



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

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS
ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

AUTOR: Jeremy Sebastián Ortiz Mayorