



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

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

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO –
TISALEO SECTOR TISALEO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 12+800
HASTA 16+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

AUTOR: Jessica Paola Casa Yugcha

TUTOR: Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldas

AMBATO - ECUADOR

Octubre – 2020

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniera Civil, con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – TISALEO SECTOR TISALEO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 12+800 HASTA 16+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por la Srta. **Jessica Paola Casa Yugcha**, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 0504039132, 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 autora.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Octubre 2020



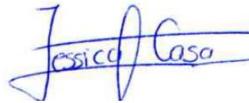
Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldas

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Jessica Paola Casa Yugcha**, con C.I. 0504039132 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – TISALEO SECTOR TISALEO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 12+800 HASTA 16+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Octubre 2020



Jessica Paola Casa Yugcha
C.I: 0504039132
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, Octubre 2020



Jessica Paola Casa Yugcha

C.I: 0504039132

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por la estudiante Jessica Paola Casa Yugcha de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – TISALEO SECTOR TISALEO EN EL TRAMO DE LA ABCISA 12+800 HASTA 16+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, Octubre 2020

Para constancia firman:



Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda
Miembro del Tribunal



Ing. Mg. Diego Sebastian Chérrez Gavilanes
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios por la salud y sabiduría que nos ha dado a mí y a toda mi familia, por la bendición de tener a mis padres los cuales han sido el motor de mi vida y el deseo de superación.

A mis padres Silvio Casa Défaz y Rosa Elvira Yugcha, por todo el apoyo que me han brindado en este largo camino que he recorrido, por sus sabios consejos y por inculcar en mí el ejemplo del esfuerzo y dedicación ante cada sueño, por guiarme en este camino que no ha sido fácil pero que con su apoyo y compañía supo ser más ligero llevarlo.

A mis hermanas Nataly y Lorena quienes siempre me brindaron ese apoyo incondicional durante todo este tiempo de carrera quienes con su carisma y entusiasmo supieron alegrarme y animarme en momentos difíciles.

A mi hermano Alexander quien siempre con sus ocurrencias supo sacarme sonrisas en momentos difíciles.

A mis amigos y compañeros de carrera, los cuales durante toda esta larga trayectoria aportaron en algo para llegar a este gran día, compartiendo momentos difíciles y alegrías.

Jessy

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por permitirme realizar este proyecto técnico y guiarme con la realización del mismo.

A mi profesor tutor el Ingeniero Galo Núñez por impartir en mi sus conocimientos, los cuales fueron de gran ayuda para la elaboración de este proyecto y posterior para implementarlos en mi vida profesional.

A los docentes de mi querida Facultad quienes durante toda la trayectoria universitaria supieron brindar los conocimientos para formarme como profesional.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv

B. CONTENIDO

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.1.1 ANTECEDENTES	1
1.1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
1.1.3.2 Tránsito.....	6
1.1.3.3 Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	10
1.1.3.4 Viga Benkelman	14
1.1.3.5 Ensayos de Suelos	14
1.1.3.6 Mantenimiento Vial.....	20
1.1.4 HIPÓTESIS	22
1.1.5 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	22
1.2 OBJETIVOS	23
1.2.1 Objetivo General.....	23
1.2.2 Objetivo Específicos	23

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Tipos de Investigación.....	24
2.2 Población y Muestra.....	25
2.3 Materiales y Equipo.....	26
2.4 Métodos	27
2.5 Plan de Recolección de Datos	28
2.5.1 Plan de Procesamiento y Análisis de Información	28

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	30
3.1.2 Zona de Estudio	30
3.1.3 Georreferenciación de la Vía.....	30
3.1.4 Análisis de Tráfico y Ejes Equivalentes	31
3.1.5 Evaluación del Pavimento mediante el Método PCI.....	41
3.1.6 Determinación de Deflexiones con la Viga Benkelman.....	48
3.1.7 Ensayo de suelos.....	57
3.1.8 Proceso de Mantenimiento	59
3.1.8.1 Plan de mantenimiento vial en base al estudio PCI.....	59
3.2 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	63

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	64
4.2 Recomendaciones	65
Referencias Bibliográficas.....	66
Anexos	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Costos de mantenimiento de vías en Perú, 2005	1
Tabla 2: Ancho de la calzada en función de los volúmenes de tráfico.....	5
Tabla 3: Clasificación de carreteras.....	9
Tabla 4: Rango de Clasificación PCI	10
Tabla 5: Planilla de registro de fallas del pavimento.....	13
Tabla 6: Longitudes de Unidades de Muestreo	14
Tabla 7: Clasificación de suelos por el método AASTHO.....	17
Tabla 9: Localización geográfica de la vía.....	25
Tabla 10: Equipos y Materiales	26
Tabla 11: Ensayos a realizar	27
Tabla 12: Plan de Recolección de Datos	28
Tabla 13: Coordenadas de la estación de conteo	31
Tabla 14: Formato de Conteo de Tráfico Vehicular.....	32
Tabla 15: Número de vehículos que circulan por la vía.....	33
Tabla 16: Determinación de la hora pico.....	33
Tabla 17: TPDA actual de la vía	34
Tabla 18: Tráfico atraído	35
Tabla 19: TPDA total de la vía.....	36
Tabla 20: Índice de crecimiento vehicular	37
Tabla 21: Tráfico futuro de la vía.....	38
Tabla 22: Factores de daño de acuerdo al tipo de vehículo.....	39
Tabla 23: Porcentaje de W18 en el carril D1.....	39
Tabla 24: Determinación de Ejes Equivalentes	40
Tabla 25: Unidades de muestreo	43
Tabla 26: Formato para registro de fallas del pavimento	45
Tabla 27: Resumen del PCI de la vía	46
Tabla 28: Deflexiones obtenidas en campo	48
Tabla 29: Deflexiones corregidos por la relación de brazos de la viga.....	49
Tabla 30: Deflexiones corregidas por efecto de la temperatura	51
Tabla 31: Factor de corrección por estacionalidad.....	51
Tabla 32: Deflexiones corregidas por estacionalidad.....	52

Tabla 33: Radio de Curvatura.....	53
Tabla 34: Valor de	54
Tabla 35: Tipo de deflexiones	55
Tabla 36: Deflexiones calculadas	56
Tabla 37: Localización de las calicatas en estudio	57
Tabla 38: Clasificación de Suelos	58
Tabla 39: Resultados de Proctor modificado.....	58
Tabla 40 Resultados de CBR.....	59
Tabla 41: Resumen de fallas localizadas	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Sección transversal típica de una vía	4
Figura 2: Esquema de la Viga Benkelman	14
Figura 3: Curva Granulométrica.....	15
Figura 4: Pendiente Granulométrica.....	16
Figura 6: Clasificación de suelo por el método SUCS	18
Figura 7: Carta de Plasticidad.....	19
Figura 9: Interpretación gráfica del TPDA total.....	37
Figura 10: Tipos de fallas de acuerdo al PCI	47
Figura 11: Deflectograma.....	57

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo técnico tiene la finalidad de implementar una técnica de conservación en la capa de rodadura de la vía Tisaleo en el tramo 12+800 hasta 16+200 de la provincia de Tungurahua. Mediante la recolección de datos se podrá conocer el estado actual de la vía, los mismos que podrán ser utilizados para futuros estudios o profundizaciones sobre temas de mantenimiento y evolución vial que determinen acciones que hagan que la vía se encuentre en condiciones adecuadas para brindar confort y comodidad a los usuarios.

Para el desarrollo del proyecto se recolectaron datos en campo, el cual se realizó mediante un levantamiento georreferenciado del tramo en estudio, en el cual se considera un abscisado cada 20 metros los cuales son tomado con un GPS (receptor satelital), permitiendo realizar el modelo digital de la vía.

Se realizó un estudio de tráfico vehicular que consistió en el conteo de vehículos por el periodo de una semana y doce horas consecutivas lo que permitió determinar el TPDA.

Se registraron daños y fallas en la vía, tomando sus medidas y áreas de afectación, además de datos como anchos de vía para su cálculo posterior. Mediante estos datos se calculó el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y para conocer el estado estructural de la vía se realizó un ensayo de deflexiones Viga Benkelman y un estudio de suelos CBR.

Para un mejor manejo de la información recolectada en campo se realizaron tablas, gráficos y planos del levantamiento georreferenciado.

ABSTRACT

The present technical work has the purpose of implementing a conservation technique in the wearing course of the Tisaleo road in the section 12+800 up to 16+200 in the province of Tungurahua. By means of the collection of data it will be possible to know the present state of the road, the same ones that will be able to be used for future studies of the topic or deepen on topics of maintenance and road evolution that determine actions that cause that the road is in suitable conditions to offer comfort and convenience to the users.

For the development of the project, data were collected in the field, which was carried out by means of a georeferenced survey of the section under study, in which an abscissa is considered every 20 meters which are taken with a GPS (satellite receiver), allowing the model to be made digital road.

A vehicle traffic study was carried out that consisted of counting vehicles for a period of one week and twelve consecutive hours, which allowed determining the ADTT.

Damages and failures on the road were recorded, taking their measurements and affected areas, in addition to data such as track widths for later calculation. Using these data, the Pavement Condition Index (PCI) was calculated and a Benkelman beam deflection test and a CBR soil study were carried out to determine the structural state of the road.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1.1 ANTECEDENTES

Las vías del Ecuador son consideradas como la red vial que cuenta con un alta cobertura y calidad para la comunicación entre ciudades y comunidades, por ello es que dentro de un plan de control vial debe existir el continuo cuidado y mantenimiento para conservar la vía en un estado favorable.

La vía Ambato-Tisaleo, tiene una gran importancia para la provincia de Tungurahua para su desarrollo económico, puesto que posee un suelo fértil y una producción agrícola que está en auge. Por ello se hace necesario mantener las vías en perfecto estado para mayor seguridad y comodidad de los conductores y usuarios viales [1].

Las vías se deterioran y llegan hasta a requerir una rehabilitación a causa de no proporcionar un mantenimiento adecuado, produciéndose así daños superficiales o más profundos que afectan directamente a la estructura del pavimento, por lo que la presente investigación se enfoca en proponer acciones de conservación a la estructura del pavimento que prevengan su rápido deterioro.

Como dato importante en el año 2005 en Perú se elaboró un programa de caminos departamentales, en el cual se fijaron valores promedio de los costos de mantenimientos viales, los cuales se muestran como referencia en la tabla 1 [2].

Rango	Mantenimiento Rutinario (US\$/Km-año)		Mantenimiento Periódico (reposición de material de afirmado e=0.10)			Mantenimiento Periódico (perfilados)		
	Costo promedio anual de Mantenimiento Vial							
Tráfico (IMD)	Costo (US\$/Km)		Frecuencia (# año)	Costo (US\$/Km-año)	Costo (US\$/Km)	Frecuencia (# veces/año)	Costo (US\$/Km-año)	Mantenimiento (US\$/Km-año)
>150	1500	3500	2.0	1750	600	3.00	1800	5050
>150	1500	3500	2.5	1400	600	2.50	1500	4400
50-150	1000	3500	3.0	1167	600	2.00	1200	3367
50-150	1000	3500	3.5	1000	600	1.50	900	2900
30-50	500	3500	4.0	875	600	1.00	600	1975

Tabla 1: Costos de mantenimiento de vías en Perú, 2005
Fuente: Programa de Caminos Departamentales-PCD

Una de metodologías base para determinar la gestión de mantenimiento es el Índice de Condición del Pavimento (PCI), la cual tiene como propósito la evaluación y calificación objetiva del pavimento flexible, es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas. Su procedimiento de análisis visual en campo proporcionará datos que ayuden a clasificar el deterioro en función de la clase de daño, severidad y densidad. Además de proporcionar el índice que estará entre 0 y 100, que serán pavimentos en mal estado o fallados y pavimentos en perfecto estado, respectivamente.

Otro método que ayuda a recabar información sobre el comportamiento del pavimento es el ensayo con la Viga Benkelman, la cual nos ayuda a obtener datos de las deflexiones del pavimento.

De esta forma se plantea dos métodos para analizar la vía Ambato – Tisaleo sector Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200 de la provincia de Tungurahua, con el fin de tener la información suficiente para proponer un sistema de mantenimiento necesario debido a que sufre deterioro constante a causa del tráfico que circula por la zona, por ende la investigación y los ensayos a realizarse son de vital importancia para determinar el estado actual de la vía y con ello proponer parámetros necesarios para su posterior mantenimiento, además que todo el estudio llevará a plantear un sistema de gestión de conservación vial que facilitará a investigaciones futuras que sean aplicables a enlaces con otras vías de la provincia [3].

1.1.2 JUSTIFICACIÓN

La red vial de un país es el pilar fundamental para su desarrollo y crecimiento ya que es uno de los medios que posibilita el transporte de personas y carga, lo que hace posible la conectividad entre diferentes regiones de un territorio, el intercambio cultural y comercial [4]. Desde tiempos remotos las carreteras han representado un medio importante de avance ya que permite la comunicación entre poblaciones, acceso a servicios, recursos y la integración del país. Preservar las carreteras íntegras es un trabajo difícil, el cual demanda atención permanente y se realiza con el objetivo de prometer seguridad y confort a los usuarios [5].

Se debe tener en cuenta que la estructura de pavimento sufrirá con el tiempo daño y deterioro aun cuando sea adecuadamente diseñada y construida de acuerdo a especificaciones técnicas. Los pavimentos viales tienen una vida definida aún con un mantenimiento óptimo, siendo que los pavimentos son probablemente la única estructura de ingeniería que se diseña para que falle dentro de un periodo específico de tiempo [6] [7].

Actualmente, ante un mundo cada vez más integrado, que intercambia bienes y servicios, la importancia de las carreteras se ha incrementado notablemente, convirtiéndose en verdaderas vías que impulsan la competitividad de la economía y también el desarrollo social. Es por tanto, indispensable contar con infraestructura de carreteras que aseguren una circulación segura, cómoda y fluida [8].

Para mantener la condición de las vías se ha ejecutado procesos de mantenimiento en las vías interprovinciales como inter-cantoniales para facilitar a la población la comercialización de sus productos los cuales se producen en el campo y se trasladan hasta los centros de abasto [9].

De esta forma se trata de llevar a cabo un estudio minucioso acerca del estado actual de la capa de rodadura de la vía Ambato – Tisaleo sector Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200 de la Provincia de Tungurahua, con el fin de obtener información necesaria para aportar con nuevos criterios para la gestión del mantenimiento vial, cuyo objetivo se basa en conservar de forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario [10].

1.1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Carretera

Es una infraestructura vial que tiene por objetivo principal la movilización vehicular de manera continua en un tiempo y espacio, manteniendo niveles de seguridad y comodidad hacia el usuario [11].

Sección Transversal de una vía

La sección trasversal de una carretera se define como un corte vertical al eje del alineamiento horizontal, en ella se define la ubicación y dimensiones de cada uno de los elementos que la constituyen, siendo que su tamaño, forma e interrelación va a depender de las funciones que desempeñen cada uno de los elementos de la sección [11].

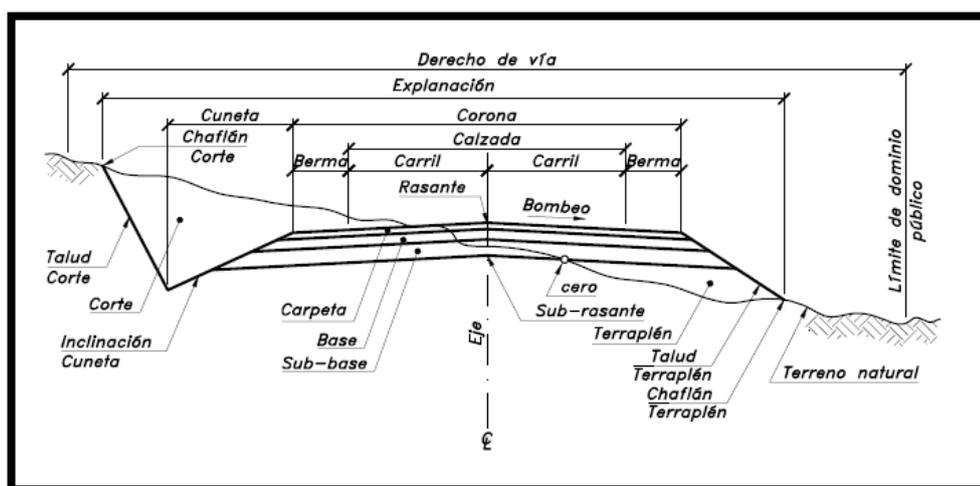


Figura 1.- Sección transversal típica de una vía

Fuente: Cárdenas Grisales, Diseño Geométrico de carreteras, segunda edición

Elementos que conforman la sección transversal típica de la vía:

- **Corona:** Es la conformación de la calzada y las bermas, que es la distancia horizontal comprendida entre los bordes exteriores de las bermas.
- **Calzada:** Es la superficie de rodamiento que está destinada a la circulación de los vehículos, constituidos por uno o más carriles [12]. Los anchos de carriles están en función del tipo del volumen de tráfico:

ANCHOS DE LA CALZADA				
Clase de Carretera		Ancho de la Calzada (m)		
		Recomendable	Absoluto	
R-I o R-II	> 8000	TPDA	7.30	7.30
I	3000 a 8000	TPDA	7.30	7.30
II	1000 a 3000	TPDA	7.30	6.50
III	300 a 1000	TPDA	6.70	6.00
IV	100 a 300	TPDA	6.00	6.00
V	Menos de 100	TPDA	4.00	4.00

Tabla 2.- Ancho de la calzada en función de los volúmenes de tráfico.

Fuente.- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras-2003

- **Berma:** Llamado también espaldón, es aquella faja que está situada entre el borde exterior de la calzada y la cuneta. Sirve especialmente como confinamiento lateral de la vía, controla la humedad y posible erosión de la calzada [11].
- **Bombeo:** Es una pendiente que ayuda al escurrimiento y evita la acumulación de aguas lluvias sobre la vía, esta se forma sobre la superficie de rodamiento en las tangentes del alineamiento horizontal [11].
- **Explanación:** Es la distancia horizontal comprendida entre el chaflán de corte y de terraplén, además de ser una zona que abarca toda la carretera en la cual se ha modificado el terreno natural [11].
- **Cuneta:** Son canales de sección triangular que son construidas paralelos a los espaldones, cuyo propósito es el de facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera para conducirlo a una obra transversal o a un drenaje natural [13].
- **Talud de corte y relleno:** Son superficies laterales inclinadas que limitan la explanación, marcando su importancia en la buena apariencia y en la seguridad de la vía, su diseño dependerá de las condiciones de diseño y características geométricas, además que se debe diseñar con la menor pendiente económicamente permisible [11].
- **Rasante:** Es un eje que representa la proyección vertical del eje real de la superficie de rodadura de la vía [14].
- **Sub-rasante:** Es la superficie que tendrá como función el servir de apoyo a la estructura del pavimento [14].

- **Chaflán:** Es el punto de encuentro entre el talud de corte y el terreno natural [11].

1.1.3.1 Georreferenciación

Es un proceso que tiene como fin localizar la posición de un objeto en un sistema de coordenadas espacial, para la elaboración de planos que muestren la superficie natural del terreno, el cual se define como 3 puntos que identifican su ubicación: Este (X), Norte (Y) y Elevación (Z) [15].

1.1.3.2 Tránsito

Para el diseño de una vía se requiere de datos reales de tránsito, siendo así que el estudio indicará el uso que se dará a la vía y afecta directamente al diseño geométrico. Además permite determinar las cargas aplicadas sobre la vía para el diseño, asimismo para el diseño estructural y capa de rodadura del pavimento.

Volumen de Tránsito

El volumen de tránsito es considerado como dinámico y se define como el número real de vehículos observados en un rango de tiempo establecido, puesto que sus datos son utilizados solamente para el periodo de duración de los aforos [18]. Por ello se maneja distintos tipos de estaciones de control de tránsito, clasificados de la siguiente manera:

- **Estaciones Permanentes:** Se realiza los aforos en un tiempo de 360 días al año durante 24 horas al día, estos datos se obtienen de los peajes.
- **Estaciones de Control:** Estos aforos son realizados en un tiempo de 24 horas por 7 días a la semana y tiene como finalidad el conocer las variaciones diarias, semanales y estacionarias.
- **Estaciones Sumarias:** Estos aforos son realizados en un tiempo de 12 horas por 7 días [19].

Tráfico Promedio Diario Anual

El tráfico promedio diario anual (TPDA), es la unidad de medida recurrente del tráfico vehicular de una carretera que circula por la vía en un año dividido para 365 días, es decir, el volumen promedio de tránsito en un día, siendo un dato necesario para la planeación de cualquier carretera y generalmente estará disponible para el análisis de capacidad de una vía.

La forma correcta de calcular el TPDA es considerando la información de la estación de conteo permanente que posibilite conocer las variaciones diarias, semanales y mensuales para así pronosticar el incremento de tráfico futuro que proporcionaría una base de datos más segura y confiable.

Pero debido a que no se tiene estaciones permanentes en todas las rutas se puede establecer una estación sumaria en el punto deseado, en el cual se obtendrá el aforo de tráfico en el periodo de una semana por 12 horas diarias, y así se realizarán proyecciones a futuro, que nos servirán para el diseño de la vía, diseño de pavimentos y hasta la ejecución de un sistema de mantenimiento vial.

Para determinar el TPDA, mediante el método manual, que consiste en un conteo visual en la vía de estudio, donde se llenarán planillas de acuerdo a las características a recabar, a cargo de una o varias personas, los datos a determinar serán:

- Tipo de vehículo.
- Composición vehicular.
- Flujo direccional y por carriles.
- Volúmenes totales [13].

- **Tráfico Actual**

Se define como la cantidad de vehículos que circula por una carretera al momento de quedar finalmente al servicio o antes de ser mejorada. Para una vía a ser mejorada el tráfico actual se compone de la suma del tráfico existente y el atraído:

- **Tráfico Existente**

Denominado así aquel tráfico que se usa antes del mejoramiento y este se lo obtiene a través del estudio de tráfico o TPDA.

- **Tráfico Atraído**

Llamado también tráfico desviado, es aquel volumen de tráfico incorporado al proyecto por las mejoras realizadas al nuevo proyecto. Cuando el potencial de la nueva vía que ha sido mejorada genera en la movilidad: seguridad, atractivos turísticos puede llegar de un 10 a 20% del tráfico existente.

El TPDA se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{TPDA = TE + Tat}$$

Donde:

TE: Tráfico Existente

Tat: Tráfico Atraído

- **Volumen de hora pico (VHP):** Es la mayor cantidad de vehículos que circulan en una hora del día sobre una carretera.

$$\mathbf{VHP = k * TE}$$

Donde:

VHP: Volumen de hora pico

TE: Tráfico existente

k: Valor de la relación entre el volumen de la 30ava hora máxima seleccionada y el tráfico existente.

Zona urbana k: 0.08

Zona rural secundaria k: 0.12

Zona rural principal k: 0.15

- **Tráfico Futuro**

Llamado también tráfico proyectado de acuerdo a la tasa de crecimiento, se define como el volumen de tráfico que se obtiene del tráfico actual más el incremento de tráfico, basándose en un pronóstico del tráfico de 15 a 20 años [20], ya obtenidos estos datos se puede calcular el tráfico futuro mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{Tf = Ta (1 + i)^n}$$

Donde:

Tf: Tráfico Futuro

Ta: Tráfico Actual

i: Tasa de crecimiento de tráfico o poblacional

n: Número de años proyectados

Clasificación vial por capacidad en base al TPDA

Con el objetivo de incrementar la calidad de las vías en el país y mediante ello, conseguir seguridad y eficiencia en el tránsito, se ha considerado plantear una clasificación de datos del tráfico a nivel nacional, datos obtenidos por el MTOP, datos sobre accidentes y el parque automotor del país.

Mediante estos datos recopilados se llega a la conclusión que existen vías que sobrepasan el límite de 80.000 vehículos diarios (TPDA) y que existe un número muy elevado de accidentes de tránsito, además de eso que ha habido un crecimiento consistente acerca del parque automotor en los últimos 14 años, de un 6% anual.

Por ello se ve en la necesidad de plasmar en las normas NEVI una nueva visualización al dimensionamiento de las nuevas vías para que consten no solo de una tendencia actual sino de una visión futura, para brindar a los usuarios una verdadera eficiencia y seguridad vial [21].

Para organizar la red vial y tener una clasificación que sirva de guía para el estudio, a continuación, se presenta una clasificación funcional propuesta de las carreteras y caminos:

FUNCIÓN	CLASIFICACIÓN	TPDA (Año de Diseño)
CORREDOR ARTERIAL	RI-RII (1)	> 8000
	I	3000 - 8000
COLECTORA	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
VECINAL	IV	100 - 300
	V	300

Tabla 3: Clasificación de carreteras
Fuente: MOP-Normas de diseño geométrico, 2013

Nota: RI-RII (1): Autopista

1.1.3.3 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Índice De Condición del Pavimento (PCI), forma parte de una metodología completa para la evaluación y calificación de pavimentos flexibles y rígidos que analiza la integridad estructural del pavimento en su superficie.

El deterioro que presenta la estructura de un pavimento estará en base a la clase de daño, su severidad y densidad. Con estos factores se podrá determinar el grado de afectación que presente la estructura de pavimento.

El valor del PCI representa un índice, el cual varía en un rango de cero (0), que representará a un pavimento en mal estado, hasta cien (100), que representa que el pavimento se encuentra en perfectas condiciones [3]. A continuación, se muestra una tabla representativa correspondiente a la condición del pavimento:

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

Tabla 4: Rango de Clasificación PCI

Fuente: Guía de procesos constructivos de pavimentos asfálticos, 2002

De acuerdo a la clasificación del índice del PCI se ha determinado una serie de fallas en la estructura del pavimento, los cuales se definen a continuación:

- **Piel de cocodrilo:** Serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo la acción de cargas repetidas [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Exudación:** Material bituminoso sobre la superficie de pavimento formando una capa brillante y reflectora que suele ser pegajosa. Originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Agrietamiento en bloque:** Son grietas interconectadas que divide al pavimento en pedazos rectangulares, su tamaño vari entre 0.30*0.30m a 3*3 m. Originada por construcción del pavimento y ciclos de temperatura diarios [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Abultamiento y hundimiento:** Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento, mientras que los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos de la superficie del mismo [3].

Unidad de medida: ft o m

- **Corrugaciones:** Son una serie de cimas y depresiones próximas a intervalos regulares, usualmente a menos de 3m [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Depresión:** Son áreas específicas de la superficie de rodadura con niveles ligeramente más bajos que del pavimento de su alrededor [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Grieta de borde:** Son paralelas y se encuentran a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Originado por debilitamiento causado por condiciones climáticas [3].

Unidad de medida: ft o m

- **Grieta de reflexión de junta:** Son causadas por el movimiento de la losa de concreto de cemento, inducidos por temperatura o humedad bajo la superficie del concreto asfáltico [3].

Unidad de medida: ft o m

- **Desnivel de carril/berma:** Es una diferencia de niveles entre el borde de pavimento y la berma. Producido por erosión, asentamiento de la berma o colocación de sobre-carpetas sin ajustar el nivel de la berma [3].

Unidad de medida: ft o m

- **Grietas longitudinal y transversal:** Son paralelas al eje del pavimento o la dirección de construcción. Causado por junta de carril de pavimento pobremente construida, contracción de la superficie de concreto debido a bajas temperatura, grieta de reflexión causada por agrietamiento bajo la capa de base [3].

Unidad de medida: ft o m

- **Parcheo:** Es una área de pavimento que ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Pulimento de agregado:** Es causado por la repetición de cargas de tráfico, observándose una porción de agregado que esta sobre la superficie y este daño se indica cuando el valor en el ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo y ha caído significativamente desde la evaluación realizada [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Huecos:** Son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento de diámetros menores a 0.90 m y en forma de tazón, el crecimiento de estas se acelera por acumulación de agua dentro del mismo. Su daño se asocia a condiciones de la estructura [3].

Unidad de medida: Unidades

- **Cruce de la vía férrea:** Son depresiones o abultamientos alrededor de los rieles [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Ahuellamiento:** Es una depresión en la superficie de las huellas de las llantas que puede venir junto con el levantamiento del asfalto los largo de esta [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Desplazamiento:** Es un deslizamiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del asfalto provocado por cargas de tráfico [3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Grieta parabólica (Slippage):** Son grietas en forma de media luna creciente, producidas cuando las llantas del vehículo frenan o giran induciendo el deslizamiento o deformación[3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Hinchamiento:** Caracterizado por un pandeo hacia arriba de la superficie de asfalto-onda larga y gradual con longitud mayor a 3 m, puede acompañarse de agrietamiento superficial. Causado por congelamiento de la subrasante o suelos expansivos[3].

Unidad de medida: m² o ft²

- **Desprendimiento de agregados:** Es la pérdida de material de la superficie de asfalto provocado por la disminución de ligante asfáltico y partículas sueltas de agregado. Causado por diversos vehículos que circulan por la vía como por ejemplo: vehículo de orugas [3].

Unidad de medida: m² o ft²

El cálculo del PCI se basa en los resultados de un análisis visual de la composición del pavimento que va a estar en función a su clase, severidad y cantidad de daño que presenta la superficie de rodadura. A continuación, se muestra un modelo de planilla:

HOJA DE REGISTRO						
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					ESQUEMA	
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						
Sector:		Abscisa Inicial:		Unidad de Muestreo:		
Elaborado por:		Abscisa Final:		Area de Muestreo (m2)		
Fecha:						
N°	Falla	N°	Falla	N°	Falla	
1	Piel de Cocodrilo	8	Grieta de Reflexión de Junta	14	Cruce de Vía Férrea	
2	Exudación	9	Desnivel Carril/ Berma	15	Ahuellamiento	
3	Agrietamiento en Bloque	10	Grietas Longitudinal y Transversa	16	Desplazamiento	
4	Abultamiento y Hundimiento	11	Parcheo	17	Grieta Parabólica (slippage)	
5	Corrugaciones	12	Pulimento de Agregados	18	Hinchamiento	
6	Depresión	13	Huecos	19	Desprendimiento de agregados	
7	Grieta de Borde					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor Deducido

Tabla 5: Planilla de registro de fallas del pavimento
Fuente: Guía de procesos constructivos de pavimentos asfálticos, 2002

Una sección de pavimento estará conformada por ciertas unidades de muestreo, que es requerido para el análisis del PCI, los cuales están en función al ancho de la calzada como se muestra en la tabla 6.

Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas	
Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máximo)	31.50

Tabla 6: Longitudes de Unidades de Muestreo
Fuente: Guía de procesos constructivos de pavimentos asfálticos, 2002

1.1.3.4 Viga Benkelman

Es un instrumento netamente mecánico que determina las deflexiones producidas sobre la superficie del pavimento que es producido por las cargas dinámicas de los vehículos que funciona mediante el principio de la palanca [22].

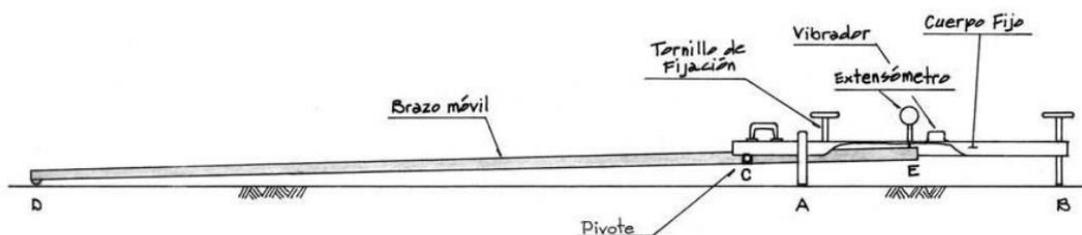


Figura 2: Esquema de la Viga Benkelman
Fuente: Hoffman Mario y del Águila Pablo; 1985.

1.1.3.5 Ensayos de Suelos

El estudio del suelo es importante para la determinación de las propiedades del suelo y con ellos realizar un correcto diseño o rehabilitación de una vía, debido a que se conocería el comportamiento del mismo ante las cargas dinámicas aplicadas, los ensayos a realizar son:

- a) Análisis Granulométrico
- b) Límites Líquidos y Plásticos
- c) Proctor Modificado
- d) Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)

➤ Análisis Granulometría y Clasificación del suelo

Este ensayo determina el porcentaje de distribución de los agregados clasificándolos en grava, arena y finos de acuerdo al tamaño de partículas.

- **Suelos finos:** Es aquel suelo limo-arcilloso con partículas de tamaño menor a 0.075mm que contienen más del 35% que pasa del tamiz # 200.
- **Suelos granulares:** Aquel material con partículas de 4.75 a 75mm que tienen el 35% o menos del material fino que pasa por el tamiz # 200

La razón del ensayo es obtener una curva semilogarítmica del porcentaje del material más fino versus el tamaño de partículas, por lo que se necesita de una distribución de tamices:

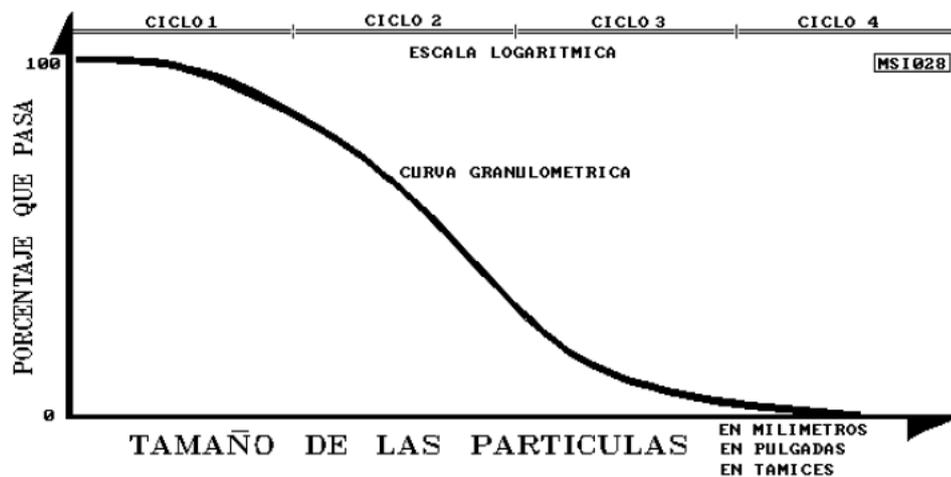


Figura 3: Curva Granulométrica

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

- **Pendiente granulométrica**

Las curvas de la gráfica son definidas como:

- Si son muy verticales son consideradas como mala distribución.
- Si las curvas tienen pendiente moderada se considera como buena graduación
- Y si las curvas son horizontales son consideradas de igual forma como mala distribución granulométrica como son los limos y arcillas.

Figura 4.

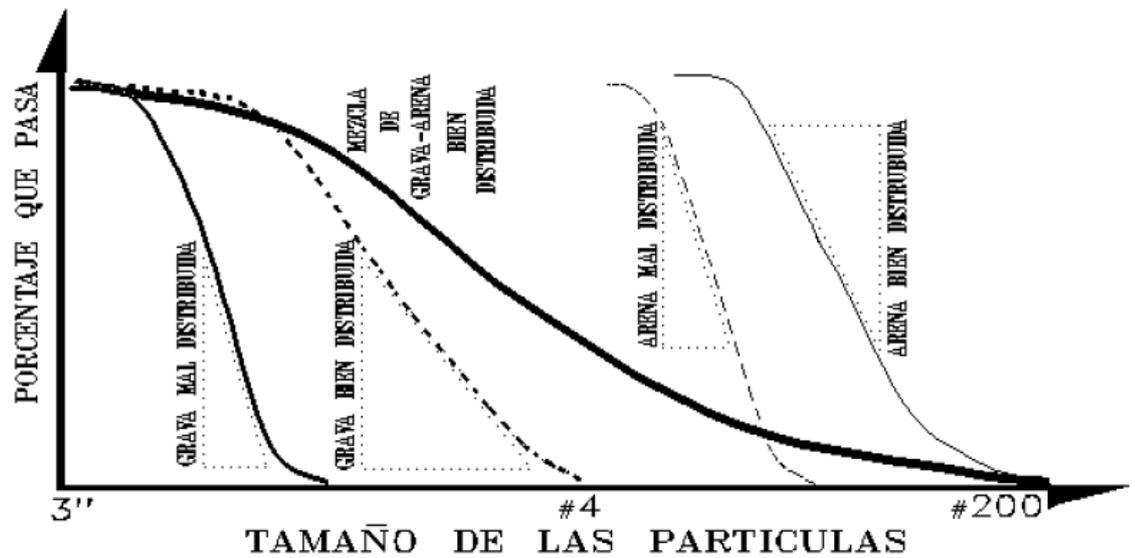


Figura 4: Pendiente Granulométrica

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

La clasificación de los suelos puede ser realizado por el método AASHTOO y SUCS, ambos sistemas de clasificación se enfocan en obtener la composición granulométrica del suelo y los límites de Atterberg de la fracción fina, los cuales se enuncian a continuación:

- **Clasificación por el método AASTHO**

Esta clasificación necesita de los resultados obtenidos como el límite líquido, índice de plasticidad y el material que pasa por el tamiz # 10,40 y 200. Con este sistema los suelos se clasifican en ocho grupos designados por símbolos del A-1 al A-8, siendo que desde el A-1 al A-7 son suelos inorgánicos y el A-8 contiene alta proporción de materia orgánica.

Clasificación general	Suelos granulosos (35% o menos que pasa el tamiz # 200)							Materiales limosos y arcillosos (más de 35% pasa el tamiz # 200)			
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7 A7-6 A7-5
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamices: % que pasa el Nº 10 (2 mm) Nº 40 (0.425 mm) Nº 200 (0.075 mm)	máx. 50 máx. 30 máx. 15	--- máx. 50 máx. 25	--- mín. 51 máx.10	--- --- máx. 35	--- --- Máx.35	--- --- máx. 35	--- --- máx. 35	--- --- mín. 36	--- --- mín. 36	--- --- mín. 36	--- --- mín. 36
Consistencia Límite Líquido	---		---	máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín.41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41
Índice de Plasticidad	máx. 6		No Plástico	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 ⁽¹⁾
Tipos de materiales característicos	Fragmentos de Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	excelente a bueno							regular a malo			

Tabla 7: Clasificación de suelos por el método AASTHO
Fuente: Manual de Laboratorio de suelos, Joseph Bowles

El sistema de la Asociación Americana de Vías estatales y Transporte Oficial A.A.S.H.T.O crea el parámetro **ÍNDICE DE GRUPO**, como una medida de la calidad del suelo, estableciendo para ello valores que deberán calcularse a partir de los límites de plasticidad, es decir, del límite líquido, índice plástico y del porcentaje que pasa el tamiz número 200. Clasificación de calidad de suelo que se muestra en la tabla 9 y figura 5.

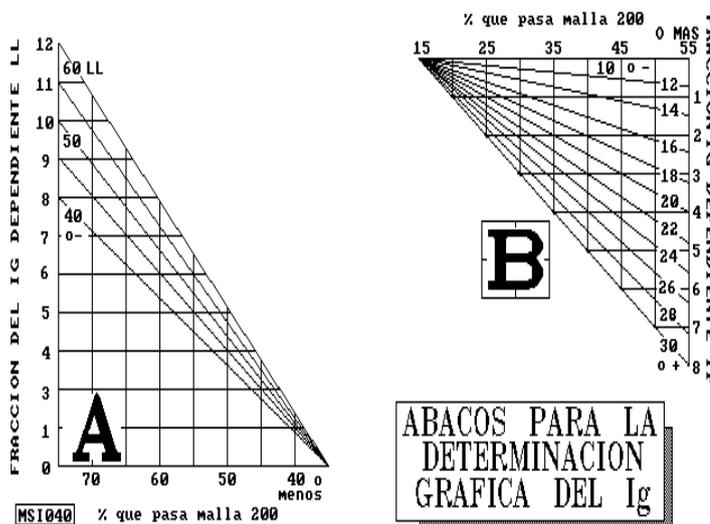


Figura 5: Ábaco para determinación de Índice de Grupo
Fuente: Manual de Laboratorio de suelos, Joseph Bowles

- **Clasificación por el método SUCS**

El sistema unificado utiliza símbolos para identifica los suelos y obtener su comportamiento como material de construcción. Las letras empleadas para distinguir el suelo son:

- **G** – grava
- **S** – arena
- **M** – limo
- **W** – bien graduada
- **P** – pobremente graduada
- **C** – arcilla
- **O** – limos y arcillas orgánicas
- **L** – baja y media plasticidad
- **H** – alta plasticidad
- **Pt** – turba o fangos

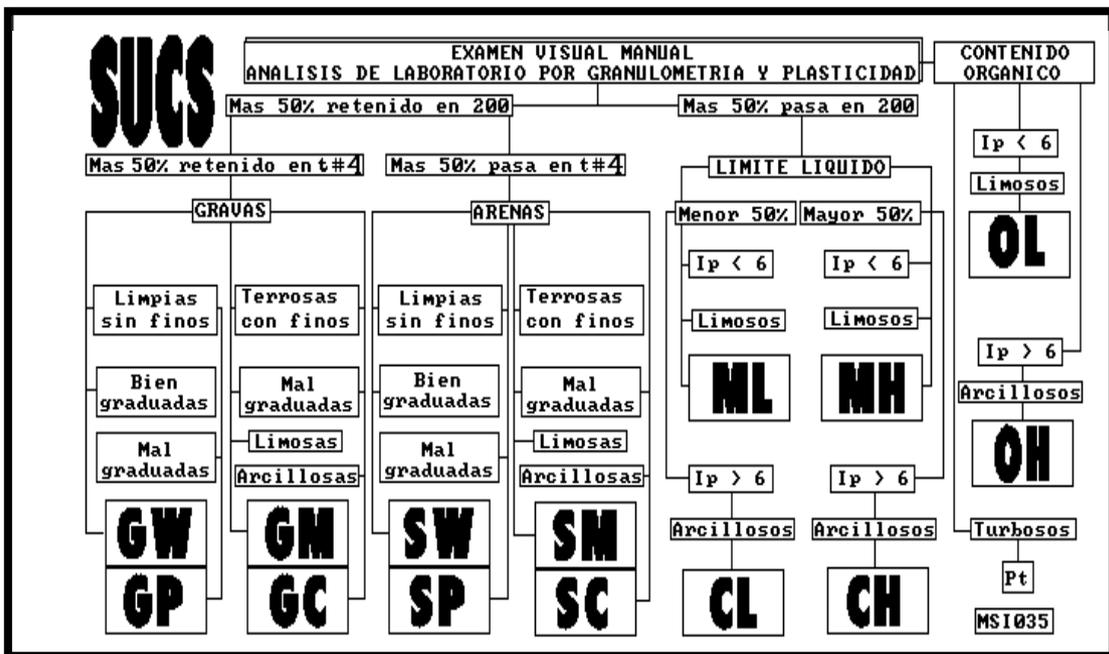


Figura 6: Clasificación de suelo por el método SUCS

Fuente: Mediante la tabla 9 se determina la clasificación de suelos

Al mismo tiempo es de gran uso la Carta de Plasticidad que ayuda a determina el tipo de suelo de una manera que utiliza datos de los límites de Atterberg, como se muestra en la figura 7.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS SUCS
ASOCIACION AMERICANA DE VIAS ESTATALES Y TRANSPORTE OFICIAL AASHTO

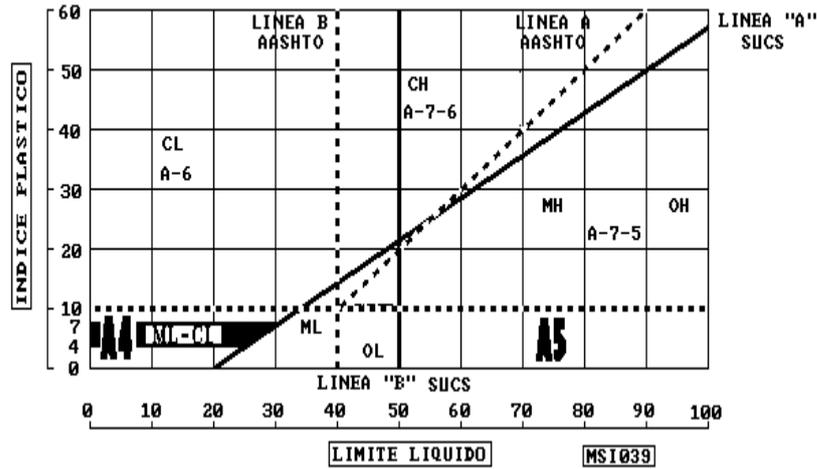


Figura 7: Carta de Plasticidad

Fuente: Manual de Laboratorio de suelos, Joseph Bowles

Los límites de Atterberg, límites de plasticidad o límites de consistencia son utilizados para caracterizar el comportamiento de los suelos finos.

- Limite líquido (LL) es el contenido de agua expresado en porcentaje con respecto al peso del suelo seco que delimita la transición entre el estado líquido y plástico
- Limite plástico (LP), esta propiedad determina el contenido de humedad más baja con el cual se puede formar cilindros de 3 mm, los cuales se realizan en la palma de la mano y una superficie lisa sin que los cilindros puedan romperse.
- Índice de plasticidad (IP) es el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad con el cual el suelo de mantiene plástico, es expresado como porcentaje [23].

➤ **Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)**

El ensayo mide la resistencia a corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada. El valor de CBR se obtiene como relación de carga unitaria necesaria para lograr una cierta profundidad de una penetración del pistón dentro de una muestra de suelo con condiciones controladas respecto a la carga unitaria, que es el patrón requerido para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra de material triturado.

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

El ensayo California Bearing Ratio (CBR) es una medida de resistencia al esfuerzo de un suelo bajo las condiciones de humedad y densidad controladas, que tienen aplicación principalmente en el diseño de pavimentos flexibles. Se la define como relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya y el esfuerzo requerido para introducir el mismo pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada

El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio, en condiciones determinadas de humedad y densidad; adquirido del ensayo de compactación Proctor Modificado, el cual nos ayuda con obtención de la humedad óptima para que un suelo alcance su máxima compactación o densidad máxima seca, que mediante el proceso de compactación que se le aplica con el pistón o martillo produce una energía de compactación [24].

1.1.3.6 Mantenimiento Vial

Consiste en realizar un conjunto de procedimientos sean periódicas o rutinarias para mantener la vía en un buen estado de serviciabilidad y seguridad para el usuario vial, se dividen en:

- **Mantenimiento rutinario**

Son acciones que llevan a la conservación permanente de la vía en intervalos de tiempo menores de un año con el fin de mantener las condiciones adecuadas para la circulación óptima y segura de los vehículos en la vía [17].

- **Mantenimiento periódico**

Son acciones que llevan a la realización de actividades en intervalos variables, de 3 a 5 años, que son destinados fundamentalmente a recuperar el deterioro de la capa de rodadura causado por paso del tránsito, efectos del clima, adicional a esto se realiza la construcción de varias obras de drenaje menores faltantes en la vía [17].

Movilidad Vial

La movilidad vial tiene como fin proporcionar métodos de mejoramiento del tránsito vehicular proporcionando así la capacidad y posibilidad de moverse de una manera segura, rápida y eficiente.

La movilidad es considerada como un derecho fundamental el cual debe garantizar a la población el desplazamiento requerido para el acceso a bienes y servicios que ayuden a tener una mejor calidad de vida. Además de fortalecer el desarrollo económico, social, educativo y cultural de las personas.

Para la planeación estratégica del desarrollo de una ciudad el concepto de movilidad se basa en tomar en cuenta a todos los usuarios viales, siendo las personas que se trasladan de un destino a otro caminando, los ciclistas y los usuarios de transporte público, para así enfocar los beneficios, atención y prioridad en el diseño de políticas públicas, planes y proyectos de infraestructura [16].

1.1.4 HIPÓTESIS

LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN VIAL POSIBILITARÁ CONSERVAR LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – TISALEO SECTOR TISALEO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 12+800 HASTA 16+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

1.1.5 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

- **Variable independiente**
Implementación del proceso de conservación
- **Variable dependiente**
Estructura de la capa de rodadura

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Ambato-Tisaleo sector Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200 de la provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivo Específicos :

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Ambato-Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Ambato-Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Ambato-Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Tipos de Investigación

- **Investigación Documental**

Los procedimientos para la conservación de la estructura de la capa de rodadura en una vía, es un tema en el cual es necesario obtener la información de fuentes bibliográficas, acerca de nuevas estrategias o intervenciones que se les da a vías ya están construidas para de esta forma mantener y conservar la capacidad de soporte de la estructura del pavimento.

- **Investigación de Campo**

Se ha definido el presente proyecto como De Campo debido a que para proporcionarle un mantenimiento adecuado se debe realizar varios ensayos, tales como: Toma de puntos georreferenciados en la vía en estudio, Obtención de muestras de suelo para ensayos en laboratorio, Utilización de la Viga Benkelman para conocer las deflexiones del pavimento, conteo vehicular para determinar el TPDA, Análisis Visual de la vía para determinar el índice de condición del pavimento (PCI).

- **Investigación Aplicada**

El fin de realizar y analizar los resultados de los ensayos en el este proyecto técnico tiene como objetivo proporcionar un proceso de mantenimiento en la vía Ambato- Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200, para mantener una circulación de los vehículos permanente con estándares de seguridad para el usuario.

2.2 Población y Muestra

2.2.1 Población

El proceso de conservación de la capa de rodadura es un macro proyecto que se llevará a cabo en la vía Ambato-Tisaleo de la Provincia de Tungurahua cubriendo una longitud total de 16.20 km beneficiando a varios sectores en su paso por toda esta vía.

2.2.2 Muestra

La muestra fue tomada de la vía Ambato-Tisaleo de la abscisa 12+800 hasta 16+200, en la cual se realizarán diferentes ensayos para proponer un proceso de conservación de la capa de rodadura, beneficiando directamente a sectores del cantón puesto que estas vías son de vital importancia ya que por ella circulan gran cantidad de vehículos que transportan productos que cosechan de sus campos y sus animales. Además, estas vías sirven como medio de comunicación entre cantones y provincias. Los sectores que son beneficiados directamente al efectuarse el mantenimiento adecuado de la vía se enuncian en la Tabla 8.

UBICACIÓN	COORDENADAS UTM-WGS84		ELEVACIÓN (msnm)
	Longitud (E.)	Latitud (S)	
Apatug	757144.00	9853756.00	3254
Barrio San Francisco	758475.39	9852339.01	3218
Tisaleo	759352.00	9851354.00	3221

Tabla 9: Localización geográfica de la vía
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

2.3 Materiales y Equipo

ENSAYO	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
Pozo a Cielo Abierto	Muestra in situ Lona	Pala, Pico, Barra Flexómetro	AASHTO T 87-70
Límite Plástico	150 gr de suelo que pase tamiz # 40 Agua	Placa de vidrio Mortero Recipientes de aluminio Balanza electrónica Espátula, Horno Espátula Redonda	AASHTO T 90-2016
Límite Líquido (Copa de Casagrande)	150 gr de suelo que pasa tamiz # 40 Agua	Copa de Casagrande Placa de vidrio Mortero, Espátula Acanalador Recipientes de aluminio Balanza electrónica Horno	AASHTO T 89 2013
Granulometría	Muestra cuarteada	Tamizadora Juego de tamices Brocha Recipientes de aluminio	AASHTO T 88 2013
Proctor Modificado tipo B	24 kg de suelo que pasa el tamiz # 4 Agua	Bandejas metálicas cuadradas Martillo de compactación Molde Ø 6" con extensión y base Probeta graduada Palustre Regleta Metálica Horno Balanza electrónica y mecánica	AASHTO T 193 2013
California Bearing Ratio (CBR)	Muestra cuarteada	Tamizadora Juego de Tamices Brocha Recipientes de aluminio Molde de metal cilíndrico Pisón de compactación Balanza mecánica Tamices	AASHTO T 88 2013

Tabla 10: Equipos y Materiales
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

2.4 Métodos

Para la determinación de un proceso de conservación para la estructura del pavimento se desarrollarán diversos ensayos para el proyecto técnico los cuales son:

Se realizó una georreferenciación del tramo de la vía de la abscisa 12+800 hasta 16+200 con el fin de obtener un levantamiento topográfico.

Se ejecutó un estudio de suelo mediante el ensayo CBR, el cual se realizará cada 1000 metro, mediante el cual se deberá obtener aproximadamente 50 kg de material a una profundidad de 70 cm, hasta encontrar suelo natural, el cual se analizarán sus propiedades en laboratorio.

El ensayo de determinación de deflexiones mediante la Viga Benkelman, el cual se realizó a lo largo de la vía en estudio cada 300 metros.

El conteo vehicular se lo realizó colocando una estación sumaria en un punto a lo largo de la vía, la cual consta de un conteo visual por 7 días continuos por 12 horas diarias.

Para determinar el Índice de Condición del Pavimento se analizó visualmente los 3.4 km para ir determinando las fallas que puedan presentarse a lo largo de la misma.

TIPO DE ENSAYO	MUESTRAS
Ensayo CBR	Un ensayo cada 1000 metros
Viga Benkelman	Un ensayo cada 300 metros
Conteo Vehicular	7 días continuos, 12 horas
Índice de Condición del Pavimento	Número calculado

Tabla 11: Ensayos a realizar

Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

2.5 Plan de Recolección de Datos

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	-Para proponer un método de conservación de la estructura de pavimento para así mantener las propiedades físicas y mecánicas de la vía Tisaleo.
2. ¿De qué persona u objeto?	-De la vía Ambato-Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200.
3. ¿Sobre qué aspectos?	-Sobre la implementación de un proceso de mantenimiento para la estructura de pavimento.
4. ¿Quién evalúa?	-Srta. Jessica Paola Casa Yugcha (Autor) -Ing. Msc. Galo Núñez (Tutor)
5. ¿Dónde evalúa?	-Laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. -La Vía Ambato-Tisaleo en la abscisa 12+800 hasta 16+200
6. ¿Cómo?	- Investigación Bibliográfica - Toma de datos en campo - Ensayos de Laboratorio

Tabla 12: Plan de Recolección de Datos
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

2.5.1 Plan de Procesamiento y Análisis de Información

Para el plan de procesamiento y análisis de información del proyecto técnico se realizará de la siguiente forma:

- Obtener información de fuentes bibliográficas y realizar una visita al lugar del proyecto para determinar el estado visual de la vía.
- Proponer una metodología a seguir de acuerdo a los objetivos planteados tales como: Georreferenciación de la vía, determinación de: TPDAs, Capacidad Portante del Suelo, Índice de Condición del Pavimento, Deflexiones de la vía mediante el ensayo con la Viga Benkelman.
- Procesar y organizar la información obtenida en campo.

- Graficar y tabular la información mediante softwares y hojas electrónicas, para posterior analizar sus resultados.
- Con los resultados obtenidos plantear un procedimiento de conservación de la estructura del pavimento para la Vía Ambato-Tisaleo en la abscisa 12+800 hasta 16+200 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez cumplido con todos los parámetros expuestos en el capítulo anterior, procesados y analizados se procede a identificar los resultados obtenidos durante las diferentes etapas del trabajo técnico.

3.1.2 Zona de Estudio

El proyecto se encuentra localizado en la provincia de Tungurahua en el cantón Tisaleo que conecta al redondel de la Guitarras con el Barrio Apatug. El estudio se inició en la abscisa 12+800 y finaliza en la abscisa 16+200, sumando una longitud total de 3.4 km. A continuación se muestra el recorrido de la vía de análisis.



Figura 8: Vía Tisaleo tramo km 12+800 hasta km 16+200
Fuente: Google Earth Pro

3.1.3 Georreferenciación de la Vía

La georreferenciación de la vía Tisaleo en el tramo km 12+800 hasta el km 16+200 es un proceso que permite posicionar la vía sobre la superficie de la tierra mediante un sistema de coordenadas bien definidas. Con el fin de obtener información lo más real posibles, se tomó datos con el GPS del borde derecho e izquierdo y eje de la vía.

Una vez tomada la información en campo, se procede a exportar los datos del GPS a una hoja de cálculo, en la cual se ordenan las celdas en función a lo que se requiera

ingresar en el software. El archivo es guardado en formato CSV (delimitado por comas) e importado al software que permitirá obtener modelado actual de la vía en estudio. Ver Anexo E.

3.1.4 Análisis de Tráfico y Ejes Equivalentes

El análisis de la vía Tisaleo desde el km 12+800 hasta el 16+200 que parte desde el sector Apatug hasta el redondel de la Guitarras, respectivamente. Permite obtener información sobre la cantidad de vehículos que circulan en la vía de estudio y el tipo de vehículo que transita por la misma.

La vía en estudio cuenta con dos carriles, uno por dirección, se ejecutó un conteo manual que fue realizado por dos personas en la estación de conteo establecida, su registro se realizó mediante un formato de registro mostrado en la figura 4. La estación de conteo se situó en la abscisa km 14+840. Esto se lo realizo entre el mes noviembre-diciembre de 2019 a partir del lunes 25 de noviembre hasta el domingo 01 de diciembre en un tiempo de 12 horas diarias en intervalos de tiempo de 15 minutos. La estación de conteo es ubicada en ese sitio debido a su cercanía tanto del inicio como el final del tramo [25].

En el Anexo A se detalla los datos adquiridos en el conteo en campo.

Coordenadas de la estación de conteo	
Norte	9852335
Este	758469

Tabla 13: Coordenadas de la estación de conteo
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

A continuación, se presenta el formato utilizado para el conteo vehicular el cual contiene lo siguiente:

1. Se muestra los tiempos en intervalos de 15 minutos en el cual se registró el paso de los vehículos por la vía.
2. Se muestra la clasificación de vehículos que se registraron, tales como vehículos livianos, buses y pesados.
3. Se muestra todos los datos informativos de la vía, tales como: nombre del proyecto, fecha, estado del clima, responsable, ubicación y número de estación.

4. Se muestra la suma total de vehículos que se registraron en el conteo tanto parcial como acumulativo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO								
PROYECTO:	Via Tisaleo Tramo 12+800 al 16+200	UBICACIÓN:	Barrio San Francisco de Tisaleo			ESTACIÓN No:	1	
FECHA:	Lunes, 25 de noviembre de 2019	ESTADO DEL TIEMPO:	Nublado			HOJA No:	1	
RESPONSABLE:	Jessica Paola Casa Yugcha							
HORA	VEHICULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-1	C-2	C-3			
08:00-08:15	26	2	3	3	0	8	36	
08:15-08:30	24	0	2	3	0	5	29	
08:30-08:45	35	1	3	2	0	5	41	
08:45-09:00	31	1	5	4	0	9	41	147
09:00-09:15	24	0	2	1	0	3	27	138
09:15-09:30	25	0	3	5	0	8	33	142
09:30-09:45	24	1	4	2	0	6	31	132
09:45-10:00	26	3	2	4	0	6	35	126
10:00-10:15	36	0	4	0	0	4	40	139
10:15-10:30	22	0	3	1	0	4	26	132
10:30-10:45	31	3	3	4	1	8	42	143
10:45-11:00	36	2	2	1	0	3	41	149
11:00-11:15	32	0	2	2	0	4	36	145
11:15-11:30	22	2	2	2	0	4	28	147
11:30-11:45	28	2	4	3	0	7	37	142
11:45-12:00	17	0	4	3	0	7	24	125
12:00-12:15	27	1	8	3	0	11	39	128
12:15-12:30	30	0	3	1	0	4	34	134
12:30-12:45	25	1	4	0	0	4	30	127
12:45-13:00	36	0	4	4	0	8	44	147
13:00-13:15	29	0	6	7	0	13	42	150
13:15-13:30	16	1	4	1	0	5	22	138
13:30-13:45	19	0	4	3	0	7	26	134
13:45-14:00	18	0	4	5	1	10	28	118
14:00-14:15	18	0	6	2	0	8	26	102
14:15-14:30	20	1	2	2	0	4	25	105
14:30-14:45	23	1	4	2	0	6	30	109
14:45-15:00	27	2	0	2	1	3	32	113
15:00-15:15	20	0	2	2	0	4	24	111
15:15-15:30	14	0	2	0	1	3	17	103
15:30-15:45	27	0	3	0	0	3	30	103
15:45-16:00	28	0	1	1	1	3	31	102
16:00-16:15	25	0	2	0	0	2	27	105
16:15-16:30	27	1	0	1	0	1	29	117
16:30-16:45	27	0	2	2	0	4	31	118
16:45-17:00	47	2	3	3	0	6	55	142
17:00-17:15	34	0	5	7	0	12	46	161
17:15-17:30	35	0	3	2	1	6	41	173
17:30-17:45	34	1	3	2	0	5	40	182
17:45-18:00	27	0	1	1	0	2	29	156
18:00-18:15	21	0	1	0	0	1	22	132
18:15-18:30	34	0	2	1	0	3	37	128
18:30-18:45	32	2	1	0	0	1	35	123
18:45-19:00	29	5	2	1	0	3	37	131
19:00-19:15	28	3	6	2	0	8	39	148
19:15-19:30	25	1	2	0	0	2	28	139
19:30-19:45	23	2	2	1	0	3	28	132
19:45-20:00	27	0	4	1	0	5	32	127
TOTAL	1291	41	146	99	6	251	TOTAL	5945

Tabla 14: Formato de Conteo de Tráfico Vehicular
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

Determinación del TPDA mediante el método de la trigésima hora

Para determinar el TPDA de la vía Tisaleo en el km 12+800 hasta el km 16+200 se registraron los datos del conteo vehicular como se detalla en el Anexo A. Con esa información se obtuvo el día con mayor flujo de vehículos que es el día domingo 01 de diciembre con un total de 1985 vehículos, a causa que personas de los sectores aledaños visitan el centro del cantón por la feria que se realiza ese día, además de que existen lugares turísticos que visitar. En la Tabla 15 se muestra información detallada del número total de vehículos registrados al día.

DÍA	NÚMERO DE VEHÍCULOS
LUNES	1583
MARTES	1461
MIÉRCOLES	1199
JUEVES	1486
VIERNES	1369
SÁBADO	1473
DOMINGO	1985

Tabla 15: Número de vehículos que circulan por la vía
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

El método denominado trigésima hora o la hora pico se ve evidenciado en el día domingo el cual es el día con mayor flujo vehicular desde las 10H00 hasta las 11H00 con un total de vehículos circulando de 228, que se muestran detallados en la Tabla 16.

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2DA	2DB	3A			
10:00-10:15	65	0	3	3	0	6	71	71
10:15-10:30	53	1	1	4	0	5	59	130
10:30-10:45	36	1	2	1	0	3	40	170
10:45-11:00	50	0	5	3	0	8	58	228
TOTAL (VHP)	204	2	11	11	0	22	228	599

Tabla 16: Determinación de la hora pico
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ **Cálculo del TPDA actual**

$$\text{TPDA actual} = \frac{\text{VHP}}{k} \quad (3.1)$$

Donde:

TPDA actual: tráfico promedio diario anual actual

VHP: número de vehículos en hora pico

k: valor constante de TPDA para zona rural 15%

✓ **TPDA actual para vehículos livianos**

$$\text{TPDA actual} = \frac{204}{15\%}$$

TPDA actual= 1360 vehículos/día (Tabla 17)

✓ **TPDA actual para vehículos buses**

$$\text{TPDA actual} = \frac{2}{15\%}$$

TPDA actual= 13 vehículos/día (Tabla 17)

✓ **TPDA actual para vehículos pesados**

$$\text{TPDA actual} = \frac{22}{15\%}$$

TPDA actual= 147 vehículos/día (Tabla 17)

La siguiente Tabla 17, muestra el tipo de vehículo, número de vehículos de la hora pico y el valor obtenido del cálculo de TPDA actual.

Tipo de vehículo	VHP (vehículo/día)	TPDA actual (vehículo/día)
Livianos	204	1360
Buses	2	13
Pesados	22	147
TOTAL		1520

Tabla 17: TPDA actual de la vía
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ **Cálculo del tráfico atraído**

$$T_{at} = 10\% * TPDA \text{ actual} \quad (3.2)$$

Donde:

T at: tráfico atraído

TPDA actual: tráfico promedio diario anual actual

✓ **Tráfico atraído para vehículos livianos**

$$T_{at} = 10\% (1360)$$

$$T_{at} = 136 \text{ Vehículos/día} \quad (\text{Tabla 18})$$

✓ **Tráfico atraído para vehículos buses**

$$T_{at} = 10\% (13)$$

$$T_{at} = 1 \text{ Vehículos/día} \quad (\text{Tabla 18})$$

✓ **Tráfico atraído para vehículos pesados**

$$T_{at} = 10\% (147)$$

$$T_{at} = 15 \text{ Vehículos/día} \quad (\text{Tabla 18})$$

La siguiente Tabla 18 muestra el TPDA actual y el resumen del cálculo del tráfico atraído de la vía.

Tipo de vehículo	TPDA actual (vehículo/día)	Tráfico atraído (vehículo/día)
Livianos	1360	136
Buses	13	1
Pesados	147	15
TOTAL	1520	152

Tabla 18: Tráfico atraído

Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ **Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total**

$$T_{total} = TPDA \text{ actual} + T_{at} \quad (3.3)$$

Donde:

T total: Tráfico promedio diario anual total

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

T at: Tráfico atraído

✓ **Tráfico promedio diario anual total para vehículos livianos**

$$T \text{ total} = (1360 \text{ vehículos/día}) + (136 \text{ vehículos/día})$$

$$T \text{ total} = 1496 \text{ vehículos/día} \quad (\text{Tabla 19})$$

✓ **Tráfico promedio diario anual total para vehículos livianos**

$$T \text{ total} = (13 \text{ vehículos/día}) + (1 \text{ vehículos/día})$$

$$T \text{ total} = 15 \text{ vehículos/día} \quad (\text{Tabla 19})$$

✓ **Tráfico promedio diario anual total para vehículos livianos**

$$T \text{ total} = (147 \text{ vehículos/día}) + (15 \text{ vehículos/día})$$

$$T \text{ total} = 161 \text{ vehículos/día} \quad (\text{Tabla 19})$$

La Tabla 19 presenta el tipo de vehículos, TPDA actual, tráfico atraído, TPDA total y el porcentaje de vehículos que transitan por la vía.

Tipo de vehículo	TPDA actual (vehículo/día)	Tráfico atraído (vehículo/día)	TPDA total (vehículo/día)	Porcentaje (%)
Livianos	1360	136	1496	89,47
Buses	13	1	15	0,88
Pesados	147	15	161	9,65
		Total	1672	100

Tabla 19: TPDA total de la vía
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

En la presente vía se observa que existe mayor afluencia de vehículos de tipo liviano y una mínima cantidad de tipo pesados, como se presenta en el Figura 9.

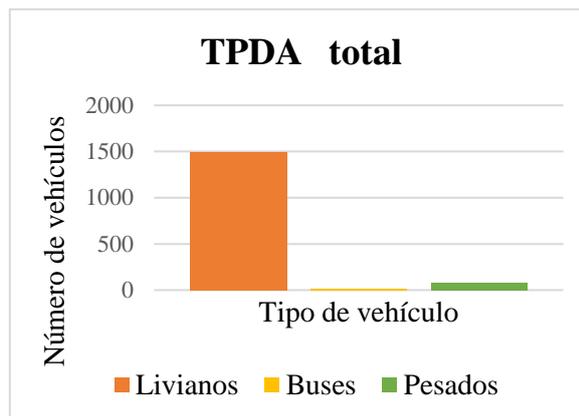


Figura 9: Interpretación gráfica del TPDA total
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ Cálculo del tráfico futuro

Para determinar el tráfico futuro se tomará una proyección del tráfico para un periodo de 20 años, iniciando desde el 2019 hasta el 2039.

$$Tf = T \text{ total}(1 + i)^n \quad (3.4)$$

Donde:

Tf: tráfico futuro

T total: tráfico actual

i: índice de crecimiento de tráfico

n: número de años proyectados

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

Tabla 20: Índice de crecimiento vehicular
Fuente: MTOP, 2013

En la siguiente Tabla 21, se muestra la proyección de tráfico vehicular a un periodo de 20 años con una cantidad de 3077 vehículos/día para el año 2039 en ambos sentidos de circulación.

Año	Tasa de crecimiento (%)			Tráfico futuro (vehículos/día)					TPDA futuro (vehículos/día)
	Livianos	Buses	Pesados	Livianos	Buses	Pesados			
						2DA	2DB	3A	
2019	3.97	1.97	1.94	1496	15	81	81	0	1672
2020	3.97	1.97	1.94	1555	15	82	82	0	1735
2021	3.57	1.78	1.74	1605	15	83	83	0	1787
2022	3.57	1.78	1.74	1662	15	85	85	0	1847
2023	3.57	1.78	1.74	1721	16	86	86	0	1910
2024	3.57	1.78	1.74	1783	16	88	88	0	1975
2025	3.57	1.78	1.74	1846	16	89	89	0	2042
2026	3.25	1.62	1.58	1871	16	90	90	0	2068
2027	3.25	1.62	1.58	1932	17	91	91	0	2132
2028	3.25	1.62	1.58	1995	17	93	93	0	2198
2029	3.25	1.62	1.58	2060	17	94	94	0	2266
2030	3.25	1.62	1.58	2127	18	96	96	0	2336
2031	3.25	1.62	1.58	2196	18	97	97	0	2408
2032	3.25	1.62	1.58	2267	18	99	99	0	2483
2033	3.25	1.62	1.58	2341	18	100	100	0	2560
2034	3.25	1.62	1.58	2417	19	102	102	0	2640
2035	3.25	1.62	1.58	2496	19	104	104	0	2722
2036	3.25	1.62	1.58	2577	19	105	105	0	2807
2037	3.25	1.62	1.58	2660	20	107	107	0	2894
2038	3.25	1.62	1.58	2747	20	109	109	0	2984
2039	3.25	1.62	1.58	2836	20	110	110	0	3077

Tabla 21: Tráfico futuro de la vía
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

Clasificación de la carretera en función del tráfico promedio diario anual

EL Ministerio de Transporte y Obras Públicas ha clasificado a las carreteras en función al grado de importancia, además de su volumen de tráfico y el número de calzadas requeridas, mostrado en la tabla 3 la Clasificación de Carreteras en función al TPDA. De acuerdo a la clasificación enunciada, la vía del proyecto se clasifica como Vía Colectora tipo II.

Cálculo de Ejes Equivalentes

Conocida como ESAL (equivalent simple axial load). Representa el número de pasadas de ejes transformados en un número de ejes tipo que de acuerdo a directrices AASHTO es un eje simple de 8.2 toneladas. Esto se determina para el carril de diseño utilizando la ecuación 3.5.

$$W18 = \left(\left(\sum_{i=1}^{l=m} FD * TPDA \right) * 365 \right) * DI \quad (3.5)$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes (establecido en un periodo de diseño 20 años)

TPDA: Tráfico promedio diario anual (establecido en un periodo de diseño 20 años)

FD: Factor de daño

DI: Porcentaje de W18 en el carril D1

Los factores de daño de acuerdo al tipo de vehículo se detallan en la Tabla 22, los cuales se aplicarán en la ecuación 3.5.

Tipo	Simple		Simple Doble		Tandem		Tridem		Factor de daño (FD)
	Tons	$(p/6.6)^4$	Tons	$(p/8.2)^4$	Tons	$(p/15)^4$	Tons	$(p/23)^4$	
Bus	4	0.13	8	0.91	-	-	-	-	1.04
C-2P	2.5	0.02	-	-	-	-	-	-	1.29
	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
C-2G	6	0.68	11	3.24	-	-	-	-	3.92
C-3	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-4	6	0.68	-	-	-	-	25	1.4	2.08
C-5	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-6	6	0.68	-	-	18	2.07	25	1.4	4.15

Tabla 22: Factores de daño de acuerdo al tipo de vehículo
Fuente: Guía técnica de pavimento, Ingeniero Fricson Moreira

En la Tabla 23 se presenta el porcentaje de ejes equivalente en el carril D1 según el número de carriles, los cuales se aplicarán en la ecuación 3.5.

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

Tabla 23: Porcentaje de W18 en el carril D1
Fuente: Norma AASHTO 93, Diseño de estructuras de pavimento

En la Tabla 24 se presenta el cálculo de los ejes equivalentes, así como los años proyectados, tráfico futuro, ejes equivalentes acumulado y por carril.

A continuación, se muestra un cálculo típico del año 2019, siendo que para los demás años se realizará el mismo procedimiento:

$$W18 = (((15 * 1.04) + (81 * 1.29) + (81 * 3.92) + (0 * 2.76)) * 365) * 1$$

$$W18 = 158967 \text{ ejes equivalentes}$$

Año	Tráfico futuro (vehículo/día)					TPDA futuro (vehículo/día)	W18 Acumulado	W18 por carril
	Livianos	Buses	Pesados					
			2DA	2DB	3A			
2019	1496	15	81	81	0	1672	158967	79484
2020	1555	15	82	82	0	1735	321020	160510
2021	1605	15	83	83	0	1787	485572	242786
2022	1662	15	85	85	0	1847	652990	326495
2023	1721	16	86	86	0	1910	823322	411661
2024	1783	16	88	88	0	1975	996621	498311
2025	1846	16	89	89	0	2042	1172938	586469
2026	1871	16	90	90	0	2068	1350360	675180
2027	1932	17	91	91	0	2132	1530588	765294
2028	1995	17	93	93	0	2198	1713665	856833
2029	2060	17	94	94	0	2266	1899638	949819
2030	2127	18	96	96	0	2336	2088552	1044276
2031	2196	18	97	97	0	2408	2280454	1140227
2032	2267	18	99	99	0	2483	2475390	1237695
2033	2341	18	100	100	0	2560	2673409	1336704
2034	2417	19	102	102	0	2640	2874559	1437280
2035	2496	19	104	104	0	2722	3078890	1539445
2036	2577	19	105	105	0	2807	3286453	1643227
2037	2660	20	107	107	0	2894	3497298	1748649
2038	2747	20	109	109	0	2984	3711478	1855739
2039	2836	20	110	110	0	3077	3929044	1964522

Tabla 24: Determinación de Ejes Equivalentes
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

3.1.5 Evaluación del Pavimento mediante el Método PCI

El método PCI ayuda a determinar la condición del pavimento mediante un análisis visual de campo como primera etapa, posterior mediante cálculos se determinará cuál es su estado de una forma cualitativa.

Unidades de muestreo

La ejecución del método del PCI total de una vía en estudio requeriría de tiempo y dinero, por lo cual este método reduce esta inversión tomando de un tramo de vía simplemente unidades de muestreo, los cuales se calculan en función de la longitud de la vía, ancho, área de muestreo, error admisible estimado y desviación estándar del PCI.

✓ Cálculo de unidades de muestreo

Datos

Ancho de calzada: 7.3 m

Longitud del tramo: 3400 m

Área de tramo: 230 m²

Erro admisible para el PCI de la sección (e): 5%

Desviación estándar del PCI para pavimento asfáltico (σ): 10

✓ Longitud de la unidad de muestreo

$$L = \frac{A}{A_v} \quad (3.6)$$

Donde:

L: longitud de la unidad de muestra

A: Área de muestreo

A_v: Ancho de vía

$$L = \frac{230 \text{ m}^2}{7.3 \text{ m}}$$

$$L = 31.50 \approx 31$$

✓ Número total de unidades de muestreo en la sección de pavimento

$$N = \frac{Lt}{L} \quad (3.7)$$

Donde:

N: número total de unidades de muestreo

Lt: longitud del tramo vial en estudio

L: longitud de cada unidad muestral

$$N = \frac{3400}{31.50}$$

$$N = 107.94 \approx 108$$

✓ **Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar**

$$\mathbf{n} = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \quad (3.8)$$

Donde:

n: número mínimo de unidades de muestreo

e: error admisible estimado para el PCI de la sección

σ : desviación estándar del PCI

$$\mathbf{n} = \frac{108 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (108 - 1) + 10^2}$$

$$\mathbf{n} = 14.05 \approx 15 \text{ unidades}$$

✓ **Intervalo de muestreo**

$$\mathbf{i} = \frac{N}{n} \quad (3.9)$$

Donde:

i: intervalo de muestreo

N: número total de unidades de muestreo

n: número mínimo de unidades de muestreo

$$\mathbf{i} = \frac{112}{15}$$

$$i = 7.42 \approx 7.5$$

✓ **Corrección del número de unidades de muestreo**

$$nc = \frac{N}{i} \quad (3.10)$$

nc: número corregido de unidades de muestreo

$$nc = \frac{112 \text{ unidades}}{8}$$

$$nc = 14$$

Mediante el cálculo de determinó que se evaluarán 14 unidades de muestreo, con una longitud de 31 m, en intervalo de 8, se presenta a continuación las abscisas donde se realizó a toma de datos:

Número de muestra	Abscisa Inicial (m)	Abscisa Final (m)
U1	12800	12830
U2	13055	13085
U3	13310	13340
U4	13565	13595
U5	13820	13850
U6	14075	14105
U7	14330	14360
U8	14585	14615
U9	14840	14870
U10	15095	15125
U11	15350	15380
U12	15605	15635
U13	15860	15890
U14	16115	16145

Tabla 25: Unidades de muestreo
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

Con el número de unidades de muestreo determinadas se procede a realizar la visita en campo para encontrar las fallas en la capa de rodadura. El formato de registro del método PCI ayudará a la recopilación e interpretación de la información, la cual se

realizará tomando en cuenta su clase, severidad y cantidad de daño presente, mostrándose en la Tabla 26 junto con sus partes que compone:

1. En esta sección se muestra un grupo de daños que presentan los pavimentos, presentándose en una tabla que contiene: numero, código, daño y unidad
2. En esta sección se muestra los datos informativos del proyecto y el tipo de ensayo realizado, tales como: encabezado, sector, abscisa inicial y final, unidad de muestreo y área de muestreo.
3. En esta sección se muestra el esquema de la localización exacta de la falla presente.
4. En esta sección se muestra el análisis e interpretación de datos como son: el tipo de daño observado, su severidad clasificada como alta media o baja, las cantidades parciales encontradas en los tramos, densidad, valor deducido y la determinación del PCI por tramo.

En la Tabla 27 se presenta un cuadro de resumen con la información de: abscisas inicial y final, área de tramo, PCI por unidad de muestreo, la calificación cualitativa de las 14 unidades y su promedio final que establece el estado de la vía.

N° de muestra	Abscisa inicial	Abscisas final	Área de tramo (m ²)	PCI por unidad	Calificación de la vía
1	12800	12830	230	82	Muy Bueno
2	13055	13085	230	88	Excelente
3	13310	13340	230	87	Excelente
4	13565	13595	230	84	Muy Bueno
5	13820	13850	230	92	Excelente
6	14075	14105	230	82	Muy Bueno
7	14330	14360	230	44	Regular
8	14585	14615	230	90	Excelente
9	14840	14870	230	98	Excelente
10	15095	15125	230	97	Excelente
11	15350	15380	230	88	Excelente
12	15605	15635	230	77	Muy Bueno
13	15860	15890	230	88	Excelente
14	16115	16145	230	90	Excelente
PROMEDIO				84.79	Muy Bueno

Tabla 27: Resumen del PCI de la vía
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

Con este análisis del PCI, se determinó que la vía Tisaleo en las abscisas 12+800 hasta 16+200 tienen un PCI promedio de 84.79 calificándose cualitativamente como una carretera en estado MUY BUENO, debiendo realizarse un mantenimiento de acuerdo a lo que establece los rango PCI. A continuación se muestra en la figura 10 un resumen general de los tipos de fallas que se encontraron a lo largo de análisis de la vía, siendo en su mayor parte fallas de tipo Grietas longitudinales y transversales y entre las más comunes fueron halladas: desprendimiento de agregados, depresión, piel de cocodrilo y hundimientos.

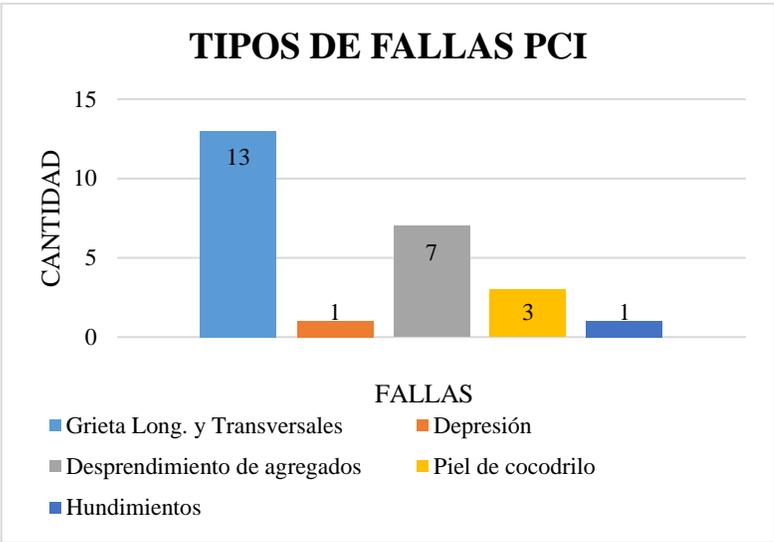


Figura 10: Tipos de fallas de acuerdo al PCI
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

3.1.6 Determinación de Deflexiones con la Viga Benkelman

La evaluación del pavimento mediante el equipo Viga Benkelman, con relación de brazos 1:2 permitieron obtener lecturas de deflexiones cada 200 metros a distancias de 0, 25, 0.5, 1, 5 y 8 m con respecto a cada punto aplicado, como se muestra en la Tabla 28.

Estación	Abscisa	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (x10-2) mm						TEMPERATURA (°C)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1	12+800	0.00	30	37	40	42	42	38
2	13+000	0.00	18	23	27	30	30	38
3	13+200	0.00	10	20	25	31	31	37
4	13+400	0.00	21	25	29	34	34	37
5	13+600	0.00	15	23	30	33	33	37
6	13+800	0.00	16	20	26	31	31	36
7	14+000	0.00	23	44	50	55	55	35
8	14+200	0.00	19	25	31	38	38	36
9	14+400	0.00	21	47	52	60	60	37
10	14+600	0.00	15	21	26	33	33	37
11	14+800	0.00	9	11	13	15	15	33
12	15+000	0.00	15	19	23	29	29	34
13	15+200	0.00	14	20	25	33	33	35
14	15+400	0.00	16	21	26	31	31	34
15	15+600	0.00	16	23	30	40	40	34
16	15+800	0.00	12	18	25	30	30	35
17	16+000	0.00	11	16	21	23	23	34
18	16+200	0.00	8	10	12	18	18	33

Tabla 28: Deflexiones obtenidas en campo
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ Corrección por la relación de brazos de la viga Benkelman

Esta corrección se realiza debido a la aplicación del factor de relación de brazos que tiene la Viga, factor que se mide directamente del instrumento y se lo multiplica a la deflexión recuperable para corregirla.

$$D = RB * (Df - Do) \quad (3.11)$$

Donde:

D: deflexiones a 0.025, 0.50, 1, 5 y 8

Df: deflexión final a una distancia de 8

Do: deflexión inicial en cada punto marcado

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

En la siguiente tabla se presenta las deflexiones corregidas y un cálculo típico:

$$D_o = 2 * (42 - 0)$$

$$D_o = 84 \times 10^{-2} \text{mm}$$

Estación	Abscisa	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (x10-2) mm						TEMPERATURA (°C)	Espesor
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	12+800	84.0	24.0	10.0	4.0	0	0	38	7
2	13+000	60.0	24.0	14.0	6.0	0	0	38	7
3	13+200	62.0	42.0	22.0	12.0	0	0	37	7
4	13+400	68.0	26.0	18.0	10.0	0	0	37	7
5	13+600	66.0	36.0	20.0	6.0	0	0	37	7
6	13+800	62.0	30.0	22.0	10.0	0	0	36	7
7	14+000	110.0	64.0	22.0	10.0	0	0	35	7
8	14+200	76.0	38.0	26.0	14.0	0	0	36	7
9	14+400	120.0	78.0	26.0	16.0	0	0	37	7
10	14+600	66.0	36.0	24.0	14.0	0	0	37	7
11	14+800	30.0	12.0	8.0	4.0	0	0	33	7
12	15+000	58.0	28.0	20.0	12.0	0	0	34	7
13	15+200	66.0	38.0	26.0	16.0	0	0	35	7
14	15+400	62.0	30.0	20.0	10.0	0	0	34	7
15	15+600	80.0	48.0	34.0	20.0	0	0	34	7
16	15+800	60.0	36.0	24.0	10.0	0	0	35	7
17	16+000	46.0	24.0	14.0	4.0	0	0	34	7
18	16+200	36.0	20.0	16.0	12.0	0	0	33	7

Tabla 29: Deflexiones corregidos por la relación de brazos de la viga

Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ Corrección por efecto de temperatura

Esta corrección es debido a que la temperatura del pavimento afecta directamente a las deflexiones recuperables, siendo que los datos tomados en un mismo punto a varias

temperaturas mostraran resultados distintos, tales como: la magnitud de la deflexión incrementa con el aumento de temperatura de las capas de rodadura, debido a la disminución de la rigidez de las mezclas bituminosas, por lo que el efecto dependerá del espesor de las capas y la rigidez de las capas subyacentes.

Mediante este proceso se pretende llevar las deflexiones corregidas a una temperatura estándar de 20°C, utilizando la metodología de la División Nacional vial de Argentina.

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{Dt}{\left[1 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{\text{cm}^{\circ}\text{C}} \cdot e \cdot (T - 20^{\circ}\text{C})\right] + 1} \quad (3.12)$$

Donde

$D_{(20^{\circ}\text{C})}$: Deflexión corregida para la temperatura estándar de 20°C

Dt: deflexión recuperable

e: espesor de la capa asfáltica

T: temperatura del pavimento (°C)

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{84}{\left[1 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{\text{cm}^{\circ}\text{C}} \cdot 7 \cdot (38 - 20^{\circ}\text{C})\right] + 1}$$

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = 74.60 \times 10^{-2}$$

Estación	Abscisa	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (x10-2) mm					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	12+800	74.60	21.31	8.88	3.55	0.00	0.00
2	13+000	53.29	21.31	12.43	5.33	0.00	0.00
3	13+200	55.41	37.53	19.66	10.72	0.00	0.00
4	13+400	60.77	23.24	16.09	8.94	0.00	0.00
5	13+600	58.98	32.17	17.87	5.36	0.00	0.00
6	13+800	55.76	26.98	19.78	8.99	0.00	0.00
7	14+000	99.55	57.92	19.91	9.05	0.00	0.00
8	14+200	68.35	34.17	23.38	12.59	0.00	0.00
9	14+400	107.24	69.71	23.24	14.30	0.00	0.00
10	14+600	58.98	32.17	21.45	12.51	0.00	0.00
11	14+800	27.50	11.00	7.33	3.67	0.00	0.00
12	15+000	52.82	25.50	18.21	10.93	0.00	0.00
13	15+200	59.73	34.39	23.53	14.48	0.00	0.00
14	15+400	56.11	27.15	18.10	9.05	0.00	0.00
15	15+600	72.40	43.44	30.77	18.10	0.00	0.00
16	15+800	54.30	32.58	21.72	9.05	0.00	0.00
17	16+000	41.63	21.72	12.67	3.62	0.00	0.00
18	16+200	32.58	18.10	14.48	10.86	0.00	0.00

Tabla 30: Deflexiones corregidas por efecto de la temperatura
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ **Corrección por efecto estacional**

Para una correcta evaluación de deflexiones es adecuado evaluar en el periodo más desfavorable del año, tomando en cuenta exclusivamente el clima de la región y el comportamiento del pavimento flexible.

Tipo de Suelo subrasante	Estación lluvioso	Estación seca
Arenosa-permeable	1	1.1 a 1.3
Arcillosa-sensible al agua	1	1.2 a 1.4

Tabla 31: Factor de corrección por estacionalidad
Fuente: Estudio de rehabilitación de carreteras, CONREVIAl, Perú

Estación	Abscisa	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (x10-2) mm					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	12+800	89.52	25.58	10.66	4.26	0.00	0.00
2	13+000	63.94	25.58	14.92	6.39	0.00	0.00
3	13+200	66.49	45.04	23.59	12.87	0.00	0.00
4	13+400	72.92	27.88	19.30	10.72	0.00	0.00
5	13+600	70.78	38.61	21.45	6.43	0.00	0.00
6	13+800	66.91	32.37	23.74	10.79	0.00	0.00
7	14+000	119.46	69.50	23.89	10.86	0.00	0.00
8	14+200	82.01	41.01	28.06	15.11	0.00	0.00
9	14+400	128.69	83.65	27.88	17.16	0.00	0.00
10	14+600	70.78	38.61	25.74	15.01	0.00	0.00
11	14+800	33.00	13.20	8.80	4.40	0.00	0.00
12	15+000	63.39	30.60	21.86	13.11	0.00	0.00
13	15+200	71.67	41.27	28.24	17.38	0.00	0.00
14	15+400	67.33	32.58	21.72	10.86	0.00	0.00
15	15+600	86.88	52.13	36.92	21.72	0.00	0.00
16	15+800	65.16	39.10	26.06	10.86	0.00	0.00
17	16+000	49.95	26.06	15.20	4.34	0.00	0.00
18	16+200	39.10	21.72	17.38	13.03	0.00	0.00

Tabla 32: Deflexiones corregidas por estacionalidad
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ **Cálculo del radio de curvatura**

$$Rc = \frac{10 \cdot 25^2}{2 \cdot (D0 - D25)} \quad (3.13)$$

Donde:

Rc: Radio de curvatura

D0: deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésima de mm

D25: deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésima de mm

$$Rc = \frac{10 * 25^2}{2 * (89.52 - 25.58)}$$

$$Rc = 48.87$$

Estación	Abscisa	Deflexiones Corregidas (x10-2) mm		Radio de Curvatura (m)
		D0	D25	
1	12+800	89.52	25.58	48.87
2	13+000	63.94	25.58	81.45
3	13+200	66.49	45.04	145.70
4	13+400	72.92	27.88	69.38
5	13+600	70.78	38.61	97.14
6	13+800	66.91	32.37	90.49
7	14+000	119.46	69.50	62.56
8	14+200	82.01	41.01	76.21
9	14+400	128.69	83.65	69.38
10	14+600	70.78	38.61	97.14
11	14+800	33.00	13.20	157.84
12	15+000	63.39	30.60	95.31
13	15+200	71.67	41.27	102.77
14	15+400	67.33	32.58	89.93
15	15+600	86.88	52.13	89.93
16	15+800	65.16	39.10	119.90
17	16+000	49.95	26.06	130.80
18	16+200	39.10	21.72	179.85
Promedio				100.26

Tabla 33: Radio de Curvatura
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

✓ **Deflexión característica**

$$D_c = D + t * \sigma \quad (3.14)$$

Donde:

D_c: deflexión característica

D: deflexión promedio D_0 corregido por efecto de la temperatura y estacionalidad

t: probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica

σ : desviación estándar

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

Tabla 34: Valor de “t” y probabilidad de ocurrencia D > D_c

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

El método CONREVIAl trabaja con un valor de “t” igual a 1.645 que pertenece al 95% de probabilidad de diseño superada solo por el 5% de las determinaciones efectuadas

$$D_c = 66.61 + 1.645 * 5$$

$$D_c = 74.84 * 10^{-2} \text{ mm}$$

✓ **Deflexión admisible**

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{4}} * 100 \quad (3.15)$$

Donde:

D_{adm}: deflexión admisible

W18: número de ejes equivalentes

$$D \text{ adm} = \left(\frac{1.15}{0.108783} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D \text{ adm} = 180.32 * 10^{-2} \text{ mm}$$

✓ **Deflexión crítica**

$$D \text{ cr} = \left(\frac{1.90}{W18} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100 \quad (3.16)$$

Donde:

D cr: deflexión crítica

W18: número de ejes equivalentes

$$D \text{ cr} = \left(\frac{1.90}{0.108783} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D \text{ cr} = 171.54 * 10^{-2} \text{ mm}$$

Tipo de Deflexion	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
Tipo I	Bueno D<Da	Bueno Ro > 100
Tipo II	Malo D>Da	Bueno Ro > 100
Tipo II	Bueno D<Da	Malo Ro < 100
Tipo IV	Malo D>Da	Malo Ro < 100

Tabla 35: Tipo de deflexiones

Fuente: Estudio de rehabilitación de carreteras, CONREVIAl, Perú

En la siguiente tabla se detalla las deflexiones característica, crítica y admisible. Además se considera la evaluación estructural tanto de la subrasante como del pavimento de acuerdo al radio de curvatura, permitiéndonos determinar el tipo de deflexión de la vía de acuerdo a la tabla 36.

Estación	Abscisa	D0	Deflexion característica (x 10 ⁻² mm)	Deflexion crítica (x 10 ⁻² mm)	Deflexion admisible (x 10 ⁻² mm)
1	12+800	89,52	74,83	171,54	180,32
2	13+000	63,94	74,83	171,54	180,32
3	13+200	66,49	74,83	171,54	180,32
4	13+400	72,92	74,83	171,54	180,32
5	13+600	70,78	74,83	171,54	180,32
6	13+800	66,91	74,83	171,54	180,32
7	14+000	119,46	74,83	171,54	180,32
8	14+200	82,01	74,83	171,54	180,32
9	14+400	128,69	74,83	171,54	180,32
10	14+600	70,78	74,83	171,54	180,32
11	14+800	33,00	74,83	171,54	180,32
12	15+000	63,39	74,83	171,54	180,32
13	15+200	71,67	74,83	171,54	180,32
14	15+400	67,33	74,83	171,54	180,32
15	15+600	86,88	74,83	171,54	180,32
16	15+800	65,16	74,83	171,54	180,32
17	16+000	49,95	74,83	171,54	180,32
18	16+200	39,10	74,83	171,54	180,32
PROMEDIO		72,66			
RESULTADOS					
Deflexión promedio				72,66 x 10 ⁻² mm	
Desviación estándar				5	
Deflexión característica				74,83 x 10 ⁻² mm	
Deflexión admisible				180,32 x 10 ⁻² mm	
Deflexión crítica				171,54 x 10 ⁻² mm	
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL					
Comportamiento subrasante				Tipo de deflexión	
D < Dadm				TIPO I, curva extensa poco profunda	
72.66 * 10-2 mm < 180.32 * 10-2 mm					
Comportamiento de la estructura del pavimento					
Rc > 100					
100.26 > 100					

Tabla 36: Deflexiones calculadas

Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

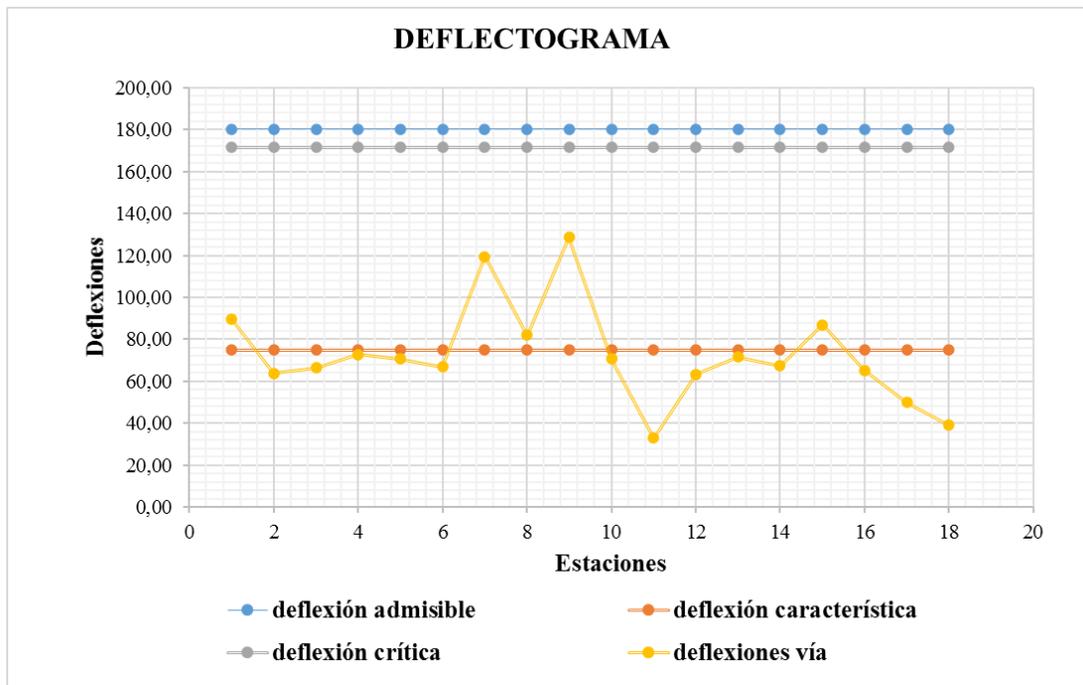


Figura 11: Deflectograma
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

3.1.7 Ensayo de suelos

Los ensayos realizados en la vía del Cantón Tisaleo en el tramo del Km 12+800 hasta el 16+200, están situados en las coordenadas que se indican en la tabla 34.

Se realizaron calicatas de 1*1m con una profundidad de 80 cm cada 900m aproximadamente en todo el tramo de la vía, obteniéndose del suelo una cantidad de 50kg de muestra para realizar ensayos en laboratorio como: Granulometría, Límites Atterberg, Proctor modificado Tipo B, CBR.

N° Calicata	Abscisa	Coordenadas		
		Zona	Este	Norte
PCA 1	13+660	17M	757731	9853135
PCA 2	14+500	17M	758163	9852461
PCA 3	15+360	17M	758917	9852114
PCA 4	16+200	17M	759348	9851406

Tabla 37: Localización de las calicatas en estudio
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

3.1.7.1 Clasificación del Suelo

Para este ítem es necesario tener los resultados del Análisis Granulométrico y Límites Atterberg, que se encuentran detallados en tablas en el ANEXO E. Con estos ensayos se pudo determinar el tipo de suelo de la vía el cual se detalla a continuación en la tabla 38.

Calicata	Grava	Arena	Finos	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
PCA 1	1.76%	64.20%	34.04%	28.09%	20.05%	8.05%	A-2-4	Arenas arcillosas (SC)
PCA 2	1.30%	68.48%	30.22%	26.90%	19.10%	7.80%	A-2-4	Arenas arcillosas (SC)
PCA 3	1.10%	65.02%	33.88%	24.57%	15.67%	8.90%	A-2-4	Arenas arcillosas (SC)
PCA 4	0.64%	60.48%	38.88%	25.91%	10.66%	15.24%	A-2-6	Arenas arcillosas (SC)

Tabla 38: Clasificación de Suelos
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

3.1.7.2 Proctor Modificado

Este ensayo es la compactación del suelo para obtener el contenido de humedad óptimo y el peso volumétrico seco máximo del suelo (densidad máxima) para utilizarlo posteriormente en el ensayo CBR. A continuación, se presenta un cuadro de resumen con los resultados obtenidos, mientras que en el Anexo E se presentan tablas detalladas con cada ensayo en las calicatas.

Calicata	AASHTO	Tipo de Material	Densidad Seca (gr/cm ³)	Humedad Óptima (%)
PCA 1	A-2-4	Arenas arcillosas	1.476	15.14%
PCA 2	A-2-4	Arenas arcillosas	1.474	15.80%
PCA 3	A-2-4	Arenas arcillosas	1.639	12.82%
PCA 4	A-2-6	Arenas arcillosas	1.637	13.97%

Tabla 39: Resultados de Proctor modificado
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

3.1.7.3 Relación de Soporte California – CBR

Este ensayo permite determinar la resistencia a corte de un suelo mediante un contenido de humedad óptimo y una densidad máxima seca, en el anexo E se presenta detallado el ensayo, a continuación, se presenta un resumen de los resultados:

Calicata	Abscisa	%CBR	Clasificación	Usos
PCA 1	13+660	12.54%	Regular – Buena	Subrasante
PCA 2	14+500	11.85%	Regular – Buena	Subrasante
PCA 3	15+360	10.30%	Regular – Buena	Subrasante
PCA 4	16+200	8.95%	Regular – Buena	Subrasante

Tabla 40: Resultados de CBR
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

Se obtuvo un promedio del CBR de 10.93 % clasificando el suelo de Regular a Bueno y un uso para Subrasante.

3.1.8 Proceso de Mantenimiento

La vía de Tisaleo al representar una vía de importancia por su gran utilidad por los comerciantes y pequeños productores del sector para trasladar sus productos, además de ser un Cantón con varios lugares turísticos. El objetivo de los ensayos de laboratorio y estudios de campo realizados es llegar a proponer un plan de mantenimiento vial que permita mantener la vía en condiciones de confort y seguridad para su correcto funcionamiento.

3.1.8.1 Plan de mantenimiento vial en base al estudio PCI

Mediante los dos ensayos que permitieron conocer el estado estructural del pavimento y el estado físico del mismo, a continuación, se propone el plan de mantenimiento vial, de acuerdo al Índice de Condición del Pavimento, puesto que en el ensayo de deflexiones dio como resultado que el pavimento y su estructura es bueno.

De acuerdo al análisis con el método PCI se encontró un índice de condición del pavimento promedio de los 3.4km de 84.79, catalogando la vía en una etapa de “muy

bueno”, a partir de estos datos se establecen actividades para reparar los daños encontrados, figura 10:

Se detalla a continuación en la tabla 41 las fallas localizadas con su ubicación exacta y su área que será necesaria intervenir.

Fallas	Unidad de muestreo	Abscisas		Cantidad a intervenir	Unidades	Acciones a realizar
		Inicial	Final			
GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL - GLT 	U1	12+800	12+830	20.30	m lineal	* Limpieza de grietas * Rellenar con asfalto de graduación fina * Cubrir con arena seca la superficie
	U2	13+055	13+085	11.00		
	U3	13+310	13+340	11.10		
	U4	13+565	13+595	17.00		
	U5	13+820	13+850	5.70		
	U6	14+0750	14+105	8.00		
	U7	14+330	14+360	24.00		
	U9	14+840	14+870	5.20		
	U10	15+095	15+125	5.10		
	U11	15+350	15+380	12.00		
	U12	12+800	12+830	13.45		
	U13	15+860	15+890	12.40		
	U14	15+115	16+145	5.90		
	DEPRESIÓN - DP 	U2	13+055	13+085		
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS - DA 	U3	13+310	13+340	3.40	m ²	* Limpieza del área * Colocar arena caliente, 150 °C * Ya enfriado, se barre las partículas gruesas * Comprobar el nivel del suelo
	U8	14+585	14+615	4.32		
	U9	14+840	14+870	1.32		
	U10	15+095	15+125	13.60		
	U11	15+350	15+380	2.00		
	U13	15+860	15+890	6.88		
PIEL DE COCODRILO - PC 	U6	14+0750	14+105	1.80	m ²	* Realizar un corte del área de acuerdo al tamaño de falla * Colocar asfalto en la zona * Rellenar el hueco con asfalto densamente graduado, evitando segregación en la muestra * Verificar nivel
	U7	14+330	14+360	20.26		
	U12	12+800	12+830	7.08		
HUNDIMIENTO - H 	U7	14+330	14+360	2.60	m ²	* Delimitar bordes * Limpiar adecuadamente * Aplicar riego de liga * Extender concreto asfáltico sobre la región * Verificar nivel * Compactar el parche adecuadamente

Tabla 41: Resumen de fallas localizadas
Fuente: Jessica Paola Casa Yugcha

En base a la información de los datos de la tabla 41, se requerirá realizar un mantenimiento rutinario, que consisten en:

- Limpieza de la calzada.
- Reparación de pequeños defectos localizados a lo largo de la vía.
- Mantenimiento del sistema de drenaje (cunetas, alcantarilla).
- Control de la vegetación en cunetas.
- Mantenimiento de señalización [26].

Esto deberá realizarse con regularidad entre una o más veces al año dependiendo de las condiciones de la vía. A esto se añade actividades a realizar por tipo de fallas:

Reparo de la falla Grietas longitudinales y transversales

El procedimiento a seguir se lo realiza de la siguiente forma:

1. Limpiar las grietas con escobilla de cerdas duras o aire comprimido.
2. Rellenar las grietas con asfalto de graduación fina usando escobillón.
3. Cubrir con arena seca la superficie de las grietas selladas [26].

Reparo de la falla Depresión

El procedimiento a seguir se lo realiza de la siguiente forma:

1. Delimitar los bordes del área hundida, marcando la superficie de pavimento.
2. Limpiar adecuadamente el área, abarcando al menos 30 cm más allá de los límites que abarca la falla, se lo realiza con aire comprimido.
3. Aplicar riego de liga en la superficie.
4. Se coloca sobre la depresión concreto asfáltico, se compacta hasta que llegue a nivel original.
5. Verificar el nivel de parche con una regla [26].

Reparo de la falla Desprendimiento de agregados

El procedimiento a seguir se lo realiza de la siguiente forma:

1. Limpiar la zona donde está localizada la falla

2. Colocar arena caliente sobre el área afectada, esparciéndola, con anterioridad debe ser calentado al menos a 150°C.
3. Compactar el área afectada con un compactador neumático.
4. Ya enfriado la arena, se procede a barrer las partículas gruesas.
5. Se comprueba que tenga el mismo nivel [26].

Reparo de la falla Piel de cocodrilo

El procedimiento a seguir se lo realiza de la siguiente forma:

1. Realizar un corte en forma cuadrada o rectangular de acuerdo al tamaño de la falla, removiendo la superficie y la base hasta alcanzar un apoyo firme de forma que se pueda remover material de la subrasante.
2. Colocar producto asfáltico en la zona a reparar.
3. Rellenar el hueco con concreto asfáltico densamente graduado, de forma que se evite segregación de la muestra
4. Finalmente, se verifica toda la superficie del pavimento obteniendo una misma cota.

Reparo de la falla Hundimiento

El procedimiento a seguir se lo realiza de la siguiente forma:

1. Delimitar los bordes de la zona hundida con una regla, marcando la superficie del pavimento.
2. Se limpia adecuadamente el área, englobando al menos 30 cm más allá de los límites marcados, limpiándolo con aire comprimido.
3. Aplica riego de liga sobre la superficie
4. Extender sobre la depresión suficiente concreto asfáltico hasta lograr que se compacte hasta el nivel original
5. Verificar el nivel del parche con una regla
6. Compactar el parche adecuadamente con un compactador vibrante plano

3.2 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Respecto a los datos obtenidos en visitas de campo, ensayos de laboratorio y propuesto un plan de mantenimiento vial en la estructura del pavimento de la vía Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200 de la provincia de Tungurahua, se verifica la hipótesis propuesta por lo que permitirá alargar el tiempo de vida útil y mejorar la servicibilidad otorgando seguridad y confort a los usuarios viales.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se obtuvo la georreferenciación de la vía Tisaleo en el tramo de la abscisa 12+800 hasta 16+200, recolectando un total de 400 puntos con las respectivas coordenadas, las cuales dan paso a la verificación de la longitud total de la vía, es decir, 3+400 km, adicional a ello se determinó el ancho de la calzada de 7.30 m.
- Se determinó el tráfico futuro proyectado a 20 años que es de 3077 vehículos/día que trabajará como vía colectora tipo II con un carril por dirección según la clasificación del MTOP, con lo cual cubren el flujo vehicular actual y proyectado.
- Se determinó un PCI promedio de 84.79 de 14 unidades de muestreo clasificando a la vía según la Guía de procesos constructivos en un estado entre bueno y muy bueno, siendo su límite entre 70-55 para considerar a la vía en estado Bueno, además localizando 5 tipos de fallas: grietas longitudinales y transversales, desprendimiento de agregados, hundimientos, depresión y piel de cocodrilo.
- Se concluyó con el análisis de deflexión – Viga Benkelman, que en su comportamiento estructural de subrasante la relación $R_c < 100$ cumple con un $100.26 < 100$ que corresponde al Tipo I (curva extensa poco profunda), es decir, tanto la subrasante como la capa de rodadura se encuentran en buen estado.
- Se determinó que el suelo donde está asentada la vía el CBR es de 10.93%, que comparado con la Norma AASHTO se clasifica en el rango entre 8-20 como Regular a Buena y su uso exclusivo para Subrasante.
- Finalmente con toda la recolección de datos realizada, se concluye que la vía Tisaleo en el tramo 12+800 hasta 16+200 se encuentra en buen estado, pero con ciertas fallas que pueden ser corregidas con la propuesta de mantenimiento establecida, que es un mantenimiento rutinario que esta detenidamente explicado en el literal 3.1.8.

4.2 Recomendaciones

- Para el levantamiento de información de campo llevar vestimenta adecuada tales como: casco, chaleco reflectivo y equipo de seguridad, puesto que todo el trabajo es realizado en la vía.
- Se recomienda realizar el conteo de vehículos al menos 12 horas diarias para tener mejor apreciación real de los datos.
- Para el análisis de condición del pavimento se debe llevar herramientas que faciliten su toma de datos tales como: regla y flexómetro.
- Se recomienda realizar por lo menos 1 vez cada dos años el análisis con la metodología de deflexiones con el equipo Viga Benkelman, para conocer el estado estructural del pavimento.

Referencias Bibliográficas

- [1] R. A. Rodríguez, “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.,” 2011.
- [2] V. Ii, Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROGRAMA DE CAMINOS Enero 2007. 2007.
- [3] L. Vásquez, Guía de Procesos Constructivos-Pavement condition index (PCI). 2002.
- [4] Nevi-12, “Ministerio De Transporte Y Obras Conservacion Vial,” 2013, p. 508.
- [5] C. Ticona and J. Arnol, “Subsistencia agrietamiento de pavimento flexible tramos,” pp. 1–10.
- [6] Augusto Jugo, “Manual Pavimentos,” in Manual de mantenimiento, 2005, p. 34.
- [7] L. Fernando, L. Gabriel, M. L. Fernando, M. L. Gabriel, and M. Luis, “Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vía de desarrollo A Pavement Management System Based on New Technologies for Developing Countries,” Ing. Investig. y Tecnol., vol. XVII, p. 15, 2016.
- [8] J. A. Ibarra, “Firmes Asfálticos Composición, deterioro y Rehabilitación,” Firmes Asf. Compos. Deterioro Y Rehabil., vol. primera ed, p. 36, 2009.
- [9] H. G. P. de Tungurahua, “Para tener vías de calidad,” Sala de Prensa, 2018. [Online]. Available: <https://www.tungurahua.gob.ec/index.php/informativo-hgpt/sala-de-prensa/2751-para-tener-vias-de-calidad-2>. [Accessed: 26-Sep-2019].
- [10] M. M. R. Quiroz, “Facultad de ingeniería,” 2018.
- [11] J. Cárdenas Grisales, Diseño geométrico de carreteras, 2da Edición, Segunda. Colombia, 2013.
- [12] Administradora Boliviana de Carreteras, Manual de diseño Geométrico. 2008.
- [13] MTOP, Normas de diseño geométrico de carreteras - 2003. 2003.
- [14] A. . Fallis, “MANUAL DE CARRETERAS,” J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [15] D. Martínez, F. Javier, and I. G. Nacional, “Georreferenciación de documentos

cartograficos para la gestion de Archivos y Catotecas. ‘ Propuesta Metodológica ,’” p. 9, 2012.

- [16] MARIO JAVIER SUNTAXI ALDANA, “ESTUDIO VIAL PARA LA MOVILIDAD URBANA EN LA COOPERATIVA A UNA SOLA FUERZA DEL CANTÁN DURÁN.,” UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2017.
- [17] J. Jairo and A. Ospina, “Diseño Geometrico de Vias-Ajustado al Manual Colombiano,” Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- [18] R. V. Juna Tapia, “Apoyo Didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Ingenieria de Tráfico.,” Universidad Mayor de San Simon, 2013.
- [19] Pedro Antonio Choconta Rojas, Diseño Geometrico De Vias. 2011.
- [20] Ms. Pedro José Zevallos Turriaga Richard Hidalgo V ., “ESTUDIO DE TRAFICO, MODELACION Y REDISEÑO DEL TRAZADO VIAL DE LA INTERSECCION EN EL REDONDEL DE LA PLAZA ‘GENERAL JOSE ARTIAGAS,’” UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO, 2014.
- [21] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Norma ecuatoria vial NEVI-12-MTOP Norma para estudios y diseños viales, vol. 2A. 2013.
- [22] S. D. V. Quintana, “Universidad técnica de ambato,” 2018.
- [23] E. Juárez Badillo and A. Rico Rodríguez, “Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos,” Mecánica de Suelos. p. 644, 2005.
- [24] N. C. D. E. Ingenier et al., “Estudio de la correlacion entre los ensayos (DCP) penetrometro dinamico de cono y (CBR) relacion de soporte de california en los diferentes tipos de suelos.,” 2016.
- [25] I.-C. Asocio, “Estudio De Factibilidad Y Diseño Final Para El Mejoramiento Del Tramo De Carretera: Llanos De Colón - La Concordia,” 2012.
- [26] A. Cifuentes, “Universidad Nacional De Chimborazo (motivación),” Univ. Nac. Chimborazo, p. 112, 2017.

Anexos

ANEXO A

CONTEO VEHICULAR

Anexo A-1: Conteo vehicular, día Lunes 25 de noviembre de 2019

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2DA	2DB	3A			
08:00-08:15	26	2	5	3	0	8	36	
08:15-08:30	24	0	2	3	0	5	29	
08:30-08:45	35	1	3	2	0	5	41	
08:45-09:00	31	1	5	4	0	9	41	147
09:00-09:15	24	0	2	1	0	3	27	138
09:15-09:30	25	0	3	5	0	8	33	142
09:30-09:45	24	1	4	2	0	6	31	132
09:45-10:00	26	3	2	4	0	6	35	126
10:00-10:15	36	0	4	0	0	4	40	139
10:15-10:30	22	0	3	1	0	4	26	132
10:30-10:45	31	3	3	4	1	8	42	143
10:45-11:00	36	2	2	1	0	3	41	149
11:00-11:15	32	0	2	2	0	4	36	145
11:15-11:30	22	2	2	2	0	4	28	147
11:30-11:45	28	2	4	3	0	7	37	142
11:45-12:00	17	0	4	3	0	7	24	125
12:00-12:15	27	1	8	3	0	11	39	128
12:15-12:30	30	0	3	1	0	4	34	134
12:30-12:45	25	1	4	0	0	4	30	127
12:45-13:00	36	0	4	4	0	8	44	147
13:00-13:15	29	0	6	7	0	13	42	150
13:15-13:30	16	1	4	1	0	5	22	138
13:30-13:45	19	0	4	3	0	7	26	134
13:45-14:00	18	0	4	5	1	10	28	118
14:00-14:15	18	0	6	2	0	8	26	102
14:15-14:30	20	1	2	2	0	4	25	105
14:30-14:45	23	1	4	2	0	6	30	109
14:45-15:00	27	2	0	2	1	3	32	113
15:00-15:15	20	0	2	2	0	4	24	111
15:15-15:30	14	0	2	0	1	3	17	103
15:30-15:45	27	0	3	0	0	3	30	103
15:45-16:00	28	0	1	1	1	3	31	102
16:00-16:15	25	0	2	0	0	2	27	105
16:15-16:30	27	1	0	1	0	1	29	117
16:30-16:45	27	0	2	2	0	4	31	118
16:45-17:00	47	2	3	3	0	6	55	142
17:00-17:15	34	0	5	7	0	12	46	161
17:15-17:30	35	0	3	2	1	6	41	173
17:30-17:45	34	1	3	2	0	5	40	182
17:45-18:00	27	0	1	1	0	2	29	156
18:00-18:15	21	0	1	0	0	1	22	132
18:15-18:30	34	0	2	1	0	3	37	128
18:30-18:45	32	2	1	0	0	1	35	123
18:45-19:00	29	5	2	1	0	3	37	131
19:00-19:15	28	3	6	2	0	8	39	148
19:15-19:30	25	1	2	0	0	2	28	139
19:30-19:45	23	2	2	1	0	3	28	132
19:45-20:00	27	0	4	1	0	5	32	127
TOTAL	1291	41	146	99	6	251	1583	5945

Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Anexo A-2: Conteo vehicular, día Martes 26 de noviembre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO 								
PROYECTO: Via Tisaleo			UBICACIÓN: Barrio San Francisco			ESTACIÓN No: 1		
FECHA: Martes, 26 de noviembre de 2019			ESTADO DEL TIEMPO: Nublado			HOJA No: 2		
RESPONSABLE: Jessica Paola Casa Yugcha								
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2DA	2DB	3A			
08:00-08:15	15	2	5	1	2	8	25	
08:15-08:30	26	0	2	1	1	4	30	
08:30-08:45	20	1	3	2	0	5	26	
08:45-09:00	25	1	5	1	2	8	34	34
09:00-09:15	23	0	2	1	0	3	26	26
09:15-09:30	24	0	3	3	1	7	31	31
09:30-09:45	25	1	4	2	0	6	32	32
09:45-10:00	25	3	2	3	1	6	34	34
10:00-10:15	31	0	4	0	0	4	35	35
10:15-10:30	21	0	3	1	0	4	25	25
10:30-10:45	20	3	4	3	1	8	31	31
10:45-11:00	31	2	2	1	0	3	36	36
11:00-11:15	27	0	2	1	0	3	30	30
11:15-11:30	19	2	2	2	0	4	25	25
11:30-11:45	22	2	4	3	0	7	31	31
11:45-12:00	22	0	4	2	1	7	29	29
12:00-12:15	27	1	8	3	0	11	39	39
12:15-12:30	25	0	3	1	0	4	29	29
12:30-12:45	28	1	4	0	0	4	33	33
12:45-13:00	29	0	4	3	1	8	37	37
13:00-13:15	25	0	6	5	0	11	36	36
13:15-13:30	15	1	4	0	2	6	22	22
13:30-13:45	15	0	4	3	0	7	22	22
13:45-14:00	19	0	4	5	1	10	29	29
14:00-14:15	17	0	6	2	0	8	25	25
14:15-14:30	24	1	2	1	1	4	29	29
14:30-14:45	27	1	4	2	0	6	34	34
14:45-15:00	17	2	0	2	1	3	22	22
15:00-15:15	20	0	2	2	0	4	24	24
15:15-15:30	15	0	2	0	1	3	18	18
15:30-15:45	28	0	3	1	0	4	32	32
15:45-16:00	32	0	1	1	1	3	35	35
16:00-16:15	26	0	2	0	0	2	28	28
16:15-16:30	31	1	0	1	0	1	33	33
16:30-16:45	24	0	2	2	0	4	28	28
16:45-17:00	39	2	3	3	0	6	47	47
17:00-17:15	26	0	6	4	0	10	36	36
17:15-17:30	28	0	4	2	0	6	34	34
17:30-17:45	28	1	3	1	1	5	34	34
17:45-18:00	25	0	1	1	0	2	27	27
18:00-18:15	24	0	1	0	0	1	25	25
18:15-18:30	28	0	2	1	0	3	31	31
18:30-18:45	31	2	1	0	0	1	34	34
18:45-19:00	26	5	2	0	1	3	34	34
19:00-19:15	26	3	6	2	0	8	37	37
19:15-19:30	28	1	2	0	0	2	31	31
19:30-19:45	24	2	2	1	0	3	29	29
19:45-20:00	22	0	4	1	0	5	27	27
TOTAL	1175	41	149	77	19	245	1461	1380

Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Anexo A-3: Conteo vehicular, día Miércoles 27 de noviembre de 2019

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2DA	2DB	3A			
08:00-08:15	24	2	2	2	0	4	34	
08:15-08:30	20	1	2	3	0	5	26	
08:30-08:45	20	1	3	2	0	5	26	
08:45-09:00	16	1	3	3	0	6	23	109
09:00-09:15	39	0	3	2	0	5	44	119
09:15-09:30	15	0	4	2	0	6	21	114
09:30-09:45	20	0	2	3	0	5	25	113
09:45-10:00	16	0	2	2	0	4	20	110
10:00-10:15	16	0	3	2	0	5	21	87
10:15-10:30	13	0	2	1	0	3	16	82
10:30-10:45	23	1	4	5	0	9	33	90
10:45-11:00	19	1	6	2	1	9	29	99
11:00-11:15	12	1	3	3	1	7	20	98
11:15-11:30	23	1	1	5	0	6	30	112
11:30-11:45	21	0	1	0	0	1	22	101
11:45-12:00	11	3	3	2	0	5	19	91
12:00-12:15	24	0	4	3	1	8	32	103
12:15-12:30	22	1	1	1	0	2	25	98
12:30-12:45	17	1	2	0	0	2	20	96
12:45-13:00	19	1	3	2	1	6	26	103
13:00-13:15	26	0	4	7	0	11	37	108
13:15-13:30	19	1	1	3	0	4	24	107
13:30-13:45	17	0	4	3	0	7	24	111
13:45-14:00	14	0	3	6	0	9	23	108
14:00-14:15	18	0	6	2	0	8	26	97
14:15-14:30	13	1	2	3	0	5	19	92
14:30-14:45	17	1	4	2	0	6	24	92
14:45-15:00	11	2	0	3	0	3	16	85
15:00-15:15	17	0	2	2	0	4	21	80
15:15-15:30	13	0	2	1	0	3	16	77
15:30-15:45	23	0	3	1	0	4	27	80
15:45-16:00	20	0	1	1	1	3	23	87
16:00-16:15	20	0	2	0	0	2	22	88
16:15-16:30	21	1	0	1	0	1	23	95
16:30-16:45	18	0	2	2	0	4	22	90
16:45-17:00	21	2	3	3	0	6	29	96
17:00-17:15	19	0	4	5	0	9	28	102
17:15-17:30	24	0	2	2	0	4	28	107
17:30-17:45	19	1	3	2	0	5	25	110
17:45-18:00	24	0	1	1	0	2	26	107
18:00-18:15	20	0	1	0	0	1	21	100
18:15-18:30	25	0	2	1	0	3	28	100
18:30-18:45	22	2	1	0	0	1	25	100
18:45-19:00	19	6	2	1	0	3	28	102
19:00-19:15	24	2	3	2	0	5	31	112
19:15-19:30	20	1	2	0	0	2	23	107
19:30-19:45	18	2	2	1	0	3	23	105
19:45-20:00	20	0	4	1	0	5	25	102
TOTAL	932	37	120	101	5	226	1199	4472

Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Anexo A-4: Conteo vehicular, día Jueves 28 de noviembre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO								
PROYECTO: Vía Tisaleo			UBICACIÓN: Barrio San Francisco			ESTACIÓN No: 1		
FECHA: Jueves, 28 de noviembre de 2019			ESTADO DEL TIEMPO: Soleado			HOJA No: 4		
RESPONSABLE: Jessica Paola Casa Yugcha								
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2DA	2DB	3A			
08:00-08:15	18	1	3	3	0	6	25	
08:15-08:30	24	0	3	1	0	4	28	
08:30-08:45	22	0	3	4	1	8	30	
08:45-09:00	28	1	3	4	0	7	36	119
09:00-09:15	28	0	3	2	0	5	33	127
09:15-09:30	28	0	2	2	0	4	32	131
09:30-09:45	18	0	4	4	1	9	27	128
09:45-10:00	27	0	2	3	0	5	32	124
10:00-10:15	14	1	4	1	0	5	20	111
10:15-10:30	26	0	5	2	1	8	34	113
10:30-10:45	25	2	1	1	1	3	30	116
10:45-11:00	18	0	3	1	1	5	23	107
11:00-11:15	15	0	3	1	0	4	19	106
11:15-11:30	21	3	3	4	0	7	31	103
11:30-11:45	17	1	4	2	0	6	24	97
11:45-12:00	18	1	7	3	1	11	30	104
12:00-12:15	18	0	6	4	0	10	28	113
12:15-12:30	27	2	4	3	0	7	36	118
12:30-12:45	21	0	3	1	1	5	26	120
12:45-13:00	20	0	1	0	0	1	21	111
13:00-13:15	35	1	5	7	0	12	48	131
13:15-13:30	17	0	4	2	0	6	23	118
13:30-13:45	23	2	4	3	0	7	32	124
13:45-14:00	15	0	4	5	0	9	24	127
14:00-14:15	17	1	6	3	0	9	27	106
14:15-14:30	22	1	2	1	1	4	27	110
14:30-14:45	26	3	3	5	0	8	37	115
14:45-15:00	25	0	1	3	0	4	29	120
15:00-15:15	25	0	2	4	0	6	31	124
15:15-15:30	31	0	2	7	0	9	40	137
15:30-15:45	29	1	7	4	0	11	41	141
15:45-16:00	25	0	5	3	0	8	33	145
16:00-16:15	37	0	2	6	0	8	45	159
16:15-16:30	31	0	4	3	0	7	38	157
16:30-16:45	38	0	2	3	0	5	43	159
16:45-17:00	29	0	3	4	0	7	36	162
17:00-17:15	27	0	5	5	0	10	37	154
17:15-17:30	26	1	3	1	0	4	31	147
17:30-17:45	21	2	3	2	0	5	28	132
17:45-18:00	25	1	1	1	0	2	28	124
18:00-18:15	25	0	1	0	0	1	26	113
18:15-18:30	30	1	2	3	0	5	36	118
18:30-18:45	24	2	1	0	0	1	27	117
18:45-19:00	26	3	2	1	0	3	32	121
19:00-19:15	25	2	6	3	0	9	36	131
19:15-19:30	30	2	1	0	0	1	33	128
19:30-19:45	20	2	2	1	0	3	25	126
19:45-20:00	22	1	4	1	0	5	28	122
TOTAL	1159	38	154	127	8	289	1486	5616

Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Anexo A-5: Conteo vehicular, día Viernes 29 de noviembre de 2019

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2DA	2DB	3A			
08:00-08:15	14	1	4	4	0	8	23	
08:15-08:30	13	3	2	1	0	3	19	
08:30-08:45	16	1	4	3	0	7	24	
08:45-09:00	18	2	3	3	0	6	26	92
09:00-09:15	13	3	2	6	0	8	24	93
09:15-09:30	13	1	2	4	0	6	20	94
09:30-09:45	22	1	3	2	0	5	28	98
09:45-10:00	15	0	2	3	0	5	20	92
10:00-10:15	20	0	4	1	0	5	25	93
10:15-10:30	24	0	4	5	1	10	34	107
10:30-10:45	18	0	4	2	0	6	24	103
10:45-11:00	15	1	4	4	0	8	24	107
11:00-11:15	20	1	2	7	0	9	30	112
11:15-11:30	14	2	6	3	0	9	25	103
11:30-11:45	9	0	2	5	0	7	16	95
11:45-12:00	7	2	5	4	0	9	18	89
12:00-12:15	12	1	1	2	0	3	16	75
12:15-12:30	21	0	2	1	1	4	25	75
12:30-12:45	18	1	2	1	0	3	22	81
12:45-13:00	16	0	2	2	1	5	21	84
13:00-13:15	30	1	4	1	0	5	36	104
13:15-13:30	22	0	2	2	0	4	26	105
13:30-13:45	14	1	2	2	0	4	19	102
13:45-14:00	32	2	4	6	1	11	45	126
14:00-14:15	15	1	3	2	0	5	21	111
14:15-14:30	15	2	2	3	0	5	22	107
14:30-14:45	16	0	2	2	0	4	20	108
14:45-15:00	16	2	0	3	0	3	21	84
15:00-15:15	27	0	2	2	0	4	31	94
15:15-15:30	31	0	1	3	0	4	35	107
15:30-15:45	20	0	2	0	0	2	22	109
15:45-16:00	28	1	3	7	0	10	39	127
16:00-16:15	32	0	2	7	0	9	41	137
16:15-16:30	28	1	0	1	0	1	30	132
16:30-16:45	29	0	2	5	0	7	36	146
16:45-17:00	16	0	1	3	0	4	20	127
17:00-17:15	23	0	5	4	1	10	33	119
17:15-17:30	37	0	4	7	0	11	48	137
17:30-17:45	43	0	1	1	0	2	45	146
17:45-18:00	35	0	2	2	0	4	39	165
18:00-18:15	35	1	4	3	0	7	43	175
18:15-18:30	25	0	4	4	0	8	33	160
18:30-18:45	35	1	1	4	0	5	41	156
18:45-19:00	30	2	1	1	0	2	34	151
19:00-19:15	27	0	3	3	0	6	33	141
19:15-19:30	26	2	2	2	0	4	32	140
19:30-19:45	23	3	2	2	0	4	30	129
19:45-20:00	25	0	3	2	0	5	30	125
TOTAL	1053	40	124	147	5	276	1369	5163

Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Anexo A-6: Conteo vehicular, día Sábado 30 de noviembre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO								
PROYECTO: Vía Tisaleo			UBICACIÓN: Barrio San Francisco			ESTACIÓN No: 1		
FECHA: Sábado, 30 de noviembre de 2019			ESTADO DEL TIEMPO: Soleado			HOJA No: 6		
RESPONSABLE: Jessica Paola Casa Yugcha								
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2DA	2DB	3A			
08:00-08:15	23	1	4	2	0	6	30	
08:15-08:30	19	0	3	4	0	7	26	
08:30-08:45	23	0	3	2	0	5	28	
08:45-09:00	24	1	5	4	0	9	34	118
09:00-09:15	27	0	2	6	0	8	35	123
09:15-09:30	29	0	3	0	0	3	32	129
09:30-09:45	19	0	4	3	0	7	26	127
09:45-10:00	30	0	3	2	1	6	36	129
10:00-10:15	31	0	4	4	0	8	39	133
10:15-10:30	29	2	3	5	0	8	39	140
10:30-10:45	24	1	4	4	0	8	33	147
10:45-11:00	28	0	2	5	0	7	35	146
11:00-11:15	27	1	4	3	0	7	35	142
11:15-11:30	21	0	2	3	0	5	26	129
11:30-11:45	14	0	2	2	0	4	18	114
11:45-12:00	18	0	3	3	0	6	24	103
12:00-12:15	38	0	4	3	0	7	45	113
12:15-12:30	27	0	3	1	1	5	32	119
12:30-12:45	27	1	2	0	0	2	30	131
12:45-13:00	24	0	4	4	0	8	32	139
13:00-13:15	25	0	3	7	1	11	36	130
13:15-13:30	19	1	4	1	1	6	26	124
13:30-13:45	24	0	4	3	0	7	31	125
13:45-14:00	22	0	4	6	0	10	32	125
14:00-14:15	19	0	3	2	0	5	24	113
14:15-14:30	25	1	2	2	1	5	31	118
14:30-14:45	23	1	4	2	0	6	30	117
14:45-15:00	20	2	0	3	0	3	25	110
15:00-15:15	17	0	2	2	0	4	21	107
15:15-15:30	25	0	3	2	0	5	30	106
15:30-15:45	29	0	5	3	0	8	37	113
15:45-16:00	20	0	1	3	0	4	24	112
16:00-16:15	19	0	2	0	0	2	21	112
16:15-16:30	23	2	0	2	0	2	27	109
16:30-16:45	23	0	2	3	0	5	28	100
16:45-17:00	22	2	3	3	0	6	30	106
17:00-17:15	28	0	5	4	1	10	38	123
17:15-17:30	31	0	5	2	0	7	38	134
17:30-17:45	21	2	3	4	0	7	30	136
17:45-18:00	30	0	1	1	0	2	32	138
18:00-18:15	20	0	5	0	1	6	26	126
18:15-18:30	25	0	3	4	0	7	32	120
18:30-18:45	20	2	5	1	0	6	28	118
18:45-19:00	24	3	2	2	0	4	31	117
19:00-19:15	22	1	5	2	0	7	30	121
19:15-19:30	17	3	4	4	0	8	28	117
19:30-19:45	30	2	5	2	0	7	39	128
19:45-20:00	27	0	3	3	0	6	33	130
TOTAL	1152	29	152	133	7	292	1473	5517

Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Anexo A-7: Conteo vehicular, día Domingo 1 de diciembre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO 								
PROYECTO: Via Tisaleo			UBICACIÓN: Barrio San Francisco			ESTACIÓN No: 1		
FECHA: Domingo, 01 de diciembre de 2019			ESTADO DEL TIEMPO: Soleado			HOJA No: 7		
RESPONSABLE: Jessica Paola Casa Yugcha								
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			2DA	2DB	3A			
08:00-08:15	29	2	7	5	0	12	43	
08:15-08:30	32	0	8	4	0	12	44	
08:30-08:45	39	1	5	2	0	7	47	
08:45-09:00	38	1	3	5	0	8	47	181
09:00-09:15	27	0	2	1	0	3	30	168
09:15-09:30	27	0	1	2	0	3	30	154
09:30-09:45	53	0	2	1	0	3	56	163
09:45-10:00	65	1	1	2	0	3	69	185
10:00-10:15	65	0	3	3	0	6	71	226
10:15-10:30	53	1	1	4	0	5	59	255
10:30-10:45	36	1	2	1	0	3	40	239
10:45-11:00	50	0	5	3	0	8	58	228
11:00-11:15	40	0	2	0	0	2	42	199
11:15-11:30	44	1	4	1	0	5	50	190
11:30-11:45	44	0	5	0	0	5	49	199
11:45-12:00	46	1	3	1	0	4	51	192
12:00-12:15	39	1	7	1	0	8	48	198
12:15-12:30	36	0	4	0	0	4	40	188
12:30-12:45	34	0	7	0	0	7	41	180
12:45-13:00	45	1	4	0	0	4	50	179
13:00-13:15	29	0	4	6	0	10	39	170
13:15-13:30	35	1	2	3	0	5	41	171
13:30-13:45	25	0	2	3	0	5	30	160
13:45-14:00	26	0	3	2	0	5	31	141
14:00-14:15	26	0	7	1	0	8	34	136
14:15-14:30	31	0	7	0	0	7	38	133
14:30-14:45	48	0	2	1	0	3	51	154
14:45-15:00	40	2	2	0	0	2	44	167
15:00-15:15	34	0	4	0	0	4	38	171
15:15-15:30	24	0	1	1	0	2	26	159
15:30-15:45	29	0	5	0	0	5	34	142
15:45-16:00	33	0	2	1	0	3	36	134
16:00-16:15	24	1	1	0	0	1	26	122
16:15-16:30	50	0	2	2	0	4	54	150
16:30-16:45	41	0	3	0	0	3	44	160
16:45-17:00	35	0	1	0	0	1	36	160
17:00-17:15	30	0	0	1	0	1	31	165
17:15-17:30	37	1	3	0	0	3	41	152
17:30-17:45	38	0	4	1	0	5	43	151
17:45-18:00	31	0	0	0	0	0	31	146
18:00-18:15	36	0	3	0	0	3	39	154
18:15-18:30	33	0	2	0	0	2	35	148
18:30-18:45	30	0	3	1	0	4	34	139
18:45-19:00	32	1	2	1	0	3	36	144
19:00-19:15	28	1	3	1	0	4	33	138
19:15-19:30	30	1	2	0	0	2	33	136
19:30-19:45	24	2	2	1	0	3	29	131
19:45-20:00	29	0	3	1	0	4	33	128
TOTAL	1750	21	151	63	0	214	1985	7486

Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

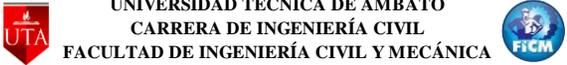
ANEXO B

ÍNDICE DE

CONDICIÓN DEL

PAVIMENTO

Anexo B-1: Índice de condición del pavimento- muestra N° 1



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

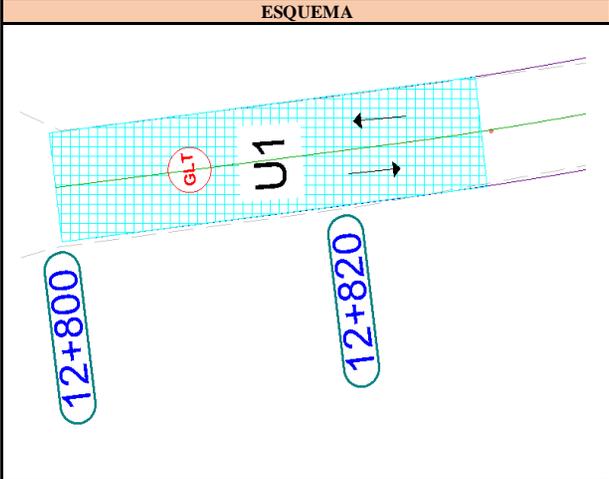
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO

Sector:	Abscisa Inicial:	Unidad de Muestreo:
Tisaleo	12+800	U1
Elaborado por:	Abscisa Final:	Area de Muestreo (m2)
Jessica Paola Casa Yugcha	12+830	230

TIPOS DE FALLAS

N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²
2	EX	EXUDACIÓN	m ²
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m
5	CO	CORRUGACIONES	m ²
6	DP	DEPRESIÓN	m ²
7	GB	GRIETA DE BORDE	m
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m
9	DC	DESNIVEL CARIL/ BERMA	m
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m
11	PR	PARCHEO	m ²
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²
13	HU	HUECOS	U
14	CF	CRUCE DE VIA FERREA	m ²
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²

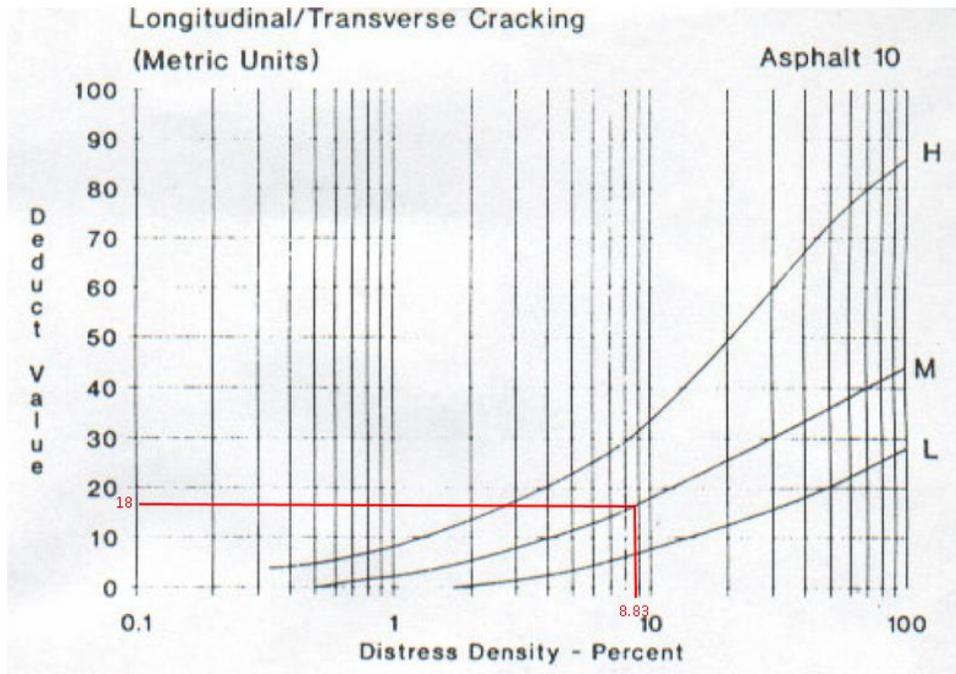
ESQUEMA



N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales					Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja								
1	GLT		X		0.9	1.1	0.6	0.7	17	20.3	8.83	18
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											18	
CÁLCULO DE PCI												
PCI= 100 - VDT											82	

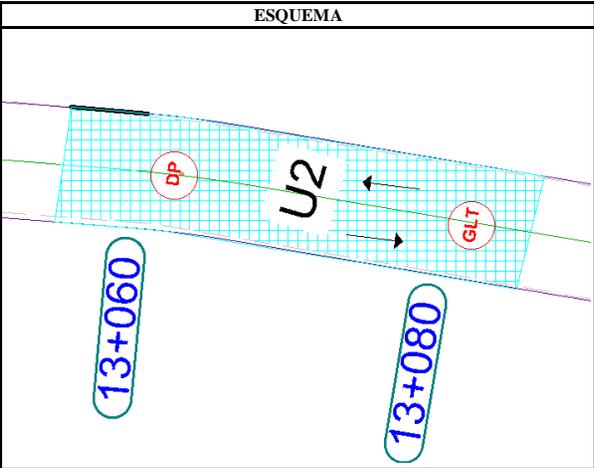
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



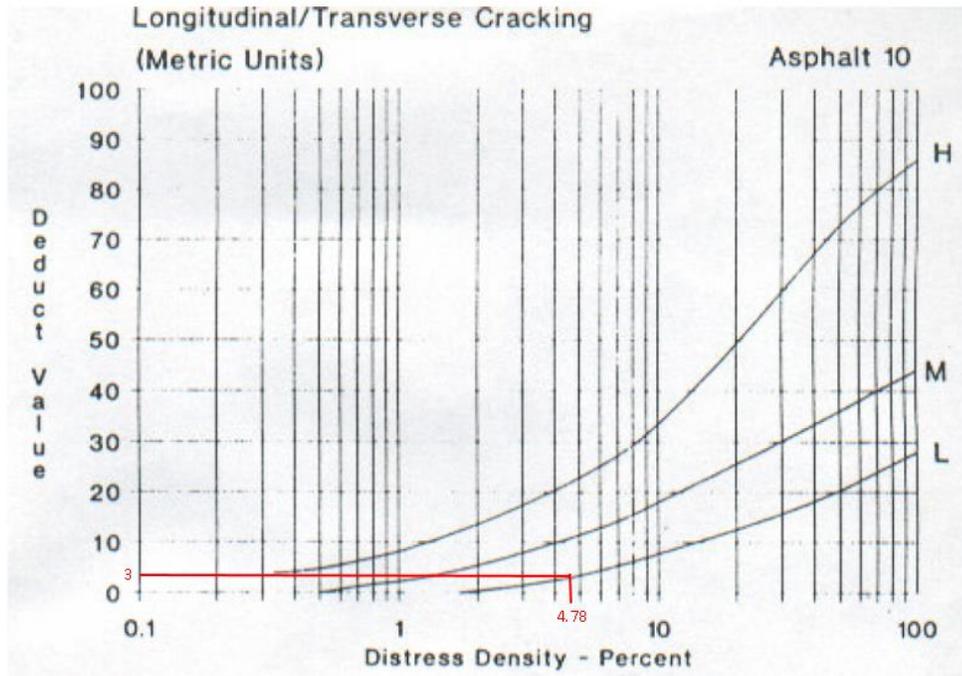
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-2: Índice de condición del pavimento- muestra N° 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO									
Sector:	Abscisa Inicial:	Unidad de Muestreo:									
Tisaleo	13+055	U2									
Elaborado por:	Abscisa Final:	Area de Muestreo (m2)									
Jessica Paola Casa Yugcha	13+085	230									
TIPOS DE FALLAS											
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD								
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²								
2	EX	EXUDACIÓN	m ²								
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²								
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m								
5	CO	CORRUGACIONES	m ²								
6	DP	DEPRESIÓN	m ²								
7	GB	GRIETA DE BORDE	m								
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m								
9	DC	DESNIVEL CARRIL/ BERMA	m								
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m								
11	PR	PARCHEO	m ²								
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²								
13	HU	HUECOS	U								
14	CF	CRUCE DE VIA FERREA	m ²								
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²								
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²								
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²								
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²								
ESQUEMA											
											
N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT			X	3.2	2.0	1.8	4	11	4.78	3
2	DP		X		2.1				2.1	0.91	9
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											12
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											88

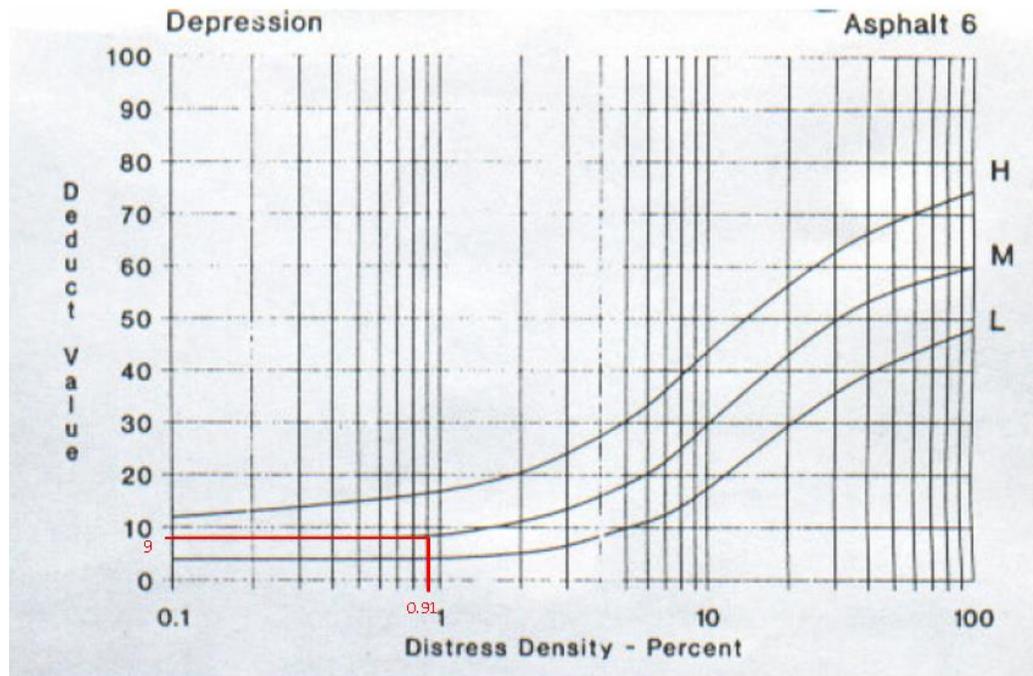
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 8: Valor deducido del daño depresión

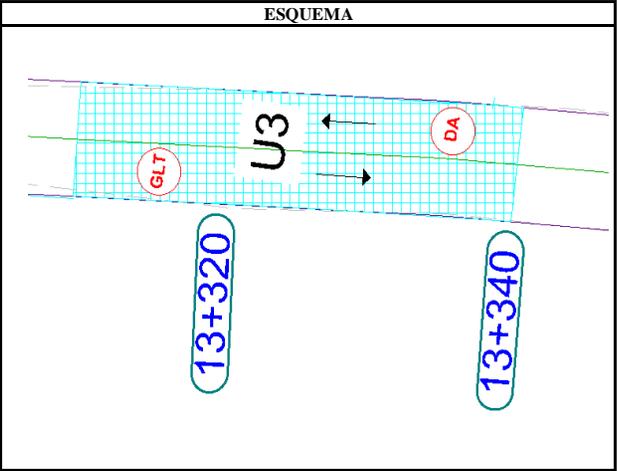


Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-3: Índice de condición del pavimento- muestra N° 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO					
Sector:		Abscisa Inicial:		Unidad de Muestreo:	
Tisaleo		13+310		U3	
Elaborado por:		Abscisa Final:		Area de Muestreo (m2)	
Jessica Paola Casa Yugcha		13+340		230	

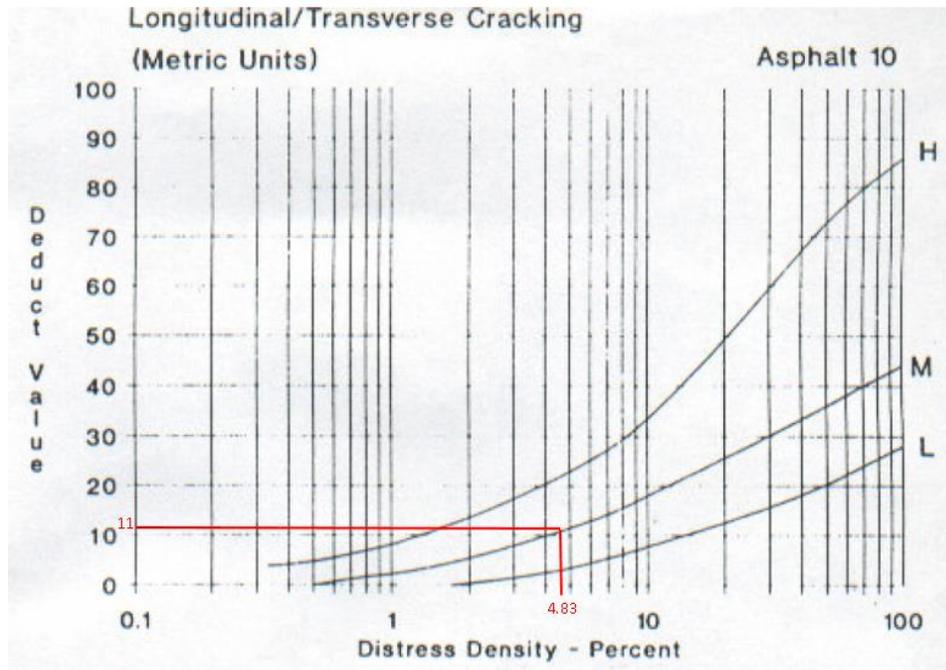
TIPOS DE FALLAS			
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²
2	EX	EXUDACIÓN	m ²
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m
5	CO	CORRUGACIONES	m ²
6	DP	DEPRESIÓN	m ²
7	GB	GRIETA DE BORDE	m
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m
9	DC	DESNIVEL CARIIL/ BERMA	m
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m
11	PR	PARCHEO	m ²
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²
13	HU	HUECOS	U
14	CF	CRUCE DE VIA FERREA	m ²
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²

ESQUEMA	
	

N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT		X		3.30	4.00	3.80		11.1	4.83	11
2	DA			X	3.40				3.4	1.48	2
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											13
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											87

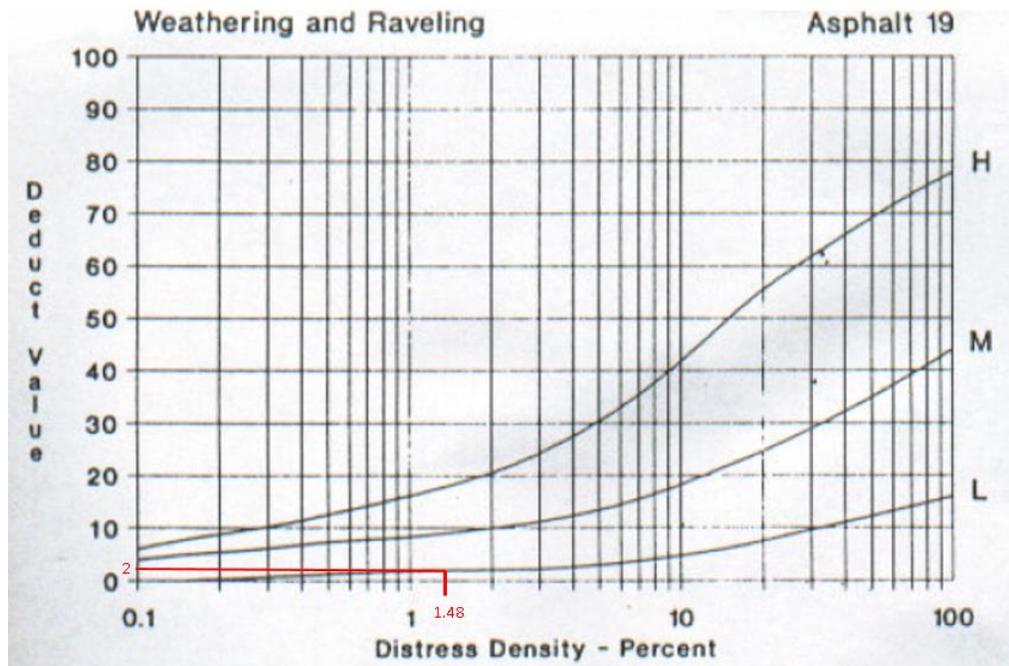
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 9: Valor deducido del daño desprendimiento de agregados



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-4: Índice de condición del pavimento- muestra N° 4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO			
Sector:	Abscisa Inicial:	Unidad de Muestreo:	
Tisaleo	13+565	U4	
Elaborado por:	Abscisa Final:	Area de Muestreo (m2)	
Jessica Paola Casa Yugcha	13+595	230	

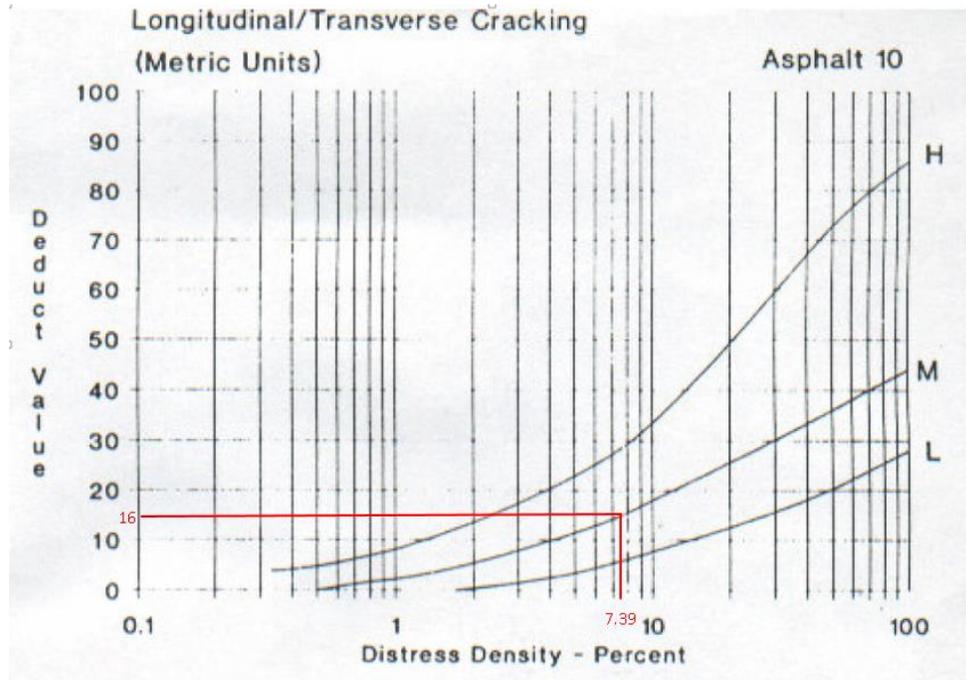
TIPOS DE FALLAS			
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²
2	EX	EXUDACIÓN	m ²
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m
5	CO	CORRUGACIONES	m ²
6	DP	DEPRESIÓN	m ²
7	GB	GRIETA DE BORDE	m
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m
9	DC	DESNIVEL CARIL/ BERMA	m
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m
11	PR	PARCHEO	m ²
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²
13	HU	HUECOS	U
14	CF	CRUCE DE VIA FERREA	m ²
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²

ESQUEMA	

N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT		X		3.50	6.30	7.20		17	7.39	16
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											16
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											84

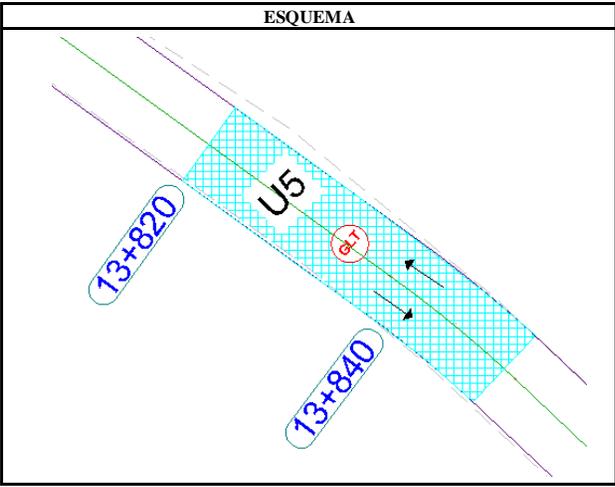
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



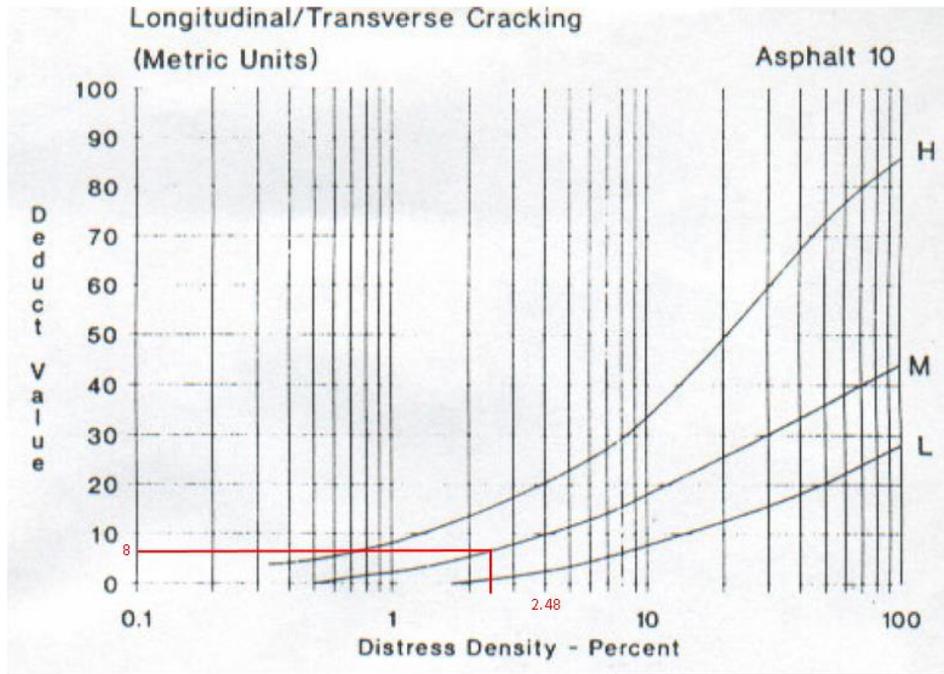
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-5: Índice de condición del pavimento- muestra N° 5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
		EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO										
Sector:		Abscisa Inicial:		Unidad de Muestreo:								
Tisaleo		13+820		U5								
Elaborado por:		Abscisa Final:		Area de Muestreo (m2)								
Jessica Paola Casa Yugcha		13+850		230								
TIPOS DE FALLAS												
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD									
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²									
2	EX	EXUDACIÓN	m ²									
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²									
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m									
5	CO	CORRUGACIONES	m ²									
6	DP	DEPRESIÓN	m ²									
7	GB	GRIETA DE BORDE	m									
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m									
9	DC	DESNIVEL CARIIL/ BERMA	m									
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m									
11	PR	PARCHEO	m ²									
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²									
13	HU	HUECOS	U									
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²									
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²									
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²									
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²									
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²									
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²									
ESQUEMA												
												
N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales					Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja								
1	GLT		X		3.00	0.50	1.50	0.70		5.7	2.48	8
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											8	
CÁLCULO DE PCI												
PCI= 100 - VDT											92	

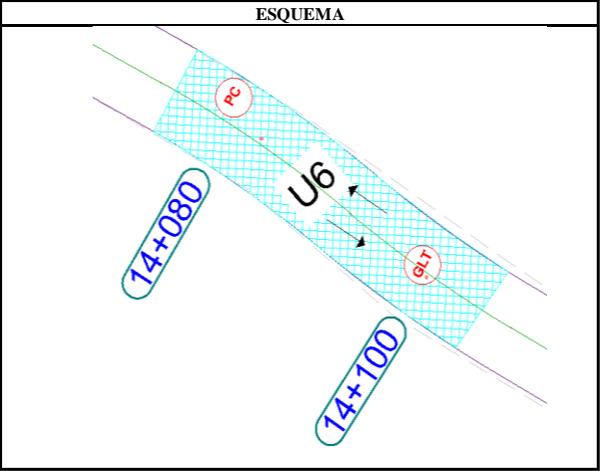
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



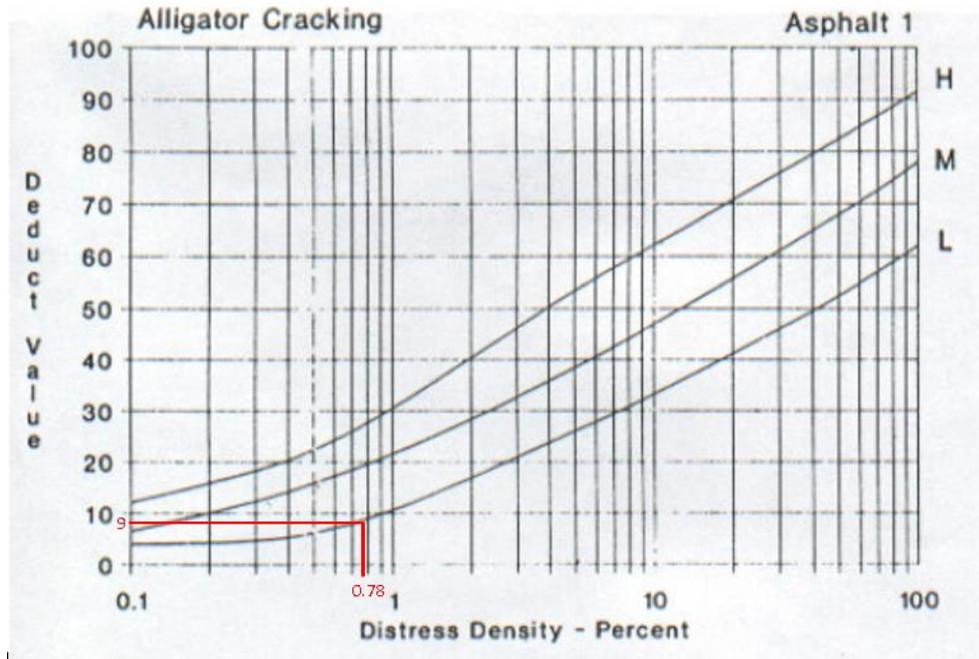
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-6: Índice de condición del pavimento- muestra N° 6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO									
Sector:	Abscisa Inicial:	Unidad de Muestreo:									
Tisaleo	14+075	U6									
Elaborado por:	Abscisa Final:	Area de Muestreo (m2)									
Jessica Paola Casa Yugcha	14+105	230									
TIPOS DE FALLAS											
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD								
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²								
2	EX	EXUDACIÓN	m ²								
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²								
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m								
5	CO	CORRUGACIONES	m ²								
6	DP	DEPRESIÓN	m ²								
7	GB	GRIETA DE BORDE	m								
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m								
9	DC	DESNIVEL CARIIL/ BERMA	m								
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m								
11	PR	PARCHEO	m ²								
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²								
13	HU	HUECOS	U								
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²								
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²								
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²								
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²								
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²								
ESQUEMA											
											
N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	PC			X	1.80				1.8	0.78	9
2	GLT		X		8.00				8	3.48	9
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											18
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											82

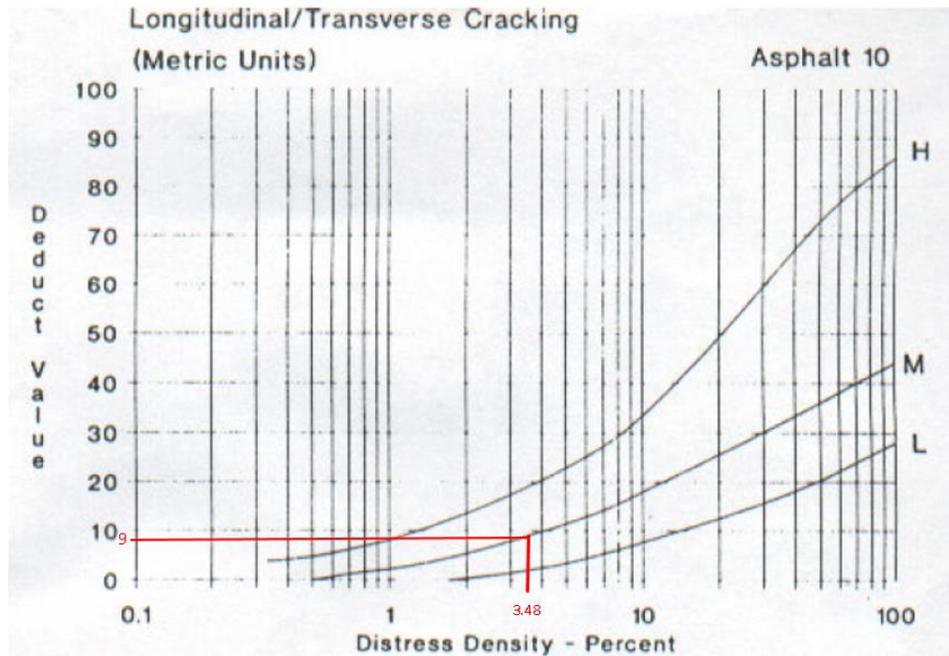
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 10: Valor deducido del daño piel de cocodrilo



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-7: Índice de condición del pavimento- muestra N° 7

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO		
Sector:	Abscisa Inicial:	Unidad de Muestreo:
Tisaleo	14+330	U7
Elaborado por:	Abscisa Final:	Area de Muestreo (m2)
Jessica Paola Casa Yugcha	14+360	230

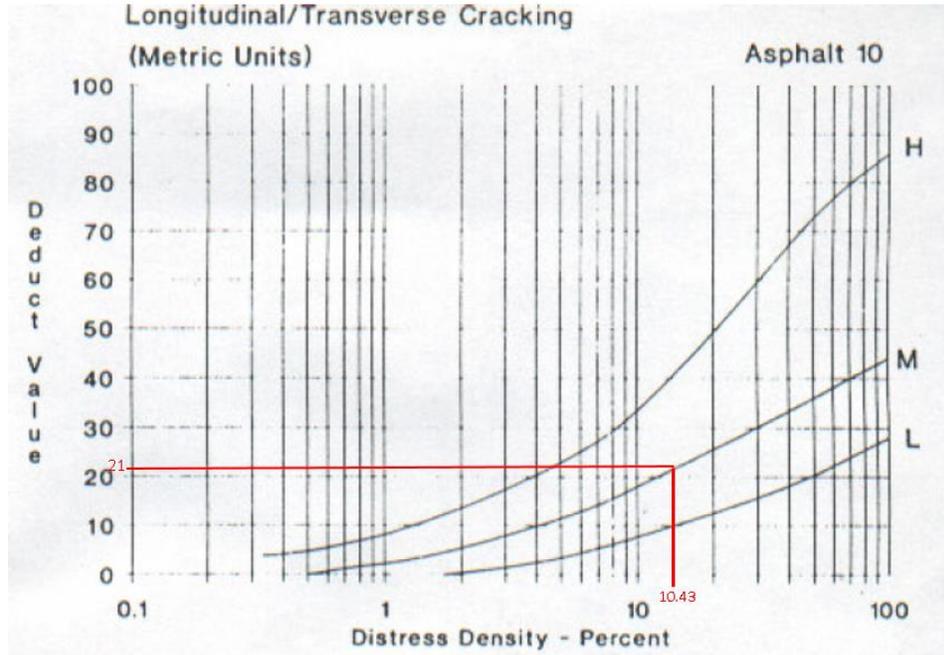
TIPOS DE FALLAS			
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²
2	EX	EXUDACIÓN	m ²
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m
5	CO	CORRUGACIONES	m ²
6	DP	DEPRESIÓN	m ²
7	GB	GRIETA DE BORDE	m
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m
9	DC	DESNIVEL CARIIL/ BERMA	m
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m
11	PR	PARCHEO	m ²
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²
13	HU	HUECOS	U
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²

N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT		X		24.00				24.00	10.43	21
2	H			X	2.60				2.60	1.13	4
3	PC			X	5.00	3.15	7.31	4.80	20.26	8.81	31
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											56
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											44

ESQUEMA

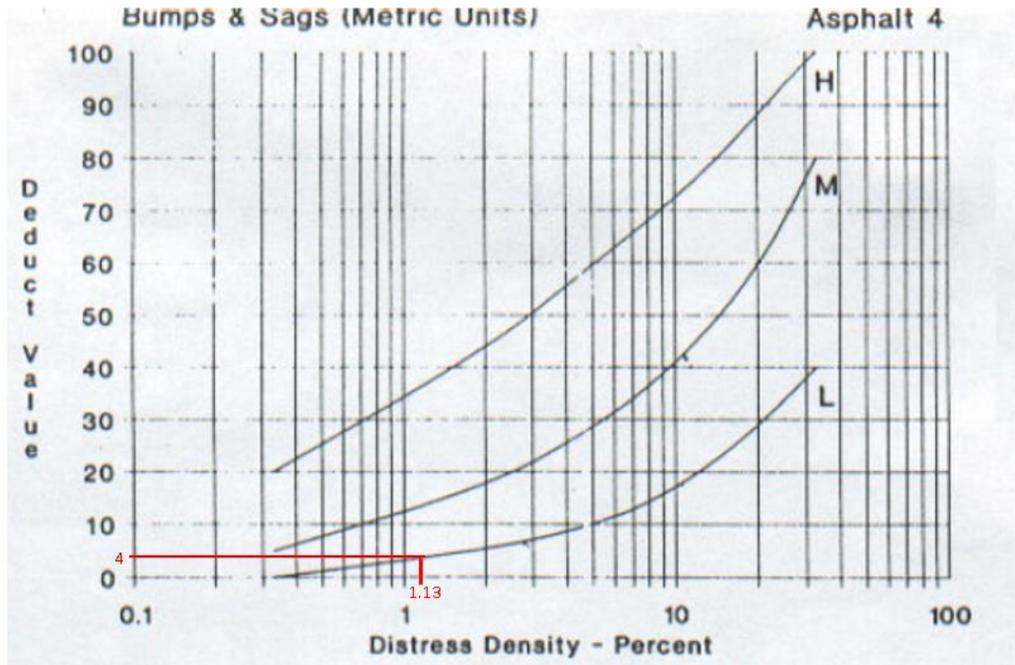
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



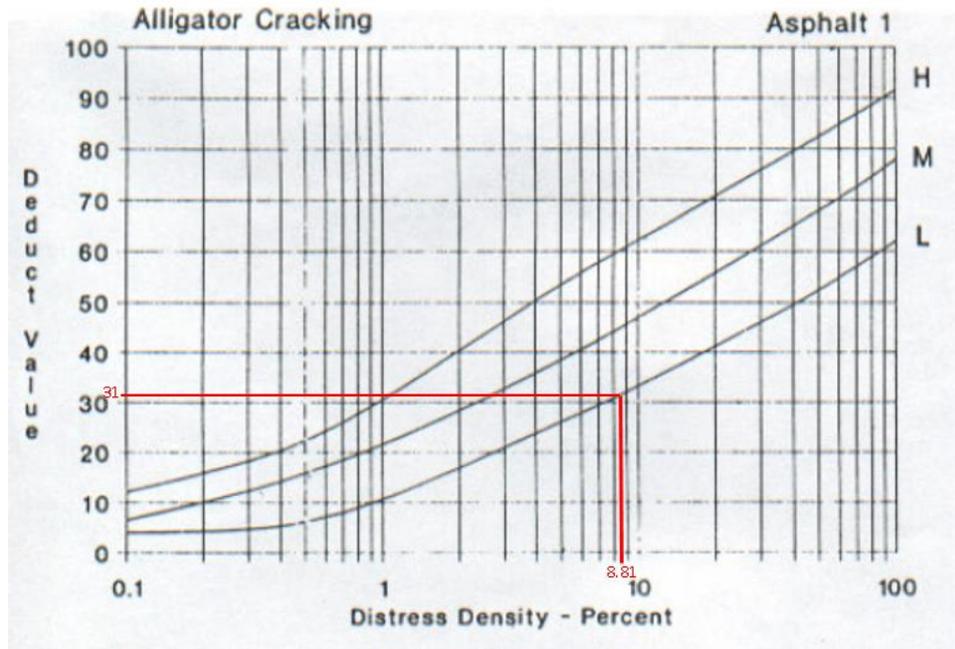
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 11: Valor deducido del daño hundimiento



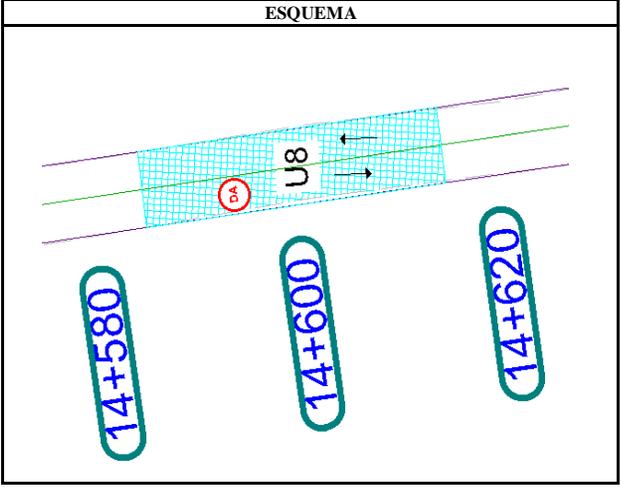
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 10: Valor deducido del daño piel de cocodrilo



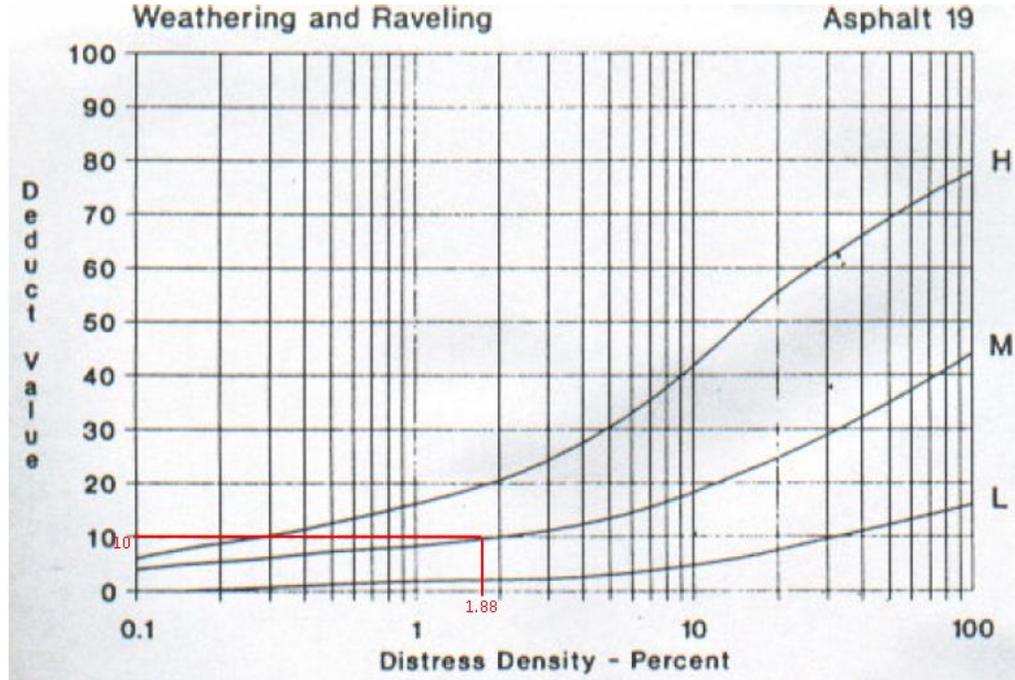
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-8: Índice de condición del pavimento- muestra N° 8

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO											
Sector:		Abscisa Inicial:		Unidad de Muestreo:							
Tisaleo		14+585		U8							
Elaborado por:		Abscisa Final:		Area de Muestreo (m2)							
Jessica Paola Casa Yugcha		14+615		230							
TIPOS DE FALLAS											
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD								
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²								
2	EX	EXUDACIÓN	m ²								
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²								
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m								
5	CO	CORRUGACIONES	m ²								
6	DP	DEPRESIÓN	m ²								
7	GB	GRIETA DE BORDE	m								
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m								
9	DC	DESNIVEL CARRIL/ BERMA	m								
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m								
11	PR	PARCHEO	m ²								
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²								
13	HU	HUECOS	U								
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²								
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²								
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²								
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²								
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²								
ESQUEMA											
											
N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	DA		X		4.32				4.32	1.88	10
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											10
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											90

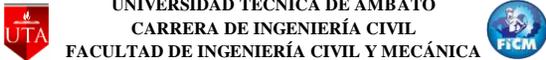
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 9: Valor deducido del daño desprendimiento de agregados



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-9: Índice de condición del pavimento- muestra N° 9



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

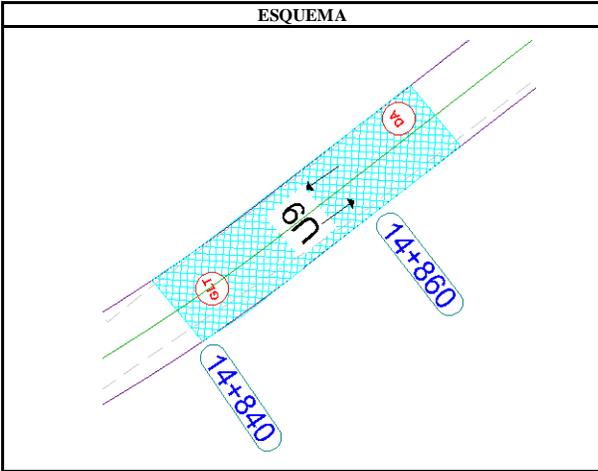
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO

Sector:	Abscisa Inicial:	Unidad de Muestreo:
Tisaleo	14+840	U9
Elaborado por:	Abscisa Final:	Area de Muestreo (m2)
Jessica Paola Casa Yugcha	14+870	230

TIPOS DE FALLAS

N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²
2	EX	EXUDACIÓN	m ²
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m
5	CO	CORRUGACIONES	m ²
6	DP	DEPRESIÓN	m ²
7	GB	GRIETA DE BORDE	m
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m
9	DC	DESNIVEL CARIL/ BERMA	m
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m
11	PR	PARCHEO	m ²
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²
13	HU	HUECOS	U
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²

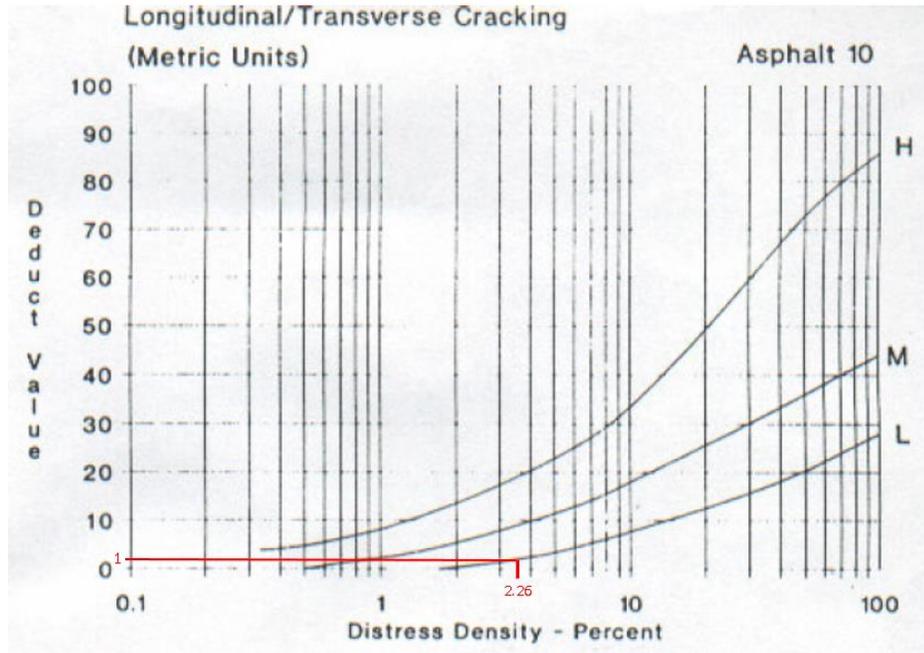
ESQUEMA



N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT			X	4.20	1.00			5.2	2.26	1
2	DA			X	1.32				1.32	0.57	1
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											2
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											98

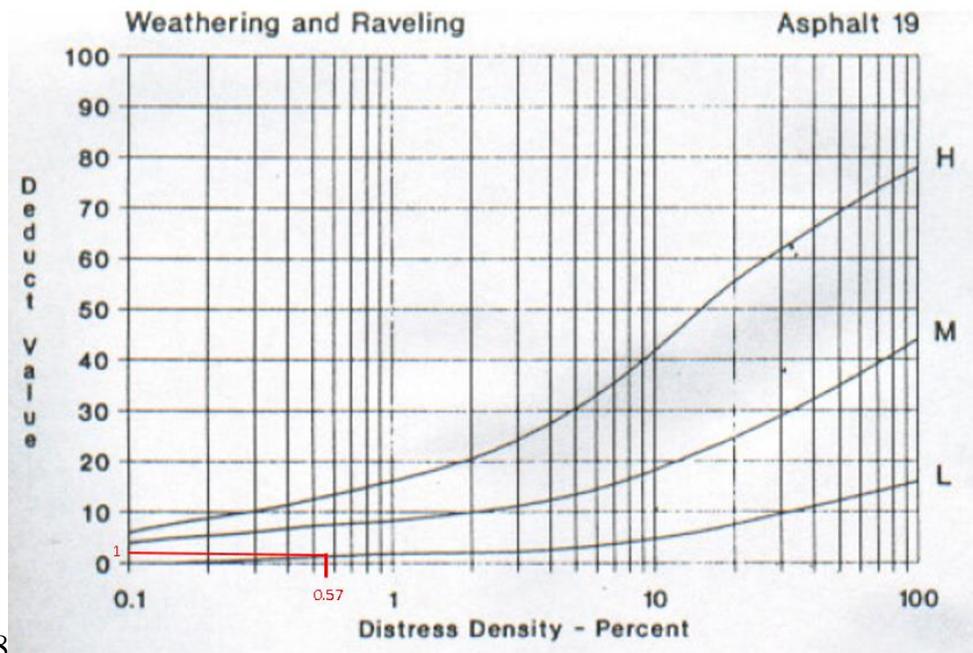
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

