción, se cubre la porción con el disolvente dejándolo reposar el tiempo

suficiente para que el disolvente desintegre la porción de asfalto, por otro lado se toma la masa del anillo filtro y se lo coloca alrededor del borde del tazón. Se coloca la tapa sobre el tazón y se ajusta el tornillo de fijación. Se sujeta firmemente la cubierta del tazón y se coloca un vaso de precipitación debajo del desagüe para recoger el extracto.

Posteriormente se inicia la centrifugación girando gradualmente hasta obtener una velocidad máxima de 3600 rev/min y la misma se detiene hasta que el disolvente deje de fluir por el desagüe, se agregan 200 ml de disolvente y se repite el procedimiento hasta que el extracto no sea más oscuro que un color rojizo claro. Se recoge es extracto y las lavaduras en un recipiente adecuado.

Como ya se había mencionado, se prescindió de muestras de asfalto de la vía, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 15. *Ubicación de muestras de pavimento asfáltico*

Muestras de Pavimento Asfáltico			
Muestra	Abscisa	Carril	
		Izquierdo	Derecho
1	4+000	X	X
2	5+000	X	X
3	6+000	X	X
4	7+000	X	X

Elaborado por: Israel Cevallos

2.2.5. Plan de recolección de información

Tabla 16. *Plan de recolección de información*

Preguntas Básicas	Explicación
¿Para qué?	Elaborar un proceso de conservación de la estructura del pavimento de la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600 del cantón Ambato, provincia de Tungurahua.
¿De qué persona u objeto?	De la estructura del pavimento de la vía Camino Real (Norte).
¿Sobre qué aspecto?	→ Índice de Condición del Pavimento (PCI), → Deflexiones de la carpeta asfáltica, → Capacidad portante del suelo y espesores de las capas que componen la estructura del pavimento.

¿Quién?	Kevin Israel Cevallos Pilco
¿Dónde?	Vía Camino Real (Norte), Laboratorios de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la UTA.
¿Cómo?	→ Mediante investigación exploratoria o de campo, ensayos de laboratorio e investigación bibliográfica, → Utilizando Normas ASTM y AASHTO, → Método de evaluación PCI, → Estudio del pavimento.

Elaborado por: Israel Cevallos

2.2.6. Plan de procesamiento y análisis

Una vez obtenidos los datos de campo se procederá a procesar toda información recabada con ayuda de un equipo de computación y los respectivos programas que faciliten dicho procesamiento tales como, Autodesk Civil 3D software que sirve para el diseño de infraestructura diversa, principalmente relacionada al movimiento de tierras, topografía y redes de tuberías, además, de hojas electrónicas que serán de mucha utilidad para el cálculo de los diferentes valores de las actividades realizadas, teniendo como propósito la elaboración de un proceso de conservación vial para la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600.

- Levantamiento topográfico
- Aforo vehicular manual para el cálculo de TPDA
- Ensayos de suelos
- Índice de Condición del Pavimento (PCI)
- Medición de deflexiones ensayo Viga Benkelman

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y Discusión de los Resultados

A continuación, de la recolección de los diferentes datos en sus respectivas fases de estudio se realizó el procesamiento y tabulación de estos a partir de tablas y gráficos los cuales ayudan a la fácil interpretación de las distintas variables a determinar y de esta manera obtener los resultados requeridos.

3.1.1. FASE 1

3.1.1.1. Levantamiento Topográfico

Los planos se realizaron a partir de los puntos georreferenciados obtenidos con ayuda de Autodesk Civil 3D, como se observa en la siguiente figura.

Figura 33. Franja topográfica y unión de puntos georreferenciados



Elaborado por: Israel Cevallos

Cada uno de los planos obtenidos se aprecian en el ANEXO F.

3.1.1.2. Análisis del estudio de tráfico

Para poder realizar el cálculo del TPDA se necesita de los datos obtenidos mediante la metodología presentada en el numeral 2.2.2.2., a continuación, se detalla la totalidad de vehículos por día:

Tabla 17. Número total de vehículos por día de conteo

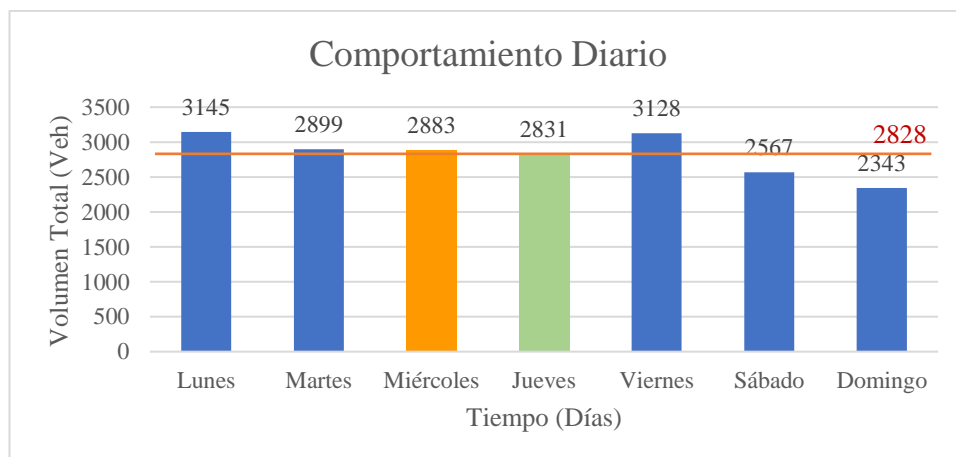
Día	Total de Vehículos en Ambos Sentidos
Lunes	3145
Martes	2899
Miércoles	2883
Jueves	2831
Viernes	3128
Sábado	2567
Domingo	2343

Elaborado por: Israel Cevallos

Se puede observar que el día con mayor flujo vehicular es el lunes 09 de mayo 2022 con 3145 vehículos contados, un valor similar obtenido el viernes 13 de mayo de 2022 con 3128. Así mismo la hora pico se encuentra en el lapso de 07:00 am a 08:00 am.

Como ya se mencionó, se dispuso de un conteo vehicular nocturno realizado en los días con los valores más cercanos al promedio de los vehículos contabilizados por día, resultando ser miércoles y jueves, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 34. Comportamiento diario



Elaborado por: Israel Cevallos

Del conteo realizado en horario de miércoles 6pm a jueves 6am se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 18. *Número total de vehículos en horario nocturno*

Día	Total de Vehículos en Ambos Sentidos
Miércoles - Jueves	706

Elaborado por: Israel Cevallos

Dato que sirve para determinar el porcentaje de vehículos que transitan en los lapsos requeridos, a continuación se muestra una tabla con los datos obtenidos el miércoles en sus 24 horas y los porcentajes respectivos.

Figura 35. *Determinación de porcentajes de tránsito vehicular*

INTERVALO DE TIEMPO	DÍA			
	MIÉRCOLES			
0	0-1	9	86	2.4%
1	1-2	6		
2	2-3	1		
3	3-4	3		
4	4-5	14		
5	5-6	53		
6	6-7	263	2883	80.3%
7	7-8	381		
8	8-9	243		
9	9-10	206		
10	10-11	175		
11	11-12	220		
12	12-13	199		
13	13-14	217		
14	14-15	211		
15	15-16	218		
16	16-17	247		
17	17-18	303		
18	18-19	282		
19	19-20	161		
20	20-21	79		
21	21-22	52		
22	22-23	36		
23	23-24	10	3589	

Elaborado por: Israel Cevallos

Una vez obtenidos los porcentajes requeridos se procede a realizar una proyección con los datos del conteo para estimar la totalidad de los vehículos que transitarían las 24 horas del día, y con esto el cálculo del Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS).

Tabla 19. Proyección de tráfico

PROYECCIÓN DE TRÁFICO									
Intervalo de Tiempo	Porcentaje de Tráfico	Días de Aforo Vehicular							TPDS
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
00:00 - 06:00	2.4%	94	87	86	85	94	77	70	3522
06:00 - 18:00	80.3%	3145	2899	2883	2831	3128	2567	2343	
18:00 - 00:00	17.3%	677	624	620	609	673	553	504	
Total:		3916	3610	3589	3525	3895	3197	2917	

Elaborado por: Israel Cevallos

Determinación del Tráfico Promedio Diario Semanal

$$TPDS = \frac{\sum \text{Número total de vehículos por día}}{\text{Días de la semana}}$$

Ec. 1

$$TPDS = \frac{(3916 + 3610 + 3589 + 3525 + 3895 + 3197 + 2917)}{7}$$

$$TPDS = 3522 \text{ veh/día}$$

3.1.1.2.1. Cálculo del TPDA

Se lo estima con base a la media muestral o Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS), según la siguiente expresión:

$$TPDA = TPDS \pm Z_c * \frac{S}{\sqrt{n}} * \left[\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right]$$

Ec. 2

Donde:

$TPDA$ = Tráfico Promedio Diario Anual

$TPDS$ = Tráfico Promedio Diario Semanal

Z_c = Número de desviaciones estándar correspondientes al nivel de confiabilidad deseado

S = Desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tráfico diario

N = Tamaño de la población en número de días del año

n = Tamaño de la población en número de días del aforo

Y,

$$S = \sqrt{\frac{\sum(TD_i - TPDS)^2}{n - 1}}$$

Ec. 3

Donde:

TD_i = Volumen del tráfico del día i

Calculando S ,

$$S = \sqrt{\frac{778257}{7 - 1}}$$

$$S = 360.15$$

Entonces,

$$TPDA = 3522 \pm 1.96 * \frac{360.15}{\sqrt{7}} * \left[\sqrt{\frac{365 - 7}{365 - 1}} \right]$$

Para el nivel de confianza del 95% se utiliza 1.96.

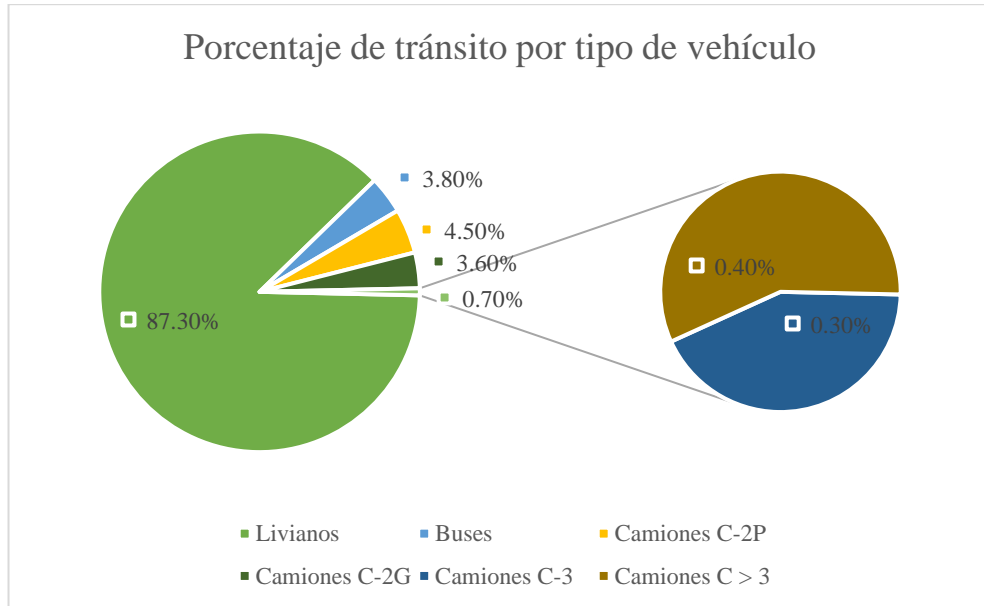
$$TPDA (-) = 3258 \text{ veh/día}$$

$$TPDA (+) = 3787 \text{ veh/día}$$

Realizado el cálculo, se obtiene un TPDA de 3787 veh/día para la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600, valor que nos servirá para determinar

el TPDA por cada tipo vehículo a partir de los porcentajes obtenidos durante el aforo vehicular manual.

Figura 36. Porcentajes de tránsito por tipo de vehículo



Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.1.2.2. Cálculo de TPDA por tipo de vehículo

- **TPDA Vehículos livianos**

$$TPDA_{livianos} = \frac{3787 * 87.30\%}{100} = 3307 \text{ veh/día}$$

- **TPDA Buses**

$$TPDA_{buses} = \frac{3787 * 3.80\%}{100} = 144 \text{ veh/día}$$

- **TPDA Camiones**

$$TPDA_{C-2P} = \frac{3787 * 4.50\%}{100} = 171 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{C-2G} = \frac{3787 * 3.60\%}{100} = 137 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{C-3} = \frac{3787 * 0.30\%}{100} = 12 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{C>3} = \frac{3787 * 0.40\%}{100} = 16 \text{ veh/día}$$

A continuación se muestra una tabla correspondiente a los valores de TPDA por cada tipo de vehículo.

Tabla 20. Porcentajes y TPDA para cada tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Porcentaje	TPDA	
Livianos	87.30%	3307	
Buses	3.80%	144	
Camiones	C-2P	4.50%	171
	C-2G	3.60%	137
	C-3	0.30%	12
	C>3	0.40%	16
TOTAL	100%	3787	

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.1.2.3. Cálculo del tráfico futuro

El tráfico de la vía Camino Real (Norte) en el tramo de la abscisa 3+800 hasta 7+600, será proyectado para un periodo de diseño de 20 años, el cuál inicia en el año 2022 hasta el año 2042. Aplicando la siguiente fórmula:

$$Tf = Tt * (1 + i)^n$$

Ec. 4

Donde:

Tf = Tráfico futuro

Tt = Tráfico total

i = Tasa de crecimiento

n = Número de años de proyección

Se hizo uso de datos proporcionados por el INEC para obtener los valores de la tasa de crecimiento vehicular para la provincia de Tungurahua, indicados a continuación:

Tabla 21. Tasa de crecimiento vehicular

TASA CRECIMIENTO POR QUINQUENIO	
2011-2016	1.54%
2017-2021	1.06%
2022-2026	0.81%
2027-2031	0.66%
2031-2036	0.55%
2036-2041	0.47%
2041-2046	0.42%
2046-2051	0.37%

Fuente: INEC

Realizados los cálculos correspondientes se obtuvieron los siguientes resultados de tráfico futuro.

Tabla 22. Tráfico futuro en la vía Camino Real Norte

Año	Tasa de crecimiento (%)	Tráfico Futuro (veh/día)						TPDA futuro (veh/día)
		Livianos (A)	Buses (B)	Camiones				
				2 Ejes (C-2P)	2 Ejes (C-2G)	3 Ejes (C-3)	>3 Ejes (C > 3)	
2022	0.81%	3307	144	171	137	12	16	3787
2023	0.81%	3334	146	173	139	13	17	3822
2024	0.81%	3361	147	174	140	13	17	3852
2025	0.81%	3389	148	176	141	13	17	3884
2026	0.81%	3416	149	177	142	13	17	3914
2027	0.66%	3418	149	177	142	13	17	3916
2028	0.66%	3441	150	178	143	13	17	3942
2029	0.66%	3463	151	180	144	13	17	3968
2030	0.66%	3486	152	181	145	13	17	3994
2031	0.66%	3509	153	182	146	13	17	4020
2032	0.55%	3494	153	181	145	13	17	4003
2033	0.55%	3513	153	182	146	13	17	4024
2034	0.55%	3532	154	183	147	13	18	4047
2035	0.55%	3552	155	184	148	13	18	4070
2036	0.55%	3571	156	185	148	13	18	4091
2037	0.47%	3548	155	184	147	13	18	4065
2038	0.47%	3565	156	185	148	13	18	4085
2039	0.47%	3582	156	186	149	13	18	4104
2040	0.47%	3599	157	187	150	14	18	4125
2041	0.42%	3582	156	186	149	13	18	4104
2042	0.42%	3597	157	186	149	14	18	4121

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.1.2.4. Clasificación de la vía en función del TPDA

Tras obtener el valor del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) correspondiente a 3787 veh/día, y su proyección de Tráfico Futuro en 20 años, obteniendo 4121 veh/día, la vía Camino Real (Norte) se clasifica en la actualidad como una “Vía Colectora –

Clase I” y seguirá con esta denominación a futuro, de acuerdo con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB).

Tabla 23. Clasificación de la vía en función del TPDA

Función	Clase de Carretera	TPDA (Año Final de Diseño)
Corredor Arterial	RI - RII (1)	>8000
Colectora	I	3000-8000
	II	1000-3000
	III	300-1000
Vecinal	IV	100-300
	V	300

Fuente: NEVI-12 - MTOB: Volumen N°2 Norma Para Estudios Y Diseños Viales [15]

3.1.1.2.5. Cálculo de ejes equivalentes

En la vía Camino Real (Norte) existe la circulación de diferentes vehículos pesados, para el presente estudio se deberá modificar a ejes equivalentes los cuales serán de ayuda para futuros cálculos en este proyecto.

Para el cálculo de los ejes equivalentes se utilizará el criterio simplificado de la metodología AASHTO 93, que considera solo ejes equivalentes sencillos de 8.2 toneladas, es decir vehículos pesados.

Previo al cálculo es necesario disponer de los factores de daño en relación con el tipo de vehículo y factores de distribución según el número de carriles de una carretera, estos se presentan a continuación.

Tabla 24. 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
	Ton	(P/6.6) ⁴	Ton	(P/8.2) ⁴	Ton	(P/15) ⁴	Ton	(P/23) ⁴	
Bus	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	3	0.04							1.31
	7	1.27							
C-2G	7	1.27	11	3.24					4.50
C-3	7	1.27			20	3.16			4.43
C>3	7	1.27			20	3.16	24	1.19	5.61

Fuente: AASHTO -93, Diseño de pavimentos

Tabla 25. Factores de distribución direccional (*Fd*)

Número de carriles	Porcentaje de vehículos por carril (%)
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO -93, Diseño de pavimentos

Tabla 26. Porcentaje de *W18* en el carril *DI* (*DI*)

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de <i>W18</i> en un carril (%)
1	100
2	80 - 100
3	60 -80

Fuente: AASHTO -93, Diseño de pavimentos

La vía en estudio presenta 2 carriles uno en cada dirección, razón por la cual consideramos el 50% de vehículos por carril (*Fd*) y el 100% de *W18* en el carril (*DI*).

Para el cálculo de ejes equivalentes se emplea la siguiente ecuación:

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

Ec. 5

Donde:

*W*₁₈ = Número de ejes equivalentes

TPDA = Tráfico promedio diario anual

FD = Factor de daño

Fd = Factor de distribución direccional

DI = Porcentaje de *W18* en el carril *DI*

A continuación se presenta el ejemplo de cálculo para el año 2022 acompañado de los resultados obtenidos en el cálculo de ejes equivalentes y los datos obtenidos de tráfico futuro de la vía Camino Real (Norte).

$$W_{18} = ((144 * 1.04 + 171 * 1.31 + 137 * 4.50 + 12 * 4.43 + 16 * 5.61) * 365) * 0.5 * 1$$

$$W_{18} = 206856 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 27. Cálculo de ejes equivalentes

Año	Tráfico Futuro (veh/día)						W18 Calculado	W18 Acumulado	W18 Carril de diseño
	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones						
			2 Ejes (C-2P)	2 Ejes (C-2G)	3 Ejes (C-3)	>3 Ejes (C > 3)			
2022	3307	144	171	137	12	16	206856	206856	103428
2023	3334	146	173	139	13	17	211189	418045	209023
2024	3361	147	174	140	13	17	212440	630485	315243
2025	3389	148	176	141	13	17	213929	844414	422207
2026	3416	149	177	142	13	17	215180	1059594	529797
2027	3418	149	177	142	13	17	215180	1274774	637387
2028	3441	150	178	143	13	17	216430	1491204	745602
2029	3463	151	180	144	13	17	217920	1709124	854562
2030	3486	152	181	145	13	17	219170	1928294	964147
2031	3509	153	182	146	13	17	220421	2148715	1074358
2032	3494	153	181	145	13	17	219360	2368075	1184038
2033	3513	153	182	146	13	17	220421	2588496	1294248
2034	3532	154	183	147	13	18	222696	2811192	1405596
2035	3552	155	184	148	13	18	223946	3035138	1517569
2036	3571	156	185	148	13	18	224375	3259513	1629757
2037	3548	155	184	147	13	18	223124	3482637	1741319
2038	3565	156	185	148	13	18	224375	3707012	1853506
2039	3582	156	186	149	13	18	225435	3932447	1966224
2040	3599	157	187	150	14	18	227494	4159941	2079971
2041	3582	156	186	149	13	18	225435	4385376	2192688
2042	3597	157	186	149	14	18	226433	4611809	2305905

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.1.3. Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El objetivo de este método es identificar de manera visual las fallas presentes a lo largo de la vía Camino Real (Norte) de la provincia de Tungurahua en el tramo km 3+800 hasta km 7+600, para posteriormente realizar los cálculos pertinentes.

3.1.1.3.1. Cálculo de Unidades de Muestreo

Para la determinación de las unidades de muestreo se necesitó de los siguientes datos:

Tabla 28. Datos para la determinación de unidades de muestreo

Datos de la vía	
Ancho Promedio de Calzada	8.20 m
Longitud del Tramo (Lt)	3800 m
Área del Tramo (A)	230 ± 93 m ²
Error Admisible Estimado para PCI de la Sección	5%
Desviación Estándar del PCI para Pavimentos Asfálticos σ	10

Elaborado por: Israel Cevallos

- Longitud la Unidad de Muestreo

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

Ec. 6

Donde:

L = Longitud de la Unidad de Muestreo

A = Área de la muestra

A_v = Ancho de la vía

$$L = \frac{230 \pm 93 \text{ m}^2}{8.20 \text{ m}}$$

$$L (-) = 16.80 \text{ m}$$

$$L (+) = 39.60 \text{ m}$$

Se realiza el promedio de los valores obtenidos,

$$L_{prom} = 28.20 \text{ m}$$

Y se utiliza un valor cerrado asumido.

$$L_{asum} = 30.00 \text{ m}$$

- Área real del tramo

$$A = A_v * L$$

Ec. 7

$$A = 8.20 \text{ m} * 30.00 \text{ m}$$

$$A = 245.00 \text{ m}^2$$

- **Número total de muestras**

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

Ec. 8

Donde:

N = Número total de unidades de muestreo

L_t = Longitud del tramo de la vía

L = Longitud de la Unidad de Muestreo

$$N = \frac{3800 \text{ m}}{30 \text{ m}}$$

$$N = 126.67 \approx 127 \text{ unidades}$$

- **Unidades mínimas de muestreo**

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

Ec. 9

Donde:

n = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

N = Número total de unidades de muestreo

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

σ = Desviación estándar del PCI entre las unidades

$$n = \frac{127 * (10)^2}{\frac{(5)^2}{4} * (127 - 1) + (10)^2}$$

$$n = 14.31 \approx 14 \text{ unidades}$$

- **Intervalo de la muestra**

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

Ec. 10

Donde:

i = Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

N = Número total de unidades de muestreo

n = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

$$i = \frac{127 \text{ unidades}}{14 \text{ unidades}}$$

$$i = 9.07 \approx 9$$

Tabla 29. *Unidades de Muestreo para el Índice de Condición de Pavimento*

Unidad de Muestreo	Abscisa Inicial	Abscisa Final
1	3+860	3+890
2	4+130	4+160
3	4+400	4+430
4	4+670	4+700
5	4+940	4+970
6	5+210	5+240
7	5+480	5+510
8	5+750	5+780
9	6+020	6+050
10	6+290	6+320
11	6+560	6+590
12	6+830	6+860
13	7+100	7+130
14	7+370	7+400

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.1.3.2. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Una vez obtenida la información de las fallas presentes en cada una de las unidades de muestreo se procede a calcular el Índice de Condición de Pavimento bajo el

procedimiento de cálculo presentado en la norma ASTM D6433-03. Como ejemplo explicativo del proceso de cálculo se tomó la unidad de muestreo 6.

Tabla 30. Cálculo del PCI de la Unidad de muestreo 6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	5+210	Unidad de muestreo:	6				
Sección:	1	Abscisa final:	5+240	Área muestreo (m ²):	228.00				
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.6				
No.	Daño	ESQUEMA:							
1	Piel de cocodrilo								
2	Exudación								
3	Agrietamiento en bloque								
4	Abultamientos y hundimientos								
5	Corrugación								
6	Depresión								
7	Grieta de borde								
8	Grieta de reflexión de junta								
9	Desnivel carril / berma								
10	Grietas long. y transv.								
11	Parqueo								
12	Pulimiento de agregados								
13	Baches / huecos								
14	Cruce de vía férrea								
15	Ahuellamiento								
16	Desplazamiento								
17	Grieta parabólica								
18	Hinchamiento								
19	Intemperismo								
Daño	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
19	H	114					114.00	50.00	69
11	L	2.23	0.35	0.34			2.92	1.28	3
13	L	3					3.00	1.32	22
Valor Deducido Total:							94		
Número de Valores Deducidos > 2(q):		3		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		69							
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		3.85							
CÁLCULO DEL PCI									
No.	Valores Deducidos				Total	q	CDV		
1	69	22	3		94	3	60		
2	69	22	2		93	2	66		
3	69	2	2		73	1	73		
Máx CDV:							73		

Elaborado por: Israel Cevallos

- **Cálculo de la Densidad**

Para obtener el porcentaje de la Densidad, se divide el Área Total del Daño para el valor del Área de la Muestra en estudio.

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

Tipo de daño 19, Intemperismo (m^2) de severidad Alta (H).

$$Densidad = \frac{114.00}{228} * 100$$

$$Densidad = 50 \%$$

Tipo de daño 11, Parcheo (m^2) de severidad baja (L).

$$Densidad = \frac{2.92}{228} * 100$$

$$Densidad = 1.28 \%$$

Tipo de daño 13, Baches (*cant*) de severidad baja (L).

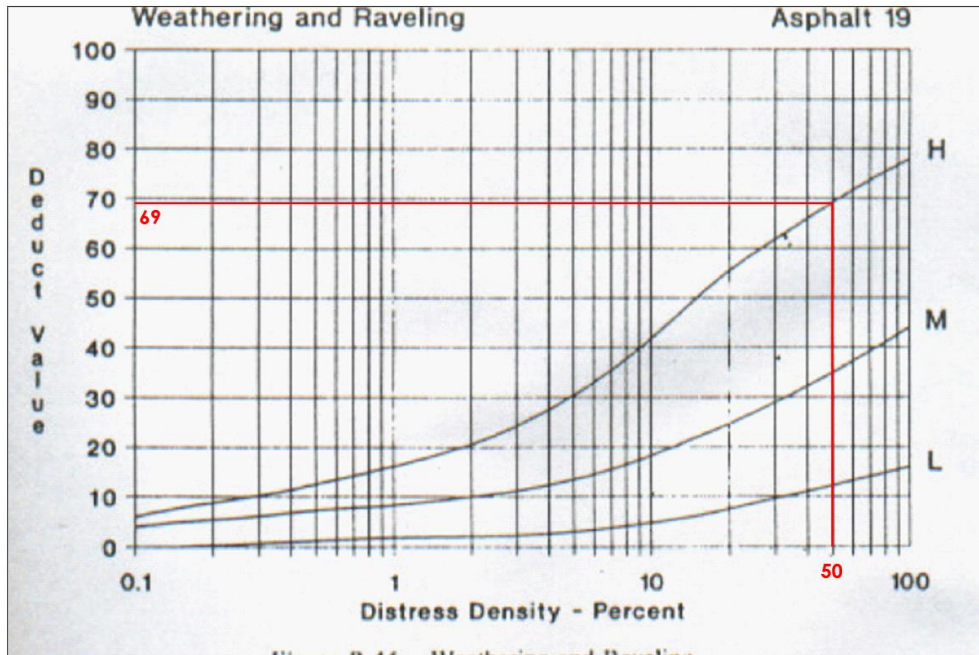
$$Densidad = \frac{3.00}{228} * 100$$

$$Densidad = 1.32 \%$$

- **Determinación de Valores Deducidos**

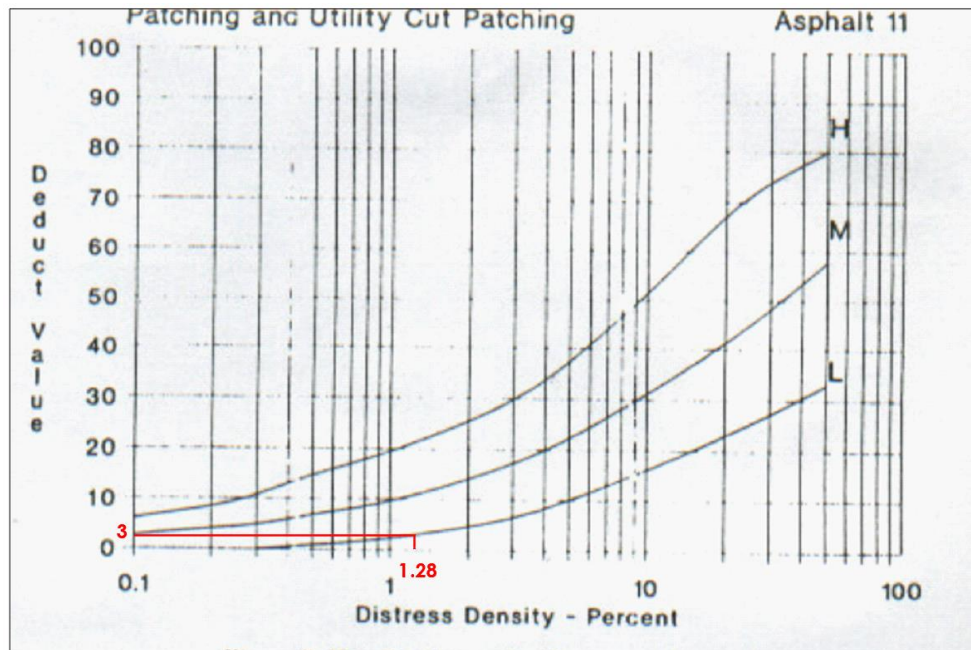
El Valor Deducido se lo determina mediante las curvas de valores deducidos correspondientes a pavimentos asfálticos de cada tipo de falla, utilizando el valor calculado de la Densidad y su severidad.

Figura 37. Curvas para pavimentos asfálticos Falla 19 Intemperismo



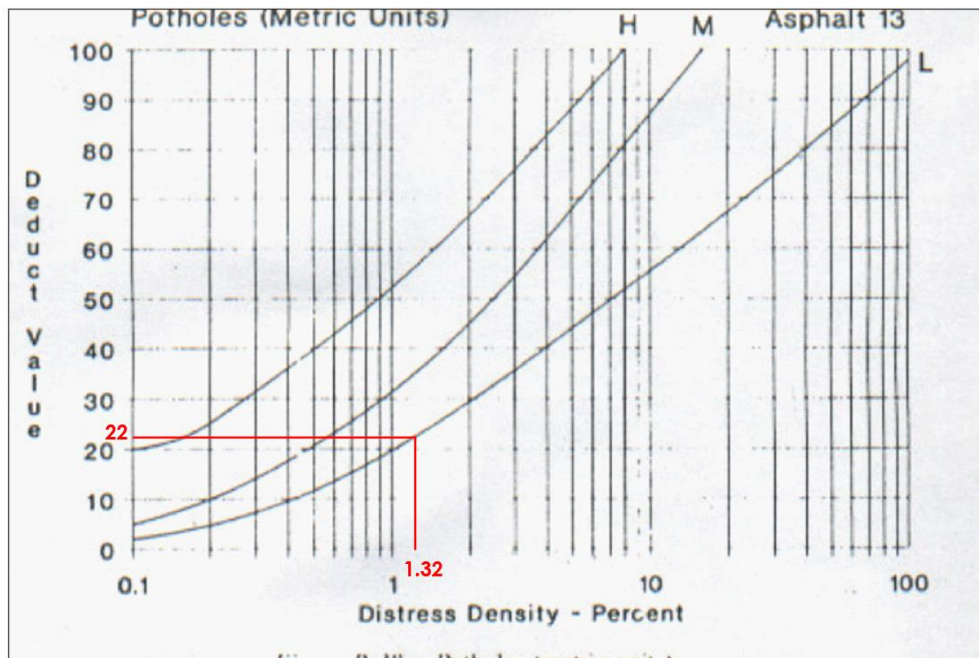
Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

Figura 38. Curvas para pavimentos asfálticos Falla 11 Parcheo



Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

Figura 39. Curvas para pavimentos asfálticos Falla 13 Baches



Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

- **Cálculo del Valor Deducido Total**

$$VDT = \sum \text{Valores Deducidos}$$

Ec. 12

Donde:

VDT = Valor Deducido Total

$$VDT = (69 + 3 + 22)$$

$$VDT = 94$$

- **Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Ec. 13

Donde:

m_i = Número máximo admisible de “Valores Deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i

$HVDV_i$ = El Mayor Valor Deducido Individual para la unidad de muestreo i

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 69)$$

$$m_i = 3.85$$

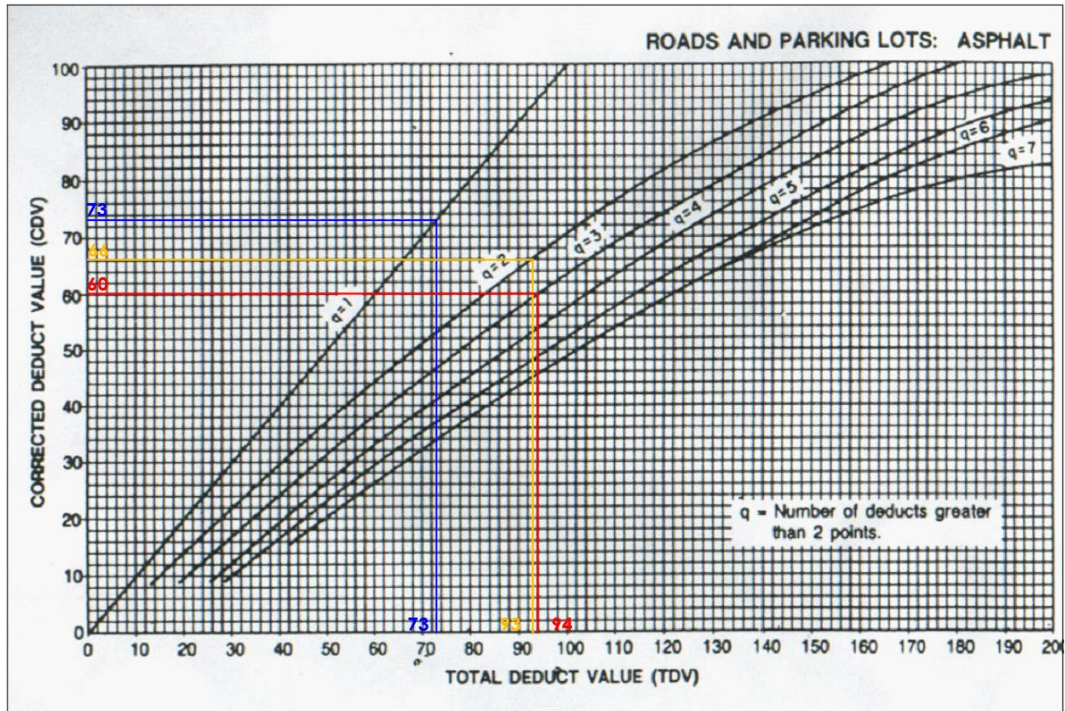
El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

- **Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido**

Al ser un proceso iterativo, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Determinar el número de Valores Deducidos, q , mayores que 2.0.
2. Determinar el Valor Deducido Total.
3. Determinar el CDV con q y el Valor Deducido Total en la curva de corrección.
4. Reducir a 2.0 el menor de los Valores Deducidos individuales que sea mayor que 2.0 y repita los pasos de 1 a 3 hasta que q sea igual a 1.
5. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos.

Figura 40. Determinación del CDV individuales



Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 31. Proceso iterativo y determinación del Máximo CDV

No.	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	69	22	3		94	3	60
2	69	22	2		93	2	66
3	69	2	2		73	1	73
Máx CDV:							73

Elaborado por: Israel Cevallos

- Cálculo del Índice de Condición del Pavimento

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Ec. 14

Donde:

PCI = Índice de Condición del Pavimento

Máx CDV = Máximo Valor Corregido Deducido

$$PCI = 100 - 73$$

$$PCI = 27$$

La Unidad de Muestreo analizada tiene un Índice de Condición de Pavimento (PCI) igual a 27, con lo cual entra en el rango de 40-25 catalogándolo en una condición de MALO.

Debido a que se tomaron en cuenta Unidades de Muestreo Adicionales es necesario realizar el cálculo para determinar el PCI de la sección del pavimento (PCI_S), con la siguiente ecuación.

$$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N}$$

Ec. 15

Donde:

PCI_S = PCI de la sección del pavimento

PCI_R = PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas

PCI_A = PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales

N = Número total de unidades de muestreo en la sección (127)



A = Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas (5)

$$PCI_S = \frac{[(127 - 5) * 39.71] + (5 * 13.50)}{127}$$

$$PCI_S = 38.68$$

3.1.1.3.3. Resultados del PCI en Unidades de Muestreo

Tabla 32. Resultados del PCI de la Vía Camino Real (Norte)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 							
RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							
Unidad de Muestreo	Abscisa Inicial	Abscisa Final	Área (m ²)	PCI	Clasificación	Intervención	Distintivo
1	3+860	3+890	255.00	26.50	MALO	Rehabilitación	
2	4+130	4+160	229.50	25.50	MALO	Rehabilitación	
3	4+400	4+430	214.50	13.50	MUY MALO	Reconstrucción	
4	4+670	4+700	224.25	22.50	MUY MALO	Reconstrucción	
5	4+940	4+970	220.50	64.00	BUENO	Rehabilitación	
6	5+210	5+240	228.00	27.00	MALO	Rehabilitación	
7	5+480	5+510	229.50	42.50	REGULAR	Rehabilitación	
8	5+750	5+780	222.00	74.00	MUY	Mantenimiento	
9	6+020	6+050	255.75	78.00	MUY	Mantenimiento	
10	6+290	6+320	255.75	43.00	REGULAR	Rehabilitación	
11	6+560	6+590	196.50	8.00	FALLADO	Reconstrucción	
12	6+830	6+860	186.75	70.50	MUY	Mantenimiento	
13	7+100	7+130	226.50	11.00	MUY MALO	Reconstrucción	
14	7+370	7+400	297.75	50.00	REGULAR	Rehabilitación	
PCI_r =				39.71	MALO		
Unidades Adicionales							
A1	4+040	4+070	237.00	0.00	FALLADO	Reconstrucción	
A2	6+170	6+200	255.75	16.50	MUY MALO	Reconstrucción	
A3	6+980	7+010	207.00	1.00	FALLADO	Reconstrucción	
A4	7+310	7+340	345.00	25.00	MUY MALO	Reconstrucción	
A5	7+460	7+490	334.50	25.00	MUY MALO	Reconstrucción	
PCI_A =				13.50	MUY MALO		

PCIs= 38.68 MALO

Elaborado por: Israel Cevallos

Determinado el Índice de Condición de Pavimento de la Vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600, con un valor de 38.68 se cataloga con una condición de MALO, tomando en consideración esta condición del pavimento, la intervención necesaria para el tramo de estudio es una Rehabilitación.

En el Anexo B se detalla la evaluación del pavimento de cada una de las unidades de muestreo por medio del método PCI.

3.1.2. FASE 2

Para el estudio de suelos en los que se extiende la Vía Camino Real (Norte) se realizó ensayos de laboratorio en los que se determinó: Contenido de Humedad Natural, Densidad de Campo, Análisis Granulométrico, Límite Líquido y Límite Plástico, Proctor Modificado tipo B y ensayo de la Relación de Soporte de California (CBR).

Previo a los ensayos se realizaron pozos a cielo abierto, extrayendo una muestra de 50 kg de suelo de la capa subrasante, muestra suficiente para realizar cada uno de los ensayos indicados.

3.1.2.1. Análisis Granulométrico

Para identificar el tipo o tipos de suelos presentes a lo largo de la vía de estudio se necesita de los resultados de granulometría y límites de Atterberg, estos se encuentran en el Anexo C. A continuación se detalla la clasificación determinada para cada muestra de suelo.

Tabla 33. *Resultados de granulometría y clasificación de los suelos*

Muestra	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Clasificación	
				AASHTO	SUCS
1	0.86	51.74	47.40	A-4 Suelos limosos	SM Arenas limosas
2	0.00	55.18	44.82	A-4 Suelos limosos	SP Arenas mal graduadas
3	1.22	64.64	34.14	A-2-4 Gravas y arenas limosas y arcillosas	SM Arenas limosas
4	1.96	62.22	35.82	A-4 Suelos limosos	SM Arenas limosas

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.2.2. Límites de Atterberg (Límite Líquido y Plástico)

Para realizar el ensayo se utilizó la norma: ASTM D4318-05, empleando el suelo que pasa el tamiz #200 de cada una de las muestras, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 34. *Resultados de Límite Líquido y Límite Plástico*

Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
1	23.40	21.86	1.54
2	24.30	18.36	5.94
3	20.15	18.54	1.61
4	22.75	20.61	2.14

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.2.3. Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B

Para realizar el ensayo CBR primero es necesario conocer el contenido óptimo de humedad, este lo podemos obtener a través del ensayo de Proctor Modificado el cual permite determinar la relación entre la densidad seca máxima de un suelo y su contenido óptimo de humedad. En el Anexo C se muestra el cálculo y obtención de resultados. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de cada una de las muestras de suelo.

Tabla 35. *Resultados de ensayo de compactación*

Muestra	Densidad seca máxima (gr/cm³)	Humedad óptima (%)
1	1.535	22.00
2	1.730	17.00
3	1.575	16.60
4	1.619	18.40

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.2.4. Ensayo de Relación de Soporte de California CBR

Mediante un análisis de compactación y densidad seca, este ensayo permite medir la resistencia al corte de un suelo con el contenido de humedad óptimo del mismo. En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos de CBR de cada una de las muestras de suelo con su respectiva clasificación general y uso.

Tabla 36. *Clasificación de suelos en base al CBR*

CBR (%)	Clasificación General	Uso
2-5	Muy mala	Subrasante
5-8	Mala	Subrasante
8-20	Regular-Buena	Subrasante
20-30	Excelente	Subrasante
30-60	Buena	Sub-base
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: AASHTO -93, Diseño de pavimentos.

Tabla 37. Clasificación del suelo de la vía en estudio en base al CBR

Muestra	CBR (%)	Clasificación	Uso
1	7.6	Mala	Subrasante
2	10.7	Regular - Buena	Subrasante
3	17.8	Regular - Buena	Subrasante
4	6.9	Mala	Subrasante

Elaborado por: Israel Cevallos

Una vez culminados los ensayos, se obtiene un promedio de CBR del 10.75%, lo cual nos indica que el suelo empleado sirve como subrasante y en general tiene un comportamiento de regular a bueno a lo largo del tramo de estudio.

3.1.2.5. Densidad de Campo y Contenido de Humedad Natural

Se determinó la densidad de campo por el método del cono y arena especificado en la normativa ASTM D1556-82, método utilizado para determinar la densidad in situ de depósitos de suelos naturales, agregados, mezclas de suelos o materiales similares. Además de obtener los valores de humedad natural a partir del mismo ensayo y bajo la norma ASTM D2216.

Tabla 38. Resultados de contenido de humedad y densidad de campo

Muestra	Humedad Natural (W%)	Densidad Húmeda	Densidad seca (gr/cm ³)	Densidad máx Proctor (gr/cm ³)	Compactación (%)
1	13.99	1.49	1.30	1.54	0.85
2	18.79	1.65	1.39	1.73	0.80
3	10.52	1.68	1.51	1.58	0.96
4	15.89	1.78	1.54	1.62	0.95

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.3. FASE 3

3.1.3.1. Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura

Las lecturas de deflexión se las realizaron a una distancia de 0.90m del borde de la vía, distancia que fue determinada en base al ancho promedio de la vía que es 8.20 metros.

Para las lecturas de deflexión, como norma se realiza una marca adicional a una distancia de 25cm para la deflexión que servirá para el cálculo del radio de curvatura, seguidamente se toma lecturas a los 50cm, 100 cm, 500 cm y 800cm.

A continuación se muestran las deflexiones obtenidas mediante el empleo de la Viga Benkelman.

Tabla 39. Deflexiones de la vía Camino Real (Norte) km 3+800 – km 7+600

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
DEFLEXIONES EN CAMPO DE LA CAPA DE RODADURA											
Estación	Abscisa	Carril		Lectura del Deflectómetro (x 10 ⁻² mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	3+900	X		0.0	9.0	15.0	27.0	37.0	38.0	31	4
2	4+100		X	0.0	10.0	19.0	29.0	41.0	42.0	32	2.5
3	4+300	X		0.0	12.0	30.0	42.0	46.0	47.0	33	4
4	4+500		X	0.0	21.0	40.0	49.0	54.0	54.0	34	2.5
5	4+700	X		0.0	17.0	38.0	46.0	50.0	50.0	32	4
6	4+900		X	0.0	7.0	24.0	34.0	39.0	40.0	29	2.5
7	5+100	X		0.0	10.0	24.0	36.0	41.0	41.0	33	2.5
8	5+300		X	0.0	13.0	34.0	42.0	48.0	50.0	32	2.5
9	5+500	X		0.0	11.0	32.0	43.0	47.0	49.0	30	2.5
10	5+700		X	0.0	11.0	34.0	45.0	51.0	51.0	30	2.5
11	5+900	X		0.0	5.0	22.0	31.0	38.0	39.0	30	5
12	6+100		X	0.0	3.0	15.0	23.0	24.0	24.0	29	5
13	6+300	X		0.0	3.0	19.0	29.0	34.0	35.0	29	5
14	6+500		X	0.0	3.0	20.0	34.0	38.0	41.0	30	5
15	6+700	X		0.0	4.0	21.0	34.0	40.0	40.0	32	5
16	6+900		X	0.0	3.0	16.0	36.0	39.0	40.0	32	2.5
17	7+100	X		0.0	3.0	18.0	35.0	41.0	42.0	31	2.5
18	7+300		X	0.0	2.0	16.0	32.0	38.0	39.0	30	2.5
19	7+500	X		0.0	6.0	25.0	37.0	43.0	43.0	33	2.5

Elaborado por: Israel Cevallos

Para obtener los valores reales de las deflexiones es necesario realizar ciertas correcciones a partir de las lecturas obtenidas en campo.

3.1.3.1.1. Corrección por el brazo con relación 1:2 de la Viga Benkelman

Para esta corrección se utiliza la siguiente ecuación:

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

Ec. 16

Donde:

D = Deflexiones

RB = Relación de brazo de la viga

D_f = Deflexión final

D_0 = Deflexión inicial

Se presenta el siguiente cálculo típico para la lectura de la primera estación de ensayo, acompañado de la tabla con las deflexiones corregidas obtenidas.

$$D = 2 * (38 \times 10^{-2} - 0)$$

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

Tabla 40. Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
DEFLEXIONES CORREGIDAS POR RELACIÓN DE BRAZO 1:2											
Estación	Abscisa	Carril		Lectura del Deflectómetro ($\times 10^{-2}$ mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	3+900	X		76.0	58.0	46.0	22.0	2.0	0.0	31	4
2	4+100		X	84.0	64.0	46.0	26.0	2.0	0.0	32	2.5
3	4+300	X		94.0	70.0	34.0	10.0	2.0	0.0	33	4
4	4+500		X	108.0	66.0	28.0	10.0	0.0	0.0	34	2.5
5	4+700	X		100.0	66.0	24.0	8.0	0.0	0.0	32	4
6	4+900		X	80.0	66.0	32.0	12.0	2.0	0.0	29	2.5
7	5+100	X		82.0	62.0	34.0	10.0	0.0	0.0	33	2.5
8	5+300		X	100.0	74.0	32.0	16.0	4.0	0.0	32	2.5
9	5+500	X		98.0	76.0	34.0	12.0	4.0	0.0	30	2.5
10	5+700		X	102.0	80.0	34.0	12.0	0.0	0.0	30	2.5
11	5+900	X		78.0	68.0	34.0	16.0	2.0	0.0	30	5
12	6+100		X	48.0	42.0	18.0	2.0	0.0	0.0	29	5
13	6+300	X		70.0	64.0	32.0	12.0	2.0	0.0	29	5
14	6+500		X	82.0	76.0	42.0	14.0	6.0	0.0	30	5
15	6+700	X		80.0	72.0	38.0	12.0	0.0	0.0	32	5
16	6+900		X	80.0	74.0	48.0	8.0	2.0	0.0	32	2.5
17	7+100	X		84.0	78.0	48.0	14.0	2.0	0.0	31	2.5
18	7+300		X	78.0	74.0	46.0	14.0	2.0	0.0	30	2.5
19	7+500	X		86.0	74.0	36.0	12.0	0.0	0.0	33	2.5

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.3.1.2. Corrección de las deflexiones por temperatura

Las deflexiones características deben referirse a una temperatura normal de 20 °C, por tal motivo se realiza la corrección por temperatura aplicando la ecuación siguiente:

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D0}{0.001 * (t - 20^{\circ}C) * h + 1}$$

Ec. 17

Donde:

$D_{20^{\circ}C}$ = Deflexión corregida por temperatura

$D0$ = Deflexión inicial corregida por brazo 1:2

t = Temperatura en sitio


h = Espesor de la carpeta asfáltica

A continuación se presenta un cálculo típico, acompañado de la tabla correspondiente a las deflexiones corregidas por temperatura obtenidas.

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{76}{0.001 * (31^{\circ}C - 20^{\circ}C) * 4 + 1}$$

$$D = 72.8 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 41. Deflexiones corregidas por temperatura

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
											
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA											
Estación	Abscisa	Carril		Lectura del Deflectómetro (x 10 ⁻² mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	3+900	X		72.8	55.6	44.1	21.1	1.9	0.0	31	4
2	4+100		X	81.6	62.1	44.7	25.2	1.9	0.0	32	2.5
3	4+300	X		89.4	66.5	32.3	9.5	1.9	0.0	33	4
4	4+500		X	104.3	63.8	27.1	9.7	0.0	0.0	34	2.5
5	4+700	X		95.4	63.0	22.9	7.6	0.0	0.0	32	4
6	4+900		X	78.2	64.5	31.3	11.7	2.0	0.0	29	2.5
7	5+100	X		79.4	60.0	32.9	9.7	0.0	0.0	33	2.5
8	5+300		X	97.1	71.8	31.1	15.5	3.9	0.0	32	2.5
9	5+500	X		95.6	74.1	33.2	11.7	3.9	0.0	30	2.5
10	5+700		X	99.5	78.0	33.2	11.7	0.0	0.0	30	2.5
11	5+900	X		74.3	64.8	32.4	15.2	1.9	0.0	30	5
12	6+100		X	45.9	40.2	17.2	1.9	0.0	0.0	29	5
13	6+300	X		67.0	61.2	30.6	11.5	1.9	0.0	29	5
14	6+500		X	78.1	72.4	40.0	13.3	5.7	0.0	30	5
15	6+700	X		75.5	67.9	35.8	11.3	0.0	0.0	32	5
16	6+900		X	77.7	71.8	46.6	7.8	1.9	0.0	32	2.5
17	7+100	X		81.8	75.9	46.7	13.6	1.9	0.0	31	2.5
18	7+300		X	76.1	72.2	44.9	13.7	2.0	0.0	30	2.5
19	7+500	X		83.3	71.7	34.9	11.6	0.0	0.0	33	2.5

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.3.1.3. Corrección por estacionalidad

CONREVIAl menciona ciertos parámetros de estacionalidad para realizar esta corrección, y se muestran a continuación.

Tabla 42. Factores de corrección por estacionalidad

Tipo de suelo (Subrasante)	Estación Lluviosa	Estación Seca
Arenosa - permeable	1	1.1 a 1.3
Arcillosa - sensible al agua	1	1.2 a 1.4

Fuente: CONREVIAl, 2014

El suelo predominante en la vía de estudio corresponde a un material arenoso – permeable además, las lecturas fueron realizadas en un día soleado y seco, por tales motivos se utilizará un factor de corrección entre 1.1 a 1.3, seleccionando el valor de 1.2, valor empleado en la siguiente ecuación:

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

Ec. 18

Donde:

D = Deflexión corregida por estacionalidad

fce = Factor de corrección por estacionalidad

$D_{20^{\circ}C}$ = Deflexión inicial corregida por temperatura

Se presenta el cálculo correspondiente para la lectura de la primera estación.

$$D = 1.2 * 72.8 \times 10^{-2}$$

$$D = 87.4 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 43. Deflexiones corregidas por estacionalidad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD											
Estación	Abscisa	Carril		Lectura del Deflectómetro ($\times 10^{-2}$ mm)						Temperatura ($^{\circ}C$)	Espesor (cm)
		Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	3+900	X		87.4	66.7	52.9	25.3	2.3	0.0	31	4
2	4+100		X	97.9	74.6	53.6	30.3	2.3	0.0	32	2.5
3	4+300	X		107.2	79.8	38.8	11.4	2.3	0.0	33	4
4	4+500		X	125.2	76.5	32.5	11.6	0.0	0.0	34	2.5
5	4+700	X		114.5	75.6	27.5	9.2	0.0	0.0	32	4
6	4+900		X	93.9	77.5	37.6	14.1	2.3	0.0	29	2.5
7	5+100	X		95.3	72.1	39.5	11.6	0.0	0.0	33	2.5
8	5+300		X	116.5	86.2	37.3	18.6	4.7	0.0	32	2.5
9	5+500	X		114.7	89.0	39.8	14.0	4.7	0.0	30	2.5
10	5+700		X	119.4	93.7	39.8	14.0	0.0	0.0	30	2.5
11	5+900	X		89.1	77.7	38.9	18.3	2.3	0.0	30	5
12	6+100		X	55.1	48.2	20.7	2.3	0.0	0.0	29	5
13	6+300	X		80.4	73.5	36.7	13.8	2.3	0.0	29	5
14	6+500		X	93.7	86.9	48.0	16.0	6.9	0.0	30	5
15	6+700	X		90.6	81.5	43.0	13.6	0.0	0.0	32	5
16	6+900		X	93.2	86.2	55.9	9.3	2.3	0.0	32	2.5
17	7+100	X		98.1	91.1	56.1	16.4	2.3	0.0	31	2.5
18	7+300		X	91.3	86.6	53.9	16.4	2.3	0.0	30	2.5
19	7+500	X		100.0	86.0	41.8	13.9	0.0	0.0	33	2.5

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.3.1.4. Radio de curvatura

El radio de curvatura permite determinar la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas asfálticas al flexionar bajo la acción de las cargas de tránsito, se la obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

Ec. 19

Donde:

Rc = Radio de curvatura en metros

$D0$ = Deflexión máxima a los 0 metros

$D_{20\text{ }^\circ\text{C}}$ = Deflexión a los 0.25 metros

Tomando en cuenta los datos de la tabla de deflexiones corregidas por estacionalidad, se presenta el cálculo típico y la tabla de los radios de curvatura.

$$Rc = \frac{3125}{87.4 - 66.7}$$

$$Rc = 151.0 \text{ m}$$

Tabla 44. Radios de curvatura

Estación	Abscisa	Lectura Deflectómetro (x 10 ⁻² mm)		Radio de Curvatura (m)
		D0	D25	
1	3+900	87.4	66.7	151.0
2	4+100	97.9	74.6	134.1
3	4+300	107.2	79.8	114.1
4	4+500	125.2	76.5	64.2
5	4+700	114.5	75.6	80.3
6	4+900	93.9	77.5	190.2
7	5+100	95.3	72.1	134.4
8	5+300	116.5	86.2	103.2
9	5+500	114.7	89.0	121.3
10	5+700	119.4	93.7	121.3
11	5+900	89.1	77.7	273.4
12	6+100	55.1	48.2	453.6
13	6+300	80.4	73.5	453.6
14	6+500	93.7	86.9	455.7
15	6+700	90.6	81.5	345.1
16	6+900	93.2	86.2	447.0
17	7+100	98.1	91.1	446.0
18	7+300	91.3	86.6	667.3
19	7+500	100.0	86.0	224.1
Promedio (Dm):		98.1	79.4	262.1

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.3.1.5. Deflexión característica

Valor representativo de deflexión en una sección determinada de estudio, para su obtención se calcula la desviación estándar utilizando los datos de las deflexiones máximas.

Tabla 45. Desviación estándar de las deflexiones recuperables máximas

Estación	Abscisa	D0	(Dm-D0)	(Dm-D0) ²
1	3+900	87.4	10.7	115.0
2	4+100	97.9	0.2	0.0
3	4+300	107.2	-9.1	83.6
4	4+500	125.2	-27.1	736.5
5	4+700	114.5	-16.4	269.8
6	4+900	93.9	4.2	17.6
7	5+100	95.3	2.8	7.7
8	5+300	116.5	-18.4	339.5
9	5+500	114.7	-16.7	277.3
10	5+700	119.4	-21.3	455.2
11	5+900	89.1	8.9	79.9
12	6+100	55.1	43.0	1845.5
13	6+300	80.4	17.7	313.2
14	6+500	93.7	4.4	19.1
15	6+700	90.6	7.5	56.4
16	6+900	93.2	4.9	23.8
17	7+100	98.1	0.0	0.0
18	7+300	91.3	6.8	45.7
19	7+500	100.0	-1.9	3.5
Promedio:		98.1	Suma:	4689.2

Elaborado por: Israel Cevallos

Mediante la ecuación:

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

Ec. 20

Donde:

σ = Desviación estándar

D_i = Deflexión máxima corregida

\bar{D} = Deflexión media

n = Número de datos

Con los datos obtenidos se realiza el cálculo de la desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\frac{4689.2}{(19 - 1)}}$$

$$\sigma = 16.14$$

El método CONREVIAL presenta una tabla de ecuaciones para determinar la deflexión característica y a su vez recomienda trabajar con un valor de diseño del 95% de probabilidad, lo cual indica que la deflexión sea mayor a la deflexión característica.

Tabla 46. Ecuaciones para el cálculo de la deflexión característica

Valor de diseño (%)	Deflexión Característica (D_c)	Extensión del pavimento ($\bar{D} > D_c$)
50	\bar{D}	50
75	$\bar{D} + 0.674 * \sigma$	25
85	$\bar{D} + \sigma$	15
90	$\bar{D} + 1.3 * \sigma$	10
95	$\bar{D} + 1.645 * \sigma$	5
98	$\bar{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\bar{D} + 2.33 * \sigma$	1
99.9	$\bar{D} + 3 * \sigma$	0.1

Fuente: CONREVIAL, 2014

Se trabaja con la ecuación sugerida.

$$D_c = \bar{D} + 1.645 * \sigma$$

Ec. 21

Donde:

D_c = Deflexión característica

\bar{D} = Deflexión media

σ = Desviación estándar

$$D_c = 98.1 + 1.645 * 16.14$$

$$D_c = 124.63 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.3.1.6. Deflexión admisible

Con respecto al número de ejes equivalentes previamente calculados se puede obtener la deflexión admisible utilizando la siguiente ecuación:

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

Ec. 22

Donde:

D_{adm} = Deflexión admisible en millones

W_{18} = Número de ejes equivalentes

Resolviendo:

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{103428} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 182.6 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.3.1.7. Deflexión crítica

Utilizando el número de ejes equivalentes previamente calculados se puede obtener el valor de deflexión crítica utilizando la siguiente ecuación:

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

Ec. 23

Donde:

D_{cr} = Deflexión crítica en millones

W_{18} = Número de ejes equivalentes

Resolviendo:

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{103428} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 173.2 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Una vez obtenido los valores de deflexión admisible, deflexión crítica y radio de curvatura, el método CONREVIAl propone determinar el tipo de deflexión comparando los valores antes mencionados como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 47. Tipo de deflexiones

Tipo de deflexión	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
Tipo I	Bueno $D_c < D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo II	Malo $D_c > D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo III	Bueno $D_c < D_a$	Malo $R_c < 100$
Tipo IV	Malo $D_c > D_a$	Malo $R_c < 100$

Fuente: CONREVIAl, 2014

Teniendo en cuenta estos parámetros de comparación, a continuación se presentan las deflexiones del año a ser evaluado y un resumen de los resultados.

Tabla 48. Resultados de deflexiones de la vía Camino Real (Norte) año 2022

DEFLEXIONES DE LA VÍA EN EL PRESENTE AÑO					
Estación	Abscisa	D0	Dc	Dadm	Dcr
		x 10 ⁻² mm			
1	3+900	87.4	124.6	182.6	173.2
2	4+100	97.9			
3	4+300	107.2			
4	4+500	125.2			
5	4+700	114.5			
6	4+900	93.9			
7	5+100	95.3			
8	5+300	116.5			
9	5+500	114.7			
10	5+700	119.4			
11	5+900	89.1			
12	6+100	55.1			
13	6+300	80.4			
14	6+500	93.7			
15	6+700	90.6			
16	6+900	93.2			
17	7+100	98.1			
18	7+300	91.3			
19	7+500	100.0			
Promedio:		98.1	124.6	182.6	173.2
RESULTADOS					
Deflexión Promedio (Dm)			98.1 x 10e-2 mm		
Desviación Estándar (σ)			16.14		
Deflexión Característica (Dc)			124.6 x 10e-2 mm		
Deflexión Admisible (Dadm)			182.6 x 10e-2 mm		
Deflexión Crítica (Dcr)			173.2 x 10e-2 mm		
Radio de Curvatura (Rc)			262.1		
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL					
Comportamiento de la Subrasante					
Tipo I					
Dc < Da		124.6 x 10e-2 mm < 182.6 x 10e-2 mm			
Comportamiento del Pavimento					
Tipo I					
Rc > 100		262.1 > 100			

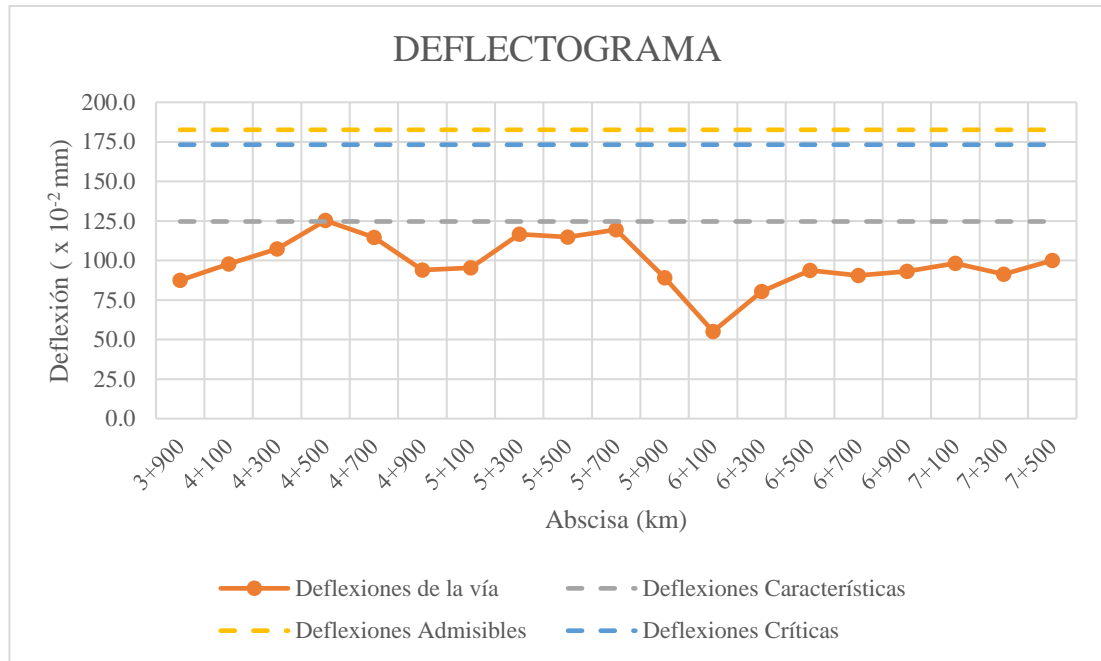
Elaborado por: Israel Cevallos

Las deflexiones se han catalogado como Tipo I, se observa que, tanto la subrasante como la capa de rodadura presentan un comportamiento bueno y favorable a pesar de que la vía de estudio únicamente cuenta con una carpeta asfáltica sobrepuesta en un

empedrado y que a plena vista se pueden diferenciar diversas anomalías presentes en la superficie de la capa de rodadura.

Así mismo, con todos los resultados de deflexiones obtenidos se puede realizar una gráfica para diferenciar de mejor manera el estado actual de la vía.

Figura 41. Deflectograma



Elaborado por: Israel Cevallos

Con el afán de conocer el posible comportamiento que tendrá la vía a futuro se realizó el cálculo de deflexiones tolerables de la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta 7+600, con proyección a 20 años.

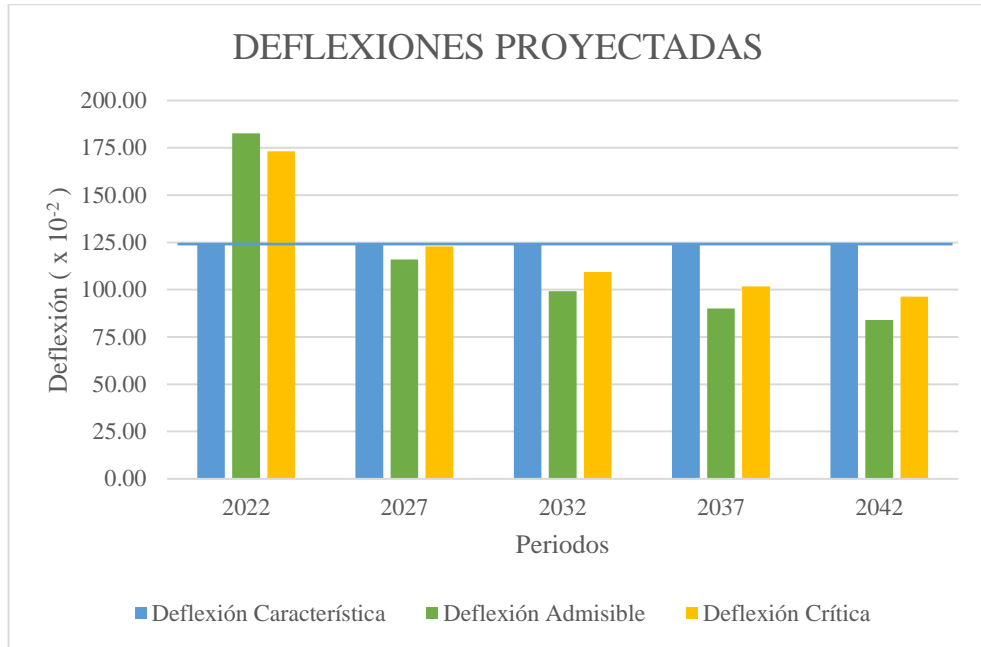
Tabla 49. Deflexiones tolerables proyectadas

DEFLEXIONES PROYECTADAS				
Año	W18	Dc	Dadm	Dcr
2022	103428	124.63	182.61	173.19
2027	637387	124.63	115.90	122.89
2032	1184038	124.63	99.27	109.33
2037	1741319	124.63	90.15	101.66
2042	2305905	124.63	84.04	96.41

Elaborado por: Israel Cevallos

La siguiente gráfica muestra la comparación de la deflexión característica en relación con las deflexiones tolerables de los años 2027, 2032, 2037, 2042.

Figura 42. Deflexiones proyectadas



Elaborado por: Israel Cevallos

Conforme la gráfica se puede evidenciar que, el diseño actual del pavimento logrará brindar comodidad y serviciabilidad a sus usuarios hasta el año 2026 pero, llegado al año 2027 y posteriores la deflexión característica de la vía superará a la deflexión admisible y crítica lo que podría provocar cambios bruscos que alteren la estabilidad y funcionamiento de la carretera.

3.1.3.2. Cálculo del contenido de asfalto

Una vez realizado el lavado de asfalto de todas las muestras y obtenidos los datos necesarios, se procede a calcular el porcentaje de contenido de asfalto mediante la siguiente ecuación:

$$\%Asfalto = \frac{(Wm_o - Wm_f) + (Wf_f - Wf_o)}{Wm_o} * 100$$

Ec. 24

Donde:

$\%Asfalto$ = Porcentaje de asfalto

Wm_o = Peso de muestra inicial

Wm_f = Peso de muestra final

Wf_o = Peso de papel filtro inicial

Wf_f = Peso de papel filtro final

Se muestra un ejemplo.

$$\%Asfalto = \frac{(500 - 480.94) + (23.19 - 22.07)}{500} * 100$$

$$\%Asfalto = 4.04\%$$

Se presenta una tabla con los resultados y valores calculados de cada ensayo de muestra, nótese que los porcentajes de asfalto obtenidos tienen valores similares, obteniendo un promedio de ellos del 4.14%, porcentaje de asfalto presente a lo largo de la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta 7+600.

Tabla 50. *Porcentajes de contenido de asfalto*

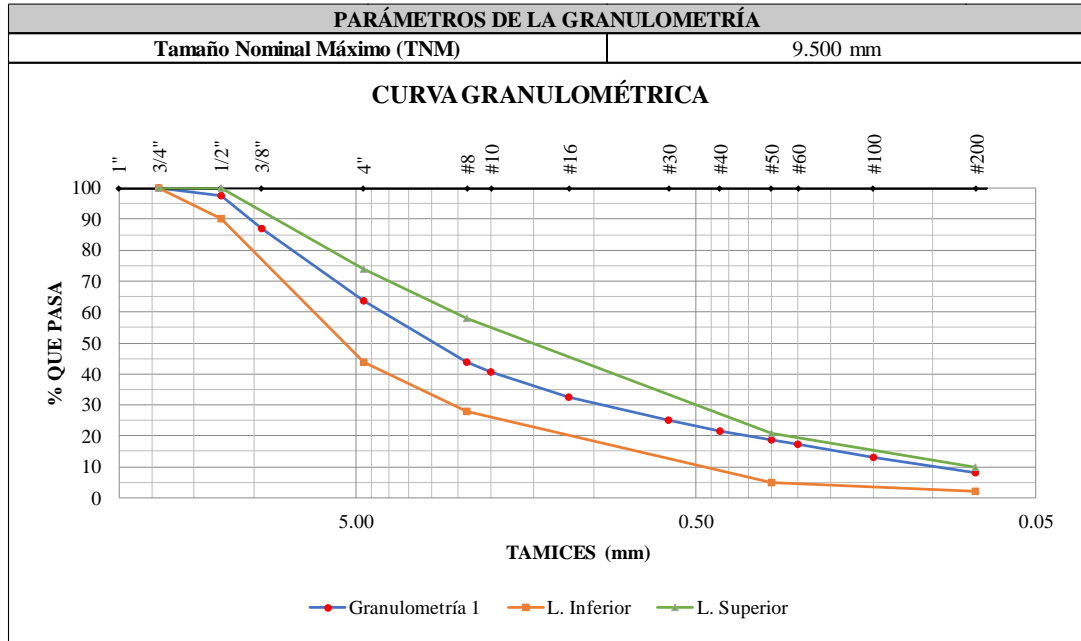
Muestra	Contenido de Asfalto %		
	Carril		Promedio
	Derecho	Izquierdo	
1	4.04	5.50	4.77
2	4.08	3.35	3.71
3	4.09	3.74	3.92
4	3.93	4.38	4.16

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.3.2.1. Análisis granulométrico de muestras de asfalto

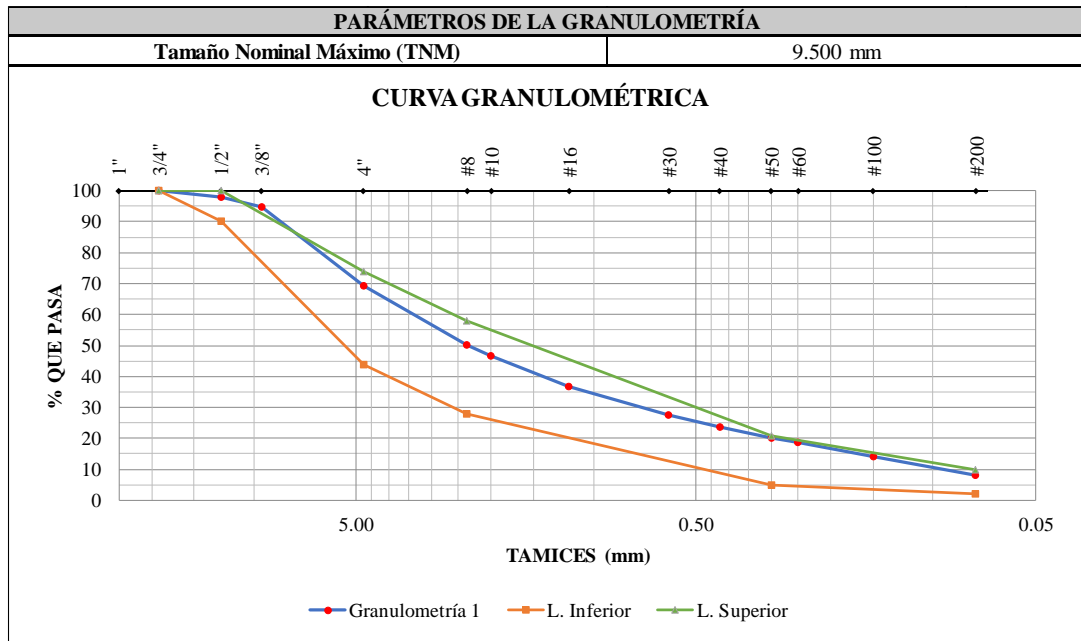
Una vez culminado el ensayo de extracción de asfalto, del mismo se obtienen los agregados que conforman la mezcla asfáltica y de ellas se realizaron análisis granulométricos mediante la norma ASTM D3515, obteniendo las siguientes graficas:

Figura 43. Granulometría de agregados de asfalto de la muestra 1



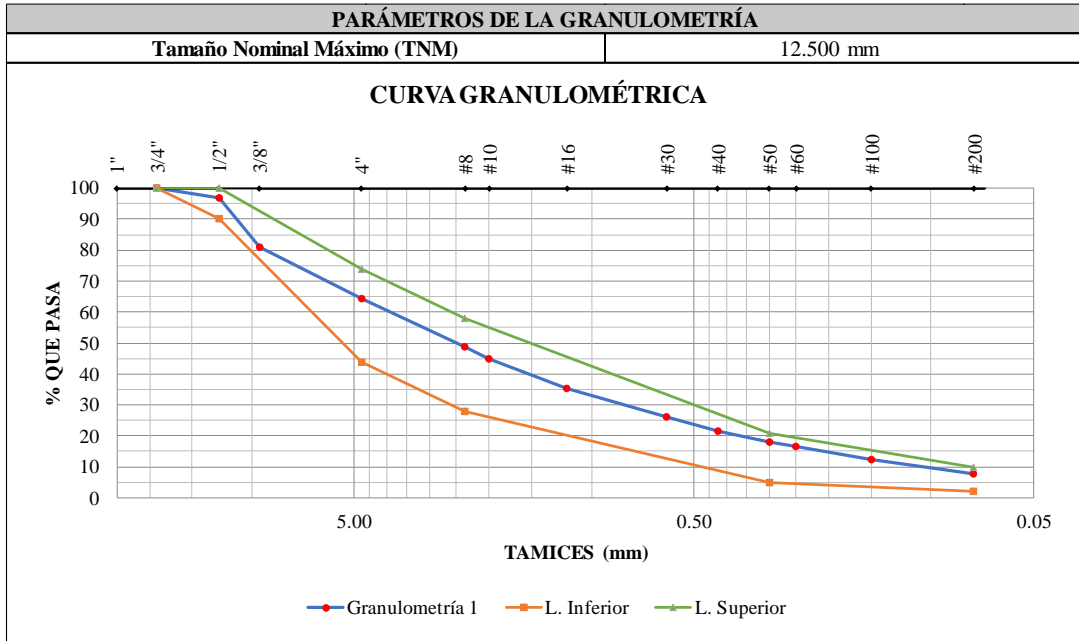
Elaborado por: Israel Cevallos

Figura 44. Granulometría de agregados de asfalto de la muestra 2



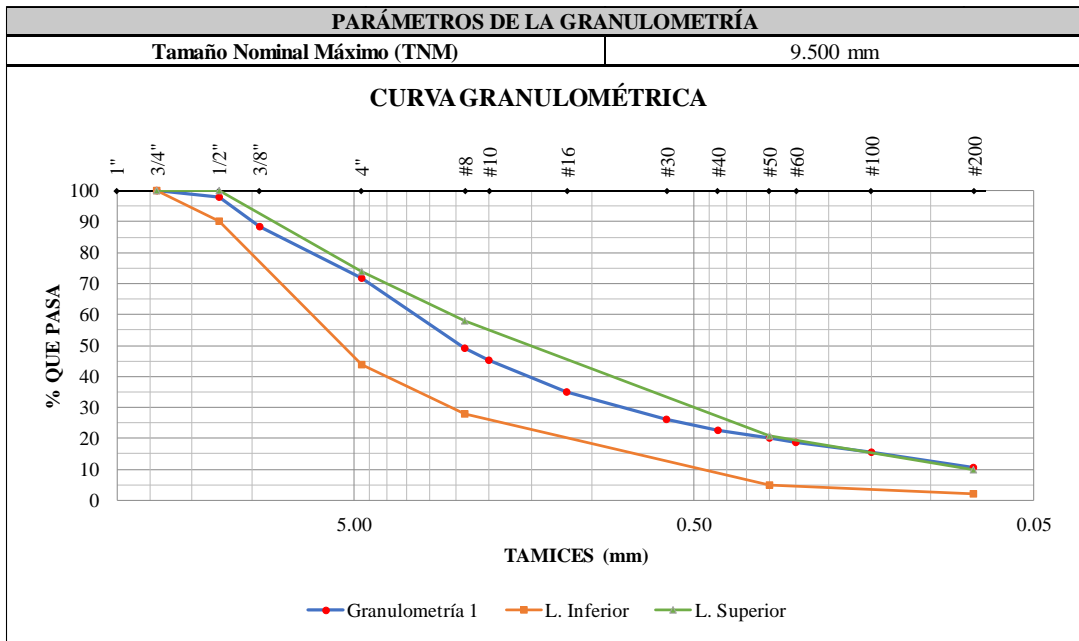
Elaborado por: Israel Cevallos

Figura 45. Granulometría de agregados de asfalto de la muestra 3



Elaborado por: Israel Cevallos

Figura 46. Granulometría de agregados de asfalto de la muestra 4



Elaborado por: Israel Cevallos

Obtenido el tamaño nominal máximo de cada muestra de asfalto, se evidencia de que las muestras 1, 2 y 4 pertenecen a la granulometría de 3/8", en tanto la muestra 3 pertenece a la granulometría de 1/2" además, de los porcentajes de asfalto obtenidos,

en base a la norma ASTM D3515, la granulometría que conforma las mezclas asfálticas de las muestras 1, 2 y 4, con valores del 4.77%, 3.71% y 4.16% respectivamente, no cumplen con el porcentaje de contenido de asfalto requerido, teniendo un rango permisible del 5-12%; por otra parte la muestra 3 con el 3.92% de asfalto presente en su configuración, de igual manera, no logra cumplir con el rango de 4-11% requerido para su granulometría.

Figura 47. Graduaciones propuestas para mezclas cerradas

Abertura de malla	Mezclas cerradas / Mezcla densa								
	Tamaño máximo nominal del agregado								
	2" (50 mm)	1 ½" (37,5 mm)	1" (25,0 mm)	¾" (19D mm)	½" (12,5 mm)	3/8" (9,5 mm)	No. 4 (4,75 mm)	No. 8 (2,36 mm)	No. 16 (1,18 mm)
Gradación de agregados (grava; fino y filler si se requiere) Porcentaje en peso									
2 1/2" (63 mm)	100 - 100	-	-	-	-	-	-	-	-
2" (50mm)	90 - 100	100 - 100	-	-	-	-	-	-	-
1 ½" (37,5mm)	-	90 - 100	100 - 100	-	-	-	-	-	-
1" (25,0 mm)	60 - 80	-	90 - 100	100 - 100	-	-	-	-	-
¾" (19 Dmm)	-	56 - 80	-	-	100 - 100	-	-	-	-
½" (12,5mm)	35 - 65	-	56 - 80	-	90 - 100	100 - 100	-	-	-
3/8" (9,5 mm)	-	-	-	56 - 80	-	90 - 100	100 - 100	-	-
No. 4 (4,75mm)	17 - 47	23 - 53	29 - 53	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100	-	100 - 100
No. 8 (2,36mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 16 (1,18mm)	13 - 36	15 - 41	19 - 45	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100	-	95 - 100
No. 30 (600 µm)	-	-	-	-	-	-	35 - 65	-	70 - 95
No. 50 (300 µm)	3 - 15	4 - 16	5 - 17	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40	-	45 - 75
No. 100 (150 µm)	-	-	-	-	-	-	3 - 20	-	20 - 40
No. 200 (75 µm)	0 - 5	0 - 6	1 - 7	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10	-	9 - 20
Asfalto, Porcentaje con respecto al peso total de la mezcla									
	2 - 7	3 - 9	3 - 9	4 - 10	4 - 11	5 - 12	6 - 12	7 - 12	8 - 12


Fuente: ASTM D 3515

3.1.4. Plan de conservación vial

Finalmente, con los resultados obtenidos por el Índice de Condición del Pavimento (PCI), el estudio de la carpeta asfáltica y ensayos de suelos, se procede a proponer un plan de conservación vial dirigido a la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600, esto con el fin de realizar mantenimientos rutinarios o rehabilitaciones dependiendo los escenarios que se presenten que, en cierta magnitud podrían aumentar la vida útil del pavimento y evitar el continuo y agresivo desgaste que la capa de rodadura recibe actualmente, además de mejorar la serviciabilidad, seguridad, y comodidad de los usuarios.


Se desarrolló la siguiente tabla donde se muestran las fallas que presenta la vía y las posibles opciones de reparo de estas.

Tabla 51. Opciones de reparo para falla piel de cocodrilo

TIPO DE FALLA:	PIEL DE COCODRILO					OPCIONES DE REPARO
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	3+860	3+890		50.40		L: Sellado superficial
	4+040	4+070			71.10	
	4+130	4+160	103.28		1.79	
	4+400	4+430	1.94	10.45	5.25	
	4+670	4+700		5.28		
	4+940	4+970	8.64			M: Parcheo profundo
	5+480	5+510		1.31		
	6+170	6+200		3.29		
	6+290	6+320		32.34		
	6+560	6+590			2.48	H: Parcheo profundo
	6+830	6+860		0.68		
	6+980	7+010	9.00	7.70	27.00	
	7+100	7+130		3.88	55.96	
7+310	7+340			25.22		
7+370	7+400	0.90	9.10			
7+460	7+490	1.75	4.48			
Cantidad a intervenir (m ²):			125.50	128.91	188.80	


Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 52. Opciones de reparo para falla depresión

TIPO DE FALLA:	DEPRESIÓN					OPCIONES DE REPARO
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	4+040	4+070		70.80	76.00	L: No se hace nada
	4+400	4+430	2.25	12.81		M: Parcheo profundo
	6+290	6+320	7.28			H: Parcheo profundo
Cantidad a intervenir (m ²):			9.53	83.61	76.00	


Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 53. Opciones de reparo para falla grieta de borde

TIPO DE FALLA:	GRIETA DE BORDE					
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			OPCIONES DE REPARO
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	3+860	3+890			0.55	H: Parcheo profundo
Cantidad a intervenir (m ²):			0.00	0.00	0.55	


Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 54. Opciones de reparo para falla grietas longitudinales y transversales

TIPO DE FALLA:	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES					
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			OPCIONES DE REPARO
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	4+130	4+160	3.31	31.65	4.24	L: Sellado de grietas
	4+400	4+430	0.71	37.90		
	4+670	4+700	6.50	11.36	3.60	
	4+940	4+970	1.15	10.74		
	5+480	5+510	12.00	7.50	3.90	
	5+750	5+780		5.62		M: Sellado de grietas
	6+020	6+050	1.66		8.00	
	6+170	6+200	1.90	38.45	9.60	
	6+290	6+320	0.57	7.43		
	6+560	6+590	8.69		30.00	H: Parcheo parcial
	6+830	6+860	4.62	6.05	10.03	
	6+980	7+010			30.00	
	7+100	7+130			30.00	
	7+310	7+340		12.56	11.62	
7+370	7+400	6.80	5.20			
7+460	7+490	2.60		10.90		
Cantidad a intervenir (m ²):			50.51	174.46	151.89	


Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 55. Opciones de reparo para falla parcheo

TIPO DE FALLA:	PARCHEO					OPCIONES DE REPARO
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	3+860	3+890	40.05	0.59		L: No se hace nada
	4+040	4+070	39.76	102.75		
	4+130	4+160	15.30	19.50		
	4+400	4+430	37.35			
	4+670	4+700	40.12			
	4+940	4+970	33.60			
	5+210	5+240	2.92			
	5+480	5+510	26.73			
	5+750	5+780	25.50	1.65		
	6+170	6+200	0.78			
	6+290	6+320	19.96			
	6+560	6+590	8.27	25.50		M: Sustitución del parche
	6+830	6+860	0.82			
	6+980	7+010	3.97	0.40		
	7+100	7+130	4.65			
7+310	7+340	6.90				
7+370	7+400	2.25				
7+460	7+490	5.98				
Cantidad a intervenir (m ²):			314.89	150.39	0.00	


Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 56. Opciones de reparo para falla baches / huecos

TIPO DE FALLA:	BACHES / HUECOS					OPCIONES DE REPARO
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	3+860	3+890		1.00		L: Parcheo profundo
	4+130	4+160	1.00			
	4+400	4+430			1.00	
	4+670	4+700		1.00		M: Parcheo profundo
	5+210	5+240	3.00			
	5+480	5+510	1.00			
	6+560	6+590	1.00	1.00		H: Parcheo profundo
	7+100	7+130		1.00		
	7+310	7+340		1.00		
7+370	7+400	1.00				
Cantidad a intervenir (m ²):			7.00	5.00	1.00	


Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 57. Opciones de reparo para falla ahuellamiento

TIPO DE FALLA:	AHUELLAMIENTO					OPCIONES DE REPARO
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	4+670	4+700	75.00			L: Fresado y sobrecarpeta
	4+940	4+970	3.00			
	5+480	5+510	5.50			
	6+170	6+200	17.00	25.00		M: Fresado y sobrecarpeta
	7+100	7+130	30.00			
Cantidad a intervenir (m ²):			130.50	25.00	0.00	


Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 58. Opciones de reparo para grieta parabólica

TIPO DE FALLA:	GRIETA PARABÓLICA					OPCIONES DE REPARO
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	5+750	5+780		1.90		M: Parcheo parcial
Cantidad a intervenir (m ²):			0.00	1.90	0.00	

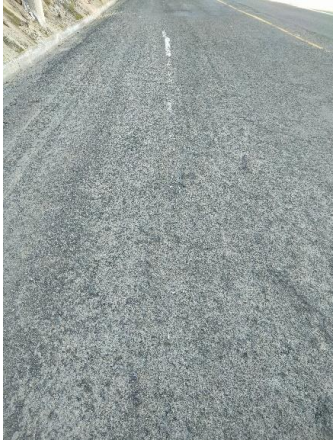
Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 59. Opciones de reparo para falla hinchamiento

TIPO DE FALLA:	HINCHAMIENTO					OPCIONES DE REPARO
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	4+040	4+070			43.20	H: Reconstrucción
	Cantidad a intervenir (m ²):		0.00	0.00	43.20	

Elaborado por: Israel Cevallos

Tabla 60. Opciones de reparo para falla intemperismo

TIPO DE FALLA:	INTEMPERISMO					OPCIONES DE REPARO
FOTOGRAFÍA	ABSCISA		SEVERIDAD			
	INICIAL	FINAL	L	M	H	
	3+860	3+890		123.00		L: Sellado superficial
	4+040	4+070			71.10	
	4+130	4+160		11.48		
	4+400	4+430	107.25			
	4+670	4+700		112.13		M: Sellado superficial
	5+210	5+240			114.00	
	5+480	5+510	91.80	114.75		
	5+750	5+780	44.40			
	6+020	6+050	127.88			H: Reconstrucción
	6+170	6+200		255.75		
	6+290	6+320	204.60			
	6+560	6+590			98.25	
	6+980	7+010			103.50	
	7+100	7+130			17.58	
7+310	7+340		207.00			
7+370	7+400		87.00			
Cantidad a intervenir (m ²):			575.93	911.10	404.43	

Elaborado por: Israel Cevallos

3.1.4.1. Actividades para realizar en cada opción de reparo

- Actividades para sellado de grietas y fisuras

- El trabajo de sellado se lo realizará con temperatura ambiente entre los 5 y 30 °C. Primero deberá limpiarse el área que circunda la falla utilizando métodos manuales para no destruir el pavimento o mezcla en buen estado.
- La preparación de las mezclas se debe realizar por medio de equipos adecuados que aseguren la homogeneidad del producto y por medios que impidan sobrellenar las grietas y el desperdicio de mezcla.
- Mediante mangueras o barras de un camión distribuidor de asfalto se aplicará un riego de liga en toda el área de reparo, a razón de 1.4 a 2.3 l/m^2 . Después de aplicar el asfalto, se esparcirá arena uniformemente que cumpla las bandas granulométricas a razón de 10 l/m^2 .
- Finalmente la arena debe rodillarse mediante un rodillo neumático por no más de 3 pasadas por punto.
- **Actividades para sellado superficial**
 - Sellar grietas de ser necesario, e inmediatamente antes del sellado, limpiar la superficie utilizando barredoras mecánicas, cepillos, chorros de agua, sopladores u otros medios.
 - Aplicar el asfalto con un distribuidor a presión cuando la superficie este completamente limpia y seca. En los lugares de inicio y finalización del riego asfáltico, colocar una protección transversal al eje de la calzada.
 - Distribuir uniformemente el asfalto sobre la superficie a sellar, aplicando la dosis establecida con una tolerancia de $\pm 5\%$. Verificar la tasa de aplicación de riego cada 500 m de sello por pasada.
 - Una vez aplicado el asfalto sobre la superficie a sellar, cubrir inmediatamente con los áridos. La distribución del árido debe realizarse de forma que las ruedas esparcidoras nunca entren en contacto directo con el material bituminoso recién aplicado. Todas las áreas con exceso de asfalto deben cubrirse inmediatamente con arena limpia.
 - Un rodillo neumático deberá operar de manera continua detrás del equipo esparcidor de áridos, realizando la compactación inicial del sello bituminoso con traslapes de rodillos de al menos 30 cm, hasta cubrir todo el ancho de la superficie.

- La tarea de compactación debe continuar con equipos complementarios hasta lograr una perfecta disposición de las partículas. En todos los casos, la compactación consistirá en un mínimo de tres pasadas completas del rodillo sobre una misma superficie, incluida la compactación inicial.
- **Actividades para parcheo superficial**
 - Delimitar el área a eliminar marcándola con pintura; darle forma rectangular o cuadrada, incluyendo toda la zona deteriorada y hasta 30cm en el pavimento circundante en buen estado.
 - Cortar por las líneas que marcan la zona a retirar, dejando paredes verticales. Revolver la mezcla hasta la profundidad en la que se encuentre una mezcla sana, sin grietas. En los baches, llegar al menos al punto más profundo. Tenga especial cuidado de no dañar o aflojar la base granular subyacente.
 - Retirar los materiales sobrantes y transportarlos únicamente a escombreras autorizadas.
- **Actividades para parcheo manual**
 - Limpiar las paredes y el fondo del área removida con un barrido vigoroso y/o aire comprimido, hasta que se eliminen todas las partículas sueltas y el polvo.
 - Aplicar la imprimación o ligante, mediante escobillones u otros métodos que permitan una cobertura uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m^2 .
 - Antes de colocar el asfalto, comprobar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que se haya roto la emulsión del ligante.
 - Extender y nivelar la mezcla asfáltica con rastrillos y colocar la cantidad necesaria para cubrir toda el área a rellenar y permita que sobresalga 6 mm del pavimento circundante. En los bordes, cortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar el exceso.
 - Compacte con rodillo manual. La irregularidad de los bordes no debe exceder los 3 mm.
- **Actividades para parcheo profundo**
 - Marcar el área a reparar, extendiéndose al menos 30 cm fuera del área dañada con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino y, cortar sobre la demarcación realizada, utilizando equipo de corte.

- Excavar hasta la profundidad definida por el espesor previsto, cortando las paredes verticalmente para que el fondo quede plano y horizontal.
- El fondo debe compactarse al 95% del Proctor modificado.
- Cubrir la superficie con el ligante correspondiente, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares para extenderlo uniformemente.
- Verificar que la imprimación haya penetrado según lo especificado.
- La extender y nivelar la mezcla asfáltica con rastrillos, colocando la cantidad adecuada de forma que sobresalga aproximadamente 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.
- Compactar con rodillo neumático o liso de 3 a 5 toneladas. Alternativamente, se puede utilizar un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa a compactar.
- **Actividades para fresado y sobrecarpeta**
 - Es un proceso por el cual un equipo provisto de un cilindro rotatorio, con dientes de especial dureza, remueve capas de concreto asfáltico, hasta cierta profundidad.
 - Colocar una capa de mezcla asfáltica en caliente sobre el pavimento flexible existente, previo tratamiento de los daños localizados presentes y, eventualmente.
 - Para su ejecución se deberá colocar previamente la señalización preventiva y los dispositivos de seguridad.
 - Preparar la superficie para la aplicación de la capa asfáltica parchando y sellando grietas y fisuras; realizar limpieza de superficies; y si es necesario, fresado de la capa asfáltica existente y de la capa base.
 - Aplicar una capa de adhesión, repase el asfalto con un esparcidor o una pavimentadora de mezcla en caliente y luego compacte el asfalto con un tambor vibratorio.
 - Finalmente, realizar limpieza general, disposición de materiales sobrantes y retiro de rótulos y/o dispositivos de seguridad.
- **Actividades para reconstrucción**
 - Consiste en la sustitución de las capas removidas por materiales granulares sin tratar, adecuados a las especificaciones de construcción de carreteras, que se

revisten con una o más capas de hormigón bituminoso convencional o modificado con polímeros, en espesores obtenidos según un diseño estructural, dependiendo de la capacidad de las capas restantes y el tráfico previsto para la siguiente etapa de la vida del pavimento.

Se interpreta y relaciona cada uno de los resultados obtenidos en el presente proyecto, llegando a inferir que el tramo de estudio presentará una buena serviciabilidad hasta el año 2026, observación obtenida de la Figura 42, tiempo relativamente corto, razón por la cual se propone realizar un mantenimiento vial teniendo en cuenta las actividades detalladas a continuación.

Tabla 61. *Actividades para el mantenimiento vial*

N°	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD
1	Sellado de grietas	224.97	m
2	Sellado superficial	1612.53	m ²
3	Parcheo parcial	153.79	m ²
4	Parcheo profundo	490.87	m ²
5	Sustitución del parche	150.39	m ²
6	Fresado y sobrecarpeta	155.50	m ²
7	Reconstrucción	614.88	m ²
8	Limpieza de cunetas	-	m ²
9	Mantenimiento de señalización horizontal	500.00	m
10	Mantenimiento de señalización vertical	-	m
11	Limpieza general de la vía	1000.00	m

Elaborado por: Israel Cevallos

Las cantidades que se detallan por cada actividad se justifican en el Anexo B, donde se encuentran los resultados del análisis del Índice de Condición de Pavimento.

Dentro de las actividades se encuentra una de reconstrucción, actividad destinada al área que presenta la anomalía de piel de cocodrilo, parcheo, intemperismo e hinchamiento, esta última calificada como H según el método PCI, ubicada entre las abscisas 4+040 – 4+070.

Figura 48. Área afectada por anomalías tramo 4+040 hasta 4+070



Fuente: Propia

Descripción:

El suelo de relleno presente en la calzada se está desmoronando y con el parte del camino del rey que funge como vereda ubicado en el carril derecho, hasta el punto que un área en específica de la carpeta asfáltica se encuentra expuesta y sin ningún tipo de soporte debajo de esta; el problema, causado principalmente por la presencia de una pequeña pero importante quebrada y un deficiente relleno, ya sea por la calidad del material utilizado, una mala compactación durante la construcción de la vía o la presencia del oleoducto por el cual el área de trabajo se ve limitada y esto sumado el

factor clima, influyeron en la aparición de la falla y a pesar de que el área ya ha sido, en varias ocasiones intervenida, esta sigue presentando problemas como los antes mencionados.

Solución:

La solución más viable y, tomando en cuenta lo detallado en el método PCI, es la reconstrucción de la vía, esta deberá contar con trabajos complementarios de seguridad como la instalación, relleno compactado, reposición de la estructura de la vía con sus respectivas capas de base, subbase y carpeta asfáltica además, de contar con la señalética horizontal y vertical oportuna al caso.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se realizó el levantamiento georreferenciado de la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600, haciéndose de un modelo digital detallado de las características de la vía, obteniendo un ancho promedio de la calzada de 8.20m y la presencia de cunetas en el carril izquierdo a lo largo del tramo de estudio, la precisa ubicación de pozos a cielo abierto y localización de puntos de ensayo de densidad de campo y ensayo de Viga Benkelman en la calzada.
- En síntesis, a partir del análisis de tráfico vehicular realizado para el tramo km 3+800 hasta 7+600 de la vía Camino Real (Norte) se conoció el valor del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) correspondiente a 3787 vehículos por día, y su proyección de Tráfico Futuro para el año 2042, obteniendo 4121 vehículos por día, la vía Camino Real (Norte) se clasifica en la actualidad como una “Vía Colectora – Clase I” y seguirá con esta denominación a futuro, de acuerdo con lo especificado en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).
- Como consecuencia de la evaluación del estado actual del pavimento aplicando la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en 19 unidades de muestreo determinadas en el tramo km 3+800 hasta km 7+600, se obtiene un valor promedio de PCI igual a 38.68, catalogando la condición del pavimento como “MALO”, de acuerdo con esta valoración, la intervención necesaria para el tramo de estudio es una rehabilitación.
- Tras el análisis de las deflexiones obtenidas mediante el ensayo de la Viga Benkelman, se obtuvo que el modelo de deformación del pavimento es de Tipo I, refiriéndose a deflexiones de curva corta poco pronunciadas, resultando en un buen comportamiento de la estructura del pavimento y de la subrasante, este último se relaciona con los resultados de clasificación obtenidos del ensayo CBR de las muestras de subrasante, la cual en su mayoría presentan una calidad de regular a buena del material.
- En relación a lo antes expuesto, a pesar que el comportamiento de la carpeta asfáltica es buena, los porcentajes de asfalto obtenidos por el ensayo de

extracción de asfalto, y el tamaño nominal máximo del agregado presente en el análisis granulométrico de las muestras de asfalto, en concordancia con la norma ASTM D3515, la granulometría que conforma las mezclas asfálticas de las muestras 1, 2 y 4, con valores entre el 4.16% y 4.77%, no cumplen con el porcentaje de contenido de asfalto requerido, teniendo un rango permisible del 5-12%; en tanto la muestra 3 con el 3.92% de contenido de asfalto, no logra cumplir con el rango de 4-11% requerido para su granulometría.

- De acuerdo con el análisis PCI y estudio de la carpeta asfáltica, la serviciabilidad del pavimento se ve altamente comprometida para el año 2027, tiempo relativamente corto, esto debido a que la carpeta asfáltica presente en la vía Camino Real (Norte) fue extendida sobre una carretera, de previa existencia, de tipo articulado (empedrado), razón por la cual su comportamiento no es el más adecuado, arrojando un valor de PCI bajo, sumado a eso el pavimento no cuenta con las correspondientes capas de subbase y base.
- A partir de los ensayos de suelos realizados a la muestra obtenida de subrasante en las abscisas km 4+020 y km 7+600 se determinó que, los suelos se clasifican como “Suelos Limosos” según la clasificación AASHTO, y para la clasificación SUCS obtienen la denominación de “Arenas Limosas” además, considerando los ensayos de Proctor modificado Tipo B y CBR, ambos materiales tienen una calidad de “MALA” como subrasante.
- De los resultados obtenidos en los ensayos de suelos realizados a la muestra obtenida de subrasante en la abscisa km 5+260 se determinó que, el suelo se clasifica como un “Suelo Limoso” según la clasificación AASHTO, y en la clasificación SUCS obtiene la denominación de “Arena mal graduada” además, considerando los ensayos de Proctor modificado Tipo B y CBR, el material posee una calidad de “REGULAR A BUENA” como subrasante.
- En base a los ensayos de suelos realizados a la muestra obtenida de subrasante en la abscisa km 6+070 se determinó que, el suelo se clasifica como una “Grava y Arena Limosa y Arcillosa” según la clasificación AASHTO, y para la clasificación SUCS obtiene la denominación de “Arena Limosa” además, considerando los ensayos de Proctor modificado Tipo B y CBR, el material posee una calidad de “REGULAR A BUENA” como subrasante.

- Conforme a los resultados del ensayo de densidad de campo realizado en las abscisas km 4+020 y km 5+260 se obtienen valores de compactación del 85 y 80% respectivamente, porcentajes que no alcanzan el 95% especificado en el MTOP teniendo que realizar mejoramientos de material para su puesta en obra, por otro lado en las abscisas km 6+070 y km7+600, los valores fueron del 96 y 95% respectivamente, cumpliendo con lo antes mencionado.
- En torno al tema que nos ocupó a lo largo del proyecto, una vez interpretados los resultados obtenidos por todos los métodos y ensayos presentes en el proyecto técnico dedicado a la vía Camino Real (Norte) en el tramo km 3+800 hasta km 7+600, se propone un mantenimiento vial detallado en la Tabla 51. con el fin de mantener y mejorar la capa de rodadura y así evitar un agresivo desgaste de esta.

4.2. Recomendaciones

- Estudiar el impacto y la factibilidad que puede generar la acción de colocar carpetas asfálticas sobre carreteras articuladas existentes, como es el caso de empedrados.
- Realizar estudios complementarios para el mejoramiento o diseño del pavimento con su respectivo presupuesto para la vía Camino Real (Norte).
- Durante la ejecución del ensayo de extracción del asfalto se ocupó gasolina extra de 85 octanos como disolvente, en tal acción, se podría estudiar la factibilidad de ocupar gasolina super de 92 octanos y su relación en la optimización de tiempo y número de lavadas necesarias para separar el asfalto de los agregados en cada muestra de mezcla asfáltica.
- Utilizar el receptor satelital GPS correctamente calibrado en la realización del levantamiento georreferenciado y de ser posible en condiciones favorables de clima para obtener resultados de georreferenciación correctos de la superficie.
- Para el estudio del comportamiento vehicular se recomienda realizar conteos vehiculares durante 24 horas, con el fin de obtener el comportamiento real de tráfico y no un estimado a partir de proyecciones, lo que contribuye a un cálculo correcto de TPDA además, que se contaría con el número exacto de vehículos pesados para la determinación de ejes equivalentes.
- Se recomienda a los laboratorios de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica calibrar y dar el mantenimiento oportuno a todos los equipos disponibles para la realización de diferentes ensayos, con el fin de que el estudiante pueda obtener resultados certeros y coherentes en sus estudios.
- Contar con un resumen general de las fallas típicas encontradas en pavimentos asfálticos como guía y ayuda en la realización de la inspección visual o de campo, para obtener una valoración más precisa de o de las fallas encontradas en cada unidad de muestreo.
- Respecto a la realización de ensayos, se recomienda utilizar la misma balanza para la obtención de los pesos de las muestras con el fin de evitar variaciones en los datos y cálculos erróneos a partir de los mismos.

- Utilizar el equipo de protección adecuado para cada situación de estudio, ya sea en campo, casco y chaleco reflectivo o, en laboratorios, mandil, lentes y guantes, precautelando la integridad física del estudiante.
- Se recomienda al Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua cuente con un inventario vial actualizado de la vía Camino Real (Norte) con la finalidad de facilitar la ejecución de estudios y ensayos destinados a la misma.

MATERIALES DE REFERENCIA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Corporación Andina de Fomento, “Mantenimiento Vial. Informe Sectorial,” 2010. [Online]. Available: http://publicaciones.caf.com/media/1133/IS_Mantenimiento_vial.pdf
- [2] R. A. Rodríguez González, “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,” Universidad Técnica de Ambato, 2011.
- [3] R. Robles Bustos, “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima,” Universidad Ricardo Palma, 2015.
- [4] CONGOPE and Banco Interamericano de Desarrollo, *Plan de Desarrollo Vial Integral de la Provincia de Tungurahua 2019*. Quito, 2019.
- [5] “El Telégrafo - Legado histórico del Qhapaq Ñan aún se conserva en un tramo de Tungurahua.” <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/legado-historico-del-qhapaq-nan-aun-se-conserva-en-un-tramo-de-tungurahua> (accessed May 25, 2022).
- [6] D. P. Garcés Velecela, “Evaluación Vial y Plan de Rehabilitación y Mantenimiento de la Vía Azogues- Cojitambo- Deleg- La Raya,” Universidad de Cuenca, 2017.
- [7] D. E. González Morgado, “Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito,” Universidad Andrés Bello, 2018. [Online]. Available: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/7090>
- [8] E. D. Rodríguez Velásquez, “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla,” Universidad de Piura, 2009.
- [9] Ministerio de Transporte y Obras Públicas and Banco Interamericano de Desarrollo, “Asistencia Técnica al Programa de Infraestructura y Conservación

- Vial (EC - L1065),” 2014.
- [10] Universidad Mayor de San Simón and Facultad de Ciencias y Tecnología, *Pavimentos Texto Guía*. Cochabamba, 2004.
- [11] W. A. Fernández Castillo, “Evaluación y Reparación de Pavimentos Asfáltico,” Universidad Nacional de Ingeniería, 2004. [Online]. Available: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/18614>
- [12] J. R. Menéndez, *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*, vol. I. Lima, 2003. [Online]. Available: <https://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/mcrmantec.pdf>
- [13] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP: VOLUMEN N°6 CONSERVACIÓN VIAL*. Quito, 2013. [Online]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf
- [14] W. P. Navarro, “Modelo de Gestión de Conservación Vial para la Red Vial Rural del Cantón Santo Domingo,” Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016.
- [15] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP: VOLUMEN N°2 NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES*, vol. Volumen 2A. Quito, 2013.
- [16] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*, 2nd ed., no. 1. Bogotá, 2002.
- [17] H. A. Rondón Quintana and F. A. Reyes Lizcano, *Pavimentos: Materiales, Construcción y diseño*, 1st ed. Bogotá, 2015.
- [18] C. Giordani and D. Leone, *Pavimentos*. Rosario: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rosario, 2010. [Online]. Available: https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC_I-Pavimentos.pdf

- [19] M. T. Mata Montenegro, “Guía Básica para la Conformación de Bases y Subbases Para Carreteras en El Salvador,” Universidad de El Salvador, 2010.
- [20] R. J. Miranda Rebolledo, “Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos,” Universidad Austral de Chile, 2010.
- [21] “Sellado de pavimentos – Revista Vial.” <https://revistavial.com/sellado-de-pavimentos/> (accessed Oct. 17, 2022).
- [22] “Vías de Precaución: Técnicas de Recuperación de Pavimentos,” 2012.
- [23] “Sellos y Micropavimentos Asfálticos - Pavimentos asfálticos Renovaseal.” <https://www.renovaseal.com/sellos-micropavimentos-asfalticos/> (accessed Oct. 17, 2022).
- [24] S. Guerrero, L. Herra, L. Loría, M. Salas, W. Sequeira, and A. Zúñiga, “Aplicación de Riego de Liga,” *PITRA: Programa de Infraestructura del Transporte*. 2019.
- [25] M. A. Correa Vásquez and L. G. del Carpio Molero, “Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura,” Universidad de Piura, 2019. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11042/4162>
- [26] R. Fernández, *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*, 1st ed. Lima, 2011.
- [27] H. L. Silva Ramos, “Análisis de la estructura y del diseño geométrico de la vía Piatúa 4 de Agosto, hasta San Juan de Piatúa del Cantón SANTA CLARA, provincia de PASTAZA para mejorar el tráfico vehicular y fomentar la producción agrícola.,” Universidad Técnica de Ambato, 2013.
- [28] L. R. Vásquez Varela, *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras*. Manizales, 2002. [Online]. Available: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- [29] M. Hoffman and P. Del Aguila, “Estudios de Evaluación Estructural de Pavimentos Basados en la Interpretación de Curvas de Deflexiones (Ensayos No Destructivos),” 1985.
- [30] INVIAS, “Medida de las Deflexiones de un Pavimento Asfáltico Empleando la

Viga Benkelman INV E – 795 – 13,” *Invias*, no. Cd, p. 12, 2012.

- [31] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de Ensayo de Materiales*. 2016. [Online]. Available: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual Ensayo de Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- [32] G. Carmona, *Contenido de Ligante de Mezclas Asfálticas por Centrifugación*. Potosi, 2021.
- [33] American Society for Testin and Materials, *ASTM D2172 Métodos de Prueba Estándar para la Extracción Cuantitativa de Aglutinante de Asfalto de Mezclas de Asfalto*.
- [34] G. Duque and C. Escobar, “Origen Formación y Constitución del Suelo, Físicoquímica de las Arcillas,” *Geomecánica Para Ing.*, p. 172, 2016.
- [35] “Ensayo de Humedad de Suelos.” <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/humedad-suelos/> (accessed Jun. 05, 2022).
- [36] J. I. Casteletti, *Nociones de Mecánica de Suelos*, 2nd ed. Mérida: Universidad de los Andes, 2018.
- [37] C. Crespo Villalaz, *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*, 5th ed. México, D.F., 2004.
- [38] Reunión de Ingenieros, *Mecánica de Suelos*, 1st ed. Barcelona, 1975.
- [39] B. M. Das, *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*, 4th ed. México, 2001.
- [40] L. Marín Nieto, *Mecánica de Suelos*. Guayaquil, 1991.
- [41] C. Villalba Avilés, *Metodología de la investigación científica*. CRVA, 2014.

ANEXOS

ANEXO A

AFORO VEHICULAR MANUAL

Anexo A-1. Formato de tabla para el aforo vehicular manual en campo

PROYECTO:		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												SUMATORIA									
FECHA:		CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO												TOTAL									
ESTACIÓN No:		AUTOMOVILES		LIVIANOS		MOTOS		LIVIANOS		BUSES		PESADOS		LIVIANOS		DOS EJES		CAMIONES		OTROS		SUMATORIA	
DIA:		CAMIONETAS		LIVIANOS		MOTOS		LIVIANOS		MEDIANOS		PESADOS		LIVIANOS		TRES EJES		TRES EJES		OTROS		TOTAL	
SENTIDO:		CAMILIONES		LIVIANOS		MOTOS		LIVIANOS		MEDIANOS		PESADOS		LIVIANOS		TRES EJES		TRES EJES		OTROS		TOTAL	
RESPONSABLE:		CAMILIONES		LIVIANOS		MOTOS		LIVIANOS		MEDIANOS		PESADOS		LIVIANOS		TRES EJES		TRES EJES		OTROS		TOTAL	
HOJA No:		CAMILIONES		LIVIANOS		MOTOS		LIVIANOS		MEDIANOS		PESADOS		LIVIANOS		TRES EJES		TRES EJES		OTROS		TOTAL	
ESTADO DEL TIEMPO:		CAMILIONES		LIVIANOS		MOTOS		LIVIANOS		MEDIANOS		PESADOS		LIVIANOS		TRES EJES		TRES EJES		OTROS		TOTAL	
6H00	6H00																						
	6H15																						
	6H30																						
	6H45																						
	7H00																						
	7H00	Suma Parcial																					
	7H15																						
	7H30																						
	7H45																						
	8H00																						
	8H00	Suma Parcial																					
	8H15																						
	8H30																						
	8H45																						
	9H00																						
	9H00	Suma Parcial																					



Anexo A-2. Censo vehicular de la vía Camino Real (Norte) tramo km 3+800 hasta 7+600 lunes

HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ELABORADO POR:		Israel Cevallos		VÍA:		Camino Real (Norte)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ESTACION N°:		1		SENTIDO:		Ambos Sentidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ABSCISA:		3+800		FECHA:		lunes, 9 de mayo de 2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CONTEO VEHICULAR DÍA 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">HORA</th> <th colspan="6">TIPO DE VEHÍCULOS</th> <th rowspan="2">TOTAL CAMIONES</th> <th rowspan="2">TOTAL</th> <th rowspan="2">ACUMULADO POR HORA</th> </tr> <tr> <th>LIVIANOS (A)</th> <th>BUSES (B)</th> <th colspan="4">CAMIONES</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th></th> <th></th> <th>2 EJES (C-2P)</th> <th>2 EJES (C-2G)</th> <th>3 EJES (C-3)</th> <th>>3 EJES (C > 3)</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">6:00 - 6:15</td><td>36</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>40</td><td rowspan="4">296</td></tr> <tr><td colspan="2">6:15 - 6:30</td><td>72</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>81</td></tr> <tr><td colspan="2">6:30 - 6:45</td><td>87</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>96</td></tr> <tr><td colspan="2">6:45 - 7:00</td><td>69</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>7</td><td>79</td></tr> <tr><td colspan="2">7:00 - 7:15</td><td>89</td><td>3</td><td>4</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>102</td><td rowspan="4">398</td></tr> <tr><td colspan="2">7:15 - 7:30</td><td>96</td><td>3</td><td>6</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>9</td><td>108</td></tr> <tr><td colspan="2">7:30 - 7:45</td><td>90</td><td>2</td><td>7</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>9</td><td>101</td></tr> <tr><td colspan="2">7:45 - 8:00</td><td>82</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>87</td></tr> <tr><td colspan="2">8:00 - 8:15</td><td>68</td><td>4</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>75</td><td rowspan="4">251</td></tr> <tr><td colspan="2">8:15 - 8:30</td><td>69</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>6</td><td>79</td></tr> <tr><td colspan="2">8:30 - 8:45</td><td>43</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>48</td></tr> <tr><td colspan="2">8:45 - 9:00</td><td>39</td><td>4</td><td>5</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>49</td></tr> <tr><td colspan="2">9:00 - 9:15</td><td>41</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>49</td><td rowspan="4">190</td></tr> <tr><td colspan="2">9:15 - 9:30</td><td>41</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>48</td></tr> <tr><td colspan="2">9:30 - 9:45</td><td>34</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>40</td></tr> <tr><td colspan="2">9:45 - 10:00</td><td>45</td><td>0</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>8</td><td>53</td></tr> <tr><td colspan="2">10:00 - 10:15</td><td>56</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>6</td><td>63</td><td rowspan="4">227</td></tr> <tr><td colspan="2">10:15 - 10:30</td><td>55</td><td>2</td><td>1</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>65</td></tr> <tr><td colspan="2">10:30 - 10:45</td><td>40</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>45</td></tr> <tr><td colspan="2">10:45 - 11:00</td><td>47</td><td>0</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>54</td></tr> <tr><td colspan="2">11:00 - 11:15</td><td>65</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>76</td><td rowspan="4">243</td></tr> <tr><td colspan="2">11:15 - 11:30</td><td>46</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>54</td></tr> <tr><td colspan="2">11:30 - 11:45</td><td>46</td><td>2</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>54</td></tr> <tr><td colspan="2">11:45 - 12:00</td><td>51</td><td>1</td><td>5</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>59</td></tr> <tr><td colspan="2">12:00 - 12:15</td><td>41</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>51</td><td rowspan="4">252</td></tr> <tr><td colspan="2">12:15 - 12:30</td><td>66</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>73</td></tr> <tr><td colspan="2">12:30 - 12:45</td><td>47</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>56</td></tr> <tr><td colspan="2">12:45 - 13:00</td><td>62</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>8</td><td>72</td></tr> <tr><td colspan="2">13:00 - 13:15</td><td>47</td><td>3</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>6</td><td>56</td><td rowspan="4">235</td></tr> <tr><td colspan="2">13:15 - 13:30</td><td>52</td><td>5</td><td>8</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>9</td><td>66</td></tr> <tr><td colspan="2">13:30 - 13:45</td><td>50</td><td>2</td><td>8</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>62</td></tr> <tr><td colspan="2">13:45 - 14:00</td><td>46</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>51</td></tr> <tr><td colspan="2">14:00 - 14:15</td><td>36</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>42</td><td rowspan="4">247</td></tr> <tr><td colspan="2">14:15 - 14:30</td><td>64</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>9</td><td>76</td></tr> <tr><td colspan="2">14:30 - 14:45</td><td>46</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>7</td><td>56</td></tr> <tr><td colspan="2">14:45 - 15:00</td><td>64</td><td>2</td><td>6</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>73</td></tr> <tr><td colspan="2">15:00 - 15:15</td><td>38</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>44</td><td rowspan="4">238</td></tr> <tr><td colspan="2">15:15 - 15:30</td><td>38</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>44</td></tr> <tr><td colspan="2">15:30 - 15:45</td><td>79</td><td>2</td><td>7</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>91</td></tr> <tr><td colspan="2">15:45 - 16:00</td><td>54</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>59</td></tr> <tr><td colspan="2">16:00 - 16:15</td><td>47</td><td>0</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>52</td><td rowspan="4">257</td></tr> <tr><td colspan="2">16:15 - 16:30</td><td>59</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>6</td><td>69</td></tr> <tr><td colspan="2">16:30 - 16:45</td><td>57</td><td>0</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>64</td></tr> <tr><td colspan="2">16:45 - 17:00</td><td>62</td><td>2</td><td>6</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>8</td><td>72</td></tr> <tr><td colspan="2">17:00 - 17:15</td><td>73</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>81</td><td rowspan="4">311</td></tr> <tr><td colspan="2">17:15 - 17:30</td><td>69</td><td>5</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>79</td></tr> <tr><td colspan="2">17:30 - 17:45</td><td>69</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>75</td></tr> <tr><td colspan="2">17:45 - 18:00</td><td>71</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>76</td></tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>2744</td> <td>112</td> <td>181</td> <td>92</td> <td>2</td> <td>14</td> <td>289</td> <td>3145</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA	LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES								2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)			6:00 - 6:15		36	4	0	0	0	0	0	40	296	6:15 - 6:30		72	4	3	2	0	0	5	81	6:30 - 6:45		87	5	3	1	0	0	4	96	6:45 - 7:00		69	3	4	2	0	1	7	79	7:00 - 7:15		89	3	4	6	0	0	10	102	398	7:15 - 7:30		96	3	6	2	0	1	9	108	7:30 - 7:45		90	2	7	1	0	1	9	101	7:45 - 8:00		82	1	3	1	0	0	4	87	8:00 - 8:15		68	4	0	2	0	1	3	75	251	8:15 - 8:30		69	4	3	2	1	0	6	79	8:30 - 8:45		43	0	3	2	0	0	5	48	8:45 - 9:00		39	4	5	1	0	0	6	49	9:00 - 9:15		41	3	3	2	0	0	5	49	190	9:15 - 9:30		41	3	4	0	0	0	4	48	9:30 - 9:45		34	1	3	2	0	0	5	40	9:45 - 10:00		45	0	4	3	0	1	8	53	10:00 - 10:15		56	1	3	2	0	1	6	63	227	10:15 - 10:30		55	2	1	7	0	0	8	65	10:30 - 10:45		40	0	2	2	0	1	5	45	10:45 - 11:00		47	0	3	4	0	0	7	54	11:00 - 11:15		65	4	4	3	0	0	7	76	243	11:15 - 11:30		46	3	2	3	0	0	5	54	11:30 - 11:45		46	2	4	2	0	0	6	54	11:45 - 12:00		51	1	5	2	0	0	7	59	12:00 - 12:15		41	3	5	2	0	0	7	51	252	12:15 - 12:30		66	2	3	1	0	1	5	73	12:30 - 12:45		47	3	4	2	0	0	6	56	12:45 - 13:00		62	2	4	1	1	2	8	72	13:00 - 13:15		47	3	4	1	0	1	6	56	235	13:15 - 13:30		52	5	8	1	0	0	9	66	13:30 - 13:45		50	2	8	2	0	0	10	62	13:45 - 14:00		46	1	3	1	0	0	4	51	14:00 - 14:15		36	3	1	2	0	0	3	42	247	14:15 - 14:30		64	3	5	4	0	0	9	76	14:30 - 14:45		46	3	4	2	0	1	7	56	14:45 - 15:00		64	2	6	1	0	0	7	73	15:00 - 15:15		38	1	3	2	0	0	5	44	238	15:15 - 15:30		38	3	2	1	0	0	3	44	15:30 - 15:45		79	2	7	3	0	0	10	91	15:45 - 16:00		54	2	3	0	0	0	3	59	16:00 - 16:15		47	0	4	1	0	0	5	52	257	16:15 - 16:30		59	4	4	1	0	1	6	69	16:30 - 16:45		57	0	4	3	0	0	7	64	16:45 - 17:00		62	2	6	1	0	1	8	72	17:00 - 17:15		73	3	3	2	0	0	5	81	311	17:15 - 17:30		69	5	4	1	0	0	5	79	17:30 - 17:45		69	1	4	1	0	0	5	75	17:45 - 18:00		71	0	3	2	0	0	5	76	TOTAL		2744	112	181	92	2	14	289	3145	
HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL			ACUMULADO POR HORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6:00 - 6:15		36	4	0	0	0	0	0	40	296																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6:15 - 6:30		72	4	3	2	0	0	5	81																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
6:30 - 6:45		87	5	3	1	0	0	4	96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
6:45 - 7:00		69	3	4	2	0	1	7	79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7:00 - 7:15		89	3	4	6	0	0	10	102	398																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7:15 - 7:30		96	3	6	2	0	1	9	108																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7:30 - 7:45		90	2	7	1	0	1	9	101																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7:45 - 8:00		82	1	3	1	0	0	4	87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
8:00 - 8:15		68	4	0	2	0	1	3	75	251																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8:15 - 8:30		69	4	3	2	1	0	6	79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
8:30 - 8:45		43	0	3	2	0	0	5	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
8:45 - 9:00		39	4	5	1	0	0	6	49																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9:00 - 9:15		41	3	3	2	0	0	5	49	190																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
9:15 - 9:30		41	3	4	0	0	0	4	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9:30 - 9:45		34	1	3	2	0	0	5	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9:45 - 10:00		45	0	4	3	0	1	8	53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10:00 - 10:15		56	1	3	2	0	1	6	63	227																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
10:15 - 10:30		55	2	1	7	0	0	8	65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10:30 - 10:45		40	0	2	2	0	1	5	45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10:45 - 11:00		47	0	3	4	0	0	7	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11:00 - 11:15		65	4	4	3	0	0	7	76	243																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
11:15 - 11:30		46	3	2	3	0	0	5	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11:30 - 11:45		46	2	4	2	0	0	6	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11:45 - 12:00		51	1	5	2	0	0	7	59																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12:00 - 12:15		41	3	5	2	0	0	7	51	252																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
12:15 - 12:30		66	2	3	1	0	1	5	73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12:30 - 12:45		47	3	4	2	0	0	6	56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12:45 - 13:00		62	2	4	1	1	2	8	72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13:00 - 13:15		47	3	4	1	0	1	6	56	235																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13:15 - 13:30		52	5	8	1	0	0	9	66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13:30 - 13:45		50	2	8	2	0	0	10	62																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13:45 - 14:00		46	1	3	1	0	0	4	51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
14:00 - 14:15		36	3	1	2	0	0	3	42	247																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
14:15 - 14:30		64	3	5	4	0	0	9	76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
14:30 - 14:45		46	3	4	2	0	1	7	56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
14:45 - 15:00		64	2	6	1	0	0	7	73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15:00 - 15:15		38	1	3	2	0	0	5	44	238																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
15:15 - 15:30		38	3	2	1	0	0	3	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15:30 - 15:45		79	2	7	3	0	0	10	91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15:45 - 16:00		54	2	3	0	0	0	3	59																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16:00 - 16:15		47	0	4	1	0	0	5	52	257																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
16:15 - 16:30		59	4	4	1	0	1	6	69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16:30 - 16:45		57	0	4	3	0	0	7	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16:45 - 17:00		62	2	6	1	0	1	8	72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17:00 - 17:15		73	3	3	2	0	0	5	81	311																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
17:15 - 17:30		69	5	4	1	0	0	5	79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17:30 - 17:45		69	1	4	1	0	0	5	75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17:45 - 18:00		71	0	3	2	0	0	5	76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
TOTAL		2744	112	181	92	2	14	289	3145																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		



Anexo A-3. Conteo vehicular de la vía Camino Real (Norte) tramo km 3+800 hasta 7+600 martes

HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
		LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES						
				2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA								
ELABORADO POR:		Israel Cevallos		VÍA:		Camino Real (Norte)				
ESTACION N°:		1		SENTIDO:		Ambos Sentidos				
ABSCISA:		3+800		FECHA:		martes, 10 de mayo de 2022				
CONTEO VEHICULAR DÍA 2										
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA								
ELABORADO POR:		Israel Cevallos		VÍA:		Camino Real (Norte)				
ESTACION N°:		1		SENTIDO:		Ambos Sentidos				
ABSCISA:		3+800		FECHA:		martes, 10 de mayo de 2022				
CONTEO VEHICULAR DÍA 2										
HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
		LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES						
				2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)			
6:00 - 6:15		23	3	1	1	0	0	2	28	252
6:15 - 6:30		55	5	2	0	0	0	2	62	
6:30 - 6:45		71	6	2	1	0	0	3	80	
6:45 - 7:00		70	4	3	5	0	0	8	82	
7:00 - 7:15		82	3	5	4	0	0	9	94	384
7:15 - 7:30		97	5	3	3	1	0	7	109	
7:30 - 7:45		88	2	4	3	0	1	8	98	
7:45 - 8:00		73	2	5	3	0	0	8	83	
8:00 - 8:15		66	3	2	3	0	0	5	74	247
8:15 - 8:30		51	2	6	1	0	1	8	61	
8:30 - 8:45		52	1	5	3	0	0	8	61	
8:45 - 9:00		45	0	3	3	0	0	6	51	
9:00 - 9:15		42	3	2	5	0	0	7	52	204
9:15 - 9:30		46	3	4	2	2	1	9	58	
9:30 - 9:45		41	1	2	2	0	0	4	46	
9:45 - 10:00		39	1	5	2	0	1	8	48	
10:00 - 10:15		38	3	2	1	0	0	3	44	183
10:15 - 10:30		37	3	4	3	1	1	9	49	
10:30 - 10:45		35	2	2	3	1	0	6	43	
10:45 - 11:00		36	2	5	4	0	0	9	47	
11:00 - 11:15		50	2	2	1	0	1	4	56	229
11:15 - 11:30		40	4	2	7	0	0	9	53	
11:30 - 11:45		43	3	4	4	0	2	10	56	
11:45 - 12:00		55	2	2	5	0	0	7	64	
12:00 - 12:15		43	2	4	2	1	0	7	52	208
12:15 - 12:30		42	3	2	2	0	1	5	50	
12:30 - 12:45		47	2	4	5	0	0	9	58	
12:45 - 13:00		41	0	3	3	0	1	7	48	
13:00 - 13:15		48	2	3	1	0	0	4	54	217
13:15 - 13:30		44	3	4	3	0	1	8	55	
13:30 - 13:45		51	3	1	3	1	1	6	60	
13:45 - 14:00		41	2	2	3	0	0	5	48	
14:00 - 14:15		47	3	2	3	0	0	5	55	220
14:15 - 14:30		44	4	3	3	0	0	6	54	
14:30 - 14:45		46	3	3	2	1	1	7	56	
14:45 - 15:00		45	2	4	3	0	1	8	55	
15:00 - 15:15		51	3	2	1	0	0	3	57	220
15:15 - 15:30		47	4	2	1	0	1	4	55	
15:30 - 15:45		49	3	2	0	1	0	3	55	
15:45 - 16:00		45	1	3	4	0	0	7	53	
16:00 - 16:15		50	2	2	2	0	0	4	56	245
16:15 - 16:30		52	3	3	4	2	1	10	65	
16:30 - 16:45		58	2	2	3	0	0	5	65	
16:45 - 17:00		55	1	2	1	0	0	3	59	
17:00 - 17:15		67	2	2	3	0	1	6	75	290
17:15 - 17:30		64	3	2	2	0	0	4	71	
17:30 - 17:45		65	4	2	0	1	1	4	73	
17:45 - 18:00		66	2	0	3	0	0	3	71	
TOTAL		2483	124	136	126	12	18	292	2899	

Anexo A-4. Conteo vehicular de la vía Camino Real (Norte) tramo km 3+800 hasta 7+600 miércoles

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		CONTEO VEHICULAR DÍA 3							
		PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	VÍA:	Camino Real (Norte)						
ESTACION N°:	1	SENTIDO:	Ambos Sentidos						
ABSCISA:	3+800	FECHA:	miércoles, 11 de mayo de 2022						
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL	ACUMULADO POR HORA	
	LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES						TOTAL CAMIONES
			2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)			
6:00 - 6:15	22	6	2	0	0	0	2	30	263
6:15 - 6:30	57	5	3	0	0	0	3	65	
6:30 - 6:45	74	6	3	0	0	0	3	83	
6:45 - 7:00	79	1	4	1	0	0	5	85	
7:00 - 7:15	72	3	5	3	0	0	8	83	381
7:15 - 7:30	99	5	2	4	0	0	6	110	
7:30 - 7:45	92	1	4	4	0	0	8	101	
7:45 - 8:00	72	1	7	7	0	0	14	87	
8:00 - 8:15	62	3	1	2	0	1	4	69	243
8:15 - 8:30	49	3	6	3	0	0	9	61	
8:30 - 8:45	57	0	5	5	0	0	10	67	
8:45 - 9:00	38	1	6	1	0	0	7	46	
9:00 - 9:15	38	3	3	1	0	0	4	45	206
9:15 - 9:30	48	2	3	3	1	1	8	58	
9:30 - 9:45	45	1	4	1	0	0	5	51	
9:45 - 10:00	39	1	6	5	0	1	12	52	
10:00 - 10:15	40	2	1	3	0	0	4	46	175
10:15 - 10:30	33	2	4	4	0	0	8	43	
10:30 - 10:45	37	2	4	2	1	1	8	47	
10:45 - 11:00	30	2	4	3	0	0	7	39	
11:00 - 11:15	51	1	2	1	0	0	3	55	220
11:15 - 11:30	38	4	6	4	0	0	10	52	
11:30 - 11:45	39	3	3	5	0	0	8	50	
11:45 - 12:00	55	2	2	2	0	2	6	63	
12:00 - 12:15	40	1	1	4	0	0	5	46	199
12:15 - 12:30	40	3	1	1	0	1	3	46	
12:30 - 12:45	40	3	5	5	0	1	11	54	
12:45 - 13:00	45	1	3	3	0	1	7	53	
13:00 - 13:15	48	3	3	1	0	0	4	55	217
13:15 - 13:30	47	1	5	3	0	0	8	56	
13:30 - 13:45	53	1	2	2	1	1	6	60	
13:45 - 14:00	35	2	5	4	0	0	9	46	
14:00 - 14:15	43	3	3	2	0	0	5	51	211
14:15 - 14:30	39	7	4	4	0	0	8	54	
14:30 - 14:45	48	2	1	2	2	1	6	56	
14:45 - 15:00	38	4	6	2	0	0	8	50	
15:00 - 15:15	51	1	2	1	0	0	3	55	218
15:15 - 15:30	41	4	4	1	0	2	7	52	
15:30 - 15:45	61	1	1	0	1	0	2	64	
15:45 - 16:00	39	2	5	1	0	0	6	47	
16:00 - 16:15	43	1	0	3	0	0	3	47	247
16:15 - 16:30	56	2	4	2	0	0	6	64	
16:30 - 16:45	62	1	6	1	1	0	8	71	
16:45 - 17:00	61	1	0	2	1	0	3	65	
17:00 - 17:15	79	2	3	1	0	1	5	86	303
17:15 - 17:30	67	4	2	1	0	0	3	74	
17:30 - 17:45	75	3	1	0	0	0	1	79	
17:45 - 18:00	60	1	2	1	0	0	3	64	
TOTAL	2477	114	159	111	8	14	292	2883	

Anexo A-5. Conteo vehicular de la vía Camino Real (Norte) tramo km 3+800 hasta 7+600 jueves

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		CONTEO VEHICULAR DÍA 4							
		TIPO DE VEHÍCULOS		CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL
HORA	LIVIANOS (A)	BUSES (B)	2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)			
			6:00 - 6:15	25	2	1	0	0	0
6:15 - 6:30	51	6	0	0	0	0	0	57	
6:30 - 6:45	69	7	2	1	0	0	3	79	
6:45 - 7:00	61	8	3	8	0	0	11	80	
7:00 - 7:15	88	2	7	2	0	0	9	99	375
7:15 - 7:30	94	4	3	2	0	0	5	103	
7:30 - 7:45	85	2	3	3	0	1	7	94	
7:45 - 8:00	72	2	4	1	0	0	5	79	
8:00 - 8:15	69	2	4	2	0	0	6	77	250
8:15 - 8:30	54	3	3	2	0	0	5	62	
8:30 - 8:45	49	2	2	3	0	0	5	56	
8:45 - 9:00	50	0	2	2	0	1	5	55	
9:00 - 9:15	45	2	6	4	0	0	10	57	192
9:15 - 9:30	45	3	2	4	0	2	8	56	
9:30 - 9:45	36	0	1	1	0	0	2	38	
9:45 - 10:00	38	0	0	2	0	1	3	41	
10:00 - 10:15	36	3	1	1	0	0	2	41	180
10:15 - 10:30	39	3	2	3	0	1	6	48	
10:30 - 10:45	33	1	1	3	0	0	4	38	
10:45 - 11:00	41	0	7	3	2	0	12	53	
11:00 - 11:15	47	2	2	0	0	1	3	52	220
11:15 - 11:30	41	6	3	5	0	0	8	55	
11:30 - 11:45	39	2	3	6	0	0	9	50	
11:45 - 12:00	50	1	5	5	1	1	12	63	
12:00 - 12:15	43	2	2	2	0	0	4	49	197
12:15 - 12:30	41	4	2	3	0	0	5	50	
12:30 - 12:45	47	1	4	3	0	1	8	56	
12:45 - 13:00	36	0	2	3	1	0	6	42	
13:00 - 13:15	47	2	2	2	0	0	4	53	208
13:15 - 13:30	41	5	3	3	0	1	7	53	
13:30 - 13:45	46	4	1	3	1	0	5	55	
13:45 - 14:00	44	2	1	0	0	0	1	47	
14:00 - 14:15	51	2	3	1	0	0	4	57	224
14:15 - 14:30	48	1	2	2	2	0	6	55	
14:30 - 14:45	44	3	4	2	0	0	6	53	
14:45 - 15:00	49	2	3	3	0	2	8	59	
15:00 - 15:15	51	4	2	1	0	0	3	58	221
15:15 - 15:30	53	5	1	0	0	0	1	59	
15:30 - 15:45	39	5	1	1	1	1	4	48	
15:45 - 16:00	46	2	5	3	0	0	8	56	
16:00 - 16:15	57	2	2	3	0	0	5	64	237
16:15 - 16:30	47	3	2	6	0	1	9	59	
16:30 - 16:45	53	3	2	0	0	0	2	58	
16:45 - 17:00	49	2	3	1	1	0	5	56	
17:00 - 17:15	55	0	2	3	0	0	5	60	283
17:15 - 17:30	60	4	4	3	0	1	8	72	
17:30 - 17:45	63	6	2	1	1	1	5	74	
17:45 - 18:00	71	3	1	2	0	0	3	77	
TOTAL	2438	130	123	114	10	16	263	2831	



Anexo A-6. Conteo vehicular de la vía Camino Real (Norte) tramo km 3+800 hasta 7+600 viernes

HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ELABORADO POR:		Israel Cevallos		VÍA:		Camino Real (Norte)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ESTACION N°:		1		SENTIDO:		Ambos Sentidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ABSCISA:		3+800		FECHA:		viernes, 13 de mayo de 2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CONTEO VEHICULAR DÍA 5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">HORA</th> <th colspan="6">TIPO DE VEHÍCULOS</th> <th rowspan="2">TOTAL CAMIONES</th> <th rowspan="2">TOTAL</th> <th rowspan="2">ACUMULADO POR HORA</th> </tr> <tr> <th>LIVIANOS (A)</th> <th>BUSES (B)</th> <th colspan="4">CAMIONES</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th></th> <th></th> <th>2 EJES (C-2P)</th> <th>2 EJES (C-2G)</th> <th>3 EJES (C-3)</th> <th>>3 EJES (C > 3)</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">6:00 - 6:15</td><td>26</td><td>6</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>36</td><td rowspan="4">277</td></tr> <tr><td colspan="2">6:15 - 6:30</td><td>72</td><td>6</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>82</td></tr> <tr><td colspan="2">6:30 - 6:45</td><td>73</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>85</td></tr> <tr><td colspan="2">6:45 - 7:00</td><td>68</td><td>2</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>74</td></tr> <tr><td colspan="2">7:00 - 7:15</td><td>88</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>94</td><td rowspan="4">382</td></tr> <tr><td colspan="2">7:15 - 7:30</td><td>90</td><td>5</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>100</td></tr> <tr><td colspan="2">7:30 - 7:45</td><td>101</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td><td>107</td></tr> <tr><td colspan="2">7:45 - 8:00</td><td>75</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>81</td></tr> <tr><td colspan="2">8:00 - 8:15</td><td>68</td><td>3</td><td>2</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>77</td><td rowspan="4">275</td></tr> <tr><td colspan="2">8:15 - 8:30</td><td>54</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>62</td></tr> <tr><td colspan="2">8:30 - 8:45</td><td>62</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>72</td></tr> <tr><td colspan="2">8:45 - 9:00</td><td>55</td><td>0</td><td>6</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>9</td><td>64</td></tr> <tr><td colspan="2">9:00 - 9:15</td><td>43</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>49</td><td rowspan="4">221</td></tr> <tr><td colspan="2">9:15 - 9:30</td><td>48</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>9</td><td>61</td></tr> <tr><td colspan="2">9:30 - 9:45</td><td>56</td><td>1</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>8</td><td>65</td></tr> <tr><td colspan="2">9:45 - 10:00</td><td>42</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>46</td></tr> <tr><td colspan="2">10:00 - 10:15</td><td>41</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>47</td><td rowspan="4">198</td></tr> <tr><td colspan="2">10:15 - 10:30</td><td>49</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>57</td></tr> <tr><td colspan="2">10:30 - 10:45</td><td>42</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>46</td></tr> <tr><td colspan="2">10:45 - 11:00</td><td>43</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>48</td></tr> <tr><td colspan="2">11:00 - 11:15</td><td>61</td><td>1</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>9</td><td>71</td><td rowspan="4">230</td></tr> <tr><td colspan="2">11:15 - 11:30</td><td>41</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>50</td></tr> <tr><td colspan="2">11:30 - 11:45</td><td>53</td><td>5</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>63</td></tr> <tr><td colspan="2">11:45 - 12:00</td><td>42</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>46</td></tr> <tr><td colspan="2">12:00 - 12:15</td><td>41</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>44</td><td rowspan="4">236</td></tr> <tr><td colspan="2">12:15 - 12:30</td><td>56</td><td>5</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>65</td></tr> <tr><td colspan="2">12:30 - 12:45</td><td>56</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>63</td></tr> <tr><td colspan="2">12:45 - 13:00</td><td>58</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>6</td><td>64</td></tr> <tr><td colspan="2">13:00 - 13:15</td><td>55</td><td>1</td><td>5</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>9</td><td>65</td><td rowspan="4">243</td></tr> <tr><td colspan="2">13:15 - 13:30</td><td>56</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>63</td></tr> <tr><td colspan="2">13:30 - 13:45</td><td>57</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>5</td><td>63</td></tr> <tr><td colspan="2">13:45 - 14:00</td><td>43</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>6</td><td>52</td></tr> <tr><td colspan="2">14:00 - 14:15</td><td>47</td><td>5</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>54</td><td rowspan="4">234</td></tr> <tr><td colspan="2">14:15 - 14:30</td><td>40</td><td>7</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>8</td><td>55</td></tr> <tr><td colspan="2">14:30 - 14:45</td><td>58</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>68</td></tr> <tr><td colspan="2">14:45 - 15:00</td><td>47</td><td>2</td><td>6</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>57</td></tr> <tr><td colspan="2">15:00 - 15:15</td><td>41</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>7</td><td>49</td><td rowspan="4">238</td></tr> <tr><td colspan="2">15:15 - 15:30</td><td>53</td><td>3</td><td>5</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>66</td></tr> <tr><td colspan="2">15:30 - 15:45</td><td>55</td><td>1</td><td>6</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>9</td><td>65</td></tr> <tr><td colspan="2">15:45 - 16:00</td><td>51</td><td>1</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>58</td></tr> <tr><td colspan="2">16:00 - 16:15</td><td>58</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>63</td><td rowspan="4">267</td></tr> <tr><td colspan="2">16:15 - 16:30</td><td>51</td><td>6</td><td>0</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>60</td></tr> <tr><td colspan="2">16:30 - 16:45</td><td>55</td><td>4</td><td>4</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>69</td></tr> <tr><td colspan="2">16:45 - 17:00</td><td>63</td><td>2</td><td>5</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>75</td></tr> <tr><td colspan="2">17:00 - 17:15</td><td>77</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>83</td><td rowspan="4">327</td></tr> <tr><td colspan="2">17:15 - 17:30</td><td>59</td><td>5</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>69</td></tr> <tr><td colspan="2">17:30 - 17:45</td><td>78</td><td>1</td><td>5</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>89</td></tr> <tr><td colspan="2">17:45 - 18:00</td><td>80</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>86</td></tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>2728</td> <td>123</td> <td>137</td> <td>127</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>277</td> <td>3128</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA	LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES								2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)			6:00 - 6:15		26	6	1	3	0	0	4	36	277	6:15 - 6:30		72	6	4	0	0	0	4	82	6:30 - 6:45		73	7	3	2	0	0	5	85	6:45 - 7:00		68	2	0	4	0	0	4	74	7:00 - 7:15		88	2	3	1	0	0	4	94	382	7:15 - 7:30		90	5	2	2	0	1	5	100	7:30 - 7:45		101	3	1	1	1	0	3	107	7:45 - 8:00		75	1	5	0	0	0	5	81	8:00 - 8:15		68	3	2	4	0	0	6	77	275	8:15 - 8:30		54	3	3	2	0	0	5	62	8:30 - 8:45		62	3	4	3	0	0	7	72	8:45 - 9:00		55	0	6	3	0	0	9	64	9:00 - 9:15		43	1	3	2	0	0	5	49	221	9:15 - 9:30		48	4	5	4	0	0	9	61	9:30 - 9:45		56	1	3	4	0	1	8	65	9:45 - 10:00		42	1	1	2	0	0	3	46	10:00 - 10:15		41	2	1	2	0	1	4	47	198	10:15 - 10:30		49	2	3	3	0	0	6	57	10:30 - 10:45		42	1	1	2	0	0	3	46	10:45 - 11:00		43	1	2	2	0	0	4	48	11:00 - 11:15		61	1	6	2	1	0	9	71	230	11:15 - 11:30		41	2	4	3	0	0	7	50	11:30 - 11:45		53	5	1	3	0	1	5	63	11:45 - 12:00		42	2	1	0	0	1	2	46	12:00 - 12:15		41	1	2	0	0	0	2	44	236	12:15 - 12:30		56	5	2	2	0	0	4	65	12:30 - 12:45		56	3	2	2	0	0	4	63	12:45 - 13:00		58	0	3	2	1	0	6	64	13:00 - 13:15		55	1	5	3	0	1	9	65	243	13:15 - 13:30		56	3	3	1	0	0	4	63	13:30 - 13:45		57	1	4	0	1	0	5	63	13:45 - 14:00		43	3	3	2	0	1	6	52	14:00 - 14:15		47	5	0	2	0	0	2	54	234	14:15 - 14:30		40	7	3	4	0	1	8	55	14:30 - 14:45		58	3	3	4	0	0	7	68	14:45 - 15:00		47	2	6	2	0	0	8	57	15:00 - 15:15		41	1	3	3	0	1	7	49	238	15:15 - 15:30		53	3	5	5	0	0	10	66	15:30 - 15:45		55	1	6	3	0	0	9	65	15:45 - 16:00		51	1	1	5	0	0	6	58	16:00 - 16:15		58	0	0	5	0	0	5	63	267	16:15 - 16:30		51	6	0	3	0	0	3	60	16:30 - 16:45		55	4	4	6	0	0	10	69	16:45 - 17:00		63	2	5	5	0	0	10	75	17:00 - 17:15		77	0	1	5	0	0	6	83	327	17:15 - 17:30		59	5	4	1	0	0	5	69	17:30 - 17:45		78	1	5	5	0	0	10	89	17:45 - 18:00		80	1	2	3	0	0	5	86	TOTAL		2728	123	137	127	4	9	277	3128	
HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL			ACUMULADO POR HORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6:00 - 6:15		26	6	1	3	0	0	4	36	277																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6:15 - 6:30		72	6	4	0	0	0	4	82																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
6:30 - 6:45		73	7	3	2	0	0	5	85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
6:45 - 7:00		68	2	0	4	0	0	4	74																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7:00 - 7:15		88	2	3	1	0	0	4	94	382																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7:15 - 7:30		90	5	2	2	0	1	5	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7:30 - 7:45		101	3	1	1	1	0	3	107																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7:45 - 8:00		75	1	5	0	0	0	5	81																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
8:00 - 8:15		68	3	2	4	0	0	6	77	275																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8:15 - 8:30		54	3	3	2	0	0	5	62																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
8:30 - 8:45		62	3	4	3	0	0	7	72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
8:45 - 9:00		55	0	6	3	0	0	9	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9:00 - 9:15		43	1	3	2	0	0	5	49	221																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
9:15 - 9:30		48	4	5	4	0	0	9	61																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9:30 - 9:45		56	1	3	4	0	1	8	65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9:45 - 10:00		42	1	1	2	0	0	3	46																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10:00 - 10:15		41	2	1	2	0	1	4	47	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
10:15 - 10:30		49	2	3	3	0	0	6	57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10:30 - 10:45		42	1	1	2	0	0	3	46																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10:45 - 11:00		43	1	2	2	0	0	4	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11:00 - 11:15		61	1	6	2	1	0	9	71	230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
11:15 - 11:30		41	2	4	3	0	0	7	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11:30 - 11:45		53	5	1	3	0	1	5	63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11:45 - 12:00		42	2	1	0	0	1	2	46																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12:00 - 12:15		41	1	2	0	0	0	2	44	236																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
12:15 - 12:30		56	5	2	2	0	0	4	65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12:30 - 12:45		56	3	2	2	0	0	4	63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12:45 - 13:00		58	0	3	2	1	0	6	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13:00 - 13:15		55	1	5	3	0	1	9	65	243																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13:15 - 13:30		56	3	3	1	0	0	4	63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13:30 - 13:45		57	1	4	0	1	0	5	63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13:45 - 14:00		43	3	3	2	0	1	6	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
14:00 - 14:15		47	5	0	2	0	0	2	54	234																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
14:15 - 14:30		40	7	3	4	0	1	8	55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
14:30 - 14:45		58	3	3	4	0	0	7	68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
14:45 - 15:00		47	2	6	2	0	0	8	57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15:00 - 15:15		41	1	3	3	0	1	7	49	238																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
15:15 - 15:30		53	3	5	5	0	0	10	66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15:30 - 15:45		55	1	6	3	0	0	9	65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15:45 - 16:00		51	1	1	5	0	0	6	58																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16:00 - 16:15		58	0	0	5	0	0	5	63	267																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
16:15 - 16:30		51	6	0	3	0	0	3	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16:30 - 16:45		55	4	4	6	0	0	10	69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16:45 - 17:00		63	2	5	5	0	0	10	75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17:00 - 17:15		77	0	1	5	0	0	6	83	327																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
17:15 - 17:30		59	5	4	1	0	0	5	69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17:30 - 17:45		78	1	5	5	0	0	10	89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17:45 - 18:00		80	1	2	3	0	0	5	86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
TOTAL		2728	123	137	127	4	9	277	3128																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		



Anexo A-7. Conteo vehicular de la vía Camino Real (Norte) tramo km 3+800 hasta 7+600 sábado

HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
				2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PROYECTO:		ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ELABORADO POR:		Israel Cevallos			VÍA:		Camino Real (Norte)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
ESTACION N°:		1			SENTIDO:		Ambos Sentidos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
ABSCISA:		3+800			FECHA:		sábado, 14 de mayo de 2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
CONTEO VEHICULAR DÍA 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">HORA</th> <th colspan="6">TIPO DE VEHÍCULOS</th> <th rowspan="2">TOTAL CAMIONES</th> <th rowspan="2">TOTAL</th> <th rowspan="2">ACUMULADO POR HORA</th> </tr> <tr> <th>LIVIANOS (A)</th> <th>BUSES (B)</th> <th colspan="4">CAMIONES</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th></th> <th></th> <th>2 EJES (C-2P)</th> <th>2 EJES (C-2G)</th> <th>3 EJES (C-3)</th> <th>>3 EJES (C > 3)</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">6:00 - 6:15</td><td>17</td><td>7</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>25</td><td rowspan="4">106</td></tr> <tr><td colspan="2">6:15 - 6:30</td><td>19</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>22</td></tr> <tr><td colspan="2">6:30 - 6:45</td><td>19</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>23</td></tr> <tr><td colspan="2">6:45 - 7:00</td><td>31</td><td>2</td><td>0</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>36</td></tr> <tr><td colspan="2">7:00 - 7:15</td><td>37</td><td>0</td><td>4</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>43</td><td rowspan="4">214</td></tr> <tr><td colspan="2">7:15 - 7:30</td><td>47</td><td>4</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>55</td></tr> <tr><td colspan="2">7:30 - 7:45</td><td>50</td><td>1</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>6</td><td>57</td></tr> <tr><td colspan="2">7:45 - 8:00</td><td>56</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>59</td></tr> <tr><td colspan="2">8:00 - 8:15</td><td>47</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>4</td><td>51</td><td rowspan="4">210</td></tr> <tr><td colspan="2">8:15 - 8:30</td><td>43</td><td>3</td><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td>0</td><td>7</td><td>53</td></tr> <tr><td colspan="2">8:30 - 8:45</td><td>49</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>52</td></tr> <tr><td colspan="2">8:45 - 9:00</td><td>51</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>54</td></tr> <tr><td colspan="2">9:00 - 9:15</td><td>35</td><td>1</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>40</td><td rowspan="4">200</td></tr> <tr><td colspan="2">9:15 - 9:30</td><td>49</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>55</td></tr> <tr><td colspan="2">9:30 - 9:45</td><td>44</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>51</td></tr> <tr><td colspan="2">9:45 - 10:00</td><td>50</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>54</td></tr> <tr><td colspan="2">10:00 - 10:15</td><td>48</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>56</td><td rowspan="4">211</td></tr> <tr><td colspan="2">10:15 - 10:30</td><td>38</td><td>4</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>47</td></tr> <tr><td colspan="2">10:30 - 10:45</td><td>51</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td><td>57</td></tr> <tr><td colspan="2">10:45 - 11:00</td><td>48</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>51</td></tr> <tr><td colspan="2">11:00 - 11:15</td><td>48</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>6</td><td>57</td><td rowspan="4">235</td></tr> <tr><td colspan="2">11:15 - 11:30</td><td>43</td><td>4</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>52</td></tr> <tr><td colspan="2">11:30 - 11:45</td><td>63</td><td>2</td><td>2</td><td>6</td><td>0</td><td>1</td><td>9</td><td>74</td></tr> <tr><td colspan="2">11:45 - 12:00</td><td>48</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>52</td></tr> <tr><td colspan="2">12:00 - 12:15</td><td>56</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>62</td><td rowspan="4">232</td></tr> <tr><td colspan="2">12:15 - 12:30</td><td>50</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>57</td></tr> <tr><td colspan="2">12:30 - 12:45</td><td>46</td><td>3</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>54</td></tr> <tr><td colspan="2">12:45 - 13:00</td><td>52</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>59</td></tr> <tr><td colspan="2">13:00 - 13:15</td><td>49</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>58</td><td rowspan="4">214</td></tr> <tr><td colspan="2">13:15 - 13:30</td><td>36</td><td>4</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>44</td></tr> <tr><td colspan="2">13:30 - 13:45</td><td>55</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>60</td></tr> <tr><td colspan="2">13:45 - 14:00</td><td>50</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>52</td></tr> <tr><td colspan="2">14:00 - 14:15</td><td>50</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>55</td><td rowspan="4">227</td></tr> <tr><td colspan="2">14:15 - 14:30</td><td>50</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>59</td></tr> <tr><td colspan="2">14:30 - 14:45</td><td>57</td><td>4</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>5</td><td>66</td></tr> <tr><td colspan="2">14:45 - 15:00</td><td>40</td><td>2</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>47</td></tr> <tr><td colspan="2">15:00 - 15:15</td><td>40</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>43</td><td rowspan="4">217</td></tr> <tr><td colspan="2">15:15 - 15:30</td><td>44</td><td>5</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>54</td></tr> <tr><td colspan="2">15:30 - 15:45</td><td>58</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>64</td></tr> <tr><td colspan="2">15:45 - 16:00</td><td>49</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>5</td><td>56</td></tr> <tr><td colspan="2">16:00 - 16:15</td><td>52</td><td>1</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>60</td><td rowspan="4">261</td></tr> <tr><td colspan="2">16:15 - 16:30</td><td>66</td><td>5</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>75</td></tr> <tr><td colspan="2">16:30 - 16:45</td><td>54</td><td>0</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>60</td></tr> <tr><td colspan="2">16:45 - 17:00</td><td>53</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>9</td><td>66</td></tr> <tr><td colspan="2">17:00 - 17:15</td><td>49</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>52</td><td rowspan="4">240</td></tr> <tr><td colspan="2">17:15 - 17:30</td><td>54</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>60</td></tr> <tr><td colspan="2">17:30 - 17:45</td><td>55</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>6</td><td>63</td></tr> <tr><td colspan="2">17:45 - 18:00</td><td>60</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>65</td></tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>2256</td> <td>107</td> <td>89</td> <td>97</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>204</td> <td>2567</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA	LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES								2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)				6:00 - 6:15		17	7	0	1	0	0	1	25	106	6:15 - 6:30		19	2	0	1	0	0	1	22	6:30 - 6:45		19	3	1	0	0	0	1	23	6:45 - 7:00		31	2	0	3	0	0	3	36	7:00 - 7:15		37	0	4	2	0	0	6	43	214	7:15 - 7:30		47	4	1	3	0	0	4	55	7:30 - 7:45		50	1	1	4	0	1	6	57	7:45 - 8:00		56	0	1	2	0	0	3	59	8:00 - 8:15		47	0	1	2	1	0	4	51	210	8:15 - 8:30		43	3	1	5	1	0	7	53	8:30 - 8:45		49	0	1	2	0	0	3	52	8:45 - 9:00		51	1	2	0	0	0	2	54	9:00 - 9:15		35	1	0	4	0	0	4	40	200	9:15 - 9:30		49	4	1	1	0	0	2	55	9:30 - 9:45		44	2	3	2	0	0	5	51	9:45 - 10:00		50	2	1	1	0	0	2	54	10:00 - 10:15		48	3	2	2	0	1	5	56	211	10:15 - 10:30		38	4	1	4	0	0	5	47	10:30 - 10:45		51	3	2	0	1	0	3	57	10:45 - 11:00		48	0	2	1	0	0	3	51	11:00 - 11:15		48	3	3	2	1	0	6	57	235	11:15 - 11:30		43	4	1	4	0	0	5	52	11:30 - 11:45		63	2	2	6	0	1	9	74	11:45 - 12:00		48	0	1	2	0	1	4	52	12:00 - 12:15		56	3	2	1	0	0	3	62	232	12:15 - 12:30		50	2	3	2	0	0	5	57	12:30 - 12:45		46	3	4	1	0	0	5	54	12:45 - 13:00		52	3	2	2	0	0	4	59	13:00 - 13:15		49	3	1	3	1	1	6	58	214	13:15 - 13:30		36	4	2	2	0	0	4	44	13:30 - 13:45		55	0	3	2	0	0	5	60	13:45 - 14:00		50	1	1	0	0	0	1	52	14:00 - 14:15		50	2	1	1	0	1	3	55	227	14:15 - 14:30		50	2	4	3	0	0	7	59	14:30 - 14:45		57	4	3	1	1	0	5	66	14:45 - 15:00		40	2	5	0	0	0	5	47	15:00 - 15:15		40	1	0	2	0	0	2	43	217	15:15 - 15:30		44	5	1	3	0	1	5	54	15:30 - 15:45		58	1	2	3	0	0	5	64	15:45 - 16:00		49	2	3	1	1	0	5	56	16:00 - 16:15		52	1	4	3	0	0	7	60	261	16:15 - 16:30		66	5	2	2	0	0	4	75	16:30 - 16:45		54	0	3	3	0	0	6	60	16:45 - 17:00		53	4	4	3	2	0	9	66	17:00 - 17:15		49	1	1	1	0	0	2	52	240	17:15 - 17:30		54	4	1	0	0	1	2	60	17:30 - 17:45		55	2	3	2	1	0	6	63	17:45 - 18:00		60	1	2	2	0	0	4	65	TOTAL		2256	107	89	97	10	8	204	2567	
HORA		TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
				2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
6:00 - 6:15		17	7	0	1	0	0	1	25	106																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6:15 - 6:30		19	2	0	1	0	0	1	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6:30 - 6:45		19	3	1	0	0	0	1	23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6:45 - 7:00		31	2	0	3	0	0	3	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7:00 - 7:15		37	0	4	2	0	0	6	43	214																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7:15 - 7:30		47	4	1	3	0	0	4	55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7:30 - 7:45		50	1	1	4	0	1	6	57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7:45 - 8:00		56	0	1	2	0	0	3	59																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
8:00 - 8:15		47	0	1	2	1	0	4	51	210																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8:15 - 8:30		43	3	1	5	1	0	7	53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
8:30 - 8:45		49	0	1	2	0	0	3	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
8:45 - 9:00		51	1	2	0	0	0	2	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
9:00 - 9:15		35	1	0	4	0	0	4	40	200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
9:15 - 9:30		49	4	1	1	0	0	2	55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
9:30 - 9:45		44	2	3	2	0	0	5	51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
9:45 - 10:00		50	2	1	1	0	0	2	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
10:00 - 10:15		48	3	2	2	0	1	5	56	211																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10:15 - 10:30		38	4	1	4	0	0	5	47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
10:30 - 10:45		51	3	2	0	1	0	3	57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
10:45 - 11:00		48	0	2	1	0	0	3	51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11:00 - 11:15		48	3	3	2	1	0	6	57	235																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11:15 - 11:30		43	4	1	4	0	0	5	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11:30 - 11:45		63	2	2	6	0	1	9	74																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11:45 - 12:00		48	0	1	2	0	1	4	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12:00 - 12:15		56	3	2	1	0	0	3	62	232																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12:15 - 12:30		50	2	3	2	0	0	5	57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12:30 - 12:45		46	3	4	1	0	0	5	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12:45 - 13:00		52	3	2	2	0	0	4	59																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13:00 - 13:15		49	3	1	3	1	1	6	58	214																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13:15 - 13:30		36	4	2	2	0	0	4	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13:30 - 13:45		55	0	3	2	0	0	5	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13:45 - 14:00		50	1	1	0	0	0	1	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
14:00 - 14:15		50	2	1	1	0	1	3	55	227																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14:15 - 14:30		50	2	4	3	0	0	7	59																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
14:30 - 14:45		57	4	3	1	1	0	5	66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
14:45 - 15:00		40	2	5	0	0	0	5	47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
15:00 - 15:15		40	1	0	2	0	0	2	43	217																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
15:15 - 15:30		44	5	1	3	0	1	5	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
15:30 - 15:45		58	1	2	3	0	0	5	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
15:45 - 16:00		49	2	3	1	1	0	5	56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16:00 - 16:15		52	1	4	3	0	0	7	60	261																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
16:15 - 16:30		66	5	2	2	0	0	4	75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16:30 - 16:45		54	0	3	3	0	0	6	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16:45 - 17:00		53	4	4	3	2	0	9	66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
17:00 - 17:15		49	1	1	1	0	0	2	52	240																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
17:15 - 17:30		54	4	1	0	0	1	2	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
17:30 - 17:45		55	2	3	2	1	0	6	63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
17:45 - 18:00		60	1	2	2	0	0	4	65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
TOTAL		2256	107	89	97	10	8	204	2567																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Anexo A-8. Conteo vehicular de la vía Camino Real (Norte) tramo km 3+800 hasta 7+600 domingo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		CONTEO VEHICULAR DÍA 7							
		PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	VÍA:	Camino Real (Norte)						
ESTACION N°:	1	SENTIDO:	Ambos Sentidos						
ABSCISA:	3+800	FECHA:	domingo, 15 de mayo de 2022						
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
	LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES						
			2 EJES (C-2P)	2 EJES (C-2G)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)			
6:00 - 6:15	20	1	1	0	0	0	1	22	102
6:15 - 6:30	17	3	1	1	0	0	2	22	
6:30 - 6:45	26	0	2	3	0	0	5	31	
6:45 - 7:00	25	0	0	2	0	0	2	27	
7:00 - 7:15	20	1	1	0	0	0	1	22	116
7:15 - 7:30	26	1	3	0	0	0	3	30	
7:30 - 7:45	24	0	2	1	0	0	3	27	
7:45 - 8:00	33	1	2	0	1	0	3	37	
8:00 - 8:15	38	0	3	1	0	1	5	43	177
8:15 - 8:30	33	1	2	0	0	0	2	36	
8:30 - 8:45	43	0	1	0	0	0	1	44	
8:45 - 9:00	52	1	0	0	0	1	1	54	
9:00 - 9:15	30	2	5	1	1	0	7	39	164
9:15 - 9:30	36	2	1	1	0	0	2	40	
9:30 - 9:45	40	1	1	1	0	0	2	43	
9:45 - 10:00	38	1	3	0	0	0	3	42	
10:00 - 10:15	42	1	1	1	0	0	2	45	202
10:15 - 10:30	53	3	2	2	0	0	4	60	
10:30 - 10:45	44	1	0	0	0	1	1	46	
10:45 - 11:00	47	1	1	1	0	1	3	51	
11:00 - 11:15	45	0	1	0	0	0	1	46	237
11:15 - 11:30	63	1	0	3	0	0	3	67	
11:30 - 11:45	52	0	0	2	0	0	2	54	
11:45 - 12:00	67	1	1	1	0	0	2	70	
12:00 - 12:15	56	0	1	0	0	0	1	57	222
12:15 - 12:30	52	1	2	1	0	0	3	56	
12:30 - 12:45	52	1	1	0	0	0	1	54	
12:45 - 13:00	53	0	0	1	0	1	2	55	
13:00 - 13:15	47	2	2	1	0	0	3	52	222
13:15 - 13:30	60	1	1	1	0	0	2	63	
13:30 - 13:45	46	1	2	4	0	0	6	53	
13:45 - 14:00	49	1	2	2	0	0	4	54	
14:00 - 14:15	60	0	1	0	1	0	2	62	208
14:15 - 14:30	57	2	0	1	0	0	1	60	
14:30 - 14:45	42	2	0	1	0	0	1	45	
14:45 - 15:00	35	0	3	2	0	1	6	41	
15:00 - 15:15	48	1	1	0	0	0	1	50	199
15:15 - 15:30	45	2	2	2	0	0	4	51	
15:30 - 15:45	49	0	1	0	0	0	1	50	
15:45 - 16:00	42	1	4	1	0	0	5	48	
16:00 - 16:15	40	2	2	3	0	0	5	47	231
16:15 - 16:30	61	1	2	1	0	1	4	66	
16:30 - 16:45	53	2	3	0	0	0	3	58	
16:45 - 17:00	55	1	0	3	1	0	4	60	
17:00 - 17:15	61	2	1	4	0	0	5	68	263
17:15 - 17:30	73	2	1	1	0	0	2	77	
17:30 - 17:45	57	1	1	1	0	0	2	60	
17:45 - 18:00	56	1	1	0	0	0	1	58	
TOTAL	2163	50	68	51	4	7	130	2343	




Anexo A-9. Conteo vehicular jornada nocturna de la vía Camino Real (Norte) tramo km 3+800 hasta 7+600 miércoles a jueves

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	VÍA:	Camino Real (Norte)					
ESTACION N°:	1	SENTIDO:	Ambos Sentidos					
ABSCISA:	3+800	FECHA:	miércoles 8 y jueves 9 de junio de 2022					
CONTEO VEHICULAR NOCTURNO								
HORA	TIPO DE VEHICULOS					TOTAL CAMIONES	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
	LIVIANOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES					
			2 EJES (C-2)	3 EJES (C-3)	>3 EJES (C > 3)			
18:00 - 18:15	63	0	7	0	0	7	70	
18:15 - 18:30	70	2	2	0	0	2	74	
18:30 - 18:45	64	4	2	0	0	2	70	
18:45 - 19:00	62	2	4	0	0	4	68	282
19:00 - 19:15	63	1	2	0	0	2	66	278
19:15 - 19:30	22	1	1	0	0	1	24	228
19:30 - 19:45	31	4	0	0	0	0	35	193
19:45 - 20:00	35	0	1	0	0	1	36	161
20:00 - 20:15	25	0	1	0	0	1	26	121
20:15 - 20:30	22	1	0	0	0	0	23	120
20:30 - 20:45	17	1	1	0	0	1	19	104
20:45 - 21:00	10	0	1	0	0	1	11	79
21:00 - 21:15	18	2	0	0	0	0	20	73
21:15 - 21:30	12	0	0	0	0	0	12	62
21:30 - 21:45	13	0	1	0	0	1	14	57
21:45 - 22:00	6	0	0	0	0	0	6	52
22:00 - 22:15	11	0	0	1	0	1	12	44
22:15 - 22:30	10	0	1	0	0	1	11	43
22:30 - 22:45	6	0	0	0	0	0	6	35
22:45 - 23:00	6	0	0	1	0	1	7	36
23:00 - 23:15	1	0	1	0	0	1	2	26
23:15 - 23:30	3	0	0	0	0	0	3	18
23:30 - 23:45	2	0	0	0	0	0	2	14
23:45 - 0:00	3	0	0	0	0	0	3	10
0:00 - 0:15	1	0	0	0	0	0	1	9
0:15 - 0:30	2	0	0	0	0	0	2	8
0:30 - 0:45	2	0	0	0	0	0	2	8
0:45 - 1:00	3	0	0	0	1	1	4	9
1:00 - 1:15	2	0	0	0	0	0	2	10
1:15 - 1:30	1	0	0	0	0	0	1	9
1:30 - 1:45	2	0	0	0	0	0	2	9
1:45 - 2:00	1	0	0	0	0	0	1	6
2:00 - 2:15	0	0	0	0	0	0	0	4
2:15 - 2:30	0	0	0	0	0	0	0	3
2:30 - 2:45	1	0	0	0	0	0	1	2
2:45 - 3:00	0	0	0	0	0	0	0	1
3:00 - 3:15	0	0	0	0	0	0	0	1
3:15 - 3:30	0	0	0	0	0	0	0	1
3:30 - 3:45	1	0	0	0	0	0	1	1
3:45 - 4:00	2	0	0	0	0	0	2	3
4:00 - 4:15	3	0	2	0	0	2	5	8
4:15 - 4:30	2	0	0	0	0	0	2	10
4:30 - 4:45	2	0	1	0	0	1	3	12
4:45 - 5:00	4	0	0	0	0	0	4	14
5:00 - 5:15	5	0	0	0	0	0	5	14
5:15 - 5:30	6	2	0	0	0	0	8	20
5:30 - 5:45	19	2	0	0	0	0	21	38
5:45 - 6:00	17	1	0	1	0	1	19	53
TOTAL	651	23	28	3	1	32	706	



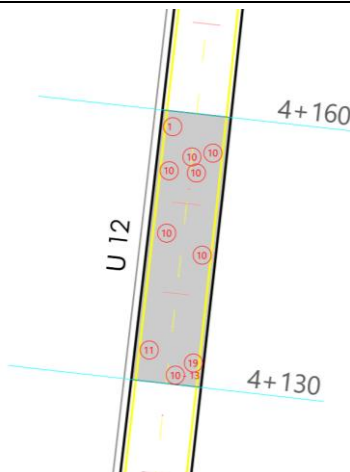
ANEXO B

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO (PCI)**



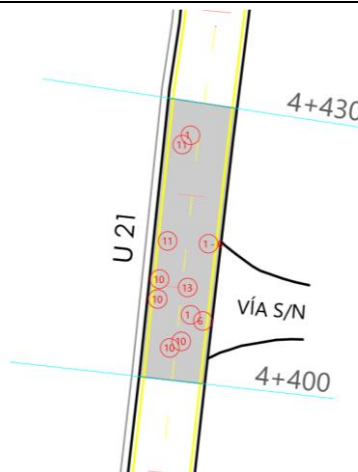
Anexo B-2. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	3+860	Unidad de muestreo:	1					
Sección:	1	Abscisa final:	3+890	Área muestreo (m ²):	255.00					
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	8.50					
No.	Daño	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 long. y transv.	m								
11	Parqueo	m ²								
12	Pulimento de agregados	m ²								
13	Baches / huecos	cant.								
14	Cruce de vía férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grieta parabólica	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Intemperismo	m ²								
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
11	L	31.5	6.6	1.1	0.8			40.05	15.71	20
19	M	123.0						123.00	48.24	35
13	M	1.0						1.00	0.39	17
11	M	0.6						0.59	0.23	4
1	M	35.4	15.0					50.40	19.76	55
7	H	0.55						0.55	0.22	0
Valor Deducido Total:										131
Número de Valores Deducidos > 2(q):		5		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		55								
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		5.13								
CÁLCULO DEL PCI										
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV	
1	55	35	20	17	4		131	5	68.5	
2	55	35	20	17	2		129	4	73.5	
3	55	35	20	2	2		114	3	71	
4	55	35	2	2	2		96	2	68	
5	55	2	2	2	2		63	1	63	
Máx CDV:									73.5	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 73.5$ $PCI = 26.5 \rightarrow$ MALO										



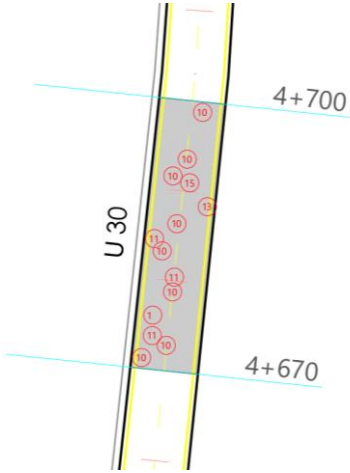
Anexo B-3. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	4+130	Unidad de muestreo:	2							
Sección:	1	Abscisa final:	4+160	Área muestreo (m ²):	229,50							
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.65							
No.	Daño		ESQUEMA:									
1	Piel de cocodrilo											
2	Exudación											
3	Agrietamiento en bloque											
4	Abultamientos y hundimientos											
5	Corrugación											
6	Depresión											
7	Grieta de borde											
8	Grieta de reflexión de junta											
9	Desnivel carril / berma											
10	Grietas long. y transv.											
11	Parcheo											
12	Pulimento de agregados											
13	Baches / huecos											
14	Cruce de vía férrea											
15	Ahuellamiento											
16	Desplazamiento											
17	Grieta parabólica											
18	Hinchamiento											
19	Intemperismo											
Daño	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
11	L	15.3							15.30	6.67	12	
10	M	30	1.65						31.65	13.79	20	
10	H	2.04	2.2						4.24	1.85	12	
1	L	103							103.28	45.00	51	
1	H	1.79							1.79	0.78	27	
10	L	0.7	0.29	0.45	0.7	0.85	0.32		3.31	1.44	0	
11	M	19.5							19.50	8.50	29	
19	M	11.5							11.48	5.00	13	
13	L	1							1.00	0.44	10	
									Valor Deducido Total:		174	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		8		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$								
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		51										
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		5.50										
CÁLCULO DEL PCI												
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	51	29	27	20	13	6			146	6	71.5	
2	51	29	27	20	13	2			142	5	74	
3	51	29	27	20	2	2			131	4	74.5	
4	51	29	27	2	2	2			113	3	70.5	
5	51	29	2	2	2	2			88	2	63	
6	51	2	2	2	2	2			61	1	61	
									Máx CDV:		74.5	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 74.5$ $PCI = 25.5 \rightarrow$ MALO												




Anexo B-4. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	4+400	Unidad de muestreo:	3						
Sección:	1	Abscisa final:	4+430	Área muestreo (m ²):	214.50						
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.15						
No.	Daño	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 long. y transv.	m									
11	Parcheo	m ²									
12	Pulimiento de agregados	m ²									
13	Baches / huecos	cant.									
14	Cruce de vía férrea	m ²									
15	Ahuellamiento	m ²									
16	Desplazamiento	m ²									
17	Grieta parabólica	m ²									
18	Hinchamiento	m ²									
19	Intemperismo	m ²									
Daño	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido			
11	L	36	1.35					37.35	17.41	21	
1	M	10.5						10.45	4.87	38	
10	M	30	3.5	1.9	2.5			37.90	17.67	23	
19	L	107						107.25	50.00	12	
10	L	0.71						0.71	0.33	0	
13	H	1						1.00	0.47	39	
1	H	5.25						5.25	2.45	43	
6	L	2.25						2.25	1.05	5	
1	L	1.94						1.94	0.90	10	
6	M	12.8						12.81	5.97	20	
								Valor Deducido Total:		211	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		9		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		43									
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		6.23									
CÁLCULO DEL PCI											
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	43	39	38	23	21	20	2.76		186.76	7	81.5
2	43	39	38	23	21	20	2		186	6	86.5
3	43	39	38	23	21	2	2		168	5	84.5
4	43	39	38	23	2	2	2		149	4	83
5	43	39	38	2	2	2	2		128	3	78
6	43	39	2	2	2	2	2		92	2	65.5
7	43	2	2	2	2	2	2		55	1	55
										Máx CDV:	86.5
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 86.5$ $PCI = 13.5 \rightarrow$ MUY MALO											



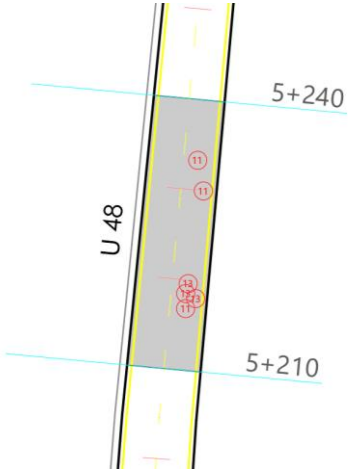
Anexo B-5. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	4+670	Unidad de muestreo:	4						
Sección:	1	Abscisa final:	4+700	Área muestreo (m2):	224.25						
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.48						
No.	Daño		ESQUEMA:								
1	Piel de cocodrilo										
2	Exudación										
3	Agrietamiento en bloque										
4	Abultamientos y hundimientos										
5	Corrugación										
6	Depresión										
7	Grieta de borde										
8	Grieta de reflexión de junta										
9	Desnivel carril / berma										
10	Grietas long. y transv.										
11	Parcheo										
12	Pulimiento de agregados										
13	Baches / huecos										
14	Cruce de vía férrea										
15	Ahuellamiento										
16	Desplazamiento										
17	Grieta parabólica										
18	Hinchamiento										
19	Intemperismo										
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
11	L	30	5.12	5				40.12	17.89	21	
13	M	1						1.00	0.45	19	
19	M	112						112.13	50.00	35	
10	M	5.25	2.06	1.45	2.6			11.36	5.07	11	
10	L	3.8	2.7					6.50	2.90	1	
1	M	1.99	3.29					5.28	2.35	30	
10	H	3.6						3.60	1.61	11	
15	L	75						75.00	33.44	41	
								Valor Deducido Total:		169	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		7		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		41									
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		6.42									
CÁLCULO DEL PCI											
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	41	35	30	21	19	11	4.62		161.62	7	75
2	41	35	30	21	19	11	2		159	6	77.5
3	41	35	30	21	19	2	2		150	5	77.5
4	41	35	30	21	2	2	2		133	4	75
5	41	35	30	2	2	2	2		114	3	71
6	41	35	2	2	2	2	2		86	2	62
7	41	2	2	2	2	2	2		53	1	53
								Máx CDV:		77.5	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 77.5 PCI = 22.5 → MUY MALO											



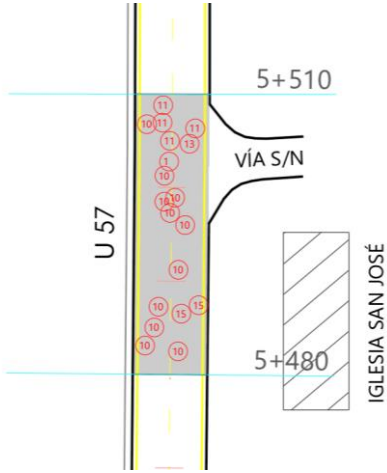
Anexo B-6. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 5

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	4+940	Unidad de muestreo:	5						
Sección:	1	Abscisa final:	4+970	Área muestreo (m ²):	220.50						
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.35						
No.	Daño		ESQUEMA:								
1	Piel de cocodrilo										
2	Exudación										
3	Agrietamiento en bloque										
4	Abultamientos y hundimientos										
5	Corrugación										
6	Depresión										
7	Grieta de borde										
8	Grieta de reflexión de junta										
9	Desnivel carril / berma										
10	Grietas long. y transv.										
11	Parcheo										
12	Pulimento de agregados										
13	Baches / huecos										
14	Cruce de vía férrea										
15	Ahuellamiento										
16	Desplazamiento										
17	Grieta parabólica										
18	Hinchamiento										
19	Intemperismo										
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
11	L	28.5	5.1					33.60	15.24	20	
10	M	5.2	1.1	1.46	2.98			10.74	4.87	11	
10	L	0.75	0.4					1.15	0.52	0	
1	L	8.64						8.64	3.92	24	
15	L	3						3.00	1.36	10	
								Valor Deducido Total:	65		
Número de Valores Deducidos > 2(q):		4						$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		24									
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		7.98									
CÁLCULO DEL PCI											
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	24	20	11	10					65	4	36
2	24	20	11	2					57	3	36
3	24	20	2	2					48	2	36
4	24	2	2	2					30	1	30
								Máx CDV:	36		
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 36$ $PCI = 64 \rightarrow$ BUENO											



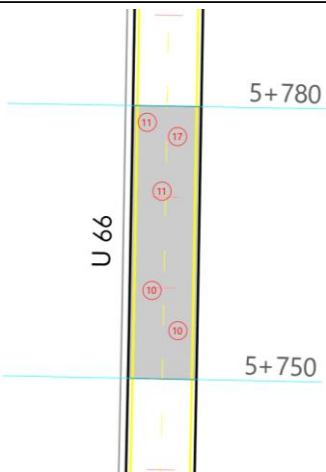
Anexo B-7. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 6

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	5+210	Unidad de muestreo:	6							
Sección:	1	Abscisa final:	5+240	Área muestreo (m2):	228.00							
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.6							
No.	Daño			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 long. y transv.	m										
11	Parqueo	m ²										
12	Pulimento de agregados	m ²										
13	Baches / huecos	cant.										
14	Cruce de vía férrea	m ²										
15	Ahuellamiento	m ²										
16	Desplazamiento	m ²										
17	Grieta parabólica	m ²										
18	Hinchamiento	m ²										
19	Intemperismo	m ²										
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido		
19	H	114						114.00	50.00	69		
11	L	2.23	0.35	0.34				2.92	1.28	3		
13	L	3						3.00	1.32	22		
Valor Deducido Total:								94				
Número de Valores Deducidos > 2(q):		3						$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		69										
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		3.85										
CÁLCULO DEL PCI												
No.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	69	22	3							94	3	60
2	69	22	2							93	2	66
3	69	2	2							73	1	73
Máx CDV:											73	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 73$ $PCI = 27 \rightarrow$ MALO												



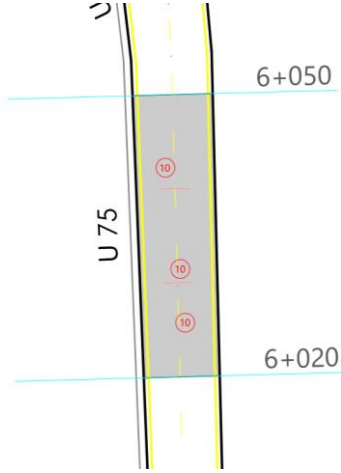
Anexo B-8. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 7

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO															
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	5+480	Unidad de muestreo:	7										
Sección:	1	Abscisa final:	5+510	Área muestreo (m2):	229,50										
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.65										
No.	Daño	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 long. y transv.	m													
11	Parqueo	m ²													
12	Pulimiento de agregados	m ²													
13	Baches / huecos	cant.													
14	Cruce de vía férrea	m ²													
15	Ahuellamiento	m ²													
16	Desplazamiento	m ²													
17	Grieta parabólica	m ²													
18	Hinchamiento	m ²													
19	Intemperismo	m ²													
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
11	L	24	0.34	0.35	0.69	1.35							26.73	11.65	18
13	L	1											1.00	0.44	11
10	L	2.9	0.77	1.04	1.5	1.3	1.45	1.24	1.15	0.65			12.00	5.23	4
1	M	1.31											1.31	0.57	17
19	M	115											114.75	50.00	35
19	L	91.8											91.80	40.00	11
10	M	7.5											7.50	3.27	9
10	H	3.9											3.90	1.70	11
15	L	3	2.5										5.50	2.40	15
												Valor Deducido Total:		131	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		9		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$											
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		35													
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		6.97													
CÁLCULO DEL PCI															
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV		
1	35	18	17	15	11	11	10.7					117.67	7	57.5	
2	35	18	17	15	11	11	2					109	6	53.5	
3	35	18	17	15	11	2	2					100	5	52	
4	35	18	17	15	2	2	2					91	4	52	
5	35	18	17	2	2	2	2					78	3	50	
6	35	18	2	2	2	2	2					63	2	46	
7	35	2	2	2	2	2	2					47	1	47	
												Máx CDV:		57.5	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 57.5 PCI = 42.5 → REGULAR															



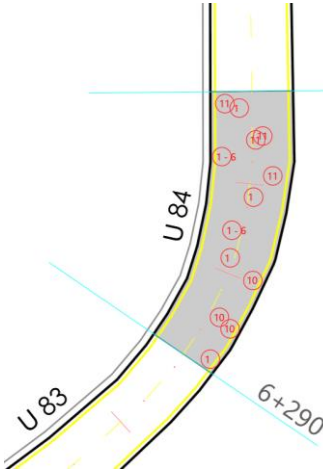
Anexo B-9. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 8

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	5+750	Unidad de muestreo:	8				
Sección:	1	Abscisa final:	5+780	Área muestreo (m ²):	222.00				
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.4				
No.	Daño	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 long. y transv.	m							
11	Parcheo	m ²							
12	Pulimento de agregados	m ²							
13	Baches / huecos	cant.							
14	Cruce de vía férrea	m ²							
15	Ahuellamiento	m ²							
16	Desplazamiento	m ²							
17	Grieta parabólica	m ²							
18	Hinchamiento	m ²							
19	Intemperismo	m ²							
Daño	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
11	L	25.5					25.50	11.49	18
11	M	1.65					1.65	0.74	9
17	M	1.9					1.90	0.86	10
19	L	44.4					44.40	20.00	8
10	M	3.32	2.3				5.62	2.53	6
							Valor Deducido Total:		51
Número de Valores Deducidos > 2(q):		5				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		18							
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		8.53							
CÁLCULO DEL PCI									
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV
1	18	10	9	8	6		51	5	24
2	18	10	9	8	2		47	4	24
3	18	10	9	2	2		41	3	25
4	18	10	2	2	2		34	2	25
5	18	2	2	2	2		26	1	26
							Máx CDV:		26
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 26$ $PCI = 74 \rightarrow$ MUY BUENO									



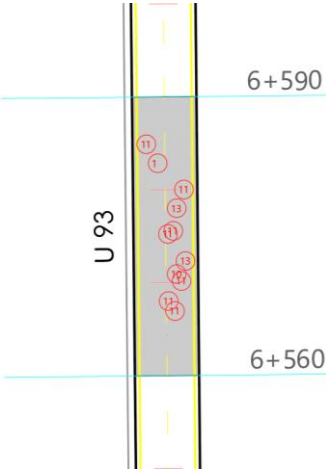
Anexo B-10. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 9

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	6+020	Unidad de muestreo:	9			
Sección:	1	Abscisa final:	6+050	Área muestreo (m ²):	255.75			
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	8.53			
No.	Daño	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 long. y transv.	m						
11	Parqueo	m ²						
12	Pulimento de agregados	m ²						
13	Baches / huecos	cant.						
14	Cruce de vía férrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grieta parabólica	m ²						
18	Hinchamiento	m ²						
19	Intemperismo	m ²						
Daño	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido
10	H	8				8.00	3.13	18
10	L	0.43	1.23			1.66	0.65	0
19	L	128				127.88	50.00	12
						Valor Deducido Total:		30
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		18						
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		8.53						
CÁLCULO DEL PCI								
No.	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	18	12			30	2	22	
2	18	2			20	1	20	
						Máx CDV:	22	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 22$ $PCI = 78 \rightarrow$ MUY BUENO								

Anexo B-11. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 10

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	6+290	Unidad de muestreo:	10						
Sección:	1	Abscisa final:	6+320	Área muestreo (m2):	255.75						
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	8.53						
No.	Daño	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 long. y transv.	m									
11	Parqueo	m ²									
12	Pulimiento de agregados	m ²									
13	Baches / huecos	cant.									
14	Cruce de vía férrea	m ²									
15	Ahuellamiento	m ²									
16	Desplazamiento	m ²									
17	Grieta parabólica	m ²									
18	Hinchamiento	m ²									
19	Intemperismo	m ²									
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
11	L	6.22	11.9	0.56	1.31				19.96	7.81	14
1	M	8.31	3.8	3.48	5.86	9.2	1.69		32.34	12.65	49
6	L	3.8	3.48						7.28	2.85	6
19	L	205							204.60	80.00	15
10	L	0.57							0.57	0.22	0
10	M	6.9	0.53						7.43	2.91	8
Valor Deducido Total:										92	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		5						$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		49									
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		5.68									
CÁLCULO DEL PCI											
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV		
1	49	15	14	8	6		92	5	48		
2	49	15	14	8	2		88	4	50		
3	49	15	14	2	2		82	3	52.5		
4	49	15	2	2	2		70	2	51		
5	49	2	2	2	2		57	1	57		
Máx CDV:									57		
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 57$ $PCI = 43 \rightarrow$ REGULAR											



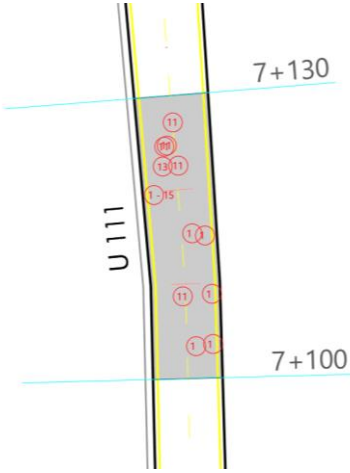
Anexo B-12. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 11

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO														
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	6+560	Unidad de muestreo:	11									
Sección:	1	Abscisa final:	6+590	Área muestreo (m ²):	196.50									
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	6.55									
No.	Daño							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 long. y transv.	m												
11	Parcheo	m ²												
12	Pulimiento de agregados	m ²												
13	Baches / huecos	cant.												
14	Cruce de vía férrea	m ²												
15	Ahuellamiento	m ²												
16	Desplazamiento	m ²												
17	Grieta parabólica	m ²												
18	Hinchamiento	m ²												
19	Intemperismo	m ²												
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido
11	M	25.5										25.50	12.98	34
19	H	98.3										98.25	50.00	69
1	H	2.48										2.48	1.26	33
11	L	1.06	0.4	2.1	1.02	1.65	1.45	0.59				8.27	4.21	9
13	M	1										1.00	0.51	21
13	L	1										1.00	0.51	12
10	H	30										30.00	15.27	41
10	L	2.1	1.8	0.55	0.34	0.68	0.35	0.57	0.9	0.75	0.65	8.69	4.42	3
												Valor Deducido Total:		222
Número de Valores Deducidos > 2(q):		8										$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		69												
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		3.85												
CÁLCULO DEL PCI														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	69	41	34	28.1							172.05	4	92	
2	69	41	34	2							146	3	87	
3	69	41	2	2							114	2	78.5	
4	69	2	2	2							75	1	75	
												Máx CDV:	92	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 92$ $PCI = 8 \rightarrow$ FALLADO														



Anexo B-13. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 12

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	6+830	Unidad de muestreo:	12					
Sección:	1	Abscisa final:	6+860	Área muestreo (m ²):	186.75					
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	6.23					
No.	Daño	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 long. y transv.	m								
11	Parqueo	m ²								
12	Pulimento de agregados	m ²								
13	Baches / huecos	cant.								
14	Cruce de vía férrea	m ²								
15	Ahuellamiento	m ²								
16	Desplazamiento	m ²								
17	Grieta parabólica	m ²								
18	Hinchamiento	m ²								
19	Intemperismo	m ²								
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
10	M	0.95	5.1					6.05	3.24	9
10	H	2.7	3.8	2.3	1.23			10.03	5.37	24
10	L	0.8	1.08	0.36	0.75	1.63		4.62	2.47	1
1	M	0.68						0.68	0.37	14
11	L	0.32	0.5					0.82	0.44	1
								Valor Deducido Total:	49	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		3		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		24								
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		7.98								
CÁLCULO DEL PCI										
No.	Valores Deducidos					Total	q	CDV		
1	24	14	9			47	3	29		
2	24	14	2			40	2	29.5		
3	24	2	2			28	1	28		
								Máx CDV:	29.5	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 29.5$ PCI= 70.5 → MUY BUENO										

Anexo B-14. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 13

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	7+100	Unidad de muestreo:	13						
Sección:	1	Abscisa final:	7+130	Área muestreo (m2):	226.50						
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.55						
No.	Daño	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 long. y transv.	m									
11	Parqueo	m ²									
12	Pulimiento de agregados	m ²									
13	Baches / huecos	cant.									
14	Cruce de vía férrea	m ²									
15	Ahuellamiento	m ²									
16	Desplazamiento	m ²									
17	Grieta parabólica	m ²									
18	Hinchamiento	m ²									
19	Intemperismo	m ²									
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	H	45	1.49	8.8	0.67				55.96	24.71	74
15	L	30							30.00	13.25	29
19	H	17.6							17.58	7.76	37
10	H	30							30.00	13.25	38
11	L	1.16	0.45	0.86	0.44	1.73			4.65	2.05	5
13	M	1							1.00	0.44	19
1	M	1.33	2.55						3.88	1.71	26
									Valor Deducido Total:		228
Número de Valores Deducidos > 2(q):		7		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		74									
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		3.39									
CÁLCULO DEL PCI											
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV		
1	74	38	37	11.3			160.31	4	88		
2	74	38	37	2			151	3	89		
3	74	38	2	2			116	2	80		
4	74	2	2	2			80	1	80		
									Máx CDV:	89	
PCI = 100 - Máx CDV PCI = 100 - 89 PCI = 11 → MUY MALO											

Anexo B-15. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo N° 14

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	7+370	Unidad de muestreo:	14				
Sección:	1	Abscisa final:	7+400	Área muestreo (m ²):	297.75				
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	9.925				
No.	Daño	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 long. y transv.	m							
11	Parcheo	m ²							
12	Pulimiento de agregados	m ²							
13	Baches / huecos	cant.							
14	Cruce de vía férrea	m ²							
15	Ahuellamiento	m ²							
16	Desplazamiento	m ²							
17	Grieta parabólica	m ²							
18	Hinchamiento	m ²							
19	Intemperismo	m ²							
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
10	M	3	2.2				5.20	1.75	4
1	M	9.1					9.10	3.06	33
10	L	1	2.9	0.55	0.9	1.45	6.80	2.28	1
11	L	2.25					2.25	0.76	2
13	L	1					1.00	0.34	9
1	L	0.9					0.90	0.30	5
19	M	87					87.00	29.22	29
Valor Deducido Total:								83	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		5				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		33							
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		7.15							
CÁLCULO DEL PCI									
No.	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	33	29	9	5	4	80	5	41	
2	33	29	9	5	2	78	4	44	
3	33	29	9	2	2	75	3	48	
4	33	29	2	2	2	68	2	50	
5	33	2	2	2	2	41	1	41	
Máx CDV:								50	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 50$ $PCI = 50 \rightarrow$ REGULAR									

Anexo B-16. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo adicional N° 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	4+040	Unidad de muestreo:	A1							
Sección:	1	Abscisa final:	4+070	Área muestreo (m ²):	237.00							
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	7.90							
No.	Daño	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 long. y transv.	m										
11	Parqueo	m ²										
12	Pulimiento de agregados	m ²										
13	Baches / huecos	cant.										
14	Cruce de vía férrea	m ²										
15	Ahuellamiento	m ²										
16	Desplazamiento	m ²										
17	Grieta parabólica	m ²										
18	Hinchamiento	m ²										
19	Intemperismo	m ²										
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor Deducido
11	L	1.65	1.67	0.44	36					39.76	16.77	20
19	H	71.1								71.10	30.00	62
1	H	71.1								71.10	30.00	76
11	M	27.8	75							102.75	43.35	55
18	H	20	23.2							43.20	18.23	61
6	M	4	26.8	40						70.80	29.87	49
6	H	76								76.00	32.07	63
Valor Deducido Total:											386	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		7										
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		76										
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		3.20										
CÁLCULO DEL PCI												
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	76	63	62	12.2					213.2	4	99	
2	76	63	62	2					203	3	100	
3	76	63	2	2					143	2	92	
4	76	2	2	2					82	1	82	
Máx CDV:											100	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 100$ $PCI = 0 \rightarrow$ FALLADO												

Anexo B-17. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo adicional N° 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	6+170	Unidad de muestreo:	A2							
Sección:	1	Abscisa final:	6+200	Área muestreo (m2):	255.75							
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	8.53							
No.	Daño	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 long. y transv.	m										
11	Parqueo	m ²										
12	Pulimiento de agregados	m ²										
13	Baches / huecos	cant.										
14	Cruce de vía férrea	m ²										
15	Ahuellamiento	m ²										
16	Desplazamiento	m ²										
17	Grieta parabólica	m ²										
18	Hinchamiento	m ²										
19	Intemperismo	m ²										
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor Deducido
15	L	9	8							17.00	6.65	23
15	M	7.5	17.5							25.00	9.78	44
19	M	256								255.75	100.00	44
10	M	8.5	8.6	2.05	2.05	1.8	11.4	4.1		38.45	15.03	21
1	M	3.29								3.29	1.29	23
10	L	1.9								1.90	0.74	0
10	H	7.8	1.8							9.60	3.75	20
11	L	0.78								0.78	0.30	0
										Valor Deducido Total:		175
Número de Valores Deducidos > 2(q):		6		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$								
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		44										
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		6.14										
CÁLCULO DEL PCI												
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	44	44	23	23	21	20			175	6	83.5	
2	44	44	23	23	21	2			157	5	80	
3	44	44	23	23	2	2			138	4	78	
4	44	44	23	2	2	2			117	3	72.5	
5	44	44	2	2	2	2			96	2	68	
6	44	2	2	2	2	2			54	1		
										Máx CDV:	83.5	
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 83.5$ $PCI = 16.5 \rightarrow$ MUY MALO												

Anexo B-18. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo adicional
N° 3

No.		Daño		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 long. y transv.	m										
11		Parqueo	m ²										
12		Pulimiento de agregados	m ²										
13		Baches / huecos	cant.										
14		Cruce de vía férrea	m ²										
15		Ahuellamiento	m ²										
16		Desplazamiento	m ²										
17		Grieta parabólica	m ²										
18		Hinchamiento	m ²										
19		Intemperismo	m ²										
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
19	H	104								103.50	50.00	69	
10	H	30								30.00	14.49	40	
11	L	0.5	1.35	0.43	0.56	0.81	0.32			3.97	1.92	5	
11	M	0.4								0.40	0.20	4	
1	H	27								27.00	13.04	65	
1	M	7.7								7.70	3.72	35	
1	L	9								9.00	4.35	25	
Valor Deducido Total:											243		
Número de Valores Deducidos > 2(q):		7		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$									
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		69											
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		3.85											
CÁLCULO DEL PCI													
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV		
1	69	65	40	29.8					203.75	4	99		
2	69	65	40	2					176	3	99		
3	69	65	2	2					138	2	91		
4	69	2	2	2					75	1	75		
Máx CDV:											99		
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 99$ $PCI = 1 \rightarrow$ FALLADO													

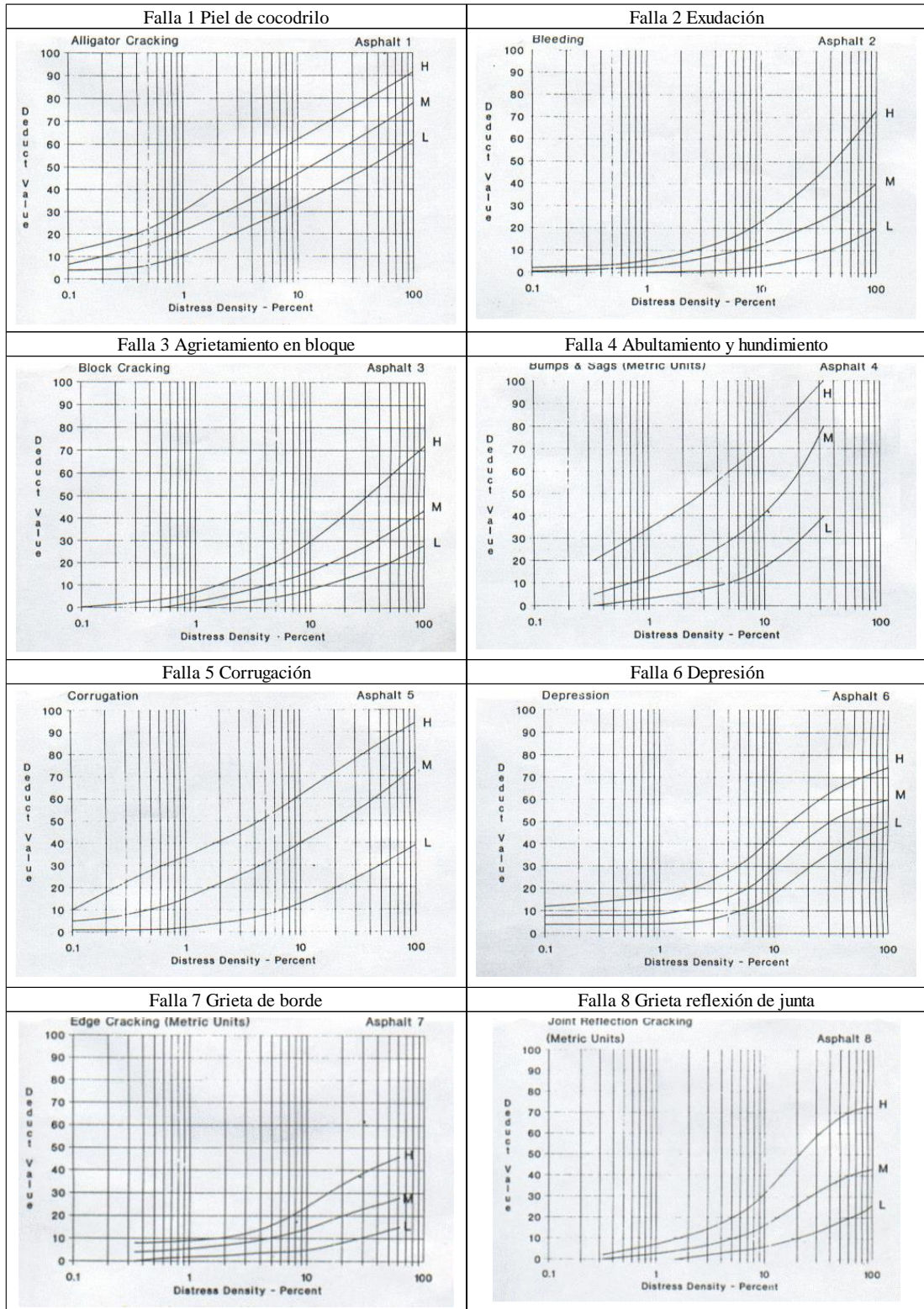
Anexo B-19. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo adicional N° 4

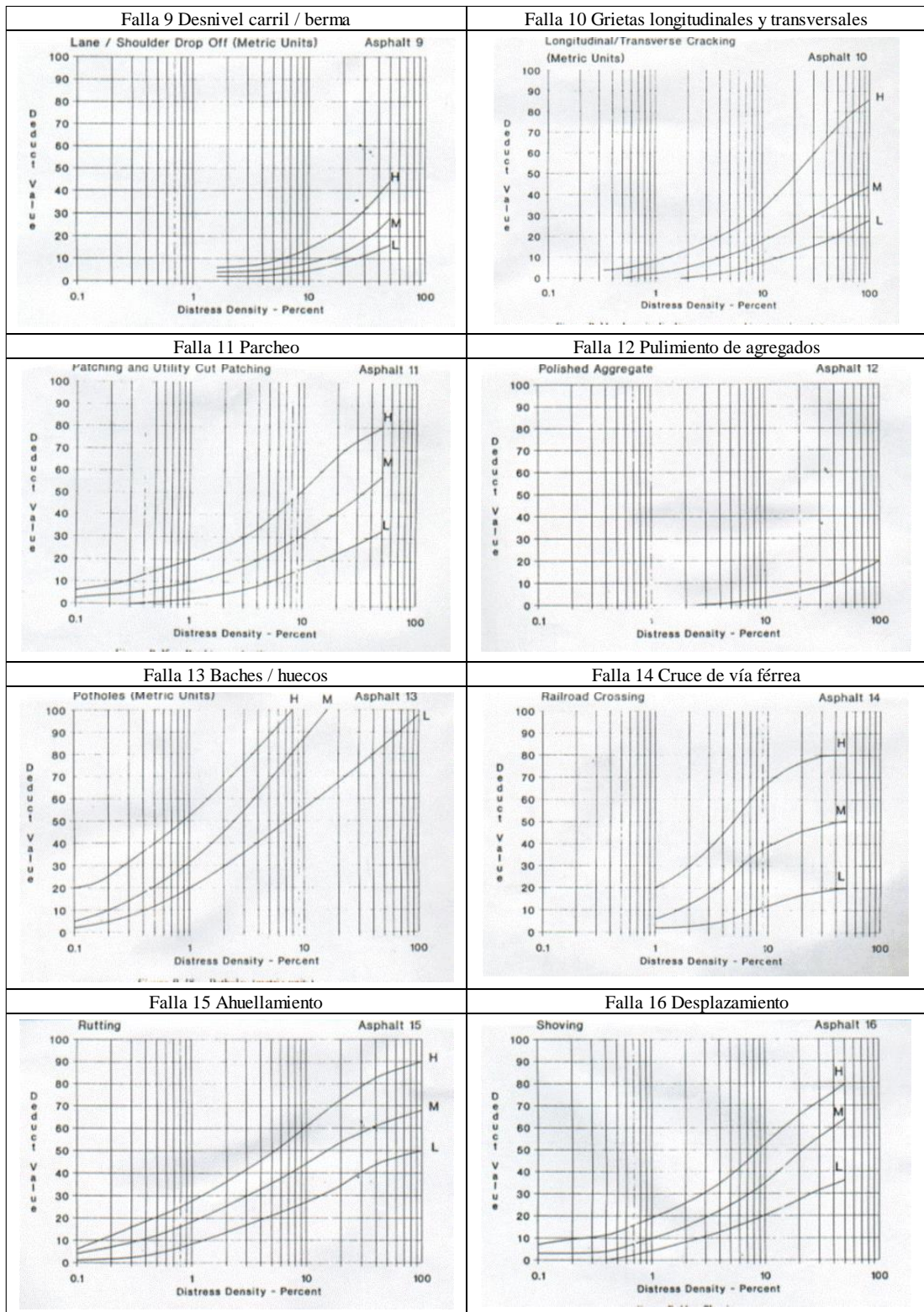
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO														
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	7+310	Unidad de muestreo:	A4									
Sección:	1	Abscisa final:	7+340	Área muestreo (m ²):	345.00									
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	11.5									
No.	Daño	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 long. y transv.	m												
11	Parqueo	m ²												
12	Pulimiento de agregados	m ²												
13	Baches / huecos	cant.												
14	Cruce de vía férrea	m ²												
15	Ahuellamiento	m ²												
16	Desplazamiento	m ²												
17	Grieta parabólica	m ²												
18	Hinchamiento	m ²												
19	Intemperismo	m ²												
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido
11	L	0.86	1.15	0.68	0.57	0.69	1.33	0.62	0.72	0.27		6.90	2.00	4
10	M	3.15	9.41									12.56	3.64	9
19	M	207										207.00	60.00	38
13	M	1										1.00	0.29	14
1	H	2.86	8.58	3.42	4.03	4.4	1.94					25.22	7.31	59
10	H	6.42	1.4	1.9	1.9							11.62	3.37	19
												Valor Deducido Total:		143
Número de Valores Deducidos > 2(q):		6										$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		59												
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		4.77												
CÁLCULO DEL PCI														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	59	38	19	14	6.93							136.93	5	71
2	59	38	19	14	2							132	4	75
3	59	38	19	2	2							120	3	74
4	59	38	2	2	2							103	2	72
5	59	2	2	2	2							67	1	67
												Máx CDV:		75
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 75$ $PCI = 25 \rightarrow$ MUY MALO														

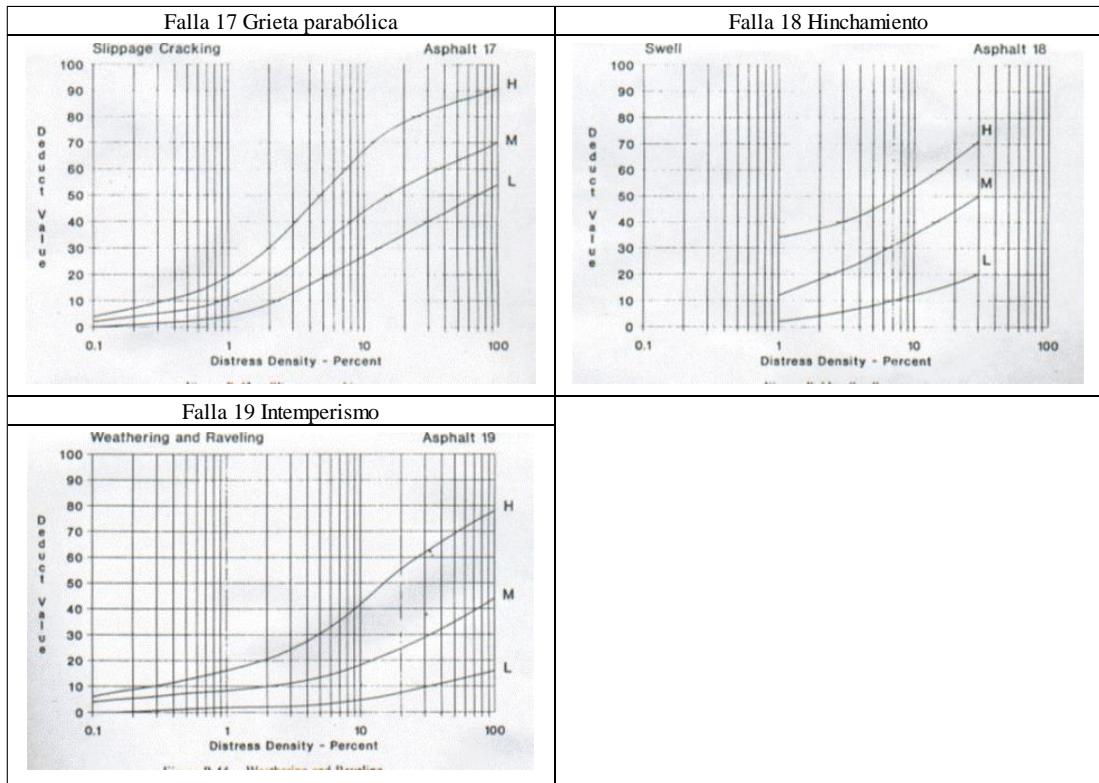
Anexo B-20. Registro visual y determinación del PCI, Unidad de muestreo adicional N° 5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												
Tramo:	Camino Real (Norte)	Abscisa inicial:	7+460	Unidad de muestreo:	A5							
Sección:	1	Abscisa final:	7+490	Área muestreo (m ²):	334.50							
Inspeccionado por:	Israel Cevallos	Fecha:	24 de mayo de 2022	Ancho de vía (m):	11.15							
No.	Daño	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 long. y transv.	m										
11	Parqueo	m ²										
12	Pulimiento de agregados	m ²										
13	Baches / huecos	cant.										
14	Cruce de vía férrea	m ²										
15	Ahuellamiento	m ²										
16	Desplazamiento	m ²										
17	Grieta parabólica	m ²										
18	Hinchamiento	m ²										
19	Intemperismo	m ²										
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor Deducido
19	H	167								167.25	50.00	69
11	L	1.26	1.84	1.4	0.65	0.83				5.98	1.79	3
1	L	1.75								1.75	0.52	6
10	H	10.9								10.90	3.26	19
10	L	2.6								2.60	0.78	0
1	M	4.48								4.48	1.34	24
											Valor Deducido Total:	121
Número de Valores Deducidos > 2(q):		5		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$								
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):		69										
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		3.85										
CÁLCULO DEL PCI												
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	69	24	19	5.1					117.1	4	67	
2	69	24	19	2					114	3	71	
3	69	24	2	2					97	2	68.5	
4	69	2	2	2					75	1	75	
											Máx CDV:	75
$PCI = 100 - Máx CDV$ $PCI = 100 - 75$ $PCI = 25 \rightarrow$ MUY MALO												

Anexo B-21. Curvas de valores deducidos para pavimento asfáltico

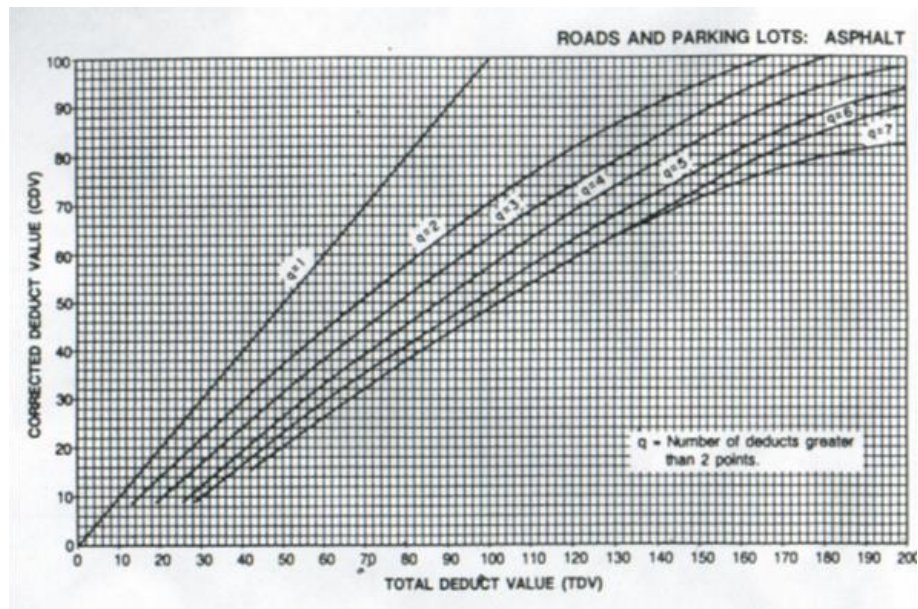






Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

Anexo B-22. Curvas de corrección para CDV para pavimentos asfálticos



Fuente: Vásquez L. “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras”. 2002. [28]

ANEXO C
ESTUDIO DE SUELOS



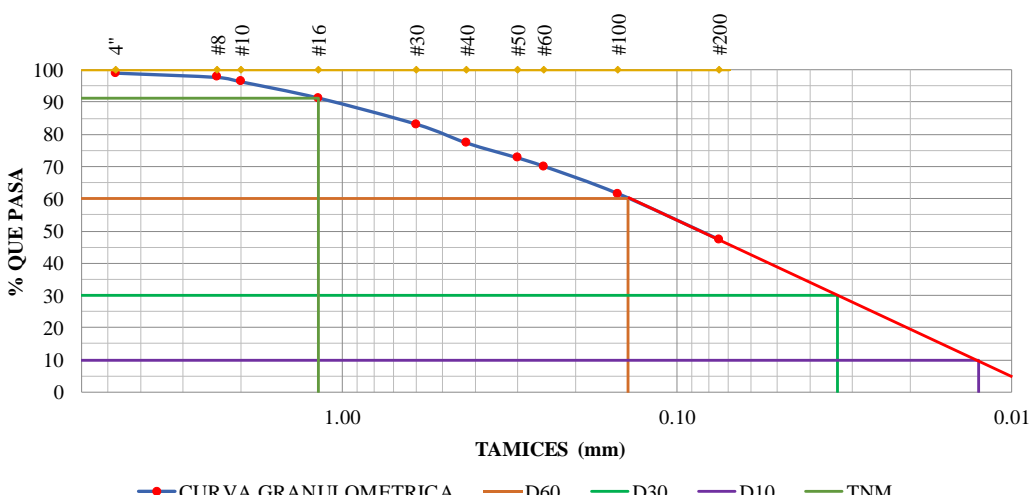
ANEXO C1:

MUESTRA N°1 SUBRASANTE



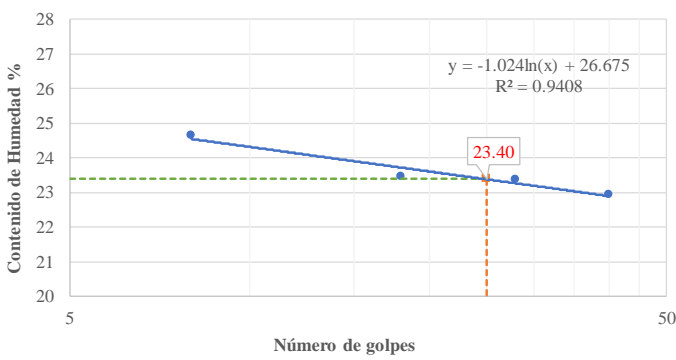
Ubicación: Abscisa 4+020

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado Tipo B
- CBR
- Densidad de Campo
- Contenido de Humedad Natural



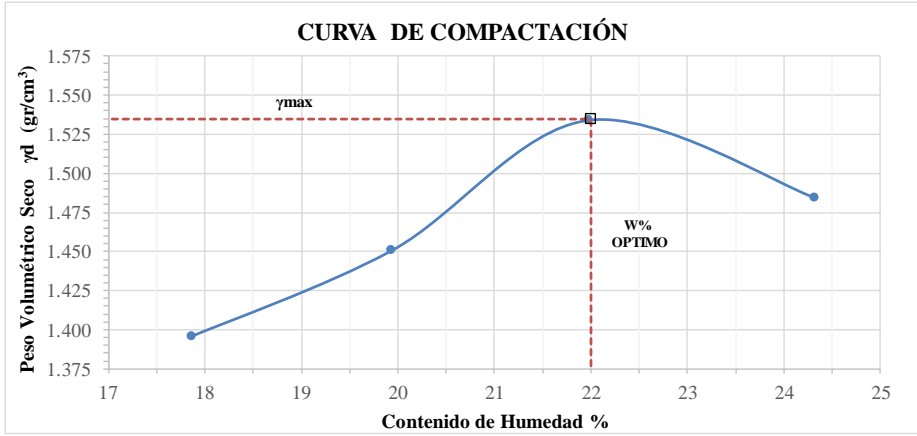
Anexo C1-1. Análisis Granulométrico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	martes, 5 de julio de 2022		
ABSCISA:	4+020	MUESTRA:	1		
NORMAS:	ASTM C 136	CAPA:	Subrasante		
ENSAYO GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ #	Abertura (mm)	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Peso Retenido	% Que Pasa
#4	4.76	4.30	4.30	0.86	99.14
#8	2.36	6.80	11.10	2.22	97.78
#10	2.00	7.00	18.10	3.62	96.38
#16	1.18	25.00	43.10	8.62	91.38
#30	0.60	40.90	84.00	16.80	83.20
#40	0.425	29.10	113.10	22.62	77.38
#50	0.30	23.00	136.10	27.22	72.78
#60	0.25	13.20	149.30	29.86	70.14
#100	0.15	42.60	191.90	38.38	61.62
#200	0.075	71.10	263.00	52.60	47.40
PASA #200		236.20	Peso Seco (gr):		500.00
Total		499.20	Error <2%		0.16%
PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA					
Diámetro Efectivo (D10)			0.013 mm		
Diámetro Equiparable (D30)			0.033 mm		
Diámetro Dimensional (D60)			0.140 mm		
Tamaño Nominal Máximo (TNM)			1.180 mm		
Coeficiente de uniformidad (Cu)			11.20		
Coeficiente de curvatura (Cc)			0.62		
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Sistemas	Grupo	Tipo de Material	Clasificación		
AASHTO	A-4	Suelos limosos	Regular a malo		
SUCS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y fino mal graduadas.	-		
CURVA GRANULOMÉTRICA					
 <p>● CURVA GRANULOMETRICA — D60 — D30 — D10 — TNM</p>					



Anexo C1-2. Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
PROYECTO:	ELABORACION DE UN PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO. PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	06 de julio de 2022					
ABSCISA:	4+020	MUESTRA:	1					
NORMAS:	AASHTO T-90, ASTM D4318-05	CAPA:	Subrasante					
ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	03AI	6	36	77 LA	14A	17	28	12I
Peso muestra húmeda + rec (gr)	27.91	28.12	22.65	22.01	28.43	24.98	23.71	29.15
Peso muestra seca + rec (gr)	24.85	24.90	20.49	20.00	25.14	22.40	21.24	25.56
Peso recipiente (gr)	11.50	10.85	11.26	11.41	11.11	11.41	11.23	11.00
Peso agua (gr) Ww	3.06	3.23	2.16	2.01	3.29	2.58	2.47	3.59
Peso sólidos (gr) Ws	13.36	14.05	9.23	8.59	14.03	10.99	10.01	14.57
Contenido de humedad (w%)	22.92	22.96	23.40	23.35	23.46	23.44	24.66	24.65
Promedio de (w%)	22.94		23.37		23.45		24.65	
Número de golpes	40		28		18		8	
LÍMITE LÍQUIDO (LL%)								23.40
LÍMITE LÍQUIDO 								
ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente	P6	10	P5	3	3B1-17	202		
Peso muestra húmeda + rec (gr)	11.80	11.67	11.61	11.58	11.37	11.81		
Peso muestra seca + rec (gr)	11.62	11.49	11.46	11.40	11.23	11.60		
Peso recipiente (gr)	10.76	10.74	10.76	10.64	10.56	10.70		
Peso agua (gr) Ww	0.18	0.18	0.15	0.18	0.13	0.20		
Peso sólidos (gr) Ws	0.86	0.75	0.70	0.76	0.68	0.90		
Contenido de humedad (w%)	20.84	23.51	20.88	23.82	19.53	22.57		
Promedio de (w%)								21.86
LÍMITE PLÁSTICO (LP%)								21.86
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP = LL - LP)								1.54

Anexo C1-3. Proctor Modificado Tipo B

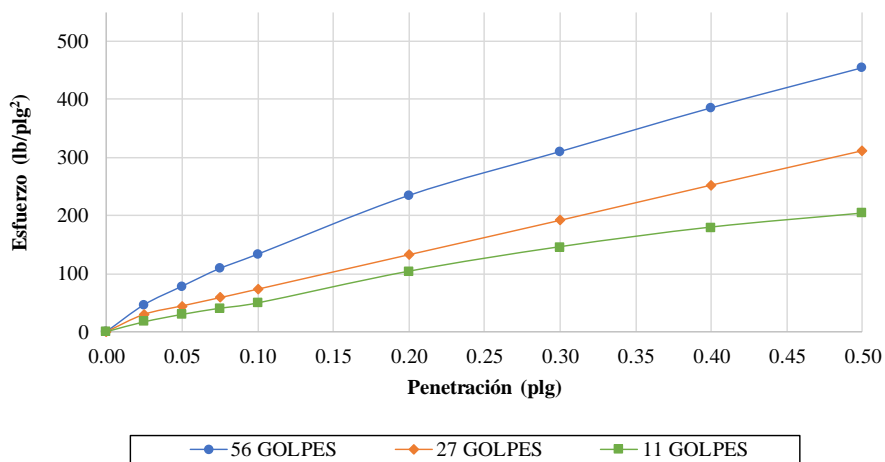
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Israel Cevallos
FECHA:	viernes, 8 de julio de 2022
ABSCISA:	4+020
MUESTRA:	1
NORMAS:	AASHTO T-180, ASTM D1557-12
CAPA:	Subrasante
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	
Número de Golpes	56
Número de Capas	5
Peso del Martillo	10 lb
Peso Inicial Deseado	7000
Peso del Molde	5822 gr
Volumen del Molde	3243.33 cm ³
Altura de Caída	18"
7000	7000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN	
Ensayo Numero	1 2 3 4
Humedad inicial añadida en %	0 2 4 6
P. molde+Suelo húmedo (gr)	11158 11465 11890 11807
Peso suelo húmedo Wm (gr)	5336 5643 6068 5985
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.645 1.740 1.871 1.845
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD	
Recipiente N°	1 2 3 4 5 6 7 8
Peso del recipiente W _r	30.86 30.62 31.00 31.19 33.42 33.22 32.57 24.07
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	99.22 96.53 118.42 114.58 173.47 138.58 171.66 135.39
Rec+suelo seco W _s + W _m	88.88 86.52 104.10 100.52 148.18 119.63 144.49 113.59
Peso solidos W _s	58.02 55.90 73.10 69.33 114.76 86.42 111.92 89.52
Peso del agua W _w	10.34 10.01 14.32 14.06 25.28 18.95 27.17 21.80
Cont. Humedad ω %	17.82 17.91 19.59 20.28 22.03 21.92 24.27 24.35
Cont. Humedad promedio ω %	17.86 19.94 21.98 24.31
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.396 1.451 1.534 1.484
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA	
	
Densidad Seca Maxima	1.535 gr/cm ³
Humedad Óptima	22.00 %

Anexo C1-4. CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	26 de julio de 2022			
ABSCISA:	4+020	MUESTRA:	1			
NORMAS:	ASTM D 1883	CAPA:	Subrasante			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)						
DATOS DE MOLDEO						
Contenido de Humedad Óptima (%):		22.00				
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
Muestra húmeda + molde (gr)	9817	11513	12233			
Masa Molde (gr)	5752	7519	8313			
Masa Muestra Humeda (gr)	4065	3994	3920			
Volumen Muestra (cm ³)	2242.06	2212.47	2212.47			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.813	1.805	1.772			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	50	51	54	58	90	79F
P. Hum. + Recipiente	107.85	144.68	102.53	130.99	122.85	110.90
P. Seco + Recipiente	94.56	123.93	88.78	110.80	104.53	95.34
Peso Recipiente	30.76	30.61	24.72	24.32	23.59	24.19
Peso Agua	13.29	20.75	13.75	20.19	18.32	15.56
Peso de Sólidos	63.81	93.32	64.06	86.48	80.94	71.16
Contenido Humedad %	20.83	22.23	21.47	23.34	22.63	21.87
Con. Hum. Prom. %	21.53		22.41		22.25	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.492		1.475		1.449	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	9901		11598		12356	
Masa Molde (gr)	5752		7519		8313	
Masa Muestra Humeda (gr)	4149		4079		4043	
Masa Agua Absorbida	84		85		123	
% Agua Absorbida	2.07%		2.13%		3.14%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	50	51	54	58	90	79F
P. Hum. + Recipiente	175.65	179.55	125.61	135.14	122.79	135.38
P. Seco + Recipiente	144.15	147.93	104.40	111.57	98.10	110.30
Peso Recipiente	31.53	31.97	31.30	30.85	24.07	24.84
Peso Agua	31.50	31.62	21.21	23.57	24.70	25.08
Peso de Sólidos	112.62	115.96	73.10	80.71	74.03	85.46
Contenido Humedad %	27.97	27.27	29.01	29.20	33.36	29.35
Con. Hum. Prom. %	27.62		29.11		31.35	
DATOS DE ESPONJAMIENTO						
FECHA		TIEMPO		LECTURAS DIAL (plg *10-2)		
DÍA Y MES	HORA	DIAS	HORAS	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes
26-jul-22	17:15	0	0	0.0	0.0	0.0
27-jul-22	14:08	1	24	0.0	3.0	42.0
28-jul-22	14:45	2	48	0.0	3.0	42.0
29-jul-22	12:15	3	72	0.0	3.0	42.0
Altura de la muestra (plg)				4.9	4.9	4.9
Esponjamiento lineal absoluto (pulg *10-2)				0.0	3.0	42.0
Esponjamiento lineal relativo (%)				0.00	0.61	8.52

ENSAYO CBR						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
MOLDE N°	1		2		3	
N° de golpes	56		27		11	
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	139.5	46.5	90.0	30.0	51.0	17.0
0.050	234.6	78.2	133.6	44.5	89.0	29.7
0.075	326.8	108.9	176.0	58.7	120.8	40.3
0.100	400.0	133.3	220.0	73.3	148.0	49.3
0.200	703.8	234.6	398.0	132.7	311.0	103.7
0.300	930.2	310.1	576.0	192.0	437.0	145.7
0.400	1156.0	385.3	758.0	252.7	538.0	179.3
0.500	1363.3	454.4	936.0	312.0	610.0	203.3

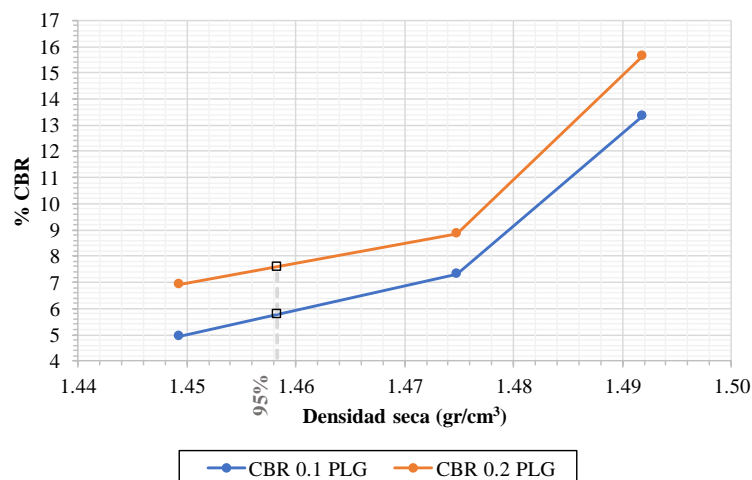
ESFUERZO vs. PENETRACIÓN



PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)



MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	133.33	13.33	1.492	234.60	15.64	1.492
2	73.33	7.33	1.475	132.67	8.84	1.475
3	49.33	4.93	1.449	103.67	6.91	1.449

% CBR vs. DENSIDAD SECA





DSM (gr/cm ³)	95% DSM (gr/cm ³)	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
1.535	1.458	5.8	7.6

Anexo C1-5. Densidad de Campo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	6 de agosto de 2022
ABSCISA:	4+020	MUESTRA:	1
NORMAS:	ASTM D 1556	CAPA:	Subrasante
ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO			
MÉTODO CONO Y ARENA			
1. PESO DEL SUELO EXTRAIDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		2472.00	gr
Peso del recipiente (funda plástica)		2.50	gr
Peso de la masa del suelo Wm		2469.50	gr
2. VOLUMEN DEL HUECO DEL ENSAYO			
Lectura inicial frasco + cono + Arena		7091.00	gr
Lectura final frasco + cono + Arena		2872.00	gr
Peso de la arena en el cono Wm		1591.00	gr
Peso de la arena en el hueco Wcono		2628.00	gr
Calibración de la Arena de Ottawa: γ_{sand}		1.583	gr/cm ³
Volumen del hueco (de la masa) Vm		1660.14	cm ³
3. CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente N°	66		68
Peso suelo húmedo + recipiente Wm+Wr	111.47		108.40
Peso suelo seco + recipiente Ws +Wr	101.50		98.86
Peso del recipiente Wr	30.90		30.77
Peso de Agua Ww	9.97		9.54
Peso muestra seca Ws	70.59		68.09
Contenido de humedad w% = 100*(Ww/Ws)	14.12		14.00
Promedio W%		14.06	
4. DENSIDAD HÚMEDA			
$\gamma_m = W_m / V_m$	1.488		gr/cm ³
5. DENSIDAD SECA			
$\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$	1.304		gr/cm ³
6. DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR			
Densidad Max Proctor γ_d	1.535		gr/cm ³
Porcentaje de Compactación Exigido MTOP %		95%	
Porcentaje de Compactación Alcanzado %		85%	

Anexo C1-6. Contenido de Humedad Natural

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Israel Cevallos
FECHA:	6 de agosto de 2022
ABSCISA:	4+020
MUESTRA:	1
NORMAS:	ASTM D 2216
CAPA:	Subrasante
ENSAYO HUMEDAD NATURAL	
Recipiente N°	66 68 89 11s
Peso suelo húmedo + recipiente Wm+Wr	111.47 108.40 115.85 107.32
Peso suelo seco + recipiente Ws +Wr	101.50 98.86 105.38 98.12
Peso del recipiente Wr	30.90 30.77 31.36 30.93
Peso de Agua Ww	9.97 9.54 10.47 9.20
Peso muestra seca Ws	70.59 68.09 74.02 67.19
Contenido de humedad w%= 100*(Ww/Ws)	14.12 14.00 14.15 13.70
Promedio W%	13.99



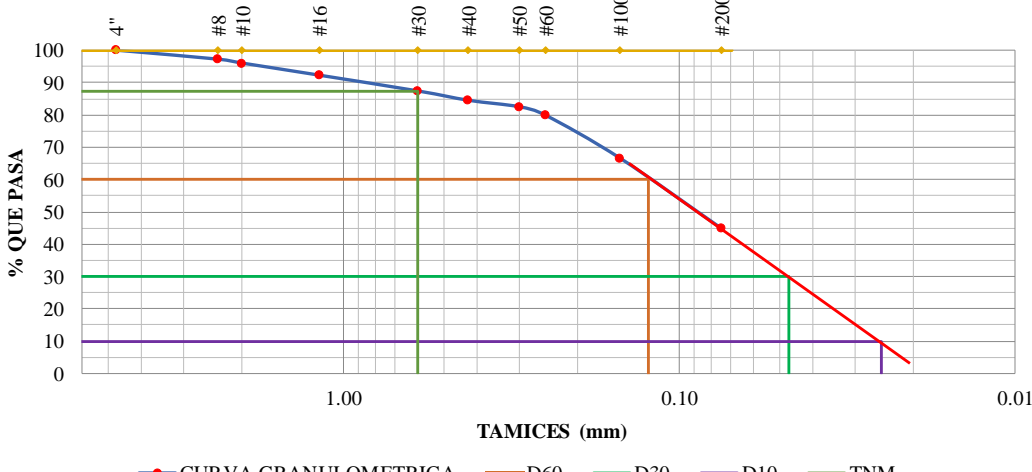
ANEXO C2:

MUESTRA N°2 SUBRASANTE



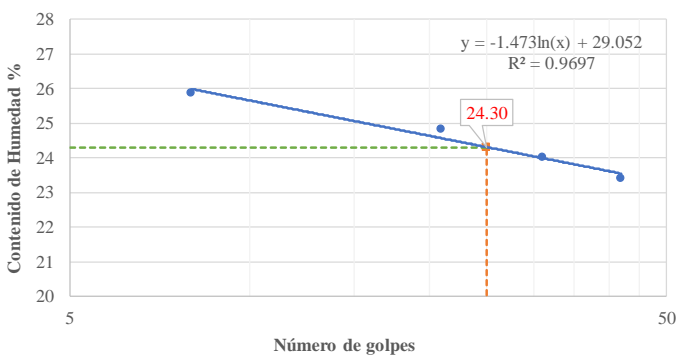
Ubicación: Abscisa 5+260

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado Tipo B
- CBR
- Densidad de Campo
- Contenido de Humedad Natural



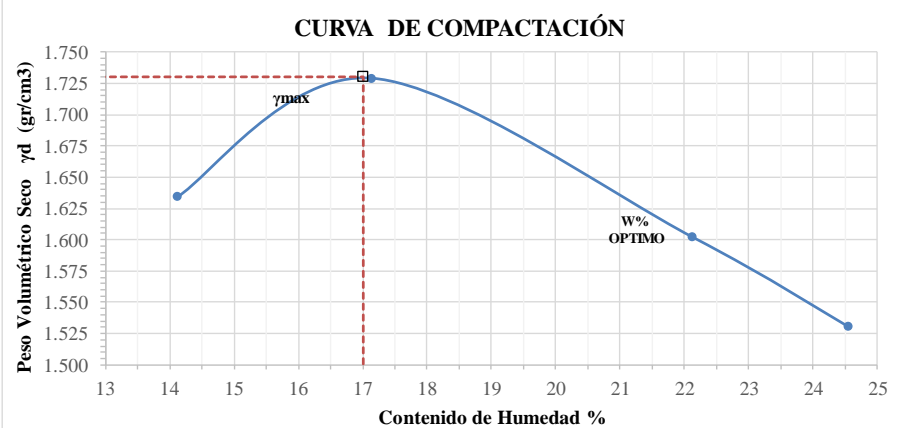
Anexo C2-1. Análisis Granulométrico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	viernes, 8 de julio de 2022		
ABSCISA:	5+260	MUESTRA:	2		
NORMAS:	ASTM C 136	CAPA:	Subrasante		
ENSAYO GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ #	Abertura (mm)	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Peso Retenido	% Que Pasa
#4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
#8	2.36	14.00	14.00	2.80	97.20
#10	2.00	6.10	20.10	4.02	95.98
#16	1.18	18.70	38.80	7.76	92.24
#30	0.60	24.40	63.20	12.64	87.36
#40	0.425	14.40	77.60	15.52	84.48
#50	0.30	10.00	87.60	17.52	82.48
#60	0.25	13.40	101.00	20.20	79.80
#100	0.15	66.50	167.50	33.50	66.50
#200	0.075	108.40	275.90	55.18	44.82
PASA #200		223.19	Peso Seco (gr):		500.00
Total		499.09	Error <2%		0.18%
PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA					
Diámetro Efectivo (D10)			0.025 mm		
Diámetro Equiparable (D30)			0.047 mm		
Diámetro Dimensional (D60)			0.123 mm		
Tamaño Nominal Máximo (TNM)			0.600 mm		
Coeficiente de uniformidad (Cu)			4.920		
Coeficiente de curvatura (Cc)			0.718		
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Sistemas	Grupo	Tipo de Material	Clasificación		
AASHTO	A-4	Suelos limosos	Regular a malo		
SUCS	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos.	-		
CURVA GRANULOMÉTRICA					
 <p>El gráfico muestra la curva granulométrica con los siguientes datos clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> D10: 0.025 mm D30: 0.047 mm D60: 0.123 mm TNM: 0.600 mm 					



Anexo C2-2. Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
PROYECTO:	ELABORACION DE UN PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO. PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	06 de julio de 2022					
ABSCISA:	5+260	MUESTRA:	2					
NORMAS:	AASHTO T-90, ASTM D4318-05	CAPA:	Subrasante					
ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	23	11	4	6	24	4G	R-4	46
Peso muestra húmeda + rec (gr)	21.58	21.78	23.12	23.06	20.32	20.46	19.83	18.11
Peso muestra seca + rec (gr)	18.92	19.04	20.09	20.03	17.76	17.86	17.29	15.91
Peso recipiente (gr)	7.48	7.38	7.44	7.43	7.47	7.37	7.46	7.44
Peso agua (gr) Ww	2.66	2.75	3.03	3.03	2.56	2.60	2.54	2.20
Peso sólidos (gr) Ws	11.44	11.66	12.65	12.60	10.29	10.49	9.83	8.47
Contenido de humedad (w%)	23.21	23.57	23.94	24.06	24.85	24.80	25.84	25.92
Promedio de (w%)	23.39		24.00		24.83		25.88	
Número de golpes	42		31		21		8	
LÍMITE LÍQUIDO (LL%)	24.30							
LÍMITE LÍQUIDO 								
ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente	200	111-2A	5	12I	3D	1AL		
Peso muestra húmeda + rec (gr)	11.59	11.57	11.46	11.50	11.67	11.71		
Peso muestra seca + rec (gr)	11.45	11.47	11.34	11.34	11.52	11.57		
Peso recipiente (gr)	10.70	10.76	10.71	10.62	10.74	10.75		
Peso agua (gr) Ww	0.14	0.10	0.12	0.16	0.14	0.15		
Peso sólidos (gr) Ws	0.75	0.70	0.64	0.72	0.79	0.81		
Contenido de humedad (w%)	19.17	14.63	18.71	21.72	17.92	18.00		
Promedio de (w%)	18.36							
LÍMITE PLÁSTICO (LP%)	18.36							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP = LL - LP)	5.94							

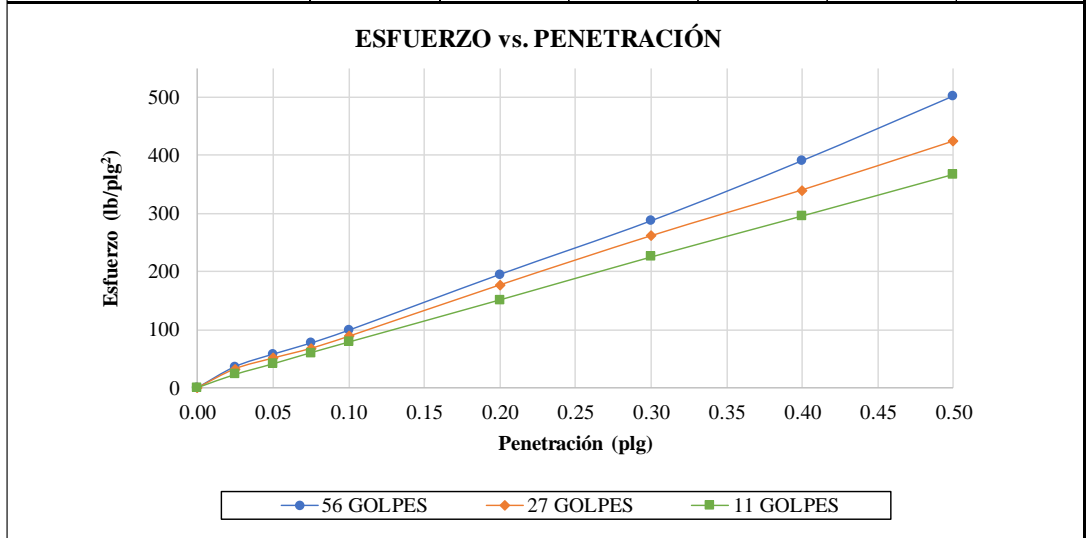
Anexo C2-3. Proctor Modificado Tipo B

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Israel Cevallos
FECHA:	viernes, 8 de julio de 2022
ABSCISA:	5+260
MUESTRA:	2
NORMAS:	AASHTO T-180, ASTM D1557-12
CAPA:	Subrasante
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	
Número de Golpes	56
Número de Capas	5
Peso del Martillo	10 lb
Peso Inicial Deseado	7000
Peso del Molde	5752 gr
Volumen del Molde	3136.12 cm ³
Altura de Caída	18"
7000	7000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN	
Ensayo Numero	1
Humedad inicial añadida en %	0
P. molde+Suelo húmedo (gr)	11601
Peso suelo humedo Wm (gr)	5849
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.865
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD	
Recipiente N°	1
Peso del recipiente W _r	30.73
Rec+suelo humedo W _r +W _m	133.86
Rec+suelo seco W _s + W _m	121.13
Peso solidos W _s	90.40
Peso del agua W _w	12.73
Cont. Humedad ω %	14.08
Cont. Humedad promedio ω %	14.12
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.634
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA	
<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p style="text-align: center;">Densidad Seca Maxima 1.730 gr/cm³ Humedad Óptima 17.00 %</p>	

Anexo C2-4. CBR

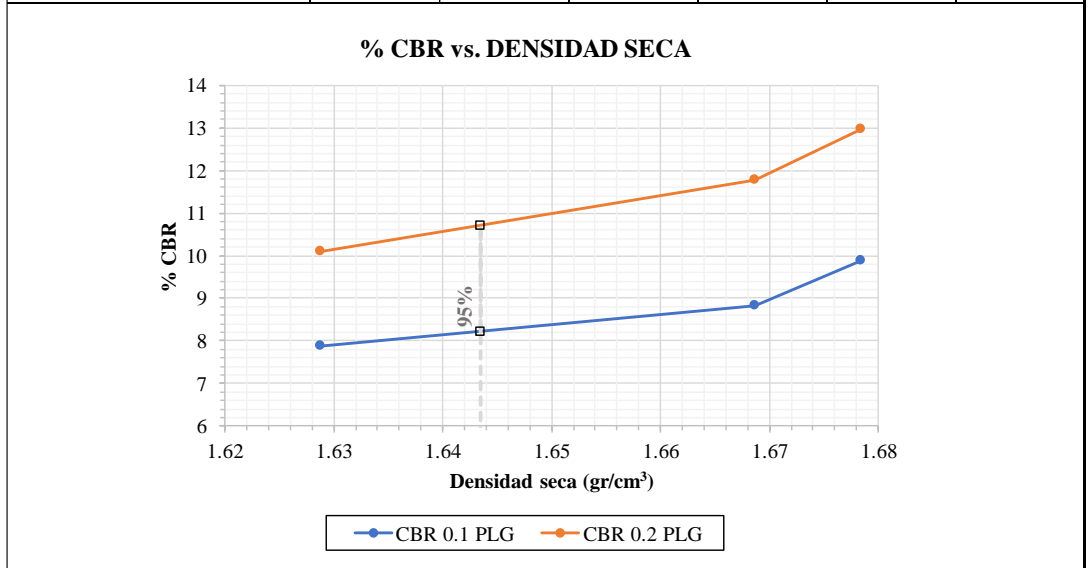
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	2 de agosto de 2022			
ABSCISA:	5+260	MUESTRA:	2			
NORMAS:	ASTM D 1883	CAPA:	Subrasante			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)						
DATOS DE MOLDEO						
Contenido de Humedad Óptima (%):			17.00			
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
Muestra húmeda + molde (gr)	11980	11402	12135			
Masa Molde (gr)	8045	7521	8331			
Masa Muestra Humeda (gr)	3935	3881	3804			
Volumen Muestra (cm ³)	2001.14	1992.37	1992.37			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.966	1.948	1.909			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	50	51	54	58	90	79F
P. Hum. + Recipiente	104.90	127.69	112.10	110.29	112.68	111.35
P. Seco + Recipiente	94.32	113.15	100.43	98.90	100.62	99.55
Peso Recipiente	31.20	30.36	30.63	30.89	30.73	30.90
Peso Agua	10.58	14.54	11.68	11.39	12.06	11.80
Peso de Sólidos	63.12	82.79	69.80	68.01	69.89	68.65
Contenido Humedad %	16.76	17.56	16.73	16.75	17.25	17.19
Con. Hum. Prom. %	17.16		16.74		17.22	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.678		1.669		1.629	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	12026		11473		12186	
Masa Molde (gr)	8045		7521		8331	
Masa Muestra Humeda (gr)	3981		3952		3855	
Masa Agua Absorbida	46		71		51	
% Agua Absorbida	1.17%		1.83%		1.34%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	50	51	54	58	90	79F
P. Hum. + Recipiente	114.77	119.13	126.12	104.86	126.44	106.28
P. Seco + Recipiente	99.59	103.30	107.81	90.63	108.13	91.50
Peso Recipiente	31.20	30.36	30.63	30.89	30.73	30.90
Peso Agua	15.18	15.83	18.30	14.23	18.31	14.78
Peso de Sólidos	68.40	72.94	77.18	59.74	77.40	60.60
Contenido Humedad %	22.19	21.71	23.71	23.82	23.65	24.39
Con. Hum. Prom. %	21.95		23.77		24.02	
DATOS DE ESPONJAMIENTO						
FECHA		TIEMPO		LECTURAS DIAL (plg *10-2)		
DÍA Y MES	HORA	DIAS	HORAS	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes
2-ago-22	18:00	0	0	0.0	0.0	0.0
3-ago-22	12:00	1	24	0.0	5.5	5.0
4-ago-22	11:30	2	48	0.0	5.5	5.0
5-ago-22	8:30	3	72	0.0	5.5	5.0
Altura de la muestra (plg)				4.5	4.5	4.5
Esponjamiento lineal absoluto (pulg *10-2)				0.0	5.5	5.0
Esponjamiento lineal relativo (%)				0.00	1.23	1.12

ENSAYO CBR						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
MOLDE N°	1		2		3	
N° de golpes	56		27		11	
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	109.0	36.3	98.0	32.7	69.0	23.0
0.050	173.0	57.7	153.0	51.0	123.6	41.2
0.075	230.0	76.7	203.0	67.7	180.9	60.3
0.100	296.0	98.7	265.0	88.3	236.0	78.7
0.200	583.6	194.5	530.0	176.7	454.0	151.3
0.300	860.0	286.7	783.5	261.2	675.8	225.3
0.400	1170.0	390.0	1020.0	340.0	888.0	296.0
0.500	1503.0	501.0	1272.0	424.0	1103.0	367.7





PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)

MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	98.67	9.87	1.678	194.53	12.97	1.678
2	88.33	8.83	1.669	176.67	11.78	1.669
3	78.67	7.87	1.629	151.33	10.09	1.629





DSM (gr/cm ³)	95% DSM (gr/cm ³)	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
1.730	1.644	8.2	10.7

Anexo C2-5. Densidad de Campo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	6 de agosto de 2022
ABSCISA:	5+260	MUESTRA:	2
NORMAS:	ASTM D 1556	CAPA:	Subrasante
ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO			
MÉTODO CONO Y ARENA			
1. PESO DEL SUELO EXTRAIDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		3104.00	gr
Peso del recipiente (funda plástica)		2.50	gr
Peso de la masa del suelo Wm		3101.50	gr
2. VOLUMEN DEL HUECO DEL ENSAYO			
Lectura inicial frasco + cono + Arena		7091.00	gr
Lectura final frasco + cono + Arena		2526.00	gr
Peso de la arena en el cono Wm		1591.00	gr
Peso de la arena en el hueco Wcono		2974.00	gr
Calibración de la Arena de Ottawa: γ_{sand}		1.583	gr/cm ³
Volumen del hueco (de la masa) Vm		1878.71	cm ³
3. CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente N°	101		64
Peso suelo húmedo + recipiente Wm+Wr	124.38		128.25
Peso suelo seco + recipiente Ws +Wr	109.41		112.64
Peso del recipiente Wr	31.32		30.77
Peso de Agua Ww	14.97		15.60
Peso muestra seca Ws	78.09		81.88
Contenido de humedad w% = 100*(Ww/Ws)	19.17		19.06
Promedio W%		19.11	
4. DENSIDAD HÚMEDA			
$\gamma_m = W_m / V_m$	1.651		gr/cm ³
5. DENSIDAD SECA			
$\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$	1.386		gr/cm ³
6. DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR			
Densidad Max Proctor γ_d	1.730		gr/cm ³
Porcentaje de Compactación Exigido MTOP %		95%	
Porcentaje de Compactación Alcanzado %		80%	

Anexo C2-6. Contenido de Humedad Natural

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Israel Cevallos
ABSCISA:	5+260
NORMAS:	ASTM D 2216
FECHA:	6 de agosto de 2022
MUESTRA:	2
CAPA:	Subrasante
ENSAYO HUMEDAD NATURAL	
Recipiente N°	101
Peso suelo húmedo + recipiente Wm+Wr	124.38
Peso suelo seco + recipiente Ws +Wr	109.41
Peso del recipiente Wr	31.32
Peso de Agua Ww	14.97
Peso muestra seca Ws	78.09
Contenido de humedad $w\% = 100*(Ww/Ws)$	19.17
Promedio W%	18.79



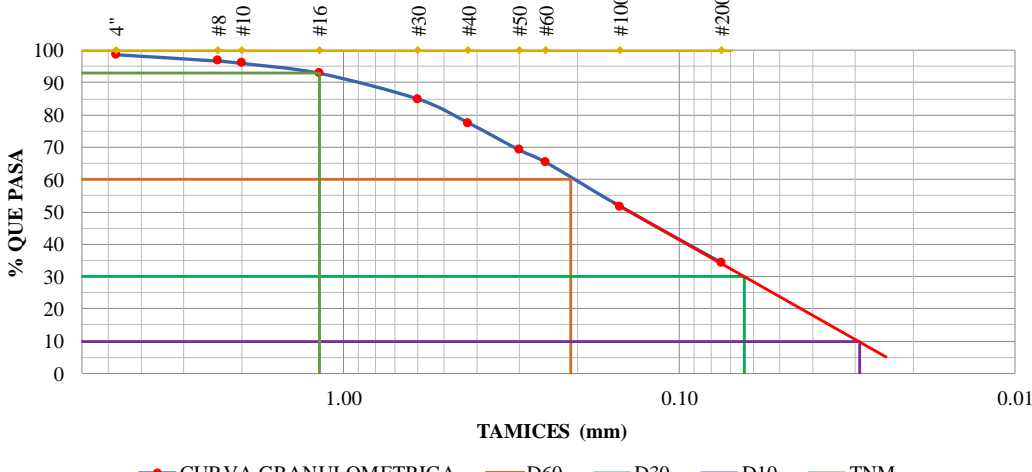
ANEXO C3:

MUESTRA N°3 SUBRASANTE



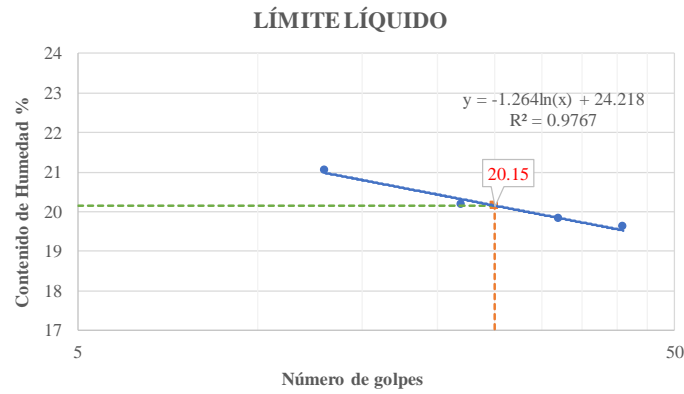
Ubicación: Abscisa 6+070

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado Tipo B
- CBR
- Densidad de Campo
- Contenido de Humedad Natural



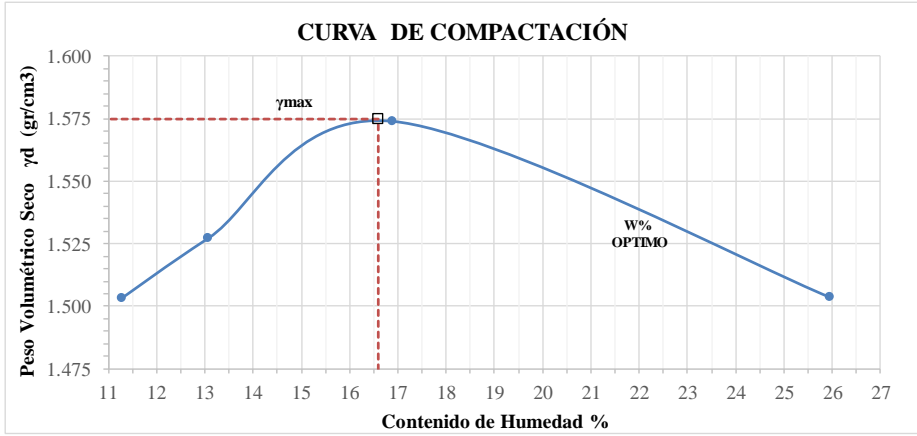
Anexo C3-1. Análisis Granulométrico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Israel Cevallos				
ABSCISA:	6+070				
NORMAS:	ASTM C 136				
FECHA:	jueves, 14 de julio de 2022				
MUESTRA:	3				
CAPA:	Subrasante				
ENSAYO GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ #	Abertura (mm)	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Peso Retenido	% Que Pasa
#4	4.76	6.10	6.10	1.22	98.78
#8	2.36	10.00	16.10	3.22	96.78
#10	2.00	3.70	19.80	3.96	96.04
#16	1.18	15.30	35.10	7.02	92.98
#30	0.60	40.10	75.20	15.04	84.96
#40	0.425	37.00	112.20	22.44	77.56
#50	0.30	42.00	154.20	30.84	69.16
#60	0.25	19.20	173.40	34.68	65.32
#100	0.15	68.60	242.00	48.40	51.60
#200	0.075	87.30	329.30	65.86	34.14
PASA #200		168.90	Peso Seco (gr):		500.00
Total		498.20	Error <2%		0.36%
PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA					
Diámetro Efectivo (D10)		0.029 mm			
Diámetro Equiparable (D30)		0.064 mm			
Diámetro Dimensional (D60)		0.210 mm			
Tamaño Nominal Máximo (TNM)		1.180 mm			
Coeficiente de uniformidad (Cu)		7.241			
Coeficiente de curvatura (Cc)		0.673			
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Sistemas	Grupo	Tipo de Material	Clasificación		
AASHTO	A-2-4	Gravas y arenas limosas y arcillosas	Excelente a bueno		
SUCS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y fino mal graduadas.	-		
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
<p style="text-align: center;">● CURVA GRANULOMETRICA — D60 — D30 — D10 — TNM</p>					



Anexo C3-2. Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
PROYECTO:	ELABORACION DE UN PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO. PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	06 de julio de 2022					
ABSCISA:	6+070	MUESTRA:	3					
NORMAS:	AASHTO T-90, ASTM D4318-05	CAPA:	Subrasante					
ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	15	30	45	10A	29	11	62	25
Peso muestra húmeda + rec (gr)	18.67	19.50	16.08	16.77	19.82	18.62	23.30	22.91
Peso muestra seca + rec (gr)	16.84	17.51	14.66	15.21	17.76	16.72	20.49	20.25
Peso recipiente (gr)	7.44	7.45	7.44	7.37	7.48	7.38	7.38	7.40
Peso agua (gr) Ww	1.83	1.99	1.42	1.57	2.07	1.89	2.81	2.66
Peso sólidos (gr) Ws	9.39	10.07	7.22	7.84	10.28	9.35	13.11	12.85
Contenido de humedad (w%)	19.49	19.72	19.64	19.98	20.11	20.27	21.42	20.68
Promedio de (w%)	19.61		19.81		20.19		21.05	
Número de golpes	41		32		22		13	
LÍMITE LÍQUIDO (LL%)								20.15
								
ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente	71	36	A-2	17	792	66		
Peso muestra húmeda + rec (gr)	7.09	6.51	6.89	6.90	15.81	6.82		
Peso muestra seca + rec (gr)	6.96	6.42	6.77	6.79	15.69	6.70		
Peso recipiente (gr)	6.22	5.97	6.14	6.20	15.06	6.09		
Peso agua (gr) Ww	0.14	0.08	0.12	0.11	0.12	0.12		
Peso sólidos (gr) Ws	0.73	0.45	0.63	0.59	0.63	0.62		
Contenido de humedad (w%)	18.53	18.44	19.02	17.68	18.69	18.86		
Promedio de (w%)								18.54
LÍMITE PLÁSTICO (LP%)								18.54
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP = LL - LP)								1.61

Anexo C3-3. Proctor Modificado Tipo B

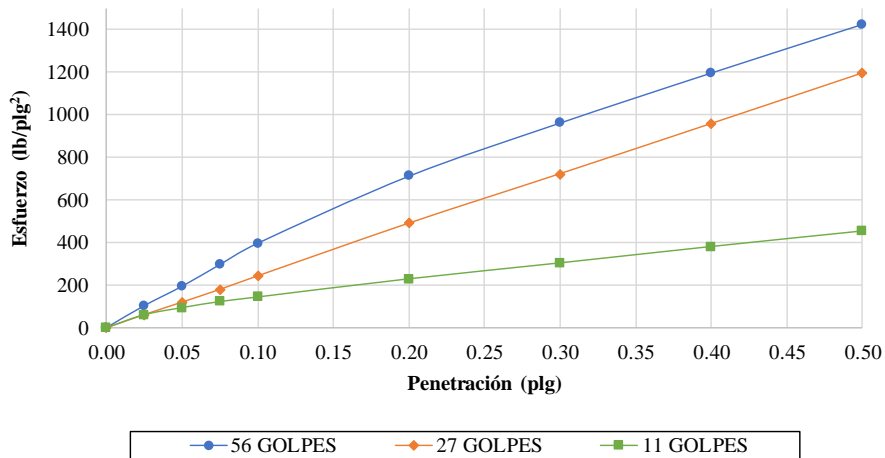
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Israel Cevallos
FECHA:	viernes, 8 de julio de 2022
ABSCISA:	6+070
MUESTRA:	3
NORMAS:	AASHTO T-180, ASTM D1557-12
CAPA:	Subrasante
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	
Número de Golpes	56
Número de Capas	5
Peso del Martillo	10 lb
Peso Inicial Deseado	7000
Peso del Molde	7003 gr
Volumen del Molde	3243.33 cm ³
Altura de Caída	18"
Peso del Molde	7000
Peso del Suelo	7000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN	
Ensayo Numero	1 2 3 4
Humedad inicial añadida en %	2 4 7 11
P. molde+Suelo húmedo (gr)	12428 12604 12970 13145
Peso suelo húmedo W _m (gr)	5425 5601 5967 6142
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.673 1.727 1.840 1.894
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD	
Recipiente N°	1 2 3 4 5 6 7 8
Peso del recipiente W _r	28.79 24.81 31.18 30.09 31.15 30.89 31.52 32.86
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	109.98 115.88 117.45 119.64 117.11 130.32 164.05 164.32
Rec+suelo seco W _s + W _m	101.73 106.68 107.50 109.26 104.67 115.99 132.17 142.21
Peso solidos W _s	72.95 81.87 76.32 79.17 73.52 85.10 100.65 109.35
Peso del agua W _w	8.25 9.20 9.95 10.38 12.44 14.33 31.88 22.11
Cont. Humedad ω %	11.31 11.24 13.03 13.11 16.92 16.84 31.68 20.22
Cont. Humedad promedio ω %	11.27 13.07 16.88 25.95
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.503 1.527 1.574 1.504
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA	
	
Densidad Seca Maxima	1.575 gr/cm ³
Humedad Óptima	16.60 %

Anexo C3-4. CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	8 de agosto de 2022			
ABSCISA:	6+070	MUESTRA:	3			
NORMAS:	ASTM D 1883	CAPA:	Subrasante			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)						
DATOS DE MOLDEO						
Contenido de Humedad Óptima (%):		16.60				
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
Muestra húmeda + molde (gr)	11842	11179	11785			
Masa Molde (gr)	8037	7516	8325			
Masa Muestra Humeda (gr)	3805	3663	3460			
Volumen Muestra (cm ³)	2001.14	1992.37	1992.37			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.901	1.839	1.737			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	79F	58	90	54	61	64
P. Hum. + Recipiente	113.12	105.64	125.48	110.60	95.00	111.22
P. Seco + Recipiente	100.84	94.76	111.22	99.06	85.67	99.32
Peso Recipiente	30.90	30.89	30.73	30.63	30.16	30.76
Peso Agua	12.28	10.88	14.26	11.54	9.33	11.90
Peso de Sólidos	69.94	63.87	80.49	68.43	55.51	68.56
Contenido Humedad %	17.56	17.04	17.72	16.86	16.81	17.35
Con. Hum. Prom. %	17.30		17.29		17.08	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.621		1.568		1.483	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	12074		11557		12171	
Masa Molde (gr)	8037		7516		8325	
Masa Muestra Humeda (gr)	4037		4041		3846	
Masa Agua Absorbida	232		378		386	
% Agua Absorbida	6.10%		10.32%		11.16%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	79F	58	90	54	61	64
P. Hum. + Recipiente	138.11	135.96	130.89	128.53	118.90	138.85
P. Seco + Recipiente	120.94	117.87	113.51	111.15	101.16	118.58
Peso Recipiente	30.90	30.89	30.73	30.63	30.16	30.76
Peso Agua	17.16	18.08	17.37	17.38	17.74	20.28
Peso de Sólidos	90.04	86.98	82.78	80.52	71.00	87.82
Contenido Humedad %	19.06	20.79	20.99	21.59	24.98	23.09
Con. Hum. Prom. %	19.93		21.29		24.03	
DATOS DE ESPONJAMIENTO						
FECHA		TIEMPO		LECTURAS DIAL (plg *10-2)		
DÍA Y MES	HORA	DIAS	HORAS	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes
8-ago-22	18:00	0	0	0.0	0.0	0.0
9-ago-22	12:00	1	24	1.5	7.0	19.0
10-ago-22	11:30	2	48	1.5	7.0	19.0
11-ago-22	8:30	3	72	1.5	7.0	19.0
Altura de la muestra (plg)				4.5	4.5	4.5
Espojamiento lineal absoluto (pulg *10-2)				1.5	7.0	19.0
Espojamiento lineal relativo (%)				0.33	1.57	4.25

ENSAYO CBR						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
MOLDE N°	1		2		3	
N° de golpes	56		27		11	
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	309.8	103.3	183.8	61.3	183.1	61.0
0.050	583.3	194.4	359.7	119.9	283.2	94.4
0.075	888.3	296.1	538.2	179.4	368.8	122.9
0.100	1188.9	396.3	728.2	242.7	433.5	144.5
0.200	2133.8	711.3	1469.2	489.7	688.9	229.6
0.300	2883.2	961.1	2163.8	721.3	913.4	304.5
0.400	3588.2	1196.1	2868.9	956.3	1143.8	381.3
0.500	4273.3	1424.4	3579.0	1193.0	1363.0	454.3

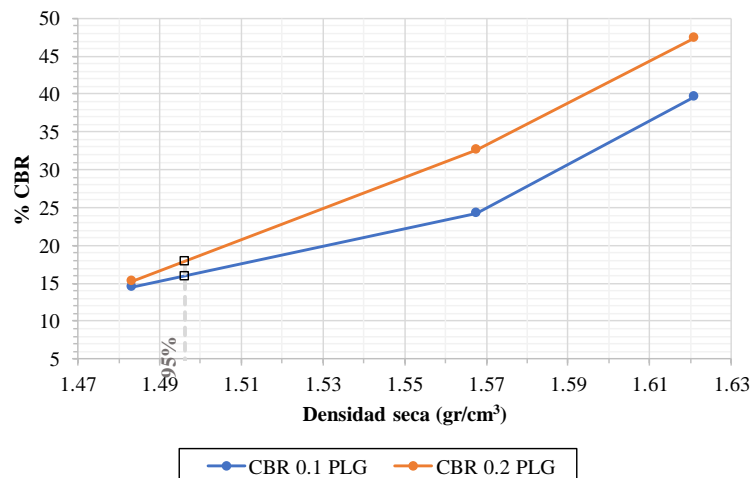
ESFUERZO vs. PENETRACIÓN



PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)



MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	396.30	39.63	1.621	711.27	47.42	1.621
2	242.73	24.27	1.568	489.73	32.65	1.568
3	144.50	14.45	1.483	229.63	15.31	1.483

% CBR vs. DENSIDAD SECA





DSM (gr/cm ³)	95% DSM (gr/cm ³)	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
1.575	1.496	15.9	17.8

Anexo C3-5. Densidad de Campo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	6 de agosto de 2022
ABSCISA:	6+070	MUESTRA:	3
NORMAS:	ASTM D 1556	CAPA:	Subrasante
ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO			
MÉTODO CONO Y ARENA			
1. PESO DEL SUELO EXTRAIDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		2578.00	gr
Peso del recipiente (funda plástica)		2.50	gr
Peso de la masa del suelo Wm		2575.50	gr
2. VOLUMEN DEL HUECO DEL ENSAYO			
Lectura inicial frasco + cono + Arena		7120.00	gr
Lectura final frasco + cono + Arena		3096.00	gr
Peso de la arena en el cono Wm		1591.00	gr
Peso de la arena en el hueco Wcono		2433.00	gr
Calibración de la Arena de Ottawa: γ_{sand}		1.583	gr/cm ³
Volumen del hueco (de la masa) Vm		1536.96	cm ³
3. CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente N°		27	29
Peso suelo húmedo + recipiente Wm+Wr		120.94	125.47
Peso suelo seco + recipiente Ws +Wr		111.92	116.31
Peso del recipiente Wr		31.32	30.77
Peso de Agua Ww		9.02	9.16
Peso muestra seca Ws		80.61	85.54
Contenido de humedad w% = 100*(Ww/Ws)		11.19	10.71
Promedio W%		10.95	
4. DENSIDAD HÚMEDA			
$\gamma_m = W_m / V_m$		1.676	gr/cm ³
5. DENSIDAD SECA			
$\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$		1.510	gr/cm ³
6. DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR			
Densidad Max Proctor γ_d		1.575	gr/cm ³
Porcentaje de Compactación Exigido MTOP %		95%	
Porcentaje de Compactación Alcanzado %		96%	

Anexo C3-6. Contenido de Humedad Natural

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
ELABORADO POR:	Israel Cevallos			
ABSCISA:	6+070			
NORMAS:	ASTM D 2216			
FECHA:	6 de agosto de 2022			
MUESTRA:	3			
CAPA:	Subrasante			
ENSAYO HUMEDAD NATURAL				
Recipiente N°	27	29	79F	76
Peso suelo húmedo + recipiente Wm+Wr	120.94	125.47	130.10	125.66
Peso suelo seco + recipiente Ws +Wr	111.92	116.31	121.03	116.94
Peso del recipiente Wr	31.32	30.77	30.91	30.77
Peso de Agua Ww	9.02	9.16	9.07	8.72
Peso muestra seca Ws	80.61	85.54	90.12	86.17
Contenido de humedad w%= 100*(Ww/Ws)	11.19	10.71	10.06	10.12
Promedio W%	10.52			

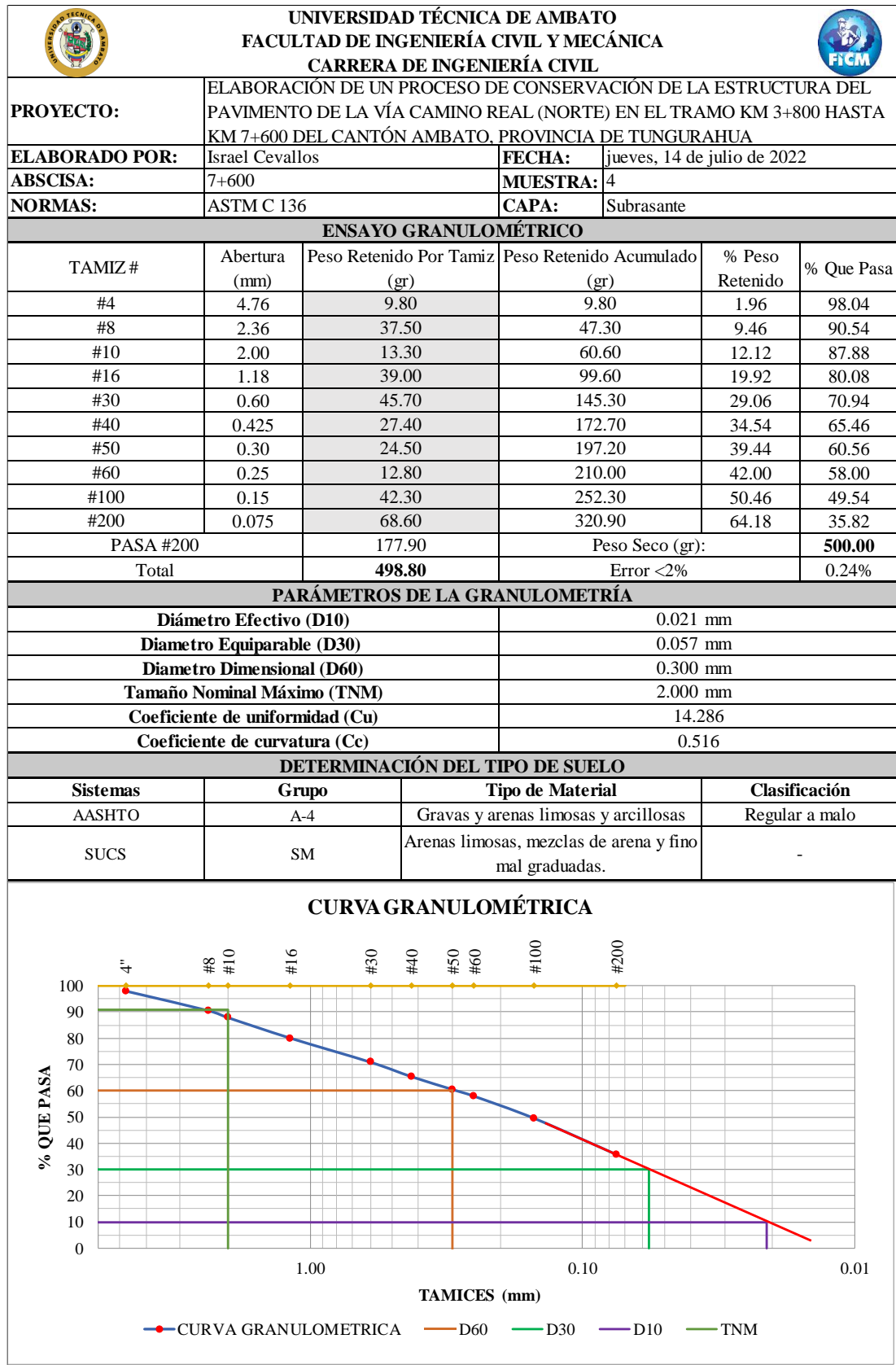
ANEXO C4:

MUESTRA N°4 SUBRASANTE



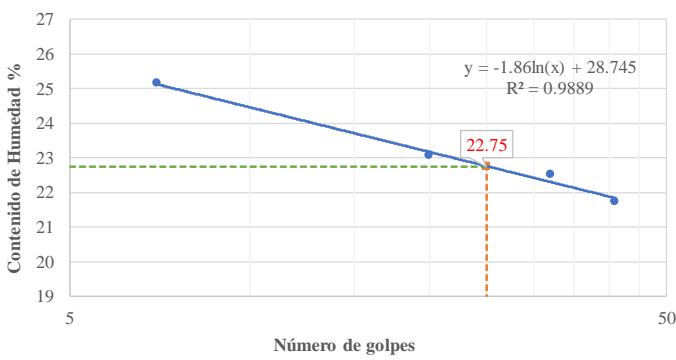
Ubicación: Abscisa 7+600

- Análisis Granulométrico
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado Tipo B
- CBR
- Densidad de Campo
- Contenido de Humedad Natural



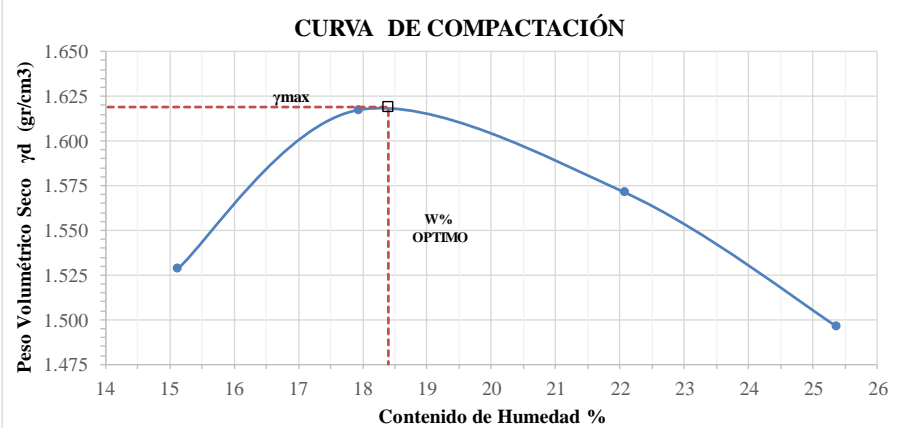
Anexo C4-1. Análisis Granulométrico





Anexo C4-2. Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
PROYECTO:	ELABORACION DE UN PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO. PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
ELABORADO POR:	Israel Cevallos							
FECHA:	06 de julio de 2022							
ABSCISA:	7+600							
MUESTRA:	4							
NORMAS:	AASHTO T-90, ASTM D4318-05							
CAPA:	Subrasante							
ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	19	10I	23	16	69	63	25I	05A
Peso muestra húmeda + rec (gr)	26.72	24.23	27.35	24.56	24.00	25.10	22.99	23.26
Peso muestra seca + rec (gr)	23.92	21.79	24.38	22.09	21.66	22.47	20.55	20.81
Peso recipiente (gr)	10.51	10.99	11.13	11.14	11.47	11.09	10.85	11.01
Peso agua (gr) Ww	2.80	2.44	2.98	2.47	2.34	2.63	2.45	2.46
Peso sólidos (gr) Ws	13.41	10.80	13.25	10.95	10.19	11.38	9.70	9.79
Contenido de humedad (w%)	20.86	22.58	22.46	22.56	23.01	23.12	25.21	25.08
Promedio de (w%)	21.72		22.51		23.06		25.14	
Número de golpes	41		32		20		7	
LÍMITE LÍQUIDO (LL%)	22.75							
LÍMITE LÍQUIDO 								
ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente	3B1	1AL	18B	2	1PM	3AM		
Peso muestra húmeda + rec (gr)	11.20	11.63	11.54	11.24	11.39	11.55		
Peso muestra seca + rec (gr)	11.09	11.49	11.42	11.11	11.25	11.41		
Peso recipiente (gr)	10.56	10.75	10.79	10.52	10.55	10.74		
Peso agua (gr) Ww	0.11	0.14	0.12	0.13	0.14	0.14		
Peso sólidos (gr) Ws	0.53	0.74	0.63	0.59	0.69	0.67		
Contenido de humedad (w%)	20.94	19.25	19.65	21.79	20.78	21.23		
Promedio de (w%)	20.61							
LÍMITE PLÁSTICO (LP%)	20.61							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP = LL - LP)	2.14							

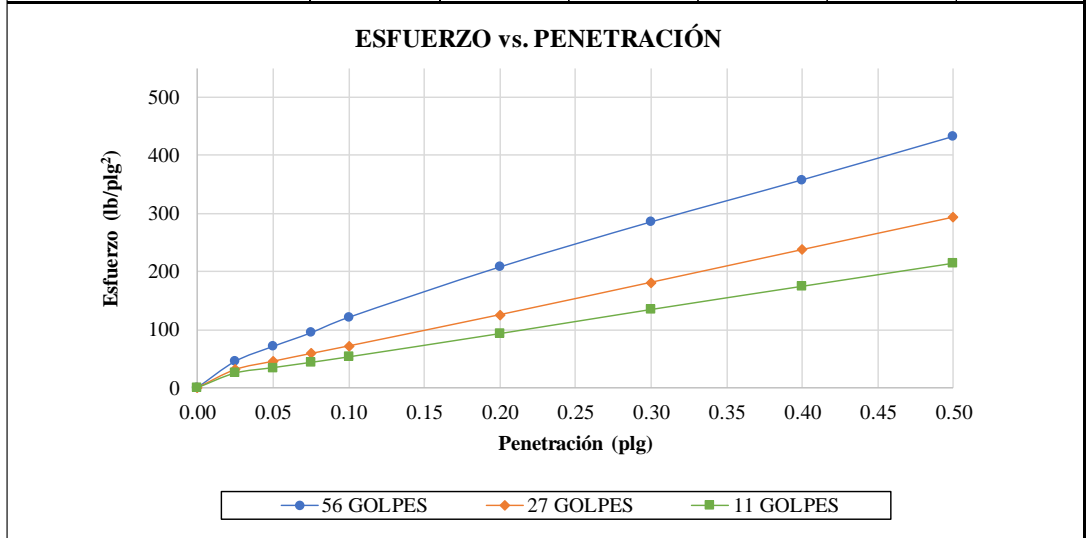
Anexo C4-3. Proctor Modificado Tipo B

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Israel Cevallos
FECHA:	viernes, 8 de julio de 2022
ABSCISA:	7+600
MUESTRA:	4
NORMAS:	AASHTO T-180, ASTM D1557-12
CAPA:	Subrasante
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	
Número de Golpes	56
Número de Capas	5
Peso del Martillo	10 lb
Peso Inicial Deseado	7000
Peso del Molde	5822 gr
Volumen del Molde	3243.33 cm ³
Altura de Caída	18"
7000	7000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN	
Ensayo Numero	1
Humedad inicial añadida en %	0
P. molde+Suelo húmedo (gr)	11530
Peso suelo húmedo Wm (gr)	5708
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.760
2	3
3	4
6	9
12009	12043
6187	6221
1.908	1.918
1.876	
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD	
Recipiente N°	1
Peso del recipiente W _r	32.56
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	122.00
Rec+suelo seco W _s + W _m	109.78
Peso solidos W _s	77.23
Peso del agua W _w	12.22
Cont. Humedad ω %	15.82
Cont. Humedad promedio ω %	15.12
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.529
2	3
3	4
4	5
5	6
6	7
7	8
30.93	30.67
30.90	31.54
31.54	34.63
34.63	32.33
32.33	31.64
126.14	125.60
127.49	151.42
151.42	122.29
122.29	151.93
151.93	144.61
111.23	112.73
130.42	105.94
105.94	127.57
127.57	121.91
83.21	80.56
81.83	98.88
98.88	71.31
71.31	95.24
95.24	90.26
14.37	14.76
21.00	16.35
16.35	24.36
24.36	22.70
17.83	18.04
21.24	22.93
22.93	25.58
25.58	25.15
17.94	22.08
22.08	25.37
1.617	1.571
1.571	1.497
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA	
<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p style="text-align: center;"> Densidad Seca Maxima 1.619 gr/cm³ Humedad Óptima 18.40 % </p>	

Anexo C4-4. CBR

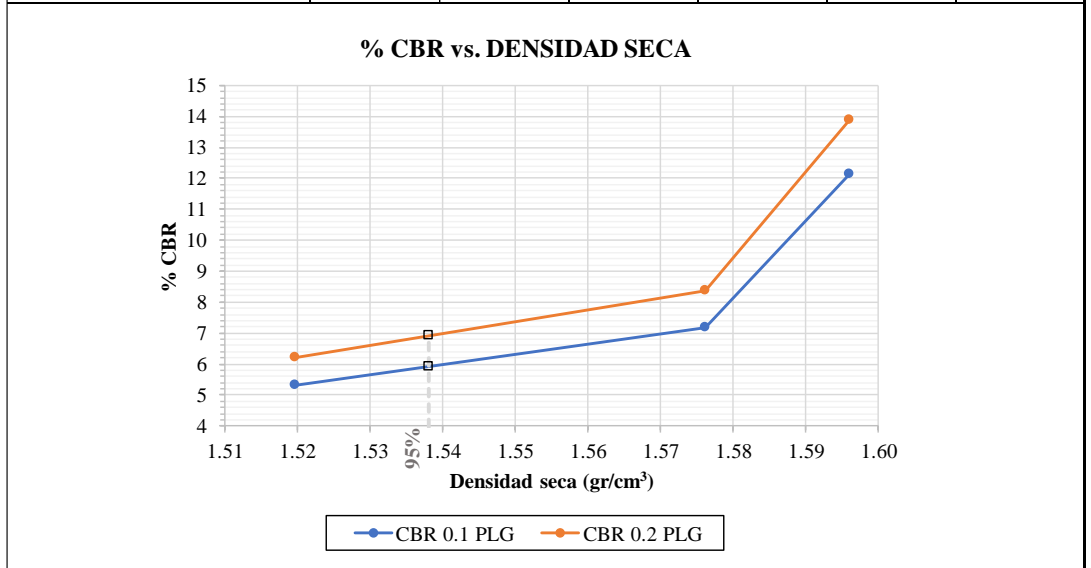
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	17 de agosto de 2022			
ABSCISA:	7+600	MUESTRA:	4			
NORMAS:	ASTM D 1883	CAPA:	Subrasante			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)						
DATOS DE MOLDEO						
Contenido de Humedad Óptima (%):			18.40			
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
Muestra húmeda + molde (gr)	11850	11224	11936			
Masa Molde (gr)	8037	7516	8325			
Masa Muestra Humeda (gr)	3813	3708	3611			
Volumen Muestra (cm ³)	2001.14	1992.37	1992.37			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.905	1.861	1.812			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	H304	17I	62	68	35	28
P. Hum. + Recipiente	195.70	165.93	104.53	130.84	127.39	137.42
P. Seco + Recipiente	168.27	144.73	93.58	115.03	110.85	118.90
Peso Recipiente	31.96	31.12	30.60	30.77	24.71	23.11
Peso Agua	27.43	21.20	10.95	15.81	16.54	18.52
Peso de Sólidos	136.31	113.61	62.98	84.26	86.14	95.80
Contenido Humedad %	20.12	18.66	17.39	18.76	19.20	19.34
Con. Hum. Prom. %	19.39		18.07		19.27	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.596		1.576		1.520	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	12008		11502		12245	
Masa Molde (gr)	8037		7516		8325	
Masa Muestra Humeda (gr)	3971		3986		3920	
Masa Agua Absorbida	158		278		309	
% Agua Absorbida	4.14%		7.50%		8.56%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	H304	17I	62	68	35	28
P. Hum. + Recipiente	174.82	177.32	115.18	140.92	125.53	130.49
P. Seco + Recipiente	148.67	150.43	99.22	120.31	104.69	110.00
Peso Recipiente	31.96	31.12	30.60	30.77	24.71	23.11
Peso Agua	26.15	26.89	15.96	20.61	20.84	20.49
Peso de Sólidos	116.71	119.31	68.62	89.54	79.98	86.90
Contenido Humedad %	22.41	22.54	23.26	23.02	26.06	23.58
Con. Hum. Prom. %	22.47		23.14		24.82	
DATOS DE ESPONJAMIENTO						
FECHA		TIEMPO		LECTURAS DIAL (plg *10-2)		
DÍA Y MES	HORA	DIAS	HORAS	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes
17-ago-22	17:30	0	0	0.0	0.0	0.0
18-ago-22	12:15	1	24	0.0	31.0	65.0
19-ago-22	14:45	2	48	1.0	36.0	65.0
22-ago-22	9:15	3	72	1.0	36.0	65.0
Altura de la muestra (plg)				4.5	4.5	4.5
Esponjamiento lineal absoluto (pulg *10-2)				1.0	36.0	65.0
Esponjamiento lineal relativo (%)				0.22	8.06	14.55

ENSAYO CBR						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
MOLDE N°	1		2		3	
N° de golpes	56		27		11	
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	136.0	45.3	93.8	31.3	75.8	25.3
0.050	213.2	71.1	136.6	45.5	103.8	34.6
0.075	283.3	94.4	176.6	58.9	130.9	43.6
0.100	363.3	121.1	215.6	71.9	159.3	53.1
0.200	623.8	207.9	376.8	125.6	279.3	93.1
0.300	856.6	285.5	543.6	181.2	403.6	134.5
0.400	1073.8	357.9	712.2	237.4	523.3	174.4
0.500	1298.4	432.8	879.6	293.2	642.3	214.1





PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)

MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	121.10	12.11	1.596	207.93	13.86	1.596
2	71.87	7.19	1.576	125.60	8.37	1.576
3	53.10	5.31	1.520	93.10	6.21	1.520





DSM (gr/cm ³)	95% DSM (gr/cm ³)	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
1.619	1.538	5.9	6.9

Anexo C4-5. Densidad de Campo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
ELABORADO POR:	Israel Cevallos	FECHA:	6 de agosto de 2022
ABSCISA:	7+600	MUESTRA:	4
NORMAS:	ASTM D 1556	CAPA:	Subrasante
ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO			
MÉTODO CONO Y ARENA			
1. PESO DEL SUELO EXTRAIDO			
Peso de la masa del suelo + recipiente		2569.00	gr
Peso del recipiente (funda plástica)		2.50	gr
Peso de la masa del suelo Wm		2566.50	gr
2. VOLUMEN DEL HUECO DEL ENSAYO			
Lectura inicial frasco + cono + Arena		7120.00	gr
Lectura final frasco + cono + Arena		3250.00	gr
Peso de la arena en el cono Wm		1591.00	gr
Peso de la arena en el hueco Wcono		2279.00	gr
Calibración de la Arena de Ottawa: γ_{sand}		1.583	gr/cm ³
Volumen del hueco (de la masa) Vm		1439.67	cm ³
3. CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente N°	H5		22
Peso suelo húmedo + recipiente Wm+Wr	162.12		183.65
Peso suelo seco + recipiente Ws +Wr	144.54		162.68
Peso del recipiente Wr	33.00		31.99
Peso de Agua Ww	17.58		20.97
Peso muestra seca Ws	111.54		130.69
Contenido de humedad w% = 100*(Ww/Ws)	15.76		16.05
Promedio W%			15.90
4. DENSIDAD HÚMEDA			
$\gamma_m = W_m / V_m$	1.783		gr/cm ³
5. DENSIDAD SECA			
$\gamma_d = \gamma_m / (1 + w\%)$	1.538		gr/cm ³
6. DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR			
Densidad Max Proctor γ_d	1.619		gr/cm ³
Porcentaje de Compactación Exigido MTOP %			95%
Porcentaje de Compactación Alcanzado %			95%

Anexo C4-6. Contenido de Humedad Natural

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
ELABORADO POR:	Israel Cevallos			
ABSCISA:	7+600			
NORMAS:	ASTM D 2216			
FECHA:	6 de agosto de 2022			
MUESTRA:	4			
CAPA:	Subrasante			
ENSAYO HUMEDAD NATURAL				
Recipiente N°	H5	22	59	57
Peso suelo húmedo + recipiente Wm+Wr	162.12	183.65	117.75	127.62
Peso suelo seco + recipiente Ws +Wr	144.54	162.68	105.85	114.35
Peso del recipiente Wr	33.00	31.99	30.78	30.90
Peso de Agua Ww	17.58	20.97	11.90	13.27
Peso muestra seca Ws	111.54	130.69	75.08	83.46
Contenido de humedad w%= 100*(Ww/Ws)	15.76	16.05	15.84	15.90
Promedio W%	15.89			

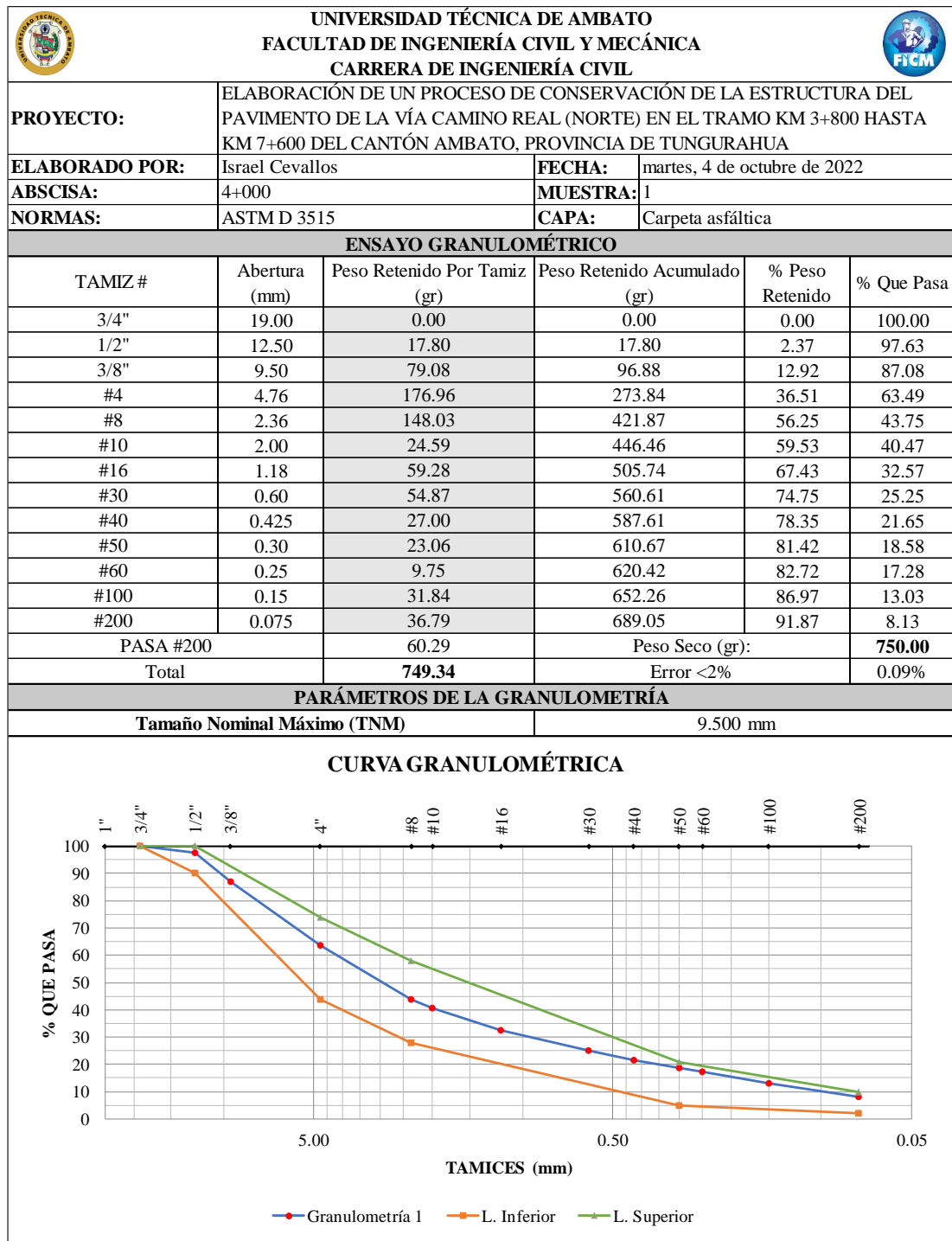
ANEXO D

ESTUDIO DE CARPETA ASFÁLTICA

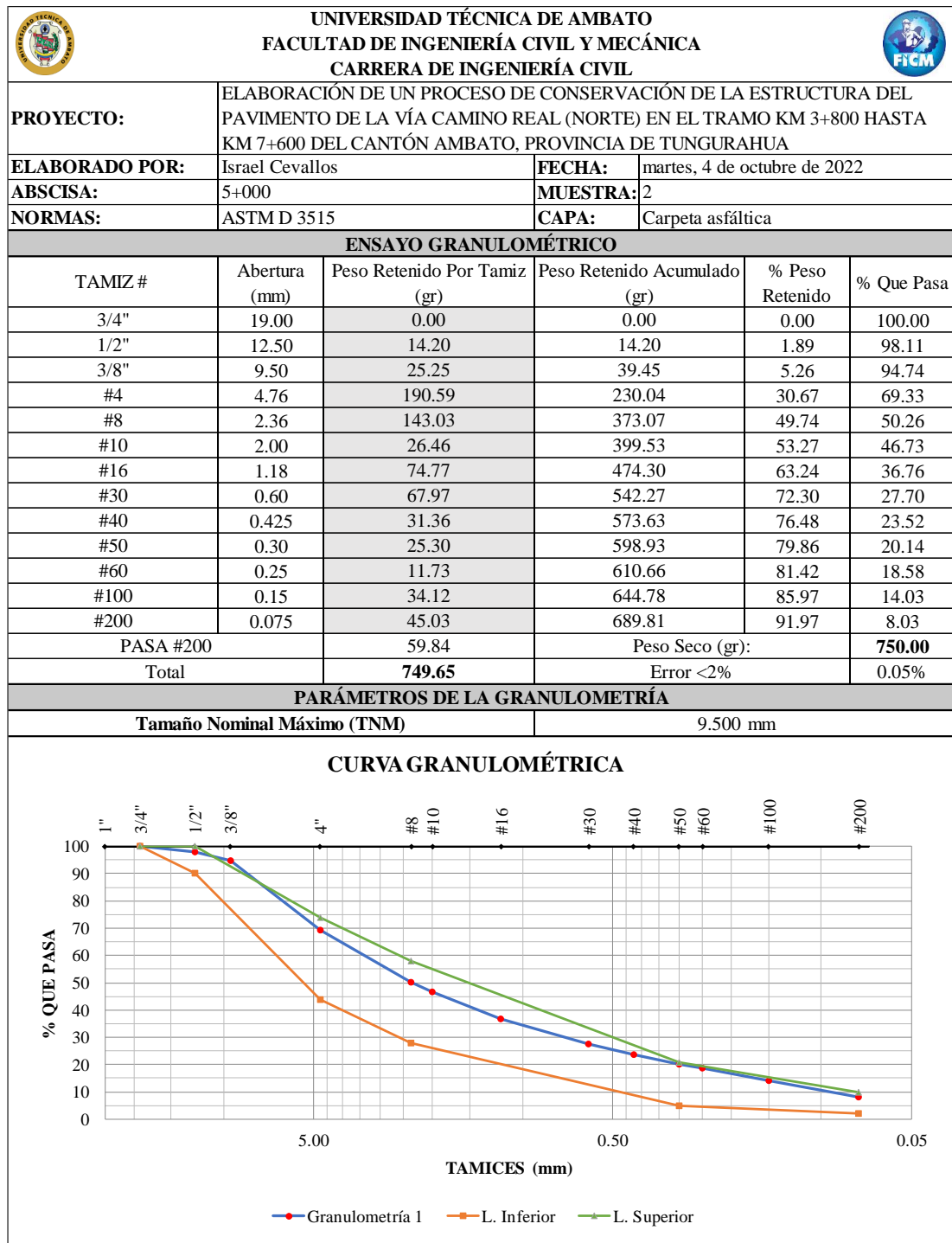
Anexo D-1. Resultados de extracción de muestras de asfalto

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
ELABORADO POR:	Israel Cevallos							
NORMAS:	ASTM D2172							
FECHA:	29 de septiembre de 2022							
CAPA:	Carpeta asfáltica							
ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO								
Muestra	1		2		3		4	
Carril	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
W muestra inicial (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
W muestra final (gr)	480.94	473.83	480.57	484.01	479.63	480.95	480.78	478.50
W filtro inicial (gr)	22.07	23.19	25.66	24.92	26.02	26.62	24.50	24.92
W filtro final (gr)	23.19	24.50	26.62	25.66	26.12	26.25	24.92	25.33
W asfalto (gr)	20.18	27.48	20.39	16.73	20.47	18.68	19.64	21.91
Contenido de asfalto (%)	4.04	5.50	4.08	3.35	4.09	3.74	3.93	4.38
Promedio de % asfalto	4.77		3.71		3.92		4.16	

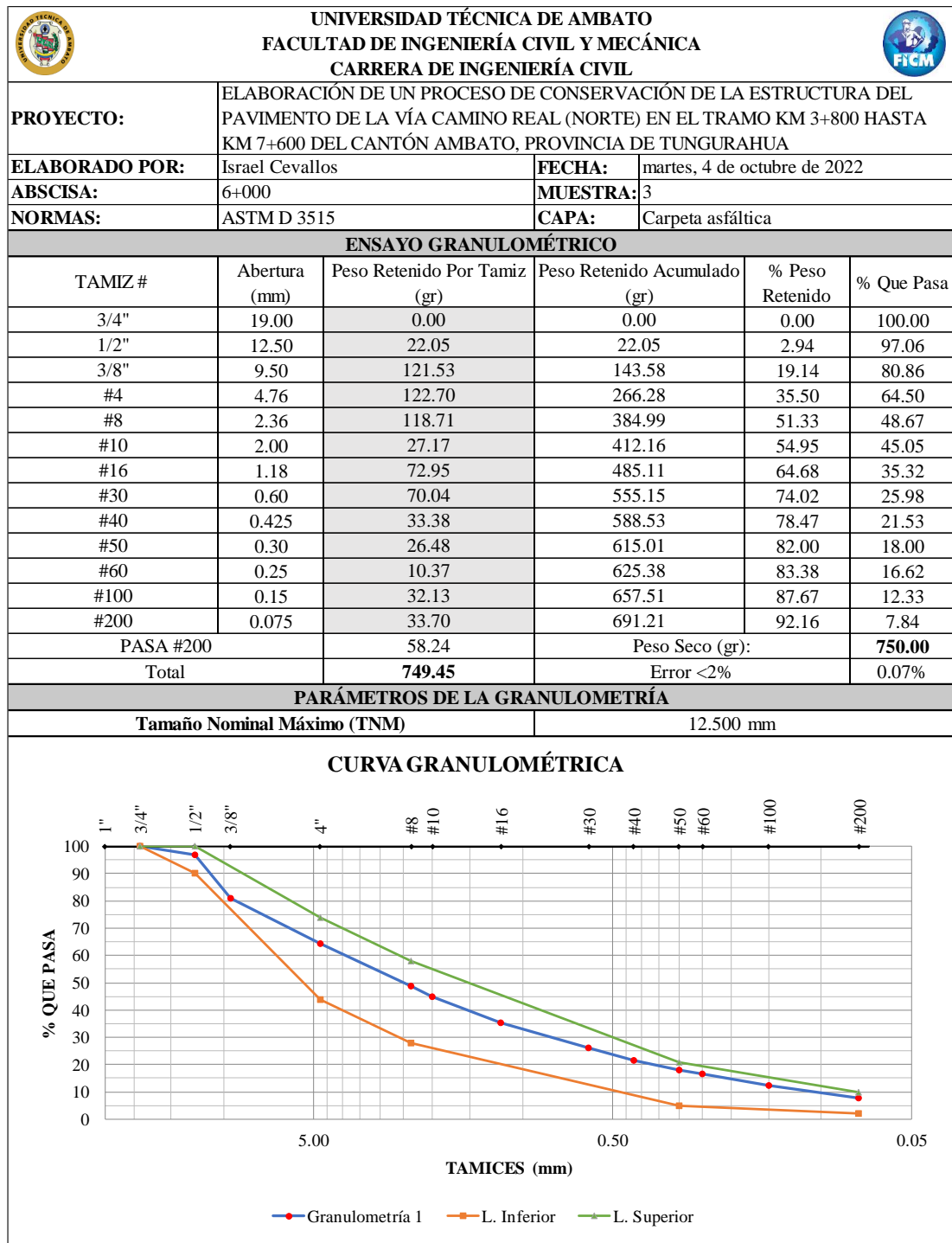
Anexo D-2. Análisis granulométrico de muestra 1



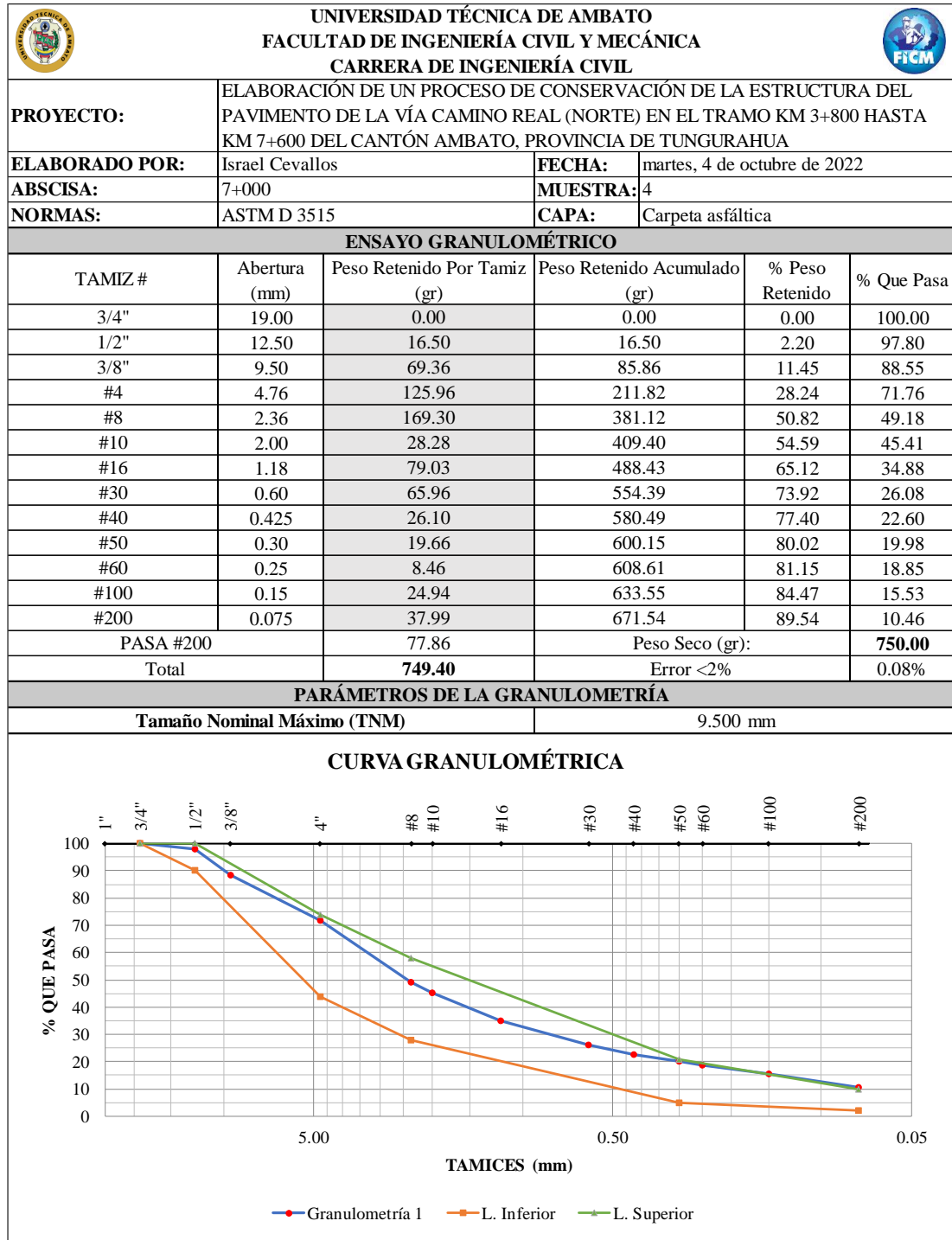
Anexo D-3. Análisis granulométrico de muestra 2







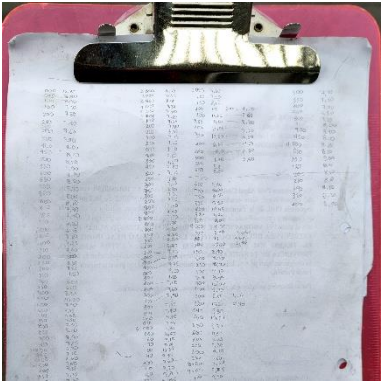
Anexo D-4. Análisis granulométrico de muestra 3









Anexo D-5. Análisis granulométrico de muestra 4



ANEXO E
ARCHIVO FOTOGRAFICO

Anexo E-1. Levantamiento topográfico	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
GPS Garmin Oregon 650	Medida de distancia entre abscisas
Fotografía 3	Fotografía 4
	
Marca de abscisas a un costado de la vía de estudio	Toma de puntos georreferenciados en abscisas
Fotografía 5	Fotografía 6
	
Medición de anchos de vía	Apuntes de anchos de vía en sus respectivas abscisas

Anexo E-2. Exploración de muestras método PCI	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
Piel de cocodrilo en abscisa km 6+080	Grieta longitudinal en abscisa km 6+020
Fotografía 3	Fotografía 4
	
Parqueo en abscisa km 5+510	Intemperismo en abscisa km 6+980
Fotografía 5	Fotografía 6
	
Bache en abscisa km 4+400	Medición de fallas presentes en unidades de muestreo

Anexo E-3. Pozos a cielo abierto y ensayo densidad de campo	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
Delimitación de calicata	Limpieza de capa vegetal
Fotografía 3	Fotografía 4
	
Extracción de muestra de suelo	Materiales para Ensayo densidad de campo
Fotografía 5	Fotografía 6
	
Realización de ensayo densidad de campo	Extracción de muestra de suelo

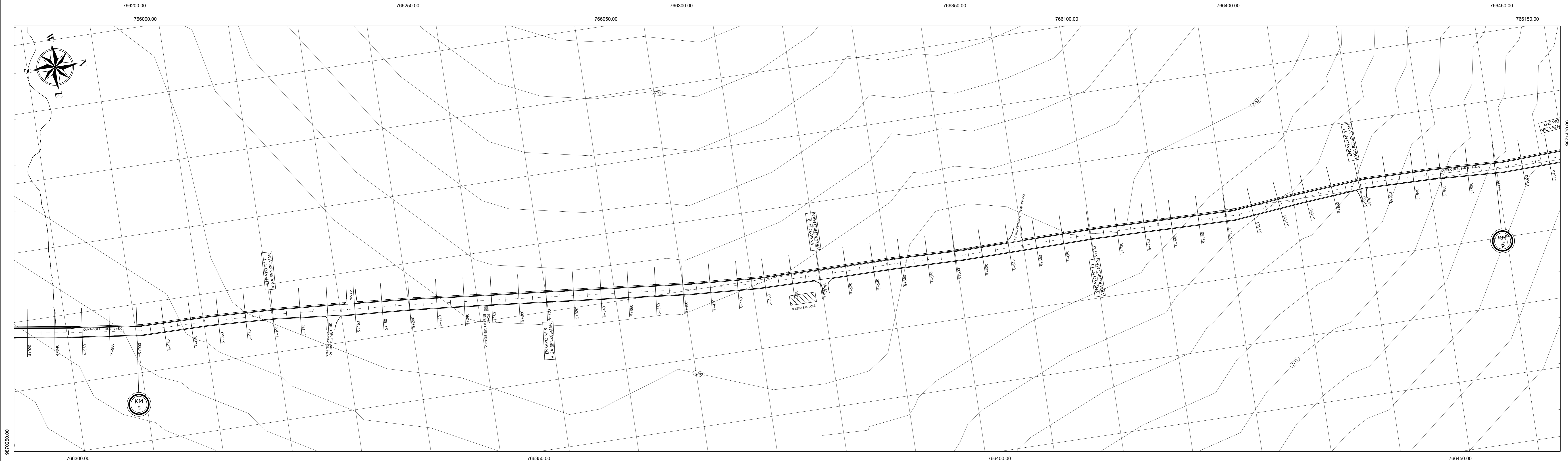
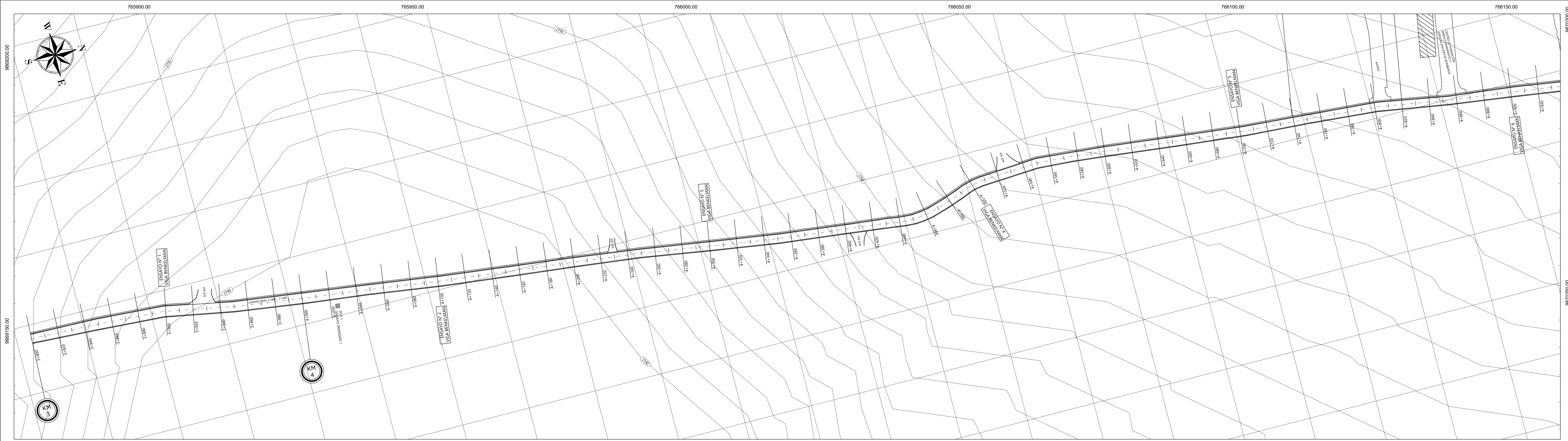
Anexo E-4. Ensayo de suelos	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
Ensayo Granulometría	Ensayo Límite líquido
Fotografía 3	Fotografía 4
	
Ensayo Límite plástico	Ensayo Proctor modificado
Fotografía 5	Fotografía 6
	
Ensayo CBR	Muestras para determinar el contenido de humedad en diferentes ensayos

Anexo E-5. Ensayo Viga Benkelman	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
Delimitación de puntos para el ensayo	Viga Benkelman
Fotografía 3	Fotografía 4
	
Volqueta usada para el ensayo	Ejecución del ensayo
Fotografía 5	Fotografía 6
	
Regla de referencia con medidas específicas para lecturas de dial	Brazo de la viga Benkelman en medio de llantas duales

Anexo E-6. Ensayo Extracción de Asfalto	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
Muestra de carpeta asfáltica disgregada	Remojo en gasolina de muestra de asfalto
Fotografía 3	Fotografía 4
	
Ajuste de 3600 rev/min para centrifugación	Ejecución del ensayo
Fotografía 5	Fotografía 6
	
Recolección de extracto de asfalto	Muestras de carpeta asfáltica después de extracción de pavimento

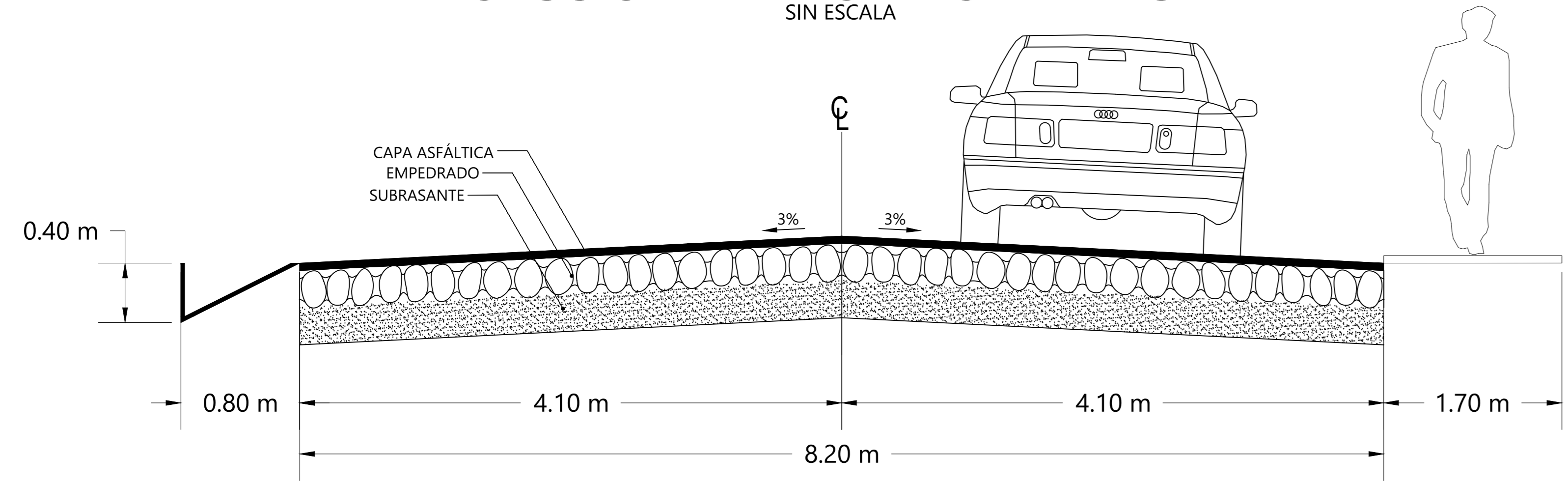
ANEXO F

PLANOS DEL PROYECTO

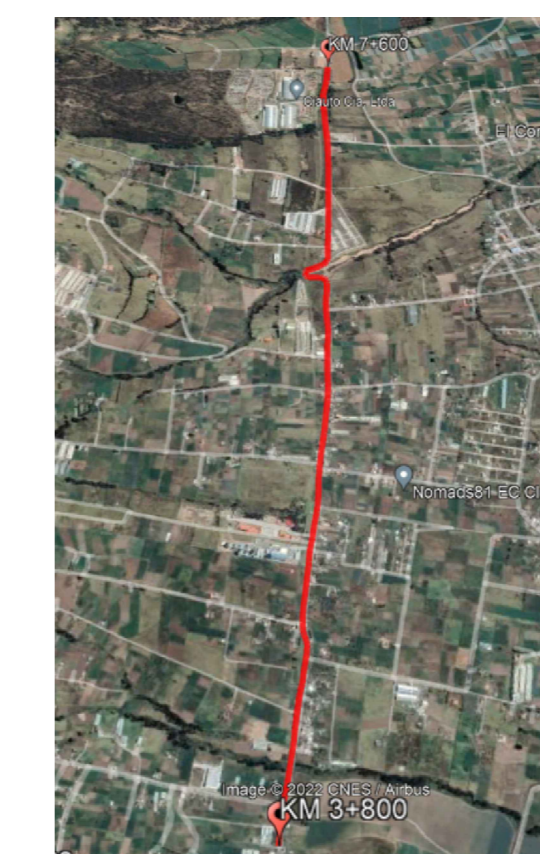


SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

SIN ESCALA



UBICACIÓN



CUADRO DE COORDENADAS UTM				
Punto Inicial y Punto Final del Tramo de Vía				
Iden.	Abscisa	Coordenadas (m)		
		Este	Norte	Altitud
PI	3+800	766110.00	9869160.96	2748.10
PF	7+600	766259.71	9872831.73	2732.80
Pozo a Cielo Abierto y Ensayo Densidad de Campo				
No.	Abscisa	Coordenadas		
		Este	Norte	Altitud
1	4+020	766142.81	9869383.35	2735.87
2	5+260	766240.22	9870605.35	2786.14
3	6+070	766258.79	9871426.93	2764.88
4	7+600	766251.82	9872824.89	2741.95



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



PROYECTO:
ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

CONTIENE:
PLANIMETRÍA DE LA VÍA EN ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DE PCA, ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO Y ENSAYO VIGA BENKELMAN

ESCALA: 1:1000

FECHA: 7 DE SEPTIEMBRE DE 2022

DIBUJO: ISRAEL CEVALLOS

HOJA: 1 DE 2

LONGITUD: 3800 m

ABSCISA INICIAL: 3+800

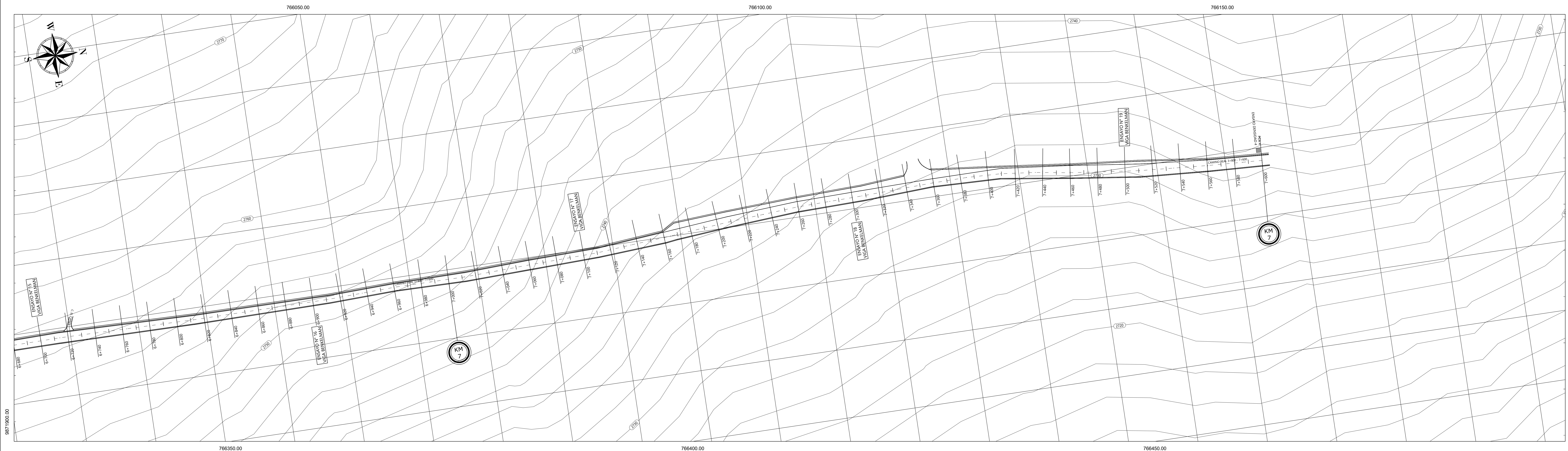
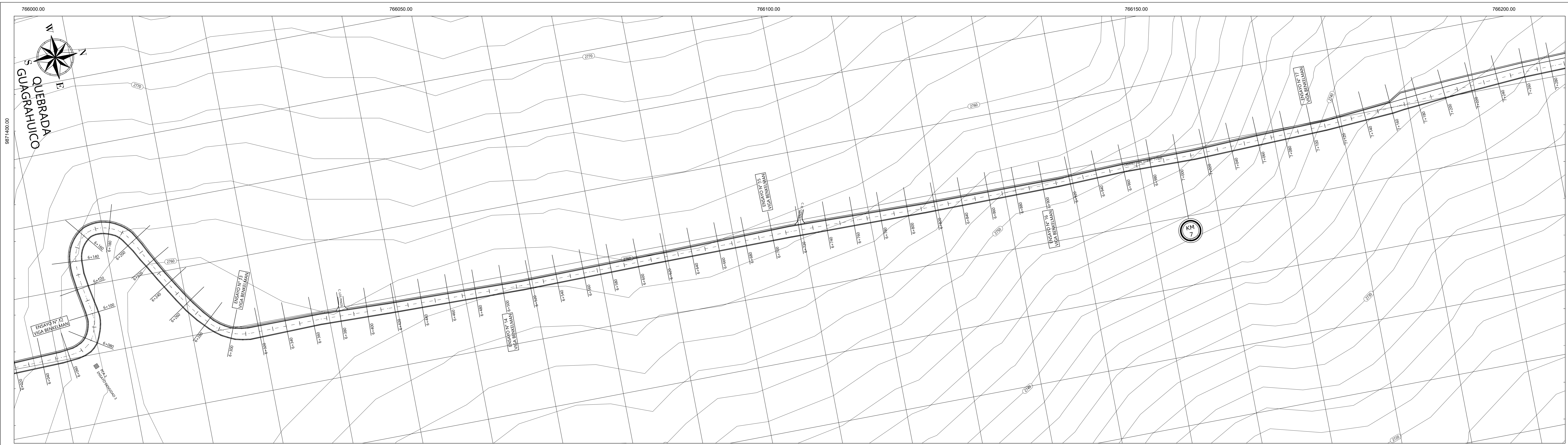
ABSCISA FINAL: 7+600

TIPO DE PAVIMENTO: FLEXIBLE (ASFALTO)

PROVINCIA: TUNGURAHUA

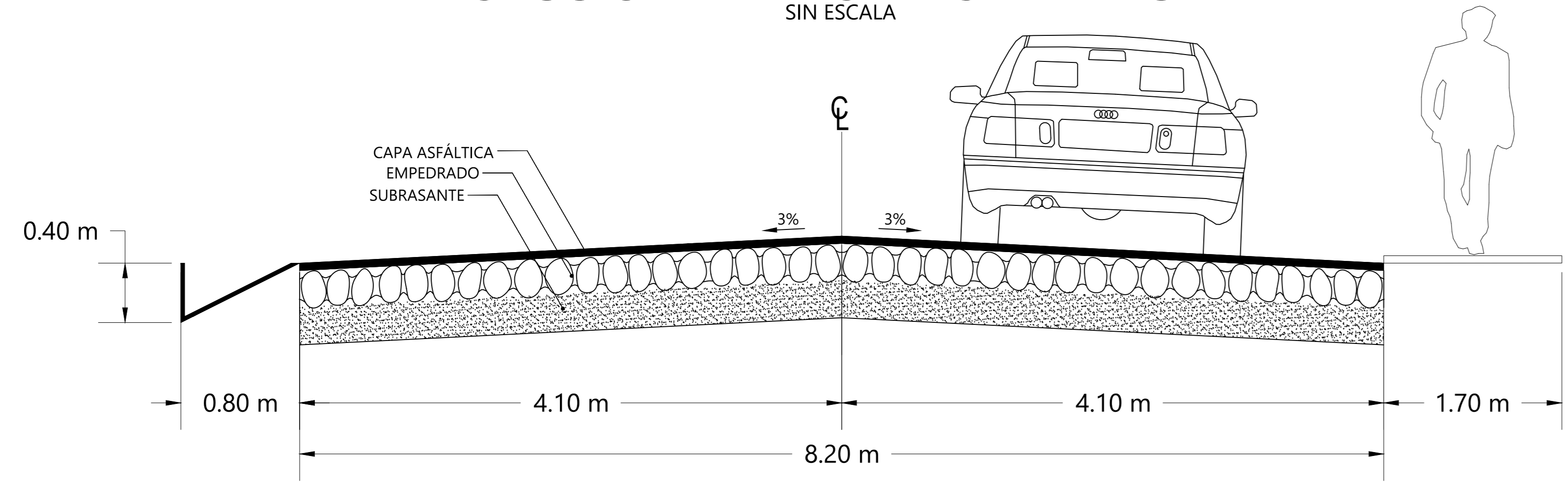
ELABORADO POR: ISRAEL CEVALLOS

REVISADO Y APROBADO: ING. FAVO PORTILLA, MSC



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

SIN ESCALA



CUADRO DE COORDENADAS UTM				
Punto Inicial y Punto Final del Tramo de Vía				
Iden.	Abscisa	Coordenadas (m)		
		Este	Norte	Altitud
PI	3+800	766110.00	9869160.96	2748.10
PF	7+600	766259.71	9872831.73	2732.80
Pozo a Cielo Abierto y Ensayo Densidad de Campo				
No.	Abscisa	Coordenadas		
		Este	Norte	Altitud
1	4+020	766142.81	9869383.35	2735.87
2	5+260	766240.22	9870605.35	2786.14
3	6+070	766258.79	9871426.93	2764.88
4	7+600	766251.82	9872824.89	2741.95





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



PROYECTO:
ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

CONTIENE:
PLANIMETRÍA DE LA VÍA EN ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DE PCA, ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO Y ENSAYO VIGA BENKELMAN

ELABORADO POR:
ISRAEL CEVALLOS

ESCALA:
1:1000

FECHA:
7 DE SEPTIEMBRE DE 2022

DIBUJO:
ISRAEL CEVALLOS

HOJA:
2 DE 2

LONGITUD:
3800 m

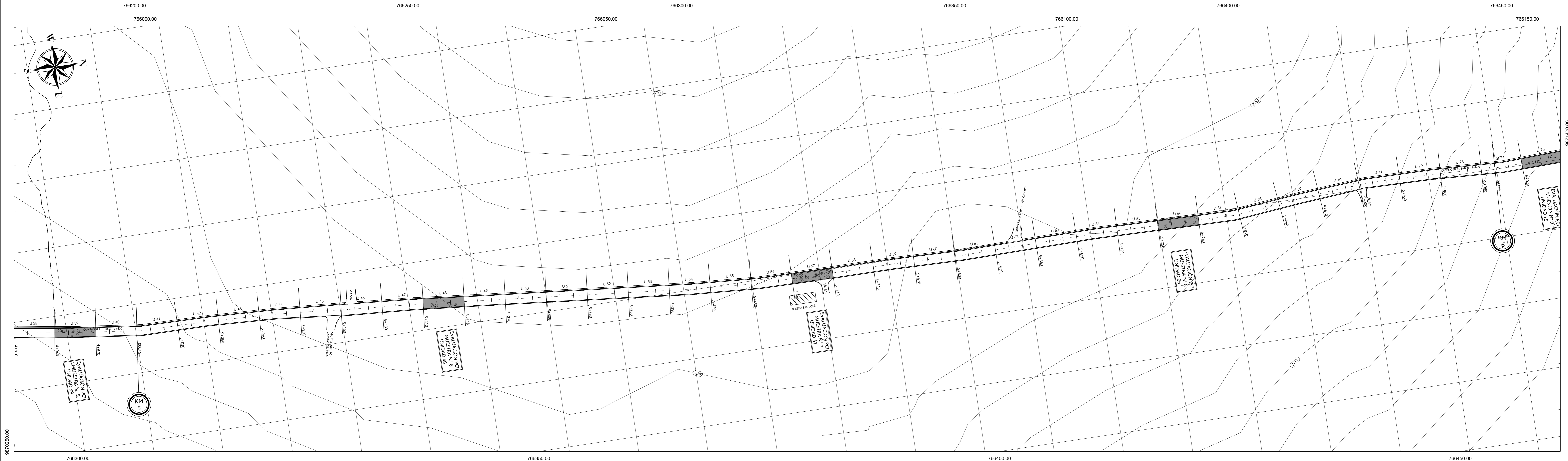
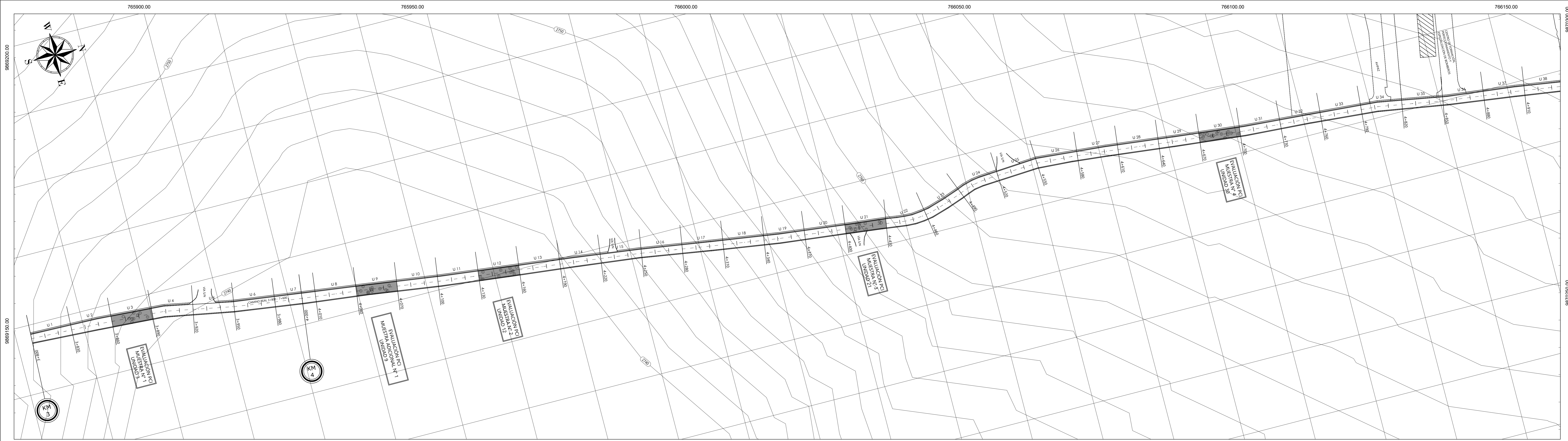
ABSCISA INICIAL:
3+800

ABSCISA FINAL:
7+600

TIPO DE PAVIMENTO:
FLEXIBLE (ASFALTO)

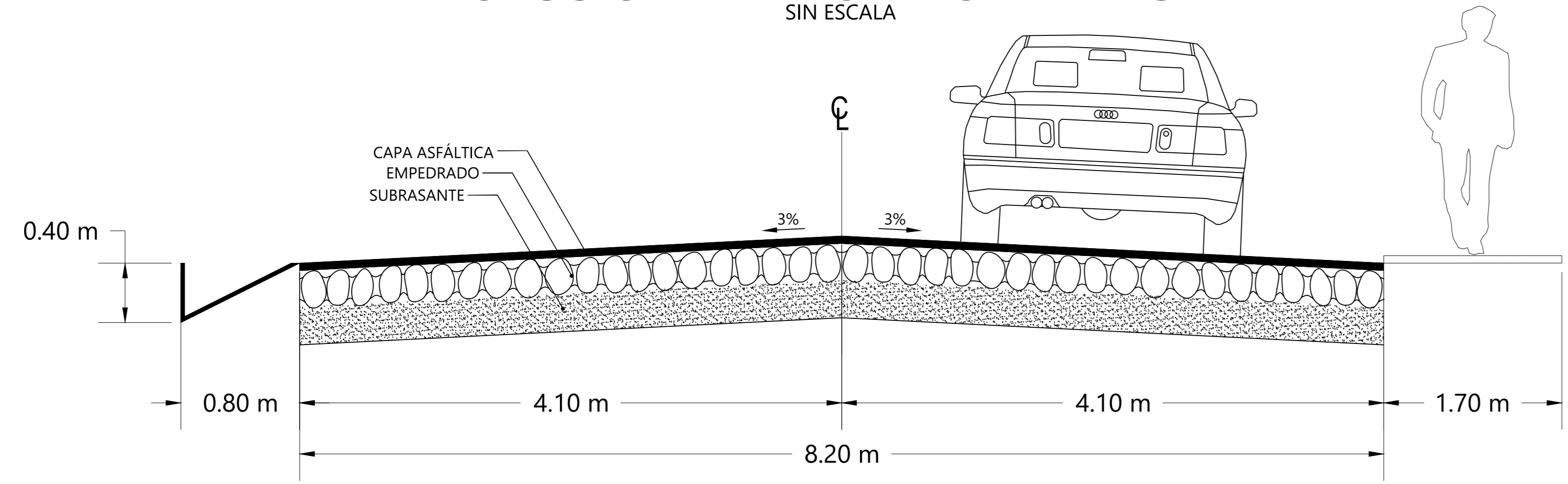
PROVINCIA:
TUNGURAHUA

REVISADO Y APROBADO:
ING. FAVO PORTILLA, MSC



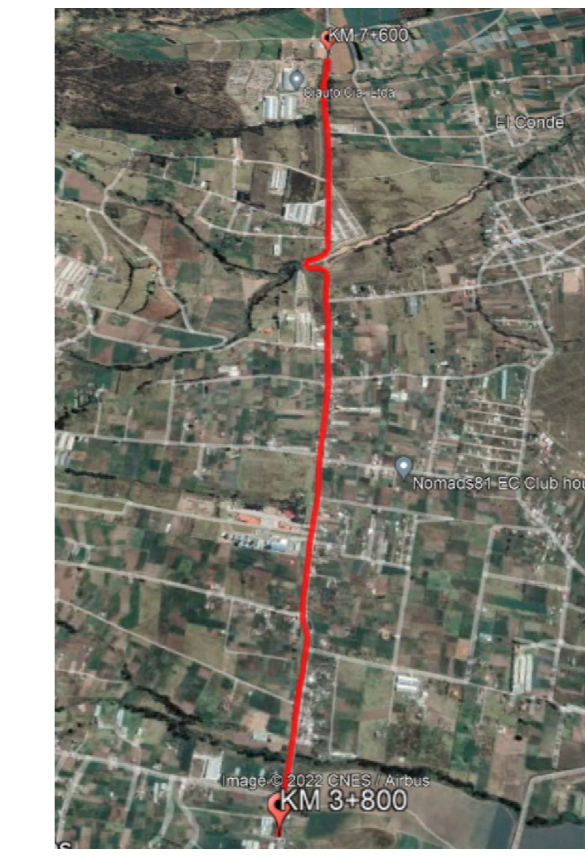
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

SIN ESCALA



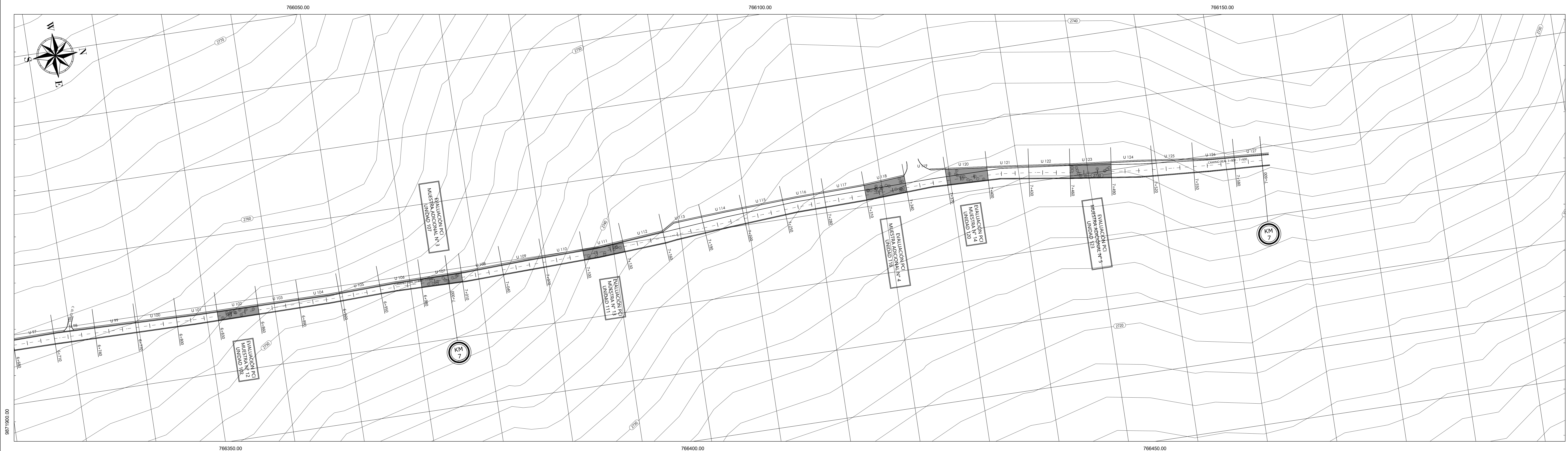
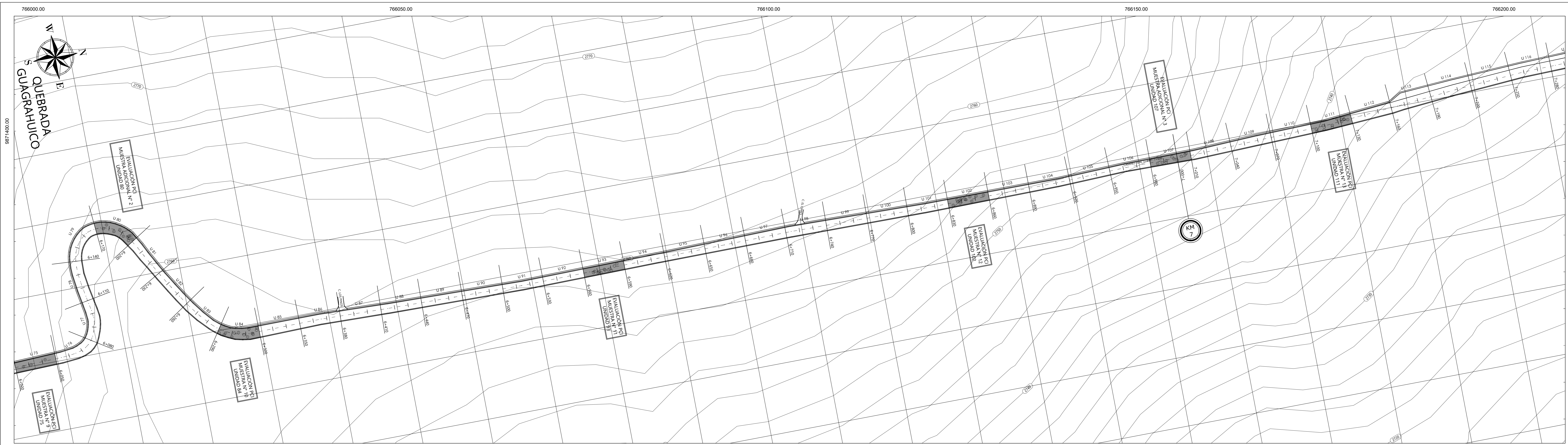
CUADRO DE COORDENADAS UTM				
Punto Inicial y Punto Final del Tramo de Vía				
Iden.	Abscisa	Coordenadas (m)		
		Este	Norte	Altitud
PI	3+800	766110.00	9869160.96	2748.10
PF	7+600	766259.71	9872831.73	2732.80

UBICACIÓN



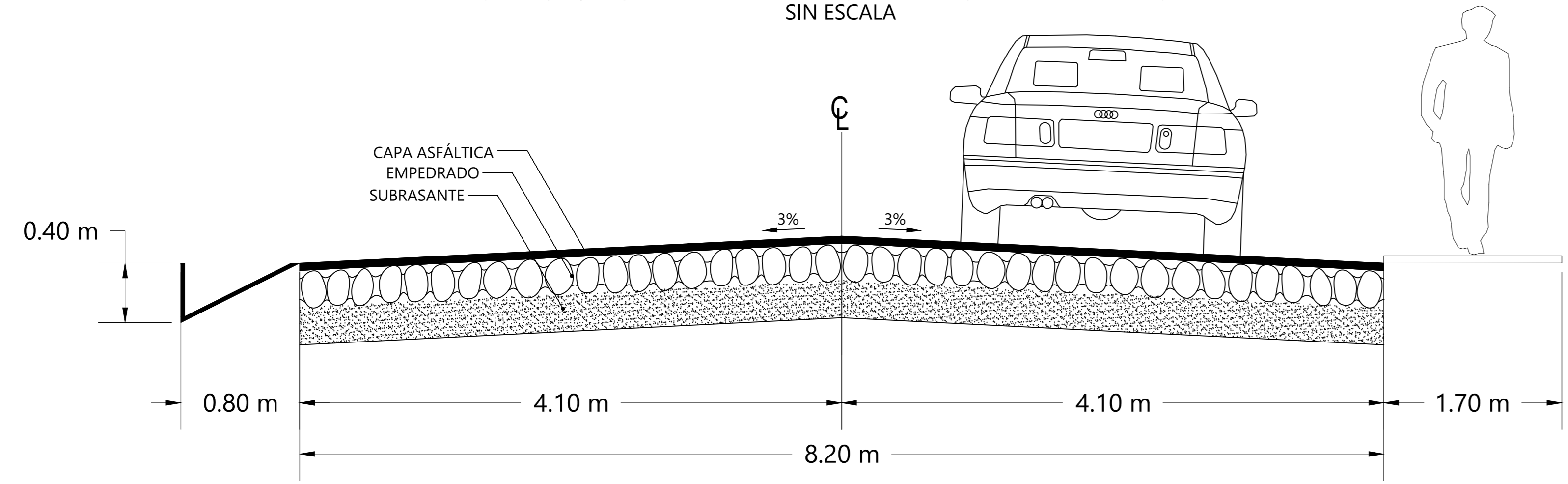
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.	ESCALA: 1:1000
CONTIENE: UNIDADES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	FECHA: 7 DE SEPTIEMBRE DE 2022
LONGITUD: 3800 m	DIBUJO: ISRAEL CEVALLOS
ABSCISA INICIAL: 3+800	HOJA: 1 DE 2
ABSCISA FINAL: 7+600	TIPO DE PAVIMENTO: FLEXIBLE (ASFALTO)
ELABORADO POR: ISRAEL CEVALLOS	PROVINCIA: TUNGURAHUA
REVISADO Y APROBADO:	ING. FAVO PORTILLA, MSC



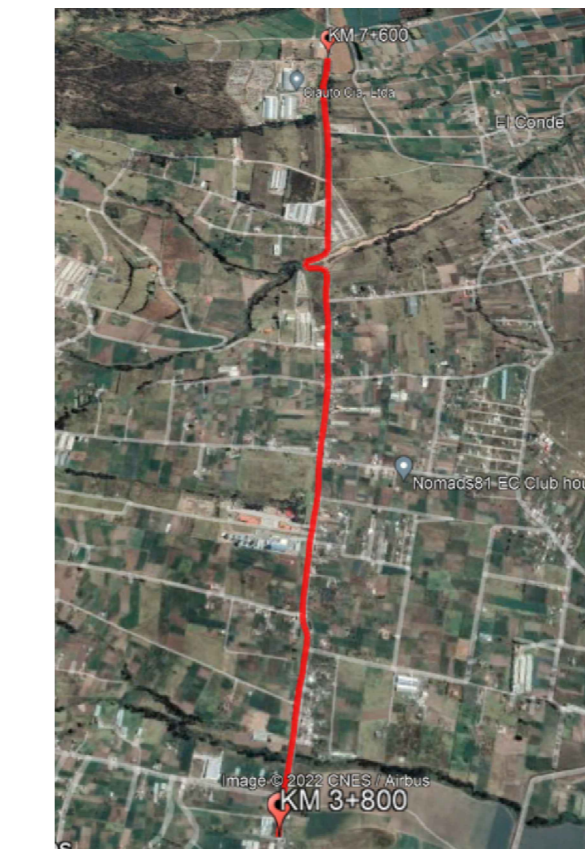
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

SIN ESCALA



CUADRO DE COORDENADAS UTM				
Punto Inicial y Punto Final del Tramo de Vía				
Iden.	Abscisa	Coordenadas (m)		
		Este	Norte	Altitud
PI	3+800	766110.00	9869160.96	2748.10
PF	7+600	766259.71	9872831.73	2732.80

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CAMINO REAL (NORTE) EN EL TRAMO KM 3+800 HASTA KM 7+600 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.	ESCALA: 1:1000			
CONTIENE: UNIDADES DE MUESTREO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	FECHA: 7 DE SEPTIEMBRE DE 2022			
LONGITUD: 3800 m	ABSCISA INICIAL: 3+800	ABSCISA FINAL: 7+600	TIPO DE PAVIMENTO: FLEXIBLE (ASFALTO)	PROVINCIA: TUNGURAHUA
ELABORADO POR: ISRAEL CEVALLOS	REVISADO Y APROBADO: ING. FAVO PORTILLA, MSC			