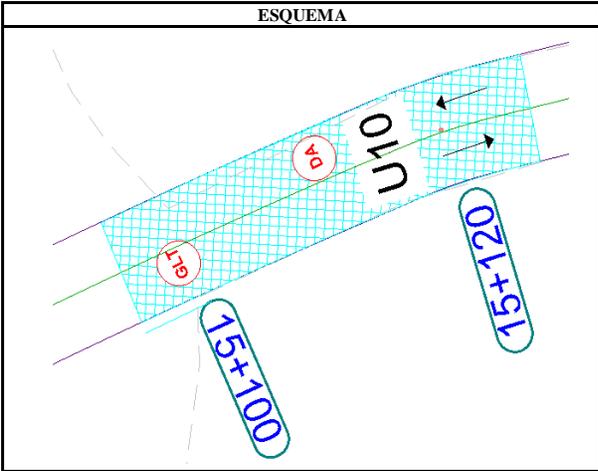
Figura 9: Valor deducido del daño desprendimiento de agregados



8

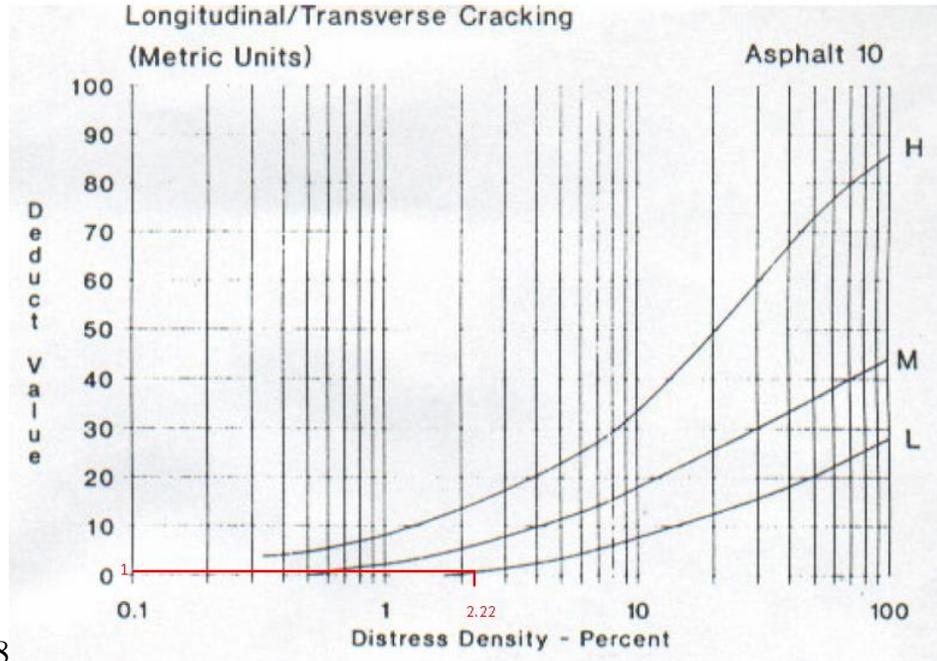
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-10: Índice de condición del pavimento- muestra N° 10

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO									
Sector:	Abscisa Inicial:	Unidad de Muestreo:									
Tisaleo	15+095	U10									
Elaborado por:	Abscisa Final:	Area de Muestreo (m2)									
Jessica Paola Casa Yugcha	15+125	230									
TIPOS DE FALLAS											
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD								
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²								
2	EX	EXUDACIÓN	m ²								
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²								
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m								
5	CO	CORRUGACIONES	m ²								
6	DP	DEPRESIÓN	m ²								
7	GB	GRIETA DE BORDE	m								
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m								
9	DC	DESNIVEL CARIL/ BERMA	m								
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m								
11	PR	PARCHEO	m ²								
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²								
13	HU	HUECOS	U								
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²								
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²								
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²								
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²								
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²								
ESQUEMA											
											
N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT			X	2.10	3.00			5.1	2.22	1
2	DA			X	13.16				13.16	5.72	2
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											3
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											97

Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

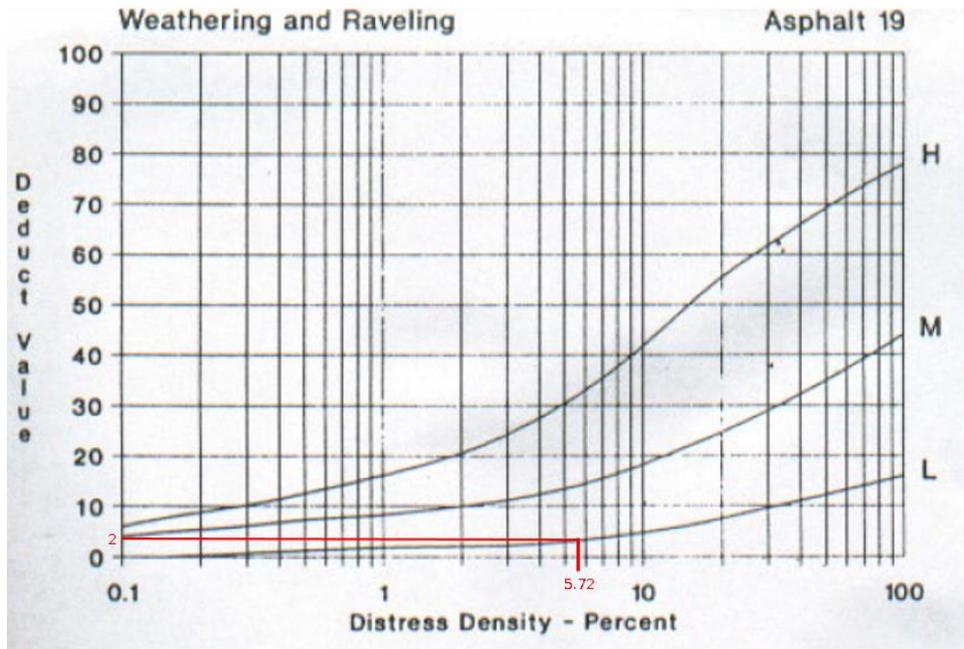
Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



8.8

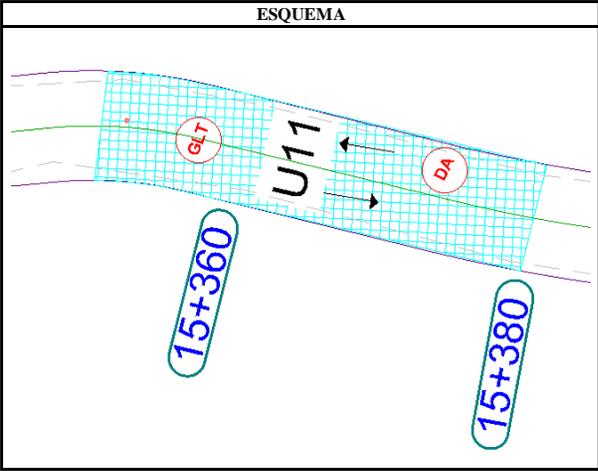
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 9: Valor deducido del daño desprendimiento de agregados



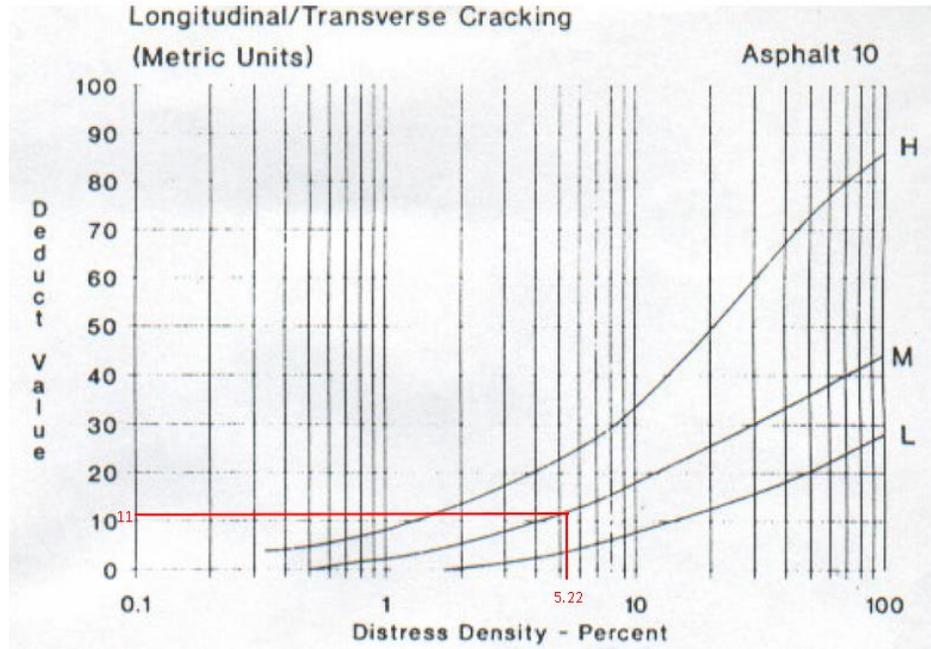
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-11: Índice de condición del pavimento- muestra N° 11

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO									
Sector:	Tisaleo	Abscisa Inicial:	15+350	Unidad de Muestreo:	U11						
Elaborado por:	Jessica Paola Casa Yugcha	Abscisa Final:	15+380	Area de Muestreo (m2)	230						
TIPOS DE FALLAS											
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD								
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²								
2	EX	EXUDACIÓN	m ²								
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²								
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m								
5	CO	CORRUGACIONES	m ²								
6	DP	DEPRESIÓN	m ²								
7	GB	GRIETA DE BORDE	m								
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m								
9	DC	DESNIVEL CARIL/ BERMA	m								
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m								
11	PR	PARCHEO	m ²								
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²								
13	HU	HUECOS	U								
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²								
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²								
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²								
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²								
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²								
ESQUEMA											
											
N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT		X		2.00	4.00	6.00		12	5.22	11
2	DA			X	2.00				2	0.87	1
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											12
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											88

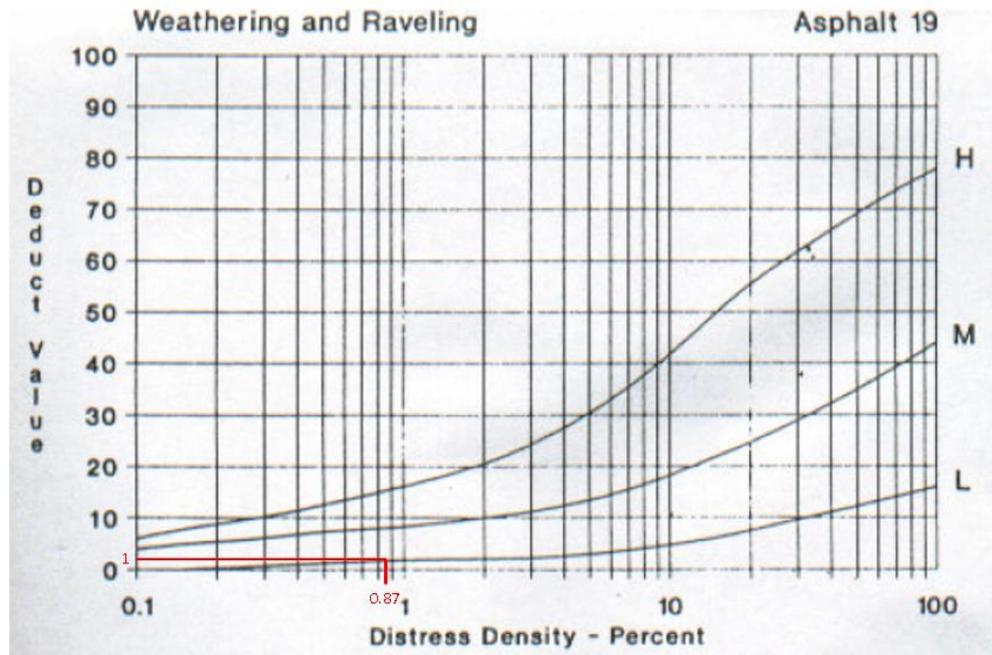
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 9: Valor deducido del daño desprendimiento de agregados

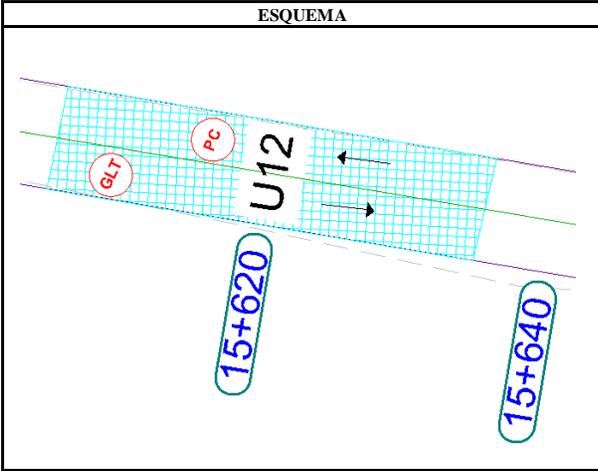


Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-12: Índice de condición del pavimento- muestra N° 12

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO					
Sector:		Abscisa Inicial:		Unidad de Muestreo:	
Tisaleo		12+800		U1	
Elaborado por:		Abscisa Final:		Area de Muestreo (m2)	
Jessica Paola Casa Yugcha		12+830		230	

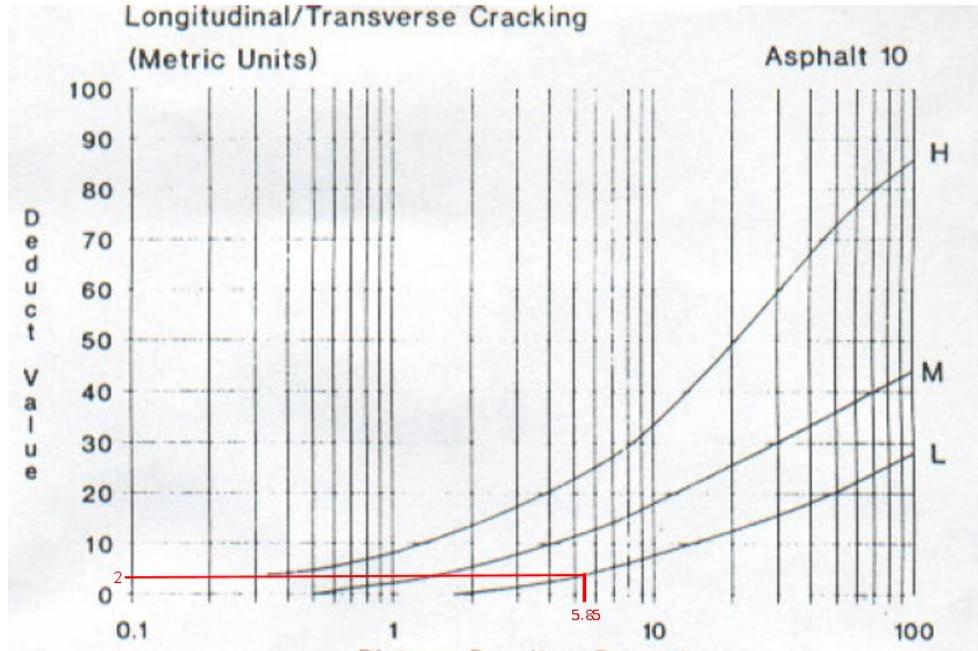
TIPOS DE FALLAS			
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²
2	EX	EXUDACIÓN	m ²
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m
5	CO	CORRUGACIONES	m ²
6	DP	DEPRESIÓN	m ²
7	GB	GRIETA DE BORDE	m
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m
9	DC	DESNIVEL CARIIL/ BERMA	m
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m
11	PR	PARCHEO	m ²
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²
13	HU	HUECOS	U
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²

ESQUEMA	
	

N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT			X	3.50	2.10	7.85		13.45	5.85	2
2	PC			X	1.20	5.88			7.08	3.08	21
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											23
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											77

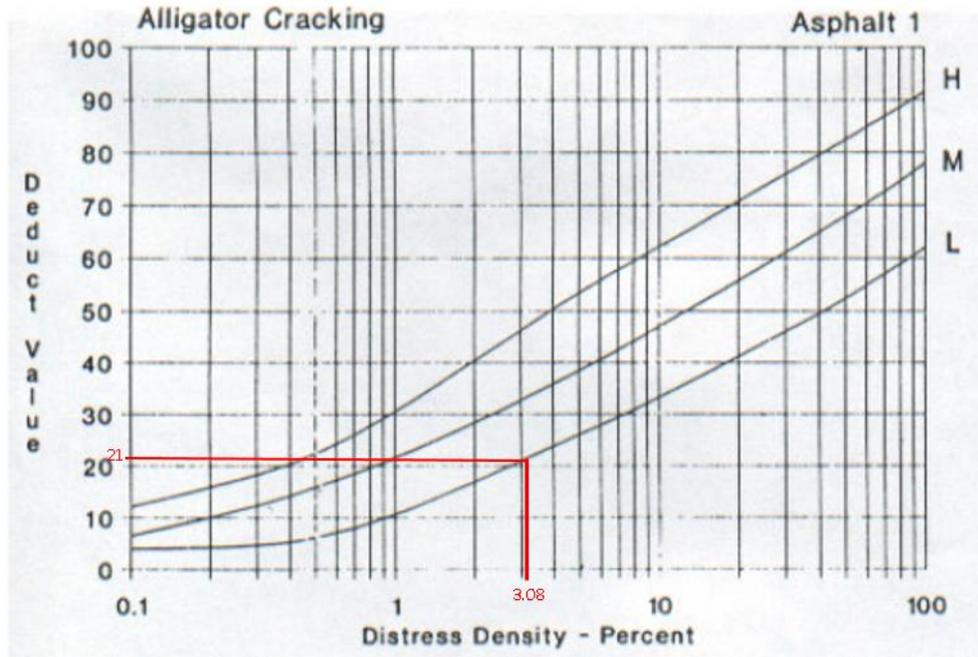
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 10: Valor deducido del daño piel de cocodrilo



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

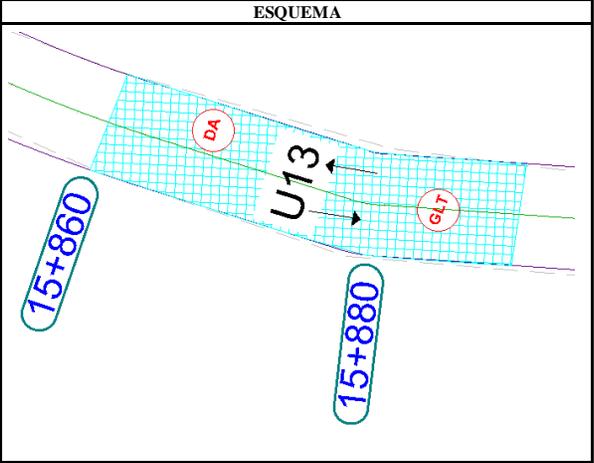
Anexo B-13: Índice de condición del pavimento- muestra N° 13

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO					
Sector:		Abscisa Inicial:		Unidad de Muestreo:	
Tisaleo		15+860		U13	
Elaborado por:		Abscisa Final:		Area de Muestreo (m2)	
Jessica Paola Casa Yugcha		15+890		230	

TIPOS DE FALLAS			
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²
2	EX	EXUDACIÓN	m ²
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m
5	CO	CORRUGACIONES	m ²
6	DP	DEPRESIÓN	m ²
7	GB	GRIETA DE BORDE	m
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m
9	DC	DESNIVEL CARRIL/ BERMA	m
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m
11	PR	PARCHEO	m ²
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²
13	HU	HUECOS	U
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²
19	DA	DESprendimiento de agregados	m ²

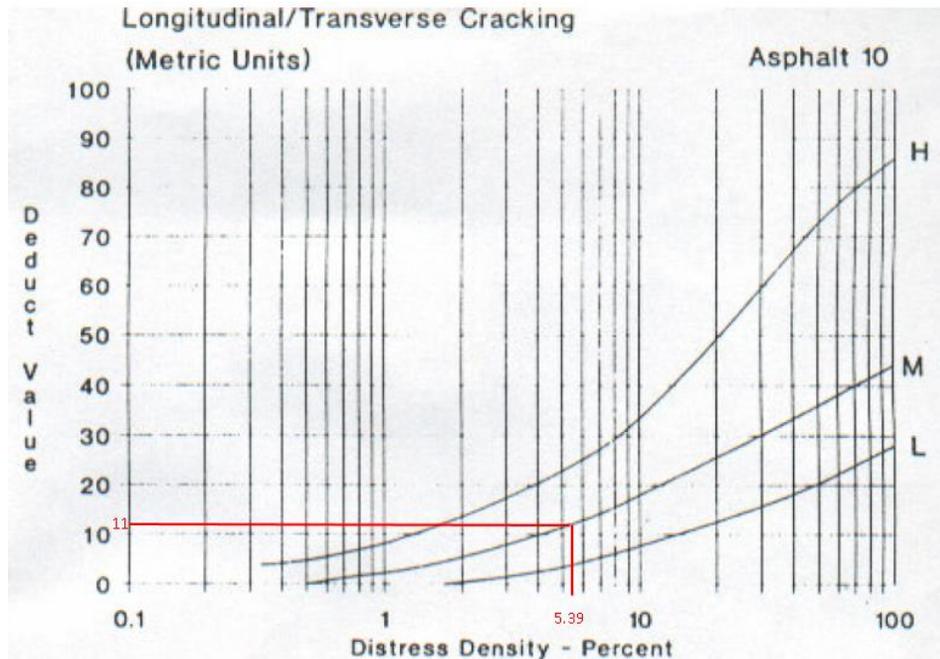
N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales					Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja								
1	GLT		X		7.35	1.40	1.40	1.25	1.00	12.4	5.39	11
2	DA			X	6.88					6.88	2.99	1
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											12	
CÁLCULO DE PCI												
PCI= 100 - VDT											88	

ESQUEMA



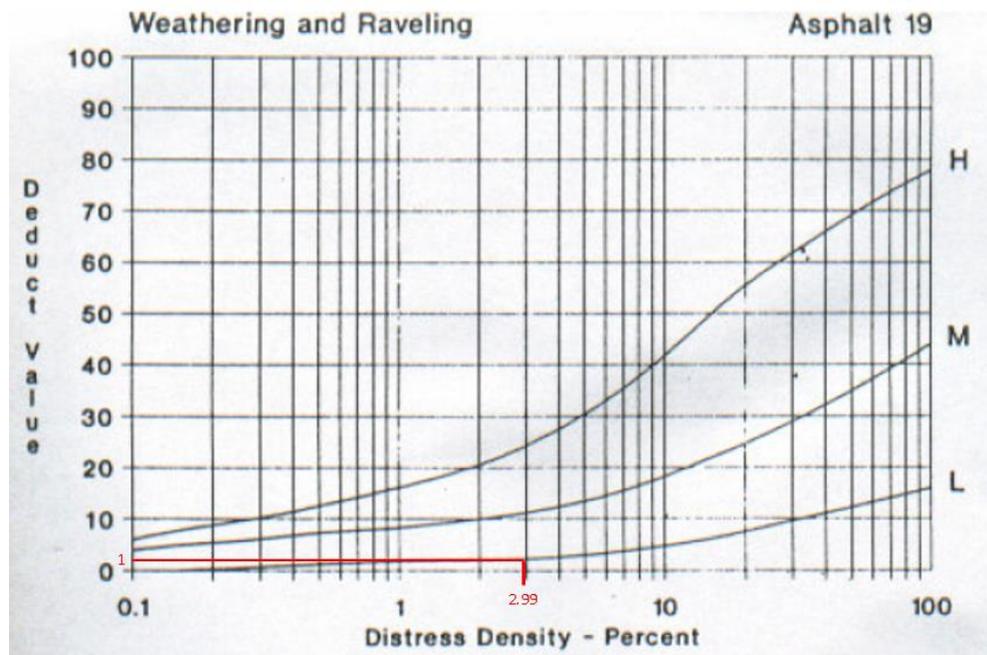
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



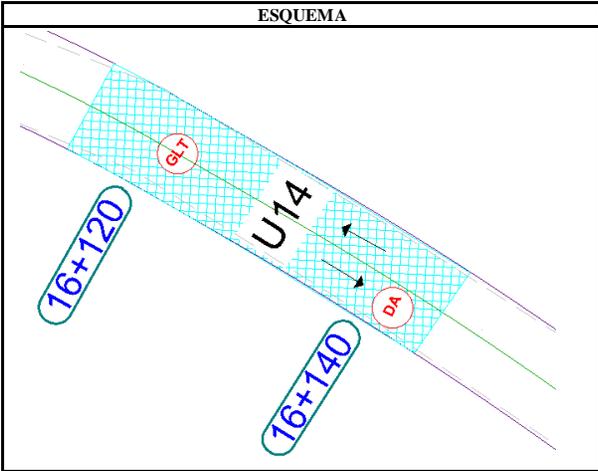
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 9: Valor deducido del daño desprendimiento de agregados



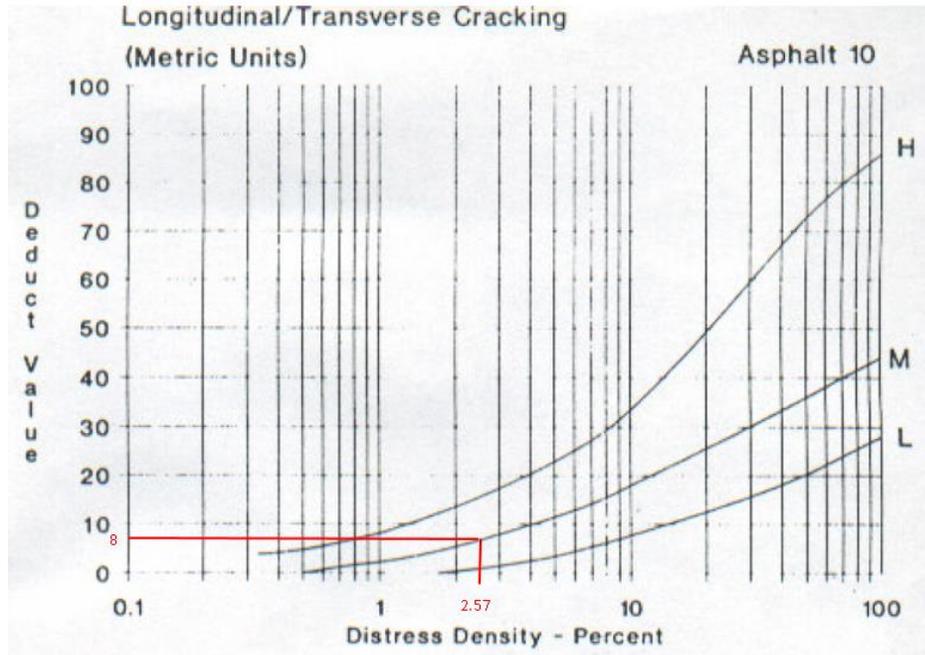
Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Anexo B-14: Índice de condición del pavimento- muestra N° 14

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO									
Sector:	Abscisa Inicial:	Unidad de Muestreo:									
Tisaleo	16+115	U14									
Elaborado por:	Abscisa Final:	Area de Muestreo (m2)									
Jessica Paola Casa Yugcha	16+145	230									
TIPOS DE FALLAS											
N°	CÓDIGO	DAÑO	UNIDAD								
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m ²								
2	EX	EXUDACIÓN	m ²								
3	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²								
4	A-H	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m								
5	CO	CORRUGACIONES	m ²								
6	DP	DEPRESIÓN	m ²								
7	GB	GRIETA DE BORDE	m								
8	BR	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m								
9	DC	DESNIVEL CARIL/ BERMA	m								
10	GLT	GRIETAS LONG Y TRANSVERSAL	m								
11	PR	PARCHEO	m ²								
12	PA	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²								
13	HU	HUECOS	U								
14	CF	CRUCE DE VÍA FERREA	m ²								
15	AH	AHUELLAMIENTO	m ²								
16	DE	DESPLAZAMIENTO	m ²								
17	GP	GRIETA PARABOLICA (SLIPPAGE)	m ²								
18	HI	HINCHAMIENTO	m ²								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²								
ESQUEMA											
											
N°	Daño	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
		Alta	Media	Baja							
1	GLT		X		0.85	1.85	2.00	1.20	5.9	2.57	8
2	DA			X	14.00				14	6.09	2
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)											10
CÁLCULO DE PCI											
PCI= 100 - VDT											90

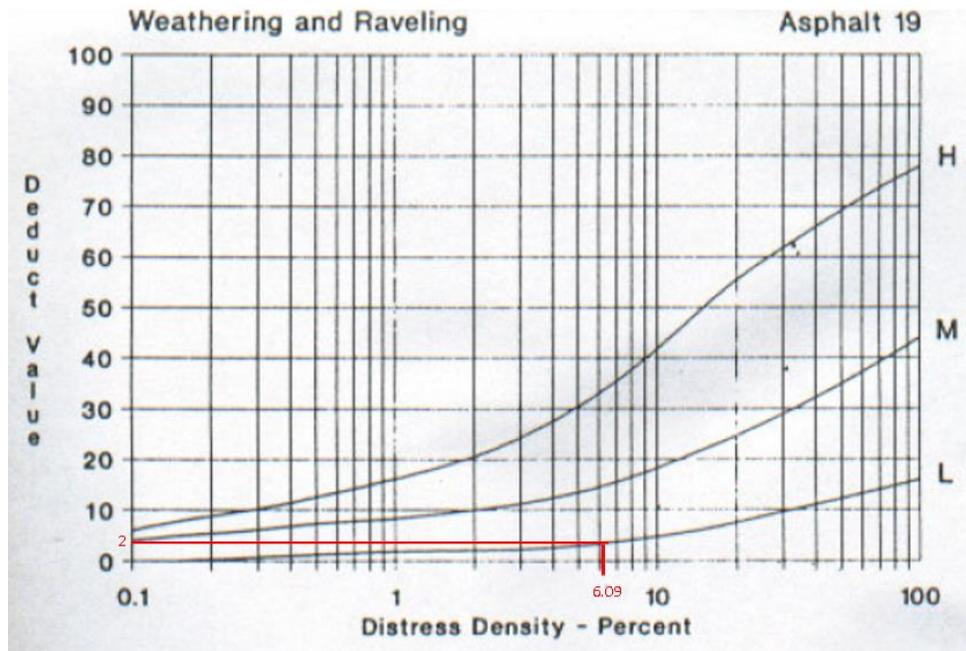
Autor: Jessica Paola Casa Yugcha

Figura 7: Valor deducido del daño grieta longitudinal y transversal



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

Figura 9: Valor deducido del daño desprendimiento de agregados



Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), Ing. Luis Vasquez Varela

ANEXO C

ESTUDIO DE SUELOS

Muestra 1

Abscisa 13+660

Coordenadas

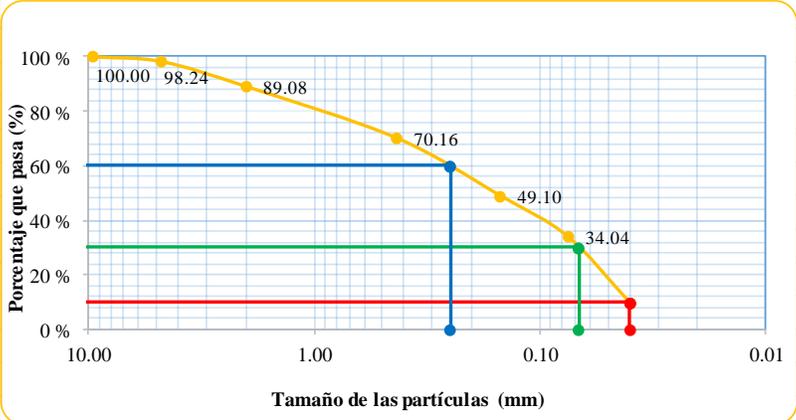
Este: 757731 m

Zona: 17M

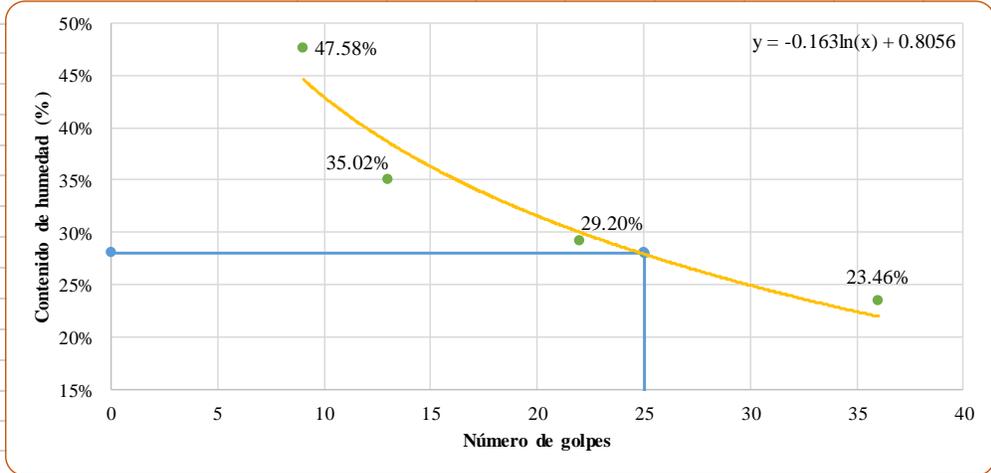
Norte: 9853135 m

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

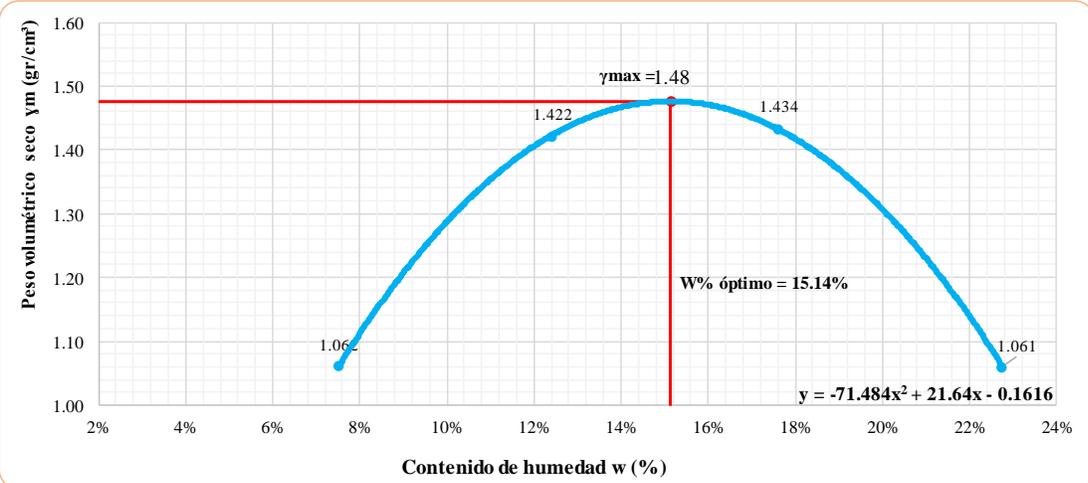
Anexo E-1: Granulometría

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS 				
ESPECIFICACIONES				
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	500.00	
Muestra:	Subrasante	PCA:	1	
Profundidad:	1 - 1.25m	Abscisa:	13+660	
GRANULOMETRÍA				
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/8"	9.53	0	0.00	100.00
#4	4.76	8.8	1.76	98.24
#10	2	54.6	10.92	89.08
#40	0.43	149.2	29.84	70.16
#100	0.15	254.5	50.90	49.10
#200	0.08	329.80	65.96	34.04
Fuente	170.20		34.04	
Total muestra		500		
Total - Cuarteo (gr)		500		
CLASIFICACIÓN				
Grava			1.76%	
Arena(Fina)			64.20%	
Finos			34.04%	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO				
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material		
AASHTO	A-2-4	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla		
SUCS	SC			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA				
				
D10 en mm	0.040	Cu	D60 / D10	6.25
D30 en mm	0.067	Cc	D30 ² /(D60*D10)	0.45
D60 en mm	0.250			

Anexo E-1: Límites Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO:	NORMAS:		MUESTRA:		ABSCISA:			
Copa de Casagrande	ASTM: D4318		PCA 1 - Subrasante		13+660			
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	3E	41	74	44	7	20	33	76
Peso de la muestra hum+ rec	23.7	20.2	20.8	21	24.4	21.2	23.6	25.6
Peso de la muestra seca+ rec	21.1	17.3	18.6	18.2	21.1	18.2	21.6	23.5
Peso del recipiente	14.5	12.1	6.5	12.8	9.6	8.1	12.6	15
Peso del agua (Ww)	2.60	2.90	2.20	2.80	3.30	3.00	2.00	2.10
Peso de la muestra seca (Ws)	6.60	5.20	12.10	5.40	11.50	10.10	9.00	8.50
Contenido de humedad (w%)	39.39%	55.77%	18.18%	51.85%	28.70%	29.70%	22.22%	24.71%
Promedio de (w%)	47.58%		35.02%		29.20%		23.46%	
Número de golpes	9		13		22		36	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
COORDENADAS		X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido		
		0	28.09%	25	0.00%	28.09%		
		25	28.09%	25	28.09%			
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	75	3A	4M	36	45	7A		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	7.7	7.4	12.5	8.6	8.2	8.1		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	7.5	7.3	12.2	8.2	7.8	7.9		
Peso del recipiente (Wr)	6.2	6.1	10.7	7.1	6.1	6.7		
Peso de agua (Ww)	0.20	0.10	0.30	0.40	0.40	0.20		
Peso muestra seca (Ws)	1.30	1.20	1.50	1.10	1.70	1.20		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	15.38%	8.33%	20.00%	36.36%	23.53%	16.67%		
Promedio W% (L.P)	20.05%							
IP=LL - LP		8.05%						
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO								
Norma	Clasificación de Grupo			Tipo de Material				
AASHTO	A-2-4			Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla				
SUCS	SC							

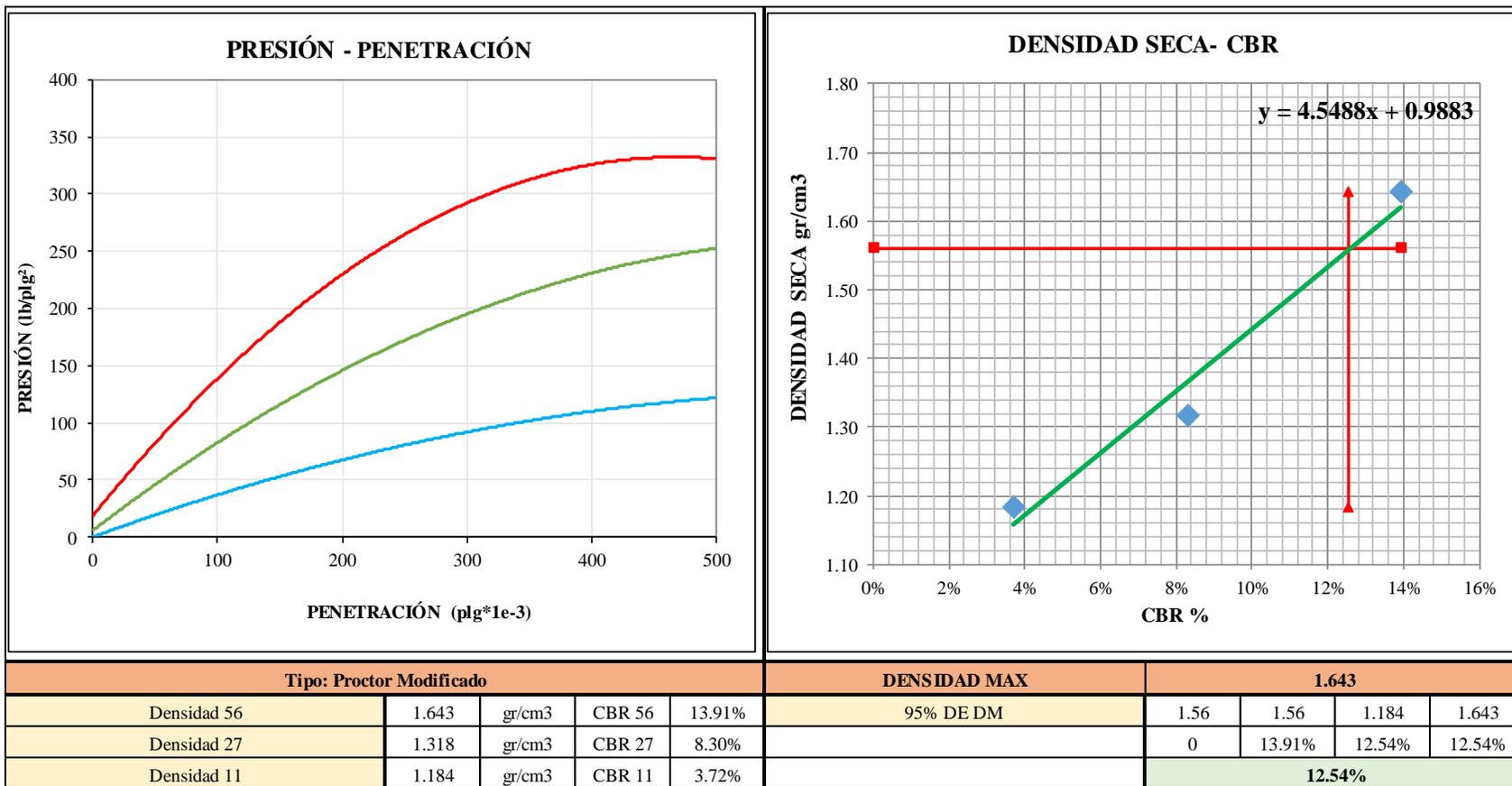
Anexo E-1: Proctor Modificado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA								
ESPECIFICACIONES								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"	Peso del molde: 6457 gr						
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb	Muestra: Subrasante (PCA 1)						
Abscisa: km 11 + 600	Norma: AASHTO T-180	Método: B						
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
N° Molde	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%	20%				
Peso suelo + recipiente	8891	9876	10054	9234				
Peso del recipiente	6457	6467	6457	6457				
Peso de la masa de suelo (Wm)	2434	3409	3597	2777				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Altura del molde (cm)	11.6	11.6	11.6	11.6				
Diámetro de la muestra (cm)	15.30	15.30	15.30	15.30				
Volumen de la muestra (Vm)	2133	2133	2133	2133				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1.141	1.598	1.687	1.302				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
N° Recipiente	E3	13	78	52	20	A2	G5	J6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	61.82	52.29	57.36	61.01	60.93	61.43	61.61	58.64
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	58.34	49.41	52.49	55.34	53.55	54.00	52.45	50.00
Peso del recipiente Wr	11.78	11.29	11.98	11.12	12.01	11.44	12.11	12.11
Peso agua (Ww)	3.48	2.88	4.87	5.67	7.38	7.43	9.16	8.64
Peso de la muestra seca (ws)	46.56	38.12	40.51	44.22	41.54	42.56	40.34	37.89
Contenido de humedad w%	7.47%	7.56%	12.02%	12.82%	17.77%	17.46%	22.71%	22.80%
Contenido de humedad promedio	7.51%	12.42%	17.61%	22.75%				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1.062	1.422	1.434	1.061				
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
 <p>The graph plots dry unit weight (γ_d) in gr/cm³ on the y-axis against moisture content (w) in % on the x-axis. The curve is a downward-opening parabola. The peak of the curve is at a moisture content of 15.14% and a dry unit weight of 1.476 gr/cm³. The maximum dry unit weight is labeled as $\gamma_{max} = 1.48$. The equation of the curve is $y = -71.484x^2 + 21.64x - 0.1616$.</p>								
Peso Volumétrico Seco Máximo γ_d :	1.476							
Óptimo Contenido de Humedad w:	15.14%							

Anexo E-1: CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A CORTE																	
CBR																	
ESPECIFICACIONES																	
Tipo: Proctor Modificado							Peso del Martillo: 10 lb										
Norma: AASHTO T-180							Altura de caída: 18 in										
Peso muestra (gr): 6000							Cont. de humedad óptimo (%):					15.14%					
Muestra: Subrasante							Abscisa: km 11 + 600										
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.																	
MOLDE			11				E2				TC						
Nº de capas			5				5				5						
Nº de golpes			56				27				11						
Cond. Muestra			Antes del remojo														
P. húmedo + molde			10985				10244				9711						
Peso molde			6789				6912				6708						
Peso húmedo			4196				3332				3003						
Volumen muestra			2256				2234				2259						
Densidad húmeda			1.860				1.491				1.329						
CONTENIDO DE HUMEDAD																	
Recipiente N°			L6		15		A56		G5		T2		2				
P. hum. + recipiente			70.03		75.42		79.45		89.42		99.02		90.65				
P. seco + recipiente			64.23		68.87		72.61		81.29		89.85		82.25				
Peso recipiente			20.14		19.56		20.4		20.12		20.09		8.4				
Peso agua			5.8		6.55		6.84		8.13		9.17		8.4				
Peso de sólidos			44.09		49.31		52.21		61.17		69.76		73.85				
Contenido humedad %			13.15%		13.28%		13.10%		13.29%		13.15%		11.37%				
Promedio			13.22%				13.20%				12.26%						
Densidad seca			1.643				1.318				1.184						
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN																	
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)							Área del pistón= 3 plg ²		Norma: ASTM D 193 - 13			Subrasante		ABSCISA		13+660	
Molde				1				2				3					
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR		
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida			
		0	0	0	0.00			0	0.00			0	0.00				
0	0	0.64	25	145	48.33			95	31.67			30	10.00				
1	0	1.27	50	268	89.33			152	50.67			52	17.33				
1	0	1.91	75	375	125.00			196	65.33			85	28.33				
2	0	2.54	100	452	150.67	139.11	13.91	254	84.67	83.02	8.30	110	36.67	37.22	3.72		
3	0	3.81	150	578	192.67			326	108.67			165	55.00				
4	0	5.08	200	679	226.33			425	141.67			212	70.67				
5	0	6.35	250	789	263.00			512	170.67			245	81.67				
6	0	7.62	300	852	284.00			601	200.33			268	89.33				
8	0	10.16	400	937	312.33			698	232.67			315	105.00				
10	0	12.7	500	1025	341.67			752	250.67			374	124.67				
CBR Corregido							13.91				8.30				3.72		

Anexo E-1: Gráfica de Penetración-CBR



Muestra 2

Abscisa 14+500

Coordenadas

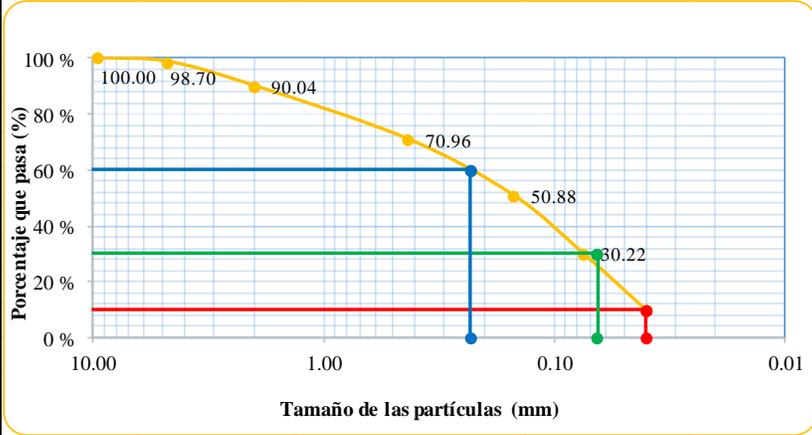
Este: 758163 m

Zona: 17M

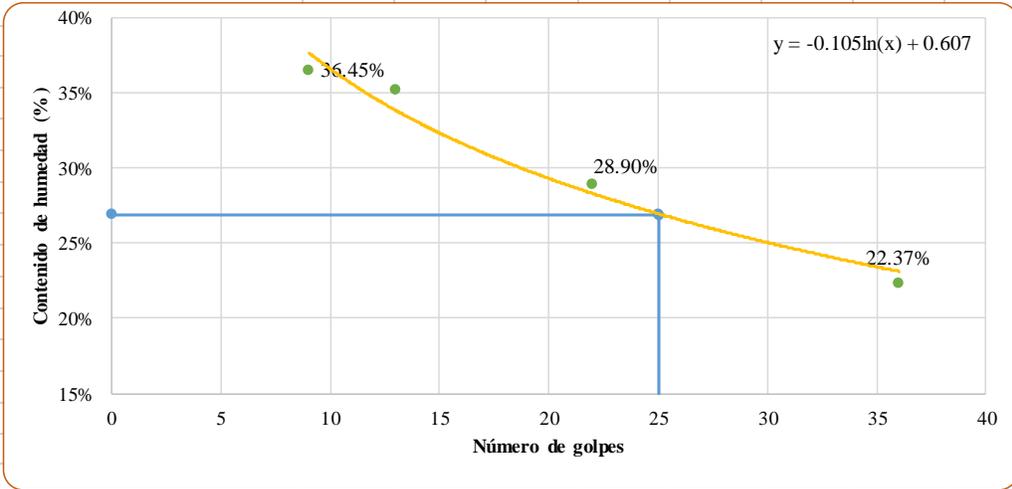
Norte: 9852461m

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

Anexo E-2: Granulometría

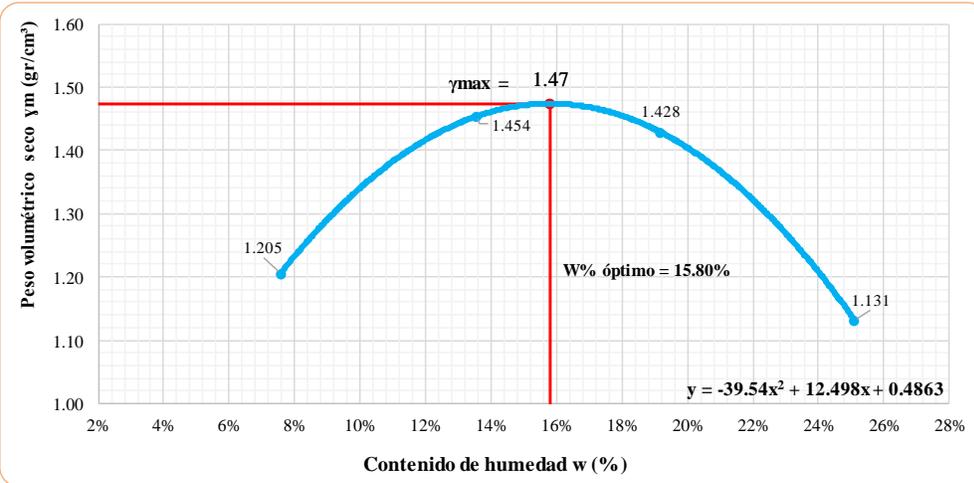
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS 				
ESPECIFICACIONES				
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	500.00	
Muestra:	Subrasante	PCA:	2	
Profundidad:	1 - 1.25m	Abscisa:	14+500	
GRANULOMETRÍA				
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/8"	9.53	0	0.00	100.00
#4	4.76	6.5	1.30	98.70
#10	2	49.8	9.96	90.04
#40	0.43	145.2	29.04	70.96
#100	0.15	245.6	49.12	50.88
#200	0.08	348.90	69.78	30.22
Fuente	151.10		30.22	
Total muestra		500		
Total - Cuarteo (gr)		500		
CLASIFICACIÓN				
Grava			1.30%	
Arena(Fina)			68.48%	
Finos			30.22%	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO				
Norma	Clasificación de Grupo		Tipo de Material	
AASHTO	A-2-4		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	
SUCS	SC			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA				
				
D10 en mm	0.040	Cu	D60 / D10	5.75
D30 en mm	0.065	Cc	D30²/(D60*D10)	0.46
D60 en mm	0.230			

Anexo E-2: Límites Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG 								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:			ABSCISA:	
Copa de Casagrande	ASTM: D4318			PCA 2 - Subrasante			14+500	
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	23	5	25	78	E5	25	14	6
Peso de la muestra hum+ rec	22.6	19.6	21.2	21.6	24.1	21.6	24.6	26.1
Peso de la muestra seca+ rec	20.8	16.9	19.6	18.5	20.9	18.7	22	24.5
Peso del recipiente	12.6	11.6	7.2	13.1	9.9	8.6	12.9	14.6
Peso del agua (Ww)	1.80	2.70	1.60	3.10	3.20	2.90	2.60	1.60
Peso de la muestra seca (Ws)	8.20	5.30	12.40	5.40	11.00	10.10	9.10	9.90
Contenido de humedad (w%)	21.95%	50.94%	12.90%	57.41%	29.09%	28.71%	28.57%	16.16%
Promedio de (w%)	36.45%		35.16%		28.90%		22.37%	
Número de golpes	9		13		22		36	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
COORDENADAS			X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido	
			0	26.90%	25	0.00%	26.90%	
			25	26.90%	25	26.90%		
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	2	56	12	14	6	8		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	7.6	7.8	12.9	9.2	8.6	8.5		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	7.5	7.6	12.7	8.9	8.4	8.0		
Peso del recipiente (Wr)	6.3	6.6	10.1	6.5	6.5	7.1		
Peso de agua (Ww)	0.10	0.20	0.20	0.30	0.20	0.50		
Peso muestra seca (Ws)	1.20	1.00	2.60	2.40	1.90	0.90		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	8.33%	20.00%	7.69%	12.50%	10.53%	55.56%		
Promedio W% (LP)						19.10%		
IP=LL - LP			7.80%					
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO								
Norma	Clasificación de Grupo				Tipo de Material			
AASHTO	A-2-4				Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla			
SUCS	SC							

Anexo E-2: Proctor Modificado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA								
ESPECIFICACIONES								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"	Peso del molde: 6457 gr						
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb	Muestra: Subrasante (PCA 2)						
Abscisa: km 11 + 600	Norma: AASHTO T-180	Método: B						
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
N° Molde	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%	20%				
Peso suelo + recipiente	9222	9989	10087	9476				
Peso del recipiente	6457	6467	6457	6457				
Peso de la masa de suelo (Wm)	2765	3522	3630	3019				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Altura del molde (cm)	11.6	11.6	11.6	11.6				
Diámetro de la muestra (cm)	15.30	15.30	15.30	15.30				
Volumen de la muestra (Vm)	2133	2133	2133	2133				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1.296	1.651	1.702	1.416				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
N° Recipiente	58	74	17	25	38	49	37	31
Peso húmedo + recipiente (W _h)	42.06	46.14	45.81	46.07	46.12	45.78	51.55	51.87
Peso seco + recipiente (W _s +W _r)	40.03	43.65	41.75	41.98	40.68	40.34	43.54	43.88
Peso del recipiente W _r	11.98	12.11	12.10	11.44	12.16	12.11	11.76	11.95
Peso agua (W _w)	2.03	2.49	4.06	4.09	5.44	5.44	8.01	7.99
Peso de la muestra seca (w _s)	28.05	31.54	29.65	30.54	28.52	28.23	31.78	31.93
Contenido de humedad w%	7.24%	7.89%	13.69%	13.39%	19.07%	19.27%	25.20%	25.02%
Contenido de humedad promedio	7.57%		13.54%		19.17%		25.11%	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1.205	1.454	1.428	1.131				
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								



$\gamma_{max} = 1.47$

$W\% \text{ óptimo} = 15.80\%$

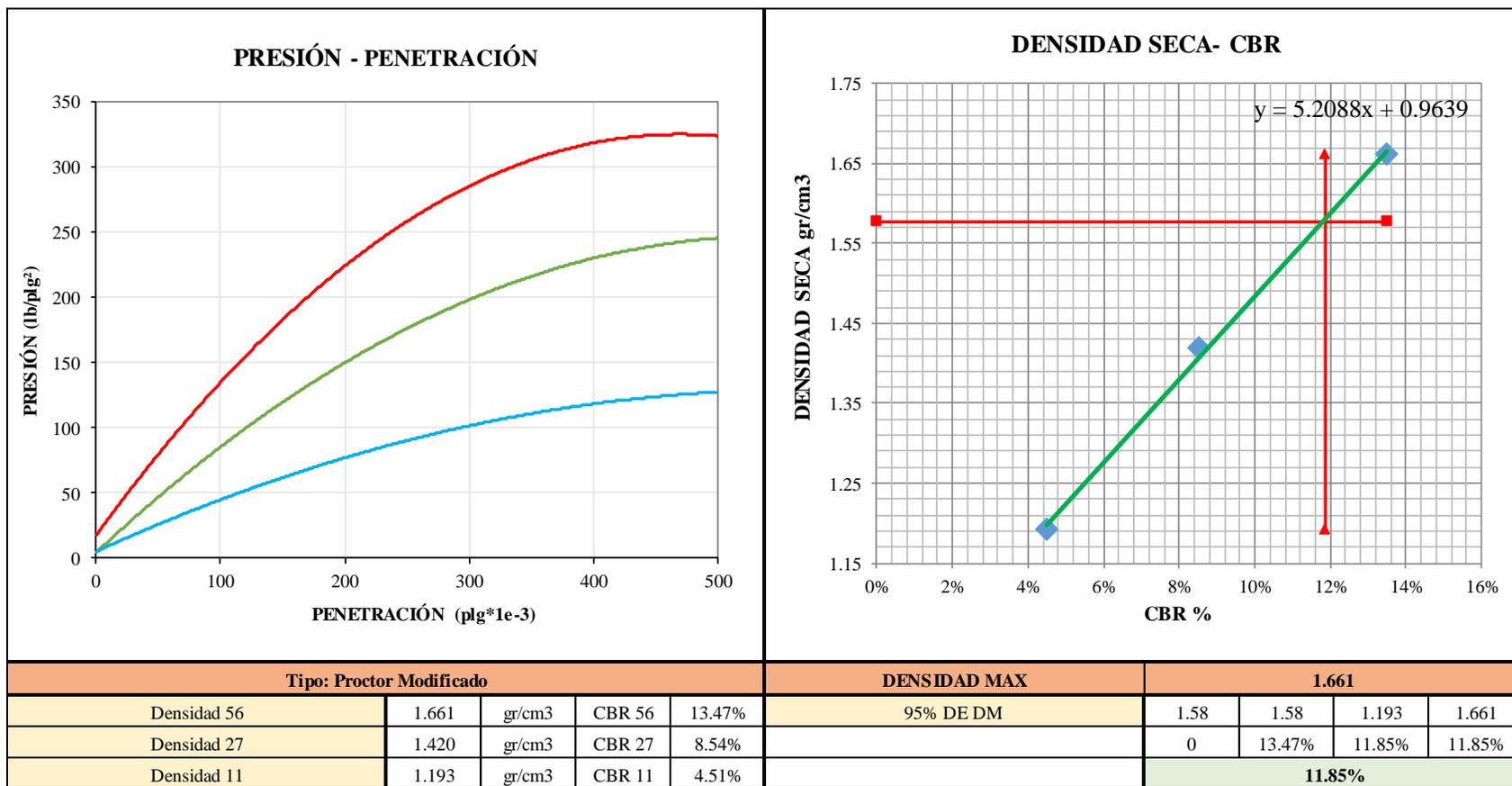
$y = -39.54x^2 + 12.498x + 0.4863$

Peso Volumétrico Seco Máximo	1.474
Óptimo Contenido de Humedad	15.80%

Anexo E-2: CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CORTE																					
CBR																					
ESPECIFICACIONES																					
Tipo: Proctor Modificado								Peso del Martillo: 10 lb													
Norma: AASHTO T-180								Altura de caída: 18 in													
Peso muestra (gr): 6000								Cont. de humedad óptimo (%):						15.14%							
Muestra: Subrasante								Abscisa: km 11 + 600													
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.																					
MOLDE				M6				M14				M4									
N° de capas				5				5				5									
N° de golpes				56				27				11									
Cond. Muestra				Antes del remojo																	
P. húmedo + molde				11980				10766				10044									
Peso molde				7504				7124				6987									
Peso húmedo				4476				3642				3057									
Volumen muestra				2403				2287				2286									
Densidad húmeda				1.863				1.592				1.337									
CONTENIDO DE HUMEDAD																					
Recipiente N°				B35			D3			G2			26			89			2		
P. hum. + recipiente				51.23			65.42			68.91			56.79			76.23			50.09		
P. seco + recipiente				47.56			59.76			62.88			51.87			69.33			46.27		
Peso recipiente				17.36			13.31			13.2			11.65			12.18			14.9		
Peso agua				3.67			5.66			6.03			4.92			6.9			3.82		
Peso de sólidos				30.2			46.45			49.68			40.22			57.15			31.37		
Contenido humedad %				12.15%			12.19%			12.14%			12.23%			12.07%			12.18%		
Promedio				12.17%			12.19%			12.19%			12.19%			12.13%			12.13%		
Densidad seca				1.661			1.420			1.420			1.420			1.193			1.193		
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN																					
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)										Área del pistón= 3 pulg ²		Norma: ASTM D 193 - 13		Subrasante		ABSCISA		14+500			
Molde				1				2				3									
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR						
Min.	Seg.	mm	pulg *10-3		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida							
		0	0	0	0.00		%	0	0.00		%	0	0.00		%						
0	0	0.64	25	162	54.00			99	33.00			56	18.67								
1	0	1.27	50	234	78.00			146	48.67			97	32.33								
1	0	1.91	75	365	121.67			185	61.67			109	36.33								
2	0	2.54	100	421	140.33	134.68	13.47	271	90.33	85.39	8.54	124	41.33	45.05	4.51						
3	0	3.81	150	578	192.67			344	114.67			176	58.67								
4	0	5.08	200	670	223.33			433	144.33			223	74.33								
5	0	6.35	250	751	250.33			531	177.00			281	93.67								
6	0	7.62	300	843	281.00			612	204.00			311	103.67								
8	0	10.16	400	922	307.33			687	229.00			345	115.00								
10	0	12.7	500	998	332.67			734	244.67			385	128.33								
CBR Corregido							13.47		8.54				4.51								

Anexo E-2: Gráfica de Penetración-CBR



Muestra 3

Abscisa 15+360

Coordenadas

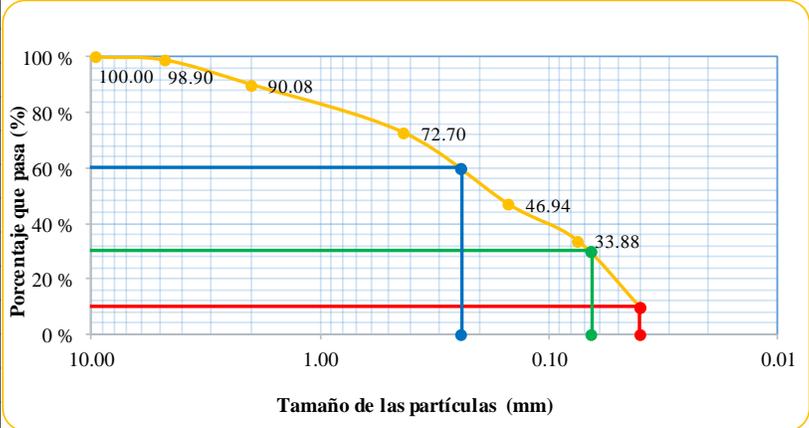
Este: 758917 m

Zona: 17M

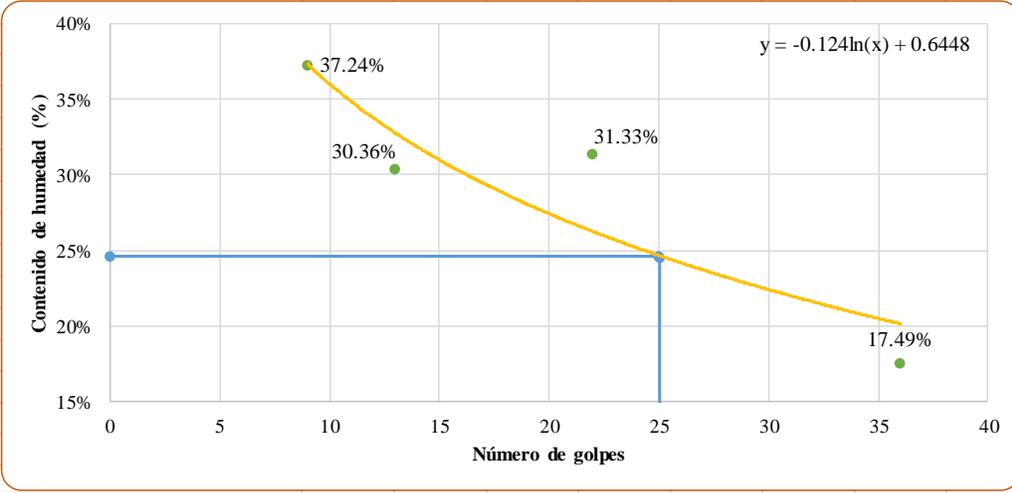
Norte: 9852114 m

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

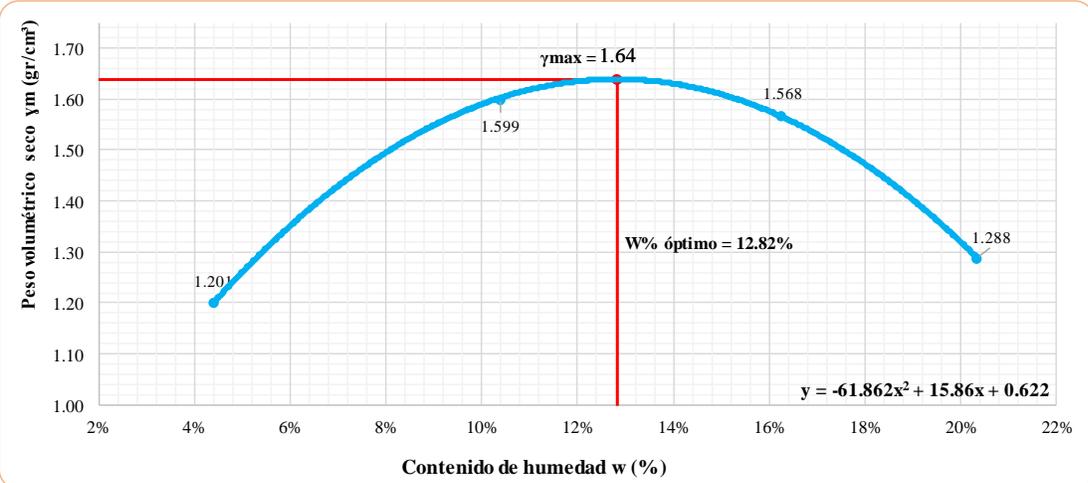
Anexo E-3: Granulometría

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS				
ESPECIFICACIONES				
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	500.00	
Muestra:	Subrasante	PCA:	3	
Profundidad:	1 - 1.25m	Abscisa:	15+360	
GRANULOMETRÍA				
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/8"	9.53	0	0.00	100.00
#4	4.76	5.5	1.10	98.90
#10	2	49.6	9.92	90.08
#40	0.43	136.5	27.30	72.70
#100	0.15	265.3	53.06	46.94
#200	0.08	330.60	66.12	33.88
Fuente	169.40		33.88	
Total muestra		500		
Total - Cuarteo (gr)		500		
CLASIFICACIÓN				
Grava			1.10%	
Arena(Fina)			65.02%	
Finos			33.88%	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO				
Norma	Clasificación de Grupo		Tipo de Material	
AASHTO	A-2-4		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	
SUCS	SC		arcilla	
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA				
				
D10 en mm	0.040	Cu	D60 / D10	7.50
D30 en mm	0.065	Cc	D30² / (D60 * D10)	0.35
D60 en mm	0.300			

Anexo E-3: Límites Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:		ABSCISA:		
Copa de Casagrande	ASTM: D4318			PCA 3 - Subrasante		15+360		
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	23	25	14	5	9	85	5	
Peso de la muestra hum+ rec	24.6	22.6	21.6	21.6	24.4	21.6	23.9	
Peso de la muestra seca+ rec	21.9	19.6	18.6	19.1	21.2	18.2	21.9	
Peso del recipiente	14.3	11.9	6.6	12.1	9.9	8.3	12.9	
Peso del agua (Ww)	2.70	3.00	3.00	2.50	3.20	3.40	2.00	
Peso de la muestra seca (Ws)	7.60	7.70	12.00	7.00	11.30	9.90	9.00	
Contenido de humedad (w%)	35.53%	38.96%	25.00%	35.71%	28.32%	34.34%	22.22%	
Promedio de (w%)	37.24%		30.36%		31.33%		17.49%	
Número de golpes	9		13		22		36	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
COORDENADAS				X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido
				0	24.57%	25	0.00%	24.57%
				25	24.57%	25	24.57%	
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	1	T5	H4	6	9	8		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	8.2	7.9	12.6	8.8	8.3	8.9		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	7.9	7.6	12.5	8.5	8	8.7		
Peso del recipiente (Wr)	6.3	6	10.2	7.3	6.3	6.6		
Peso de agua (Ww)	0.30	0.30	0.10	0.30	0.30	0.20		
Peso muestra seca (Ws)	1.60	1.60	2.30	1.20	1.70	2.10		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	18.75%	18.75%	4.35%	25.00%	17.65%	9.52%		
Promedio W% (LP)	15.67%							
IP=LL - LP				8.90%				
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO								
Norma	Clasificación de Grupo			Tipo de Material				
AASHTO	A-2-4			Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla				
SUCS	SC							

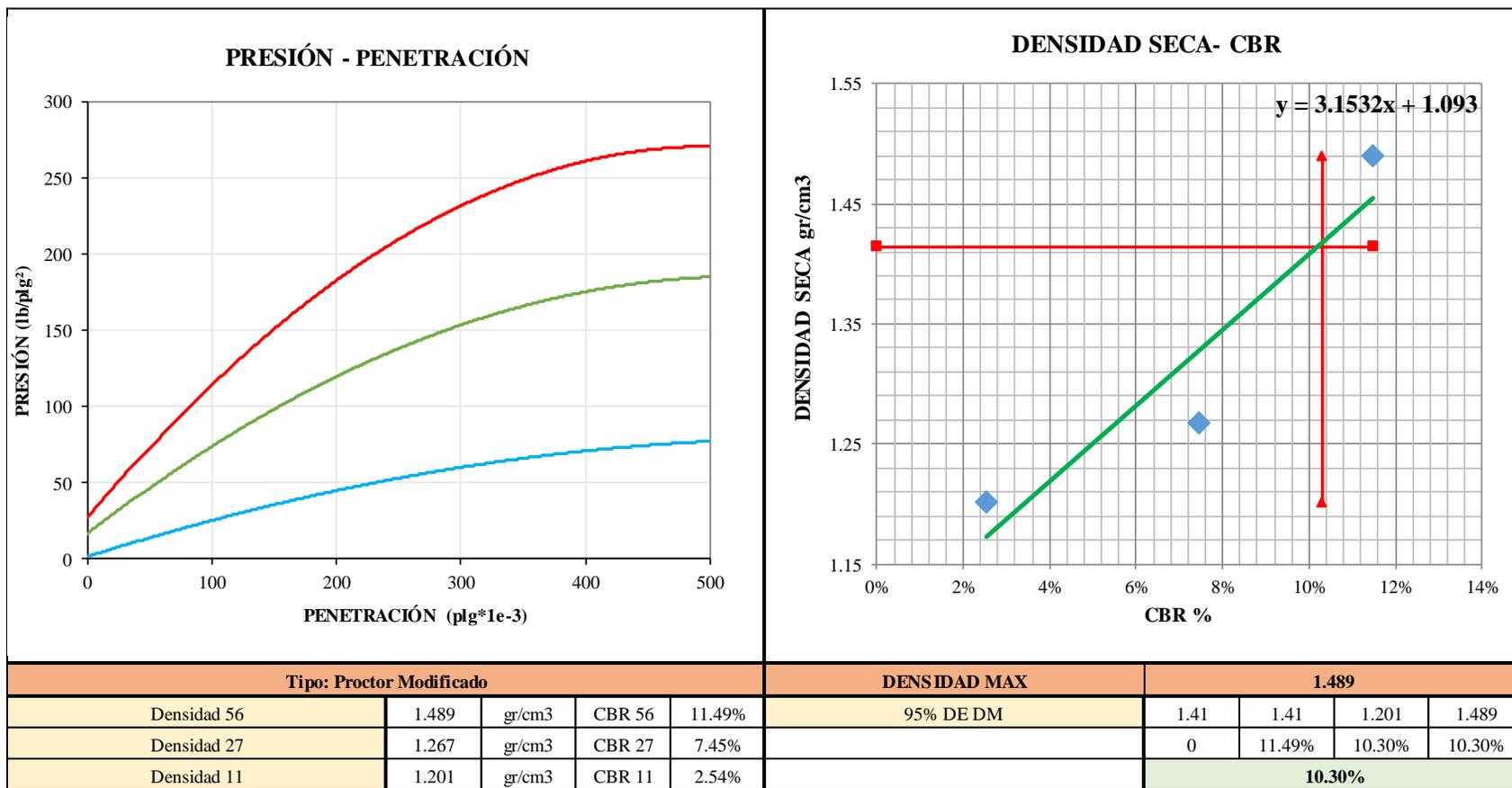
Anexo E-3: Proctor Modificado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA			
ESPECIFICACIONES			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 6457 gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Subrasante (PCA 3)
Abscisa: km 11 + 600	Norma: AASHTO T-180		Método: B
Peso inicial deseado	6000	6000	6000
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO			
N° Molde	1	2	3
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%
Peso suelo + recipiente	9.131	10.232	10.345
Peso del recipiente	6457	6467	6457
Peso de la masa de suelo (Wm)	2674	3765	3888
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO			
Altura del molde (cm)	11.6	11.6	11.6
Diámetro de la muestra (cm)	15.30	15.30	15.30
Volumen de la muestra (Vm)	2133	2133	2133
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA			
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1.254	1.765	1.823
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
N° Recipiente	58	74	17
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	40.67	46.43	58.28
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	39.54	44.89	53.98
Peso del recipiente Wr	12.11	12.00	12.08
Peso agua (Ww)	1.13	1.54	4.30
Peso de la muestra seca (ws)	27.43	32.89	41.90
Contenido de humedad w%	4.12%	4.68%	10.26%
Contenido de humedad promedio	4.40%	10.38%	16.27%
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO			
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1.201	1.599	1.568
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
 <p style="text-align: center;">$\gamma_{max} = 1.64$</p> <p style="text-align: center;">$W\% \text{ óptimo} = 12.82\%$</p> <p style="text-align: right;">$y = -61.862x^2 + 15.86x + 0.622$</p>			
Peso Volumétrico Seco Máximo γ_d :	1.639		
Óptimo Contenido de Humedad w:	12.82%		

Anexo E-3: CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CORTE																											
CBR																											
ESPECIFICACIONES																											
Tipo: Proctor Modificado								Peso del Martillo: 10 lb																			
Norma: AASHTO T-180								Altura de caída: 18 in																			
Peso muestra (gr): 6000								Cont. de humedad óptimo (%):				15.14%															
Muestra: Subrasante								Abscisa: km 11 + 600																			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.																											
MOLDE				G6				A23				G15															
N° de capas				5				5				5															
N° de golpes				56				27				11															
Cond. Muestra				Antes del remojo																							
P. húmedo + molde				11345				9445				10056															
Peso molde				7400				6376				6911															
Peso húmedo				3945				3069				3145															
Volumen muestra				2291				2099				2267															
Densidad húmeda				1.722				1.462				1.387															
CONTENIDO DE HUMEDAD																											
Recipiente N°				5				89				65				23				14				5			
P. hum. + recipiente				82.58				87.41				76.09				102.52				96.93				108.58			
P. seco + recipiente				74.16				78.33				68.48				91.89				86.51				96.67			
Peso recipiente				20.09				20.6				18.76				23.61				18.95				20.42			
Peso agua				8.42				9.08				7.61				10.63				10.42				11.91			
Peso de sólidos				54.07				57.73				49.72				68.28				67.56				76.25			
Contenido humedad %				15.57%				15.73%				15.31%				15.57%				15.42%				15.62%			
Promedio				15.65%				15.44%				15.44%				15.52%				15.52%							
Densidad seca				1.489				1.267				1.267				1.201				1.201							
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN																											
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)										Área del pistón= 3 plg ²		Norma: ASTM D 193 - 13		Subrasante		ABSCISA		15+360									
Molde				1				2				3															
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR												
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Lb	Leída			Corregida	Lb			Leída	Corregida		Lb	Leída	Corregida									
		0	0	0	0.00		%	0	0.00		%	0	0.00		%												
0	0	0.64	25	198	66.00			122	40.67			32	10.67														
1	0	1.27	50	243	81.00			179	59.67			49	16.33														
1	0	1.91	75	308	102.67			187	62.33			57	19.00														
2	0	2.54	100	356	118.67	114.86	11.49	221	73.67	74.54	7.45	65	21.67	25.43	2.54												
3	0	3.81	150	454	151.33			290	96.67			98	32.67														
4	0	5.08	200	545	181.67			345	115.00			143	47.67														
5	0	6.35	250	622	207.33			411	137.00			165	55.00														
6	0	7.62	300	693	231.00			479	159.67			181	60.33														
8	0	10.16	400	746	248.67			502	167.33			209	69.67														
10	0	12.7	500	838	279.33			567	189.00			232	77.33														
CBR Corregido								11.49				7.45				2.54											

Anexo E-3: Gráfica de Penetración-CBR



Muestra 4

Abscisa 16+200

Coordenadas

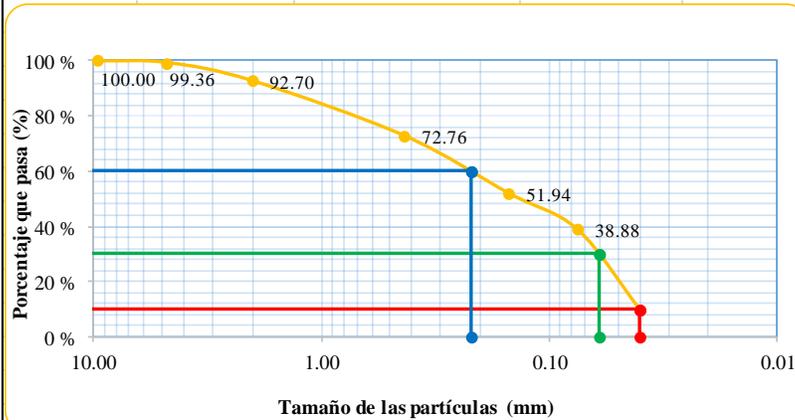
Este: 759348 m

Zona: 17M

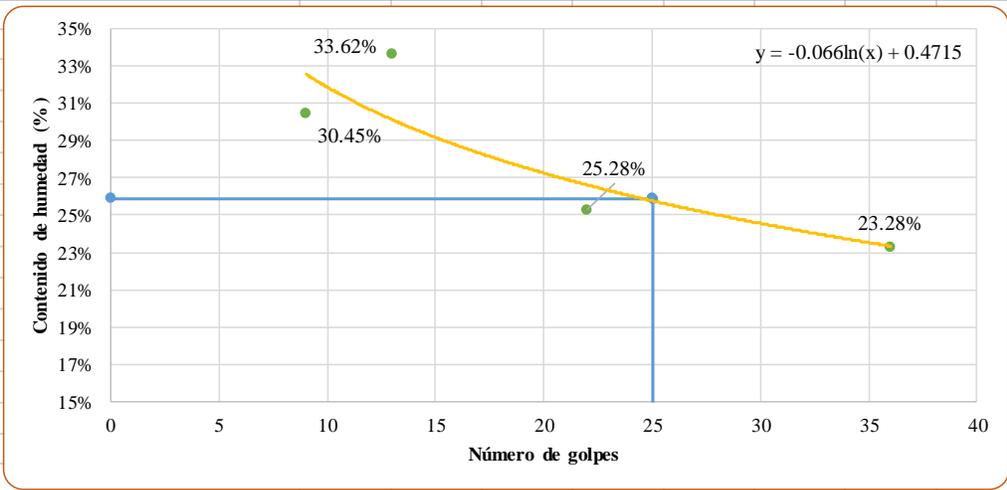
Norte: 9851406 m

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

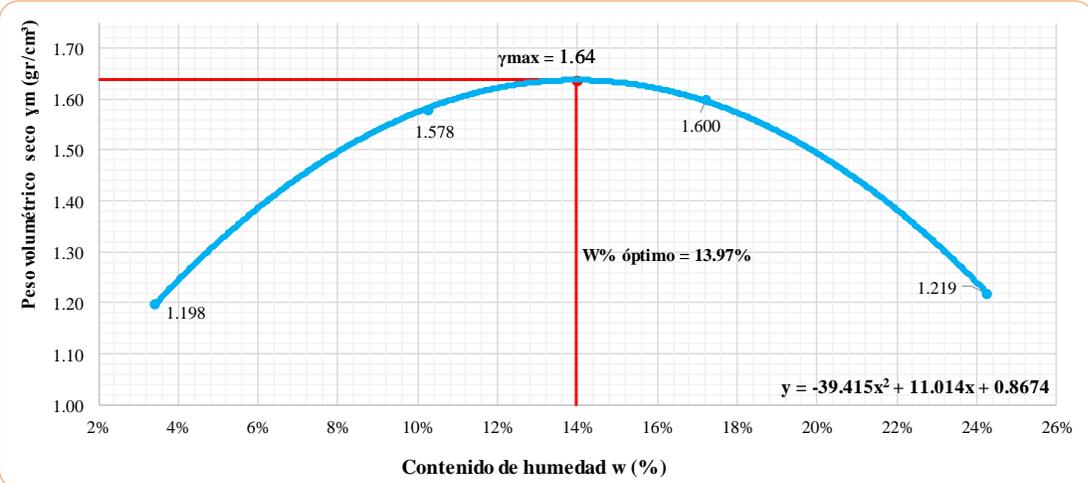
Anexo E-4: Granulometría

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS 				
ESPECIFICACIONES				
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	500.00	
Muestra:	Subrasante	PCA:	3	
Profundidad:	1 - 1.25m	Abscisa:	12+800	
GRANULOMETRÍA				
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/8"	9.53	0	0.00	100.00
#4	4.76	3.2	0.64	99.36
#10	2	36.5	7.30	92.70
#40	0.43	136.2	27.24	72.76
#100	0.15	240.3	48.06	51.94
#200	0.08	305.60	61.12	38.88
Fuente	194.40		38.88	
Total muestra		500		
Total - Cuarteo (gr)		500		
CLASIFICACIÓN				
Grava			0.64%	
Arena(Fina)			60.48%	
Finos			38.88%	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO				
Norma	Clasificación de Grupo		Tipo de Material	
AASHTO	A-2-6		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	
SUCS	SC			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA				
				
D10 en mm	0.04	Cu	D60 / D10	5.25
D30 en mm	0.06	Cc	D30²/(D60*D10)	0.43
D60 en mm	0.21			

Anexo E-4: Límites Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG									
ESPECIFICACIONES									
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:			ABSCISA:		
Copa de Casagrande	ASTM: D4318			PCA 4 - Subrasante			12+800		
LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente	56	78	90	46	65	87	90	4	
Peso de la muestra hum+ rec	22.3	21.3	21.3	21.6	26.3	22.6	24.6	26.1	
Peso de la muestra seca+ rec	21.1	18.6	19.6	18.6	24.6	18.6	22.3	24	
Peso del recipiente	15.1	12	6.2	13.1	10.1	8.3	12.8	14.6	
Peso del agua (Ww)	1.20	2.70	1.70	3.00	1.70	4.00	2.30	2.10	
Peso de la muestra seca (Ws)	6.00	6.60	13.40	5.50	14.50	10.30	9.50	9.40	
Contenido de humedad (w%)	20.00%	40.91%	12.69%	54.55%	11.72%	38.83%	24.21%	22.34%	
Promedio de (w%)	30.45%		33.62%		25.28%		23.28%		
Número de golpes	9		13		22		36		
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO									
									
COORDENADAS					X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido
					0	25.91%	25	0.00%	25.91%
					25	25.91%	25	25.91%	
LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente N°	A2	F5	T6	R6	N5	B6			
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	8.6	10.6	8.9	8.6	8.8	8.1			
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	8.3	10.3	8.6	8.2	8.5	7.9			
Peso del recipiente (Wr)	5.6	6.9	6.5	5.6	4.6	4.9			
Peso de agua (Ww)	0.30	0.30	0.30	0.40	0.30	0.20			
Peso muestra seca (Ws)	2.70	3.40	2.10	2.60	3.90	3.00			
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	11.11%	8.82%	14.29%	15.38%	7.69%	6.67%			
Promedio W% (LP)	10.66%								
IP=LL - LP	15.24%								
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO									
Norma	Clasificación de Grupo			Tipo de Material					
AASHTO	A-2-6			Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla					
SUCS	SC								

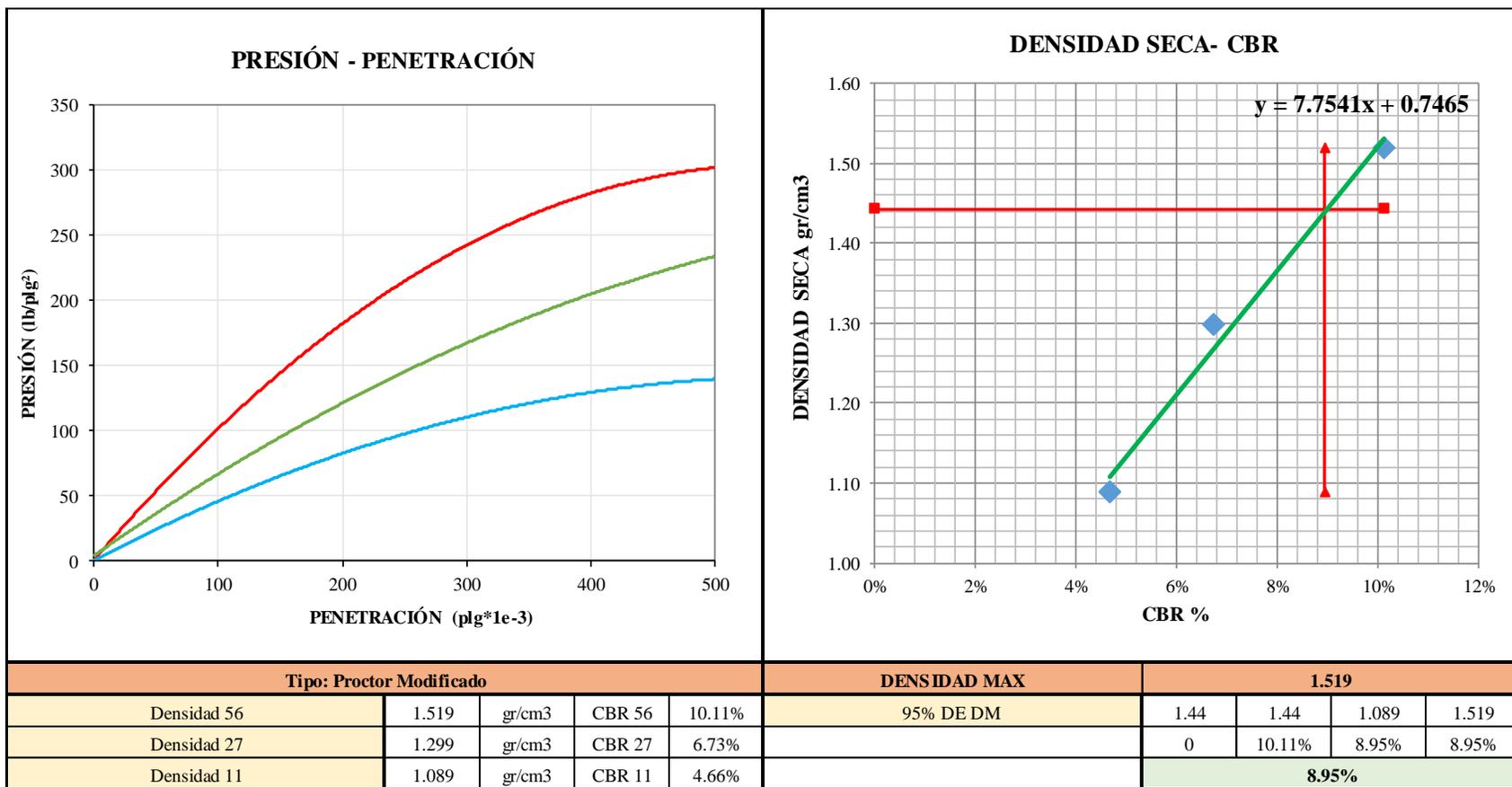
Anexo E-4: Proctor Modificado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA								
ESPECIFICACIONES								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"	Peso del molde: 6457 gr						
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb	Muestra: Subrasante (PCA 4)						
Abscisa: km 11 + 600	Norma: AASHTO T-180	Método: B						
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
N° Molde	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%	20%				
Peso suelo + recipiente	9098	10178	10456	9688				
Peso del recipiente	6457	6467	6457	6457				
Peso de la masa de suelo (Wm)	2641	3711	3999	3231				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Altura del molde (cm)	11.6	11.6	11.6	11.6				
Diámetro de la muestra (cm)	15.30	15.30	15.30	15.30				
Volumen de la muestra (Vm)	2133	2133	2133	2133				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1.238	1.740	1.875	1.515				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
N° Recipiente	41	59	2	23	A2	25	E6	25
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	50.18	45.50	43.65	46.49	55.29	58.04	55.66	58.55
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	49.00	44.34	40.67	43.34	48.76	51.39	47.11	49.54
Peso del recipiente Wr	12.10	12.10	11.98	12.24	11.44	12.10	12.20	12.00
Peso agua (Ww)	1.18	1.16	2.98	3.15	6.53	6.65	8.55	9.01
Peso de la muestra seca (ws)	36.90	32.24	28.69	31.10	37.32	39.29	34.91	37.54
Contenido de humedad w%	3.20%	3.60%	10.39%	10.13%	17.50%	16.93%	24.49%	24.00%
Contenido de humedad promedio	3.40%	10.26%	17.21%	24.25%				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1.198	1.578	1.600	1.219				
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
 <p style="text-align: center;"> $\gamma_{max} = 1.64$ $W\% \text{ óptimo} = 13.97\%$ $y = -39.415x^2 + 11.014x + 0.8674$ </p>								
Peso Volumétrico Seco Máximo γ_d :	1.637							
Óptimo Contenido de Humedad w:	13.97%							

Anexo E-4: CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A CORTE																	
CBR																	
ESPECIFICACIONES																	
Tipo: Proctor Modificado							Peso del Martillo: 10 lb										
Norma: AASHTO T-180							Altura de caída: 18 in										
Peso muestra (gr): 6000							Cont. de humedad óptimo (%):					15.14%					
Muestra: Subrasante							Abscisa: km 11 + 600										
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.																	
MOLDE			11				E2				TC						
N° de capas			5				5				5						
N° de golpes			56				27				11						
Cond. Muestra			Antes del remojo														
P. húmedo + molde			10985				10244				9711						
Peso molde			6789				6912				6708						
Peso húmedo			4196				3332				3003						
Volumen muestra			2256				2234				2259						
Densidad humeda			1.860				1.491				1.329						
CONTENIDO DE HUMEDAD																	
Recipiente N°			L6		15		A56		G5		T2		2				
P. hum. + recipiente			70.03		75.42		79.45		89.42		99.02		90.65				
P. seco + recipiente			64.23		68.87		72.61		81.29		89.85		82.25				
Peso recipiente			20.14		19.56		20.4		20.12		20.09		8.4				
Peso agua			5.8		6.55		6.84		8.13		9.17		8.4				
Peso de sólidos			44.09		49.31		52.21		61.17		69.76		73.85				
Contenido humedad %			13.15%		13.28%		13.10%		13.29%		13.15%		11.37%				
Promedio			13.22%				13.20%				12.26%						
Densidad seca			1.643				1.318				1.184						
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN																	
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)							Área del pistón= 3 plg ²		Norma: ASTM D 193 - 13			Subrasante		ABSCISA		13+660	
Molde				C - 1				C - 2				C - 3					
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR		
Min.	Seg.	mm	plg #10-3		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida			
		0	0	0	0.00			0	0.00			0	0.00				
0	0	0.64	25	145	48.33			95	31.67			30	10.00				
1	0	1.27	50	268	89.33			152	50.67			52	17.33				
1	0	1.91	75	375	125.00			196	65.33			85	28.33				
2	0	2.54	100	452	150.67	139.11	13.91	254	84.67	83.02	8.30	110	36.67	37.22	3.72		
3	0	3.81	150	578	192.67			326	108.67			165	55.00				
4	0	5.08	200	679	226.33			425	141.67			212	70.67				
5	0	6.35	250	789	263.00			512	170.67			245	81.67				
6	0	7.62	300	852	284.00			601	200.33			268	89.33				
8	0	10.16	400	937	312.33			698	232.67			315	105.00				
10	0	12.7	500	1025	341.67			752	250.67			374	124.67				
CBR Corregido							13.91				8.30			3.72			

Anexo E-4: Gráfica de Penetración-CBR



ANEXO D

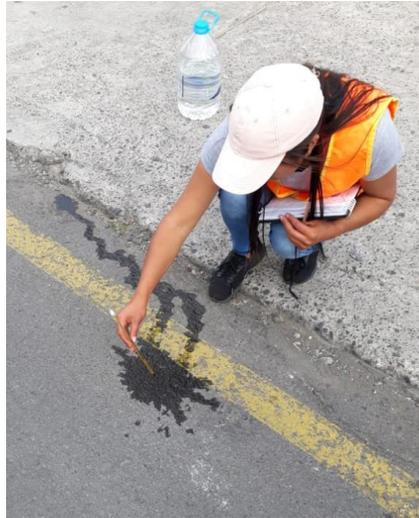
FOTOGRAFÍAS

Anexo D-1: Fotografías

 <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FOTOGRAFÍAS</p> 	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
Descripción: Realizando el conteo manual de vehículos.	Descripción: realizando el pozo a cielo abierto para tomar muestra de suelo.
Fotografía 3	Fotografía 4
	
Descripción: Análisis granulométrico de la muestra de suelo	Descripción: Ensayo de límite plástico

Fotografía 5	Fotografía 6
	
Descripción: Ensayo de límite líquido	Descripción: Compactación de la muestra de suelo.
Fotografía 7	Fotografía 8
	
Descripción: Ensayo en la máquina CBR.	Descripción: Medición de la altura del tipo de falla localizado.

Fotografía 9



Descripción: Medición de la temperatura del pavimento.

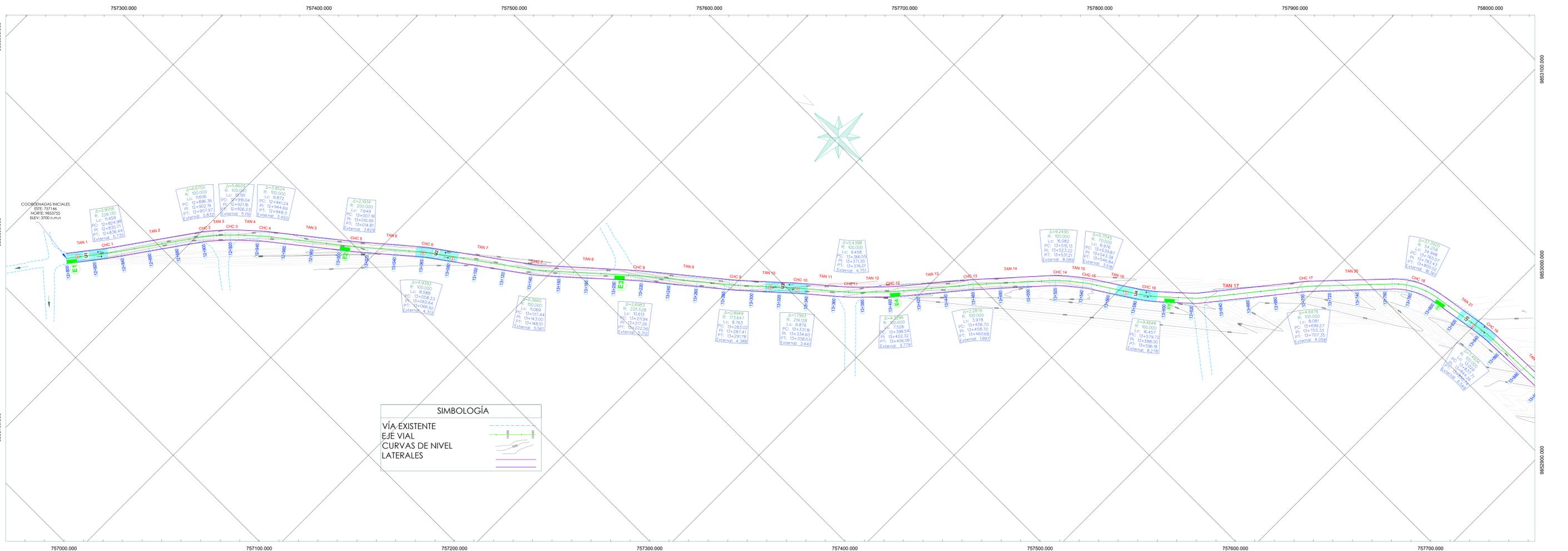
Fotografía 10



Descripción: Anotación de la deflexión marcada del equipo Viga Benkelman.

ANEXO E

PLANOS VIALES



SIMBOLOGÍA

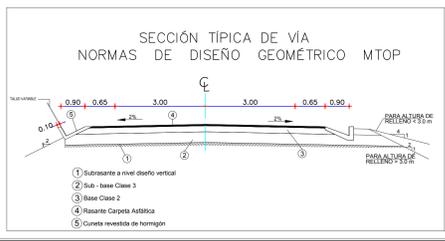
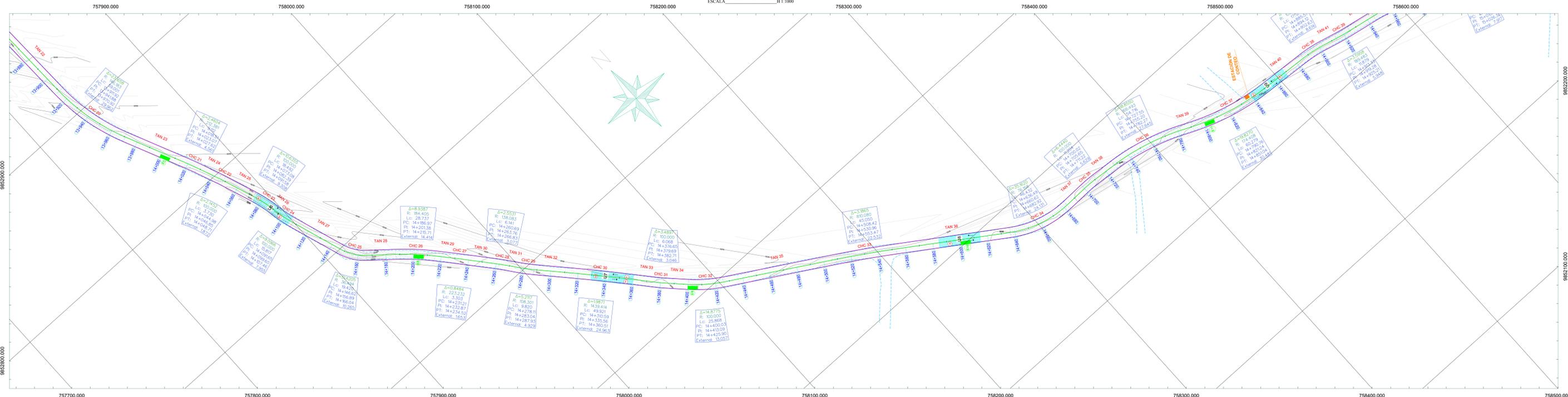
VÍA EXISTENTE

EJE VIAL

CURVAS DE NIVEL

LATERALES

PLANO LONGITUDINAL
ESCALA 1:1000



ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

TIPOS DE FALAS

GLT	Grietas longitudinales y transversales
DP	Depresión
DA	Desprendimiento de agregados
PC	Piel de cocodrilo
H	Hundimientos

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABSCISA
U1	Unidad de muestreo 1	12+800
U2	Unidad de muestreo 2	13+055
U3	Unidad de muestreo 3	13+310
U4	Unidad de muestreo 4	13+565
U5	Unidad de muestreo 5	13+820
U6	Unidad de muestreo 6	14+075
U7	Unidad de muestreo 7	14+330
U8	Unidad de muestreo 8	14+585
U9	Unidad de muestreo 9	14+840

VIGA BENKELMAN

CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABSCISA
E1	Estación 1	12+800
E2	Estación 2	13+000
E3	Estación 3	13+200
E4	Estación 4	13+400
E5	Estación 5	13+600
E6	Estación 6	13+800
E7	Estación 7	14+000
E8	Estación 8	14+200
E9	Estación 9	14+400
E10	Estación 10	14+600
E11	Estación 11	14+800



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

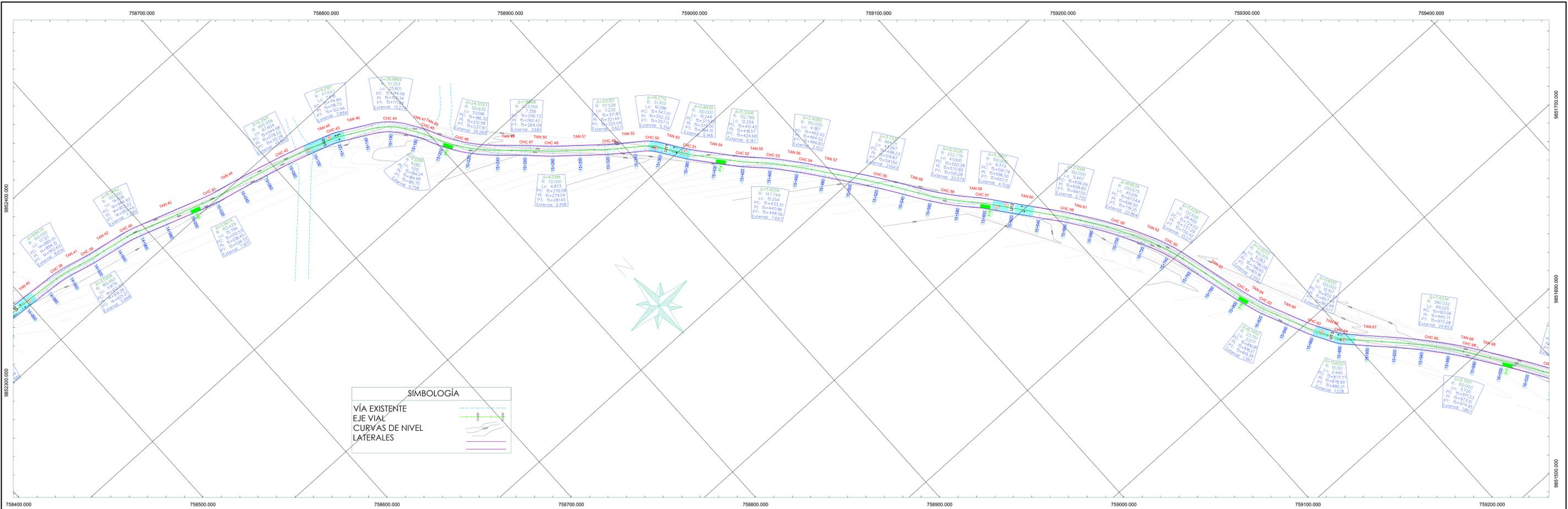
FICM

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CATEDRA DE BOMBERIA DE LA VÍA UMBATO-TILGUELO SECTOR TILGUELO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 12+800 HASTA 14+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

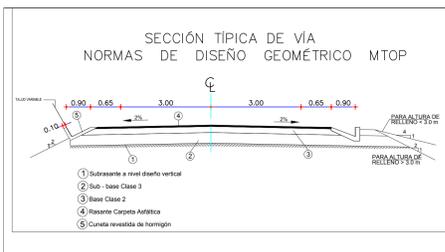
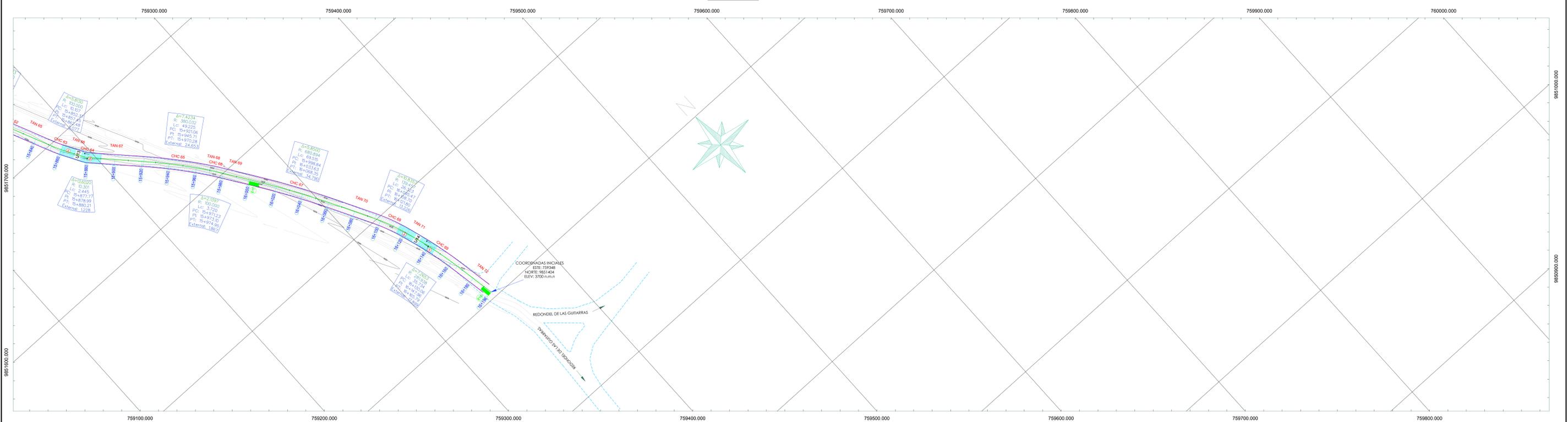
LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO DE LA VÍA REALIZADO EN EL TRAMO 12+800 HASTA 14+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Tipo II	3.000 km	Parcial	Tungurahua	FECHA: JUNIO 2011
Estadística	Donde Faltó			ESCALA: 1:1000
				LEYES:

1/2



PLANO LONGITUDINAL
ESCALA 1:1.000



ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

TIPOS DE FALAS

GLT	Grietas longitudinales y transversales
DP	Depresión
DA	Desprendimiento de agregados
PC	Piel de cocodrilo
H	Hundimientos

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDADES DE MUESTREO		
CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABSCISA
U10	Unidad de muestreo 15	15+095
U11	Unidad de muestreo 16	15+350
U12	Unidad de muestreo 17	15+605
U13	Unidad de muestreo 18	15+860
U14	Unidad de muestreo 19	16+115

VIGA BENKELMAN

ESTACIONES		
CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABSCISA
E12	Estación 12	15+000
E13	Estación 13	15+200
E14	Estación 14	15+400
E15	Estación 15	15+600
E16	Estación 16	15+800
E17	Estación 17	16+000
E18	Estación 18	16+200



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

FICM

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CUA DE BIODIESEL DE LA TALA AMBATO-TEJANO DE TORO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+800 HASTA 14+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO DE LA VÍA TRAZADO EN EL TRAMO 13+800 HASTA 14+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Tipo II	1.800 km	Parcial	Tungurahua	Fecha: Mayo 2023
Escala:				Esc: 1:1000
Hoja:				Lámina: 2/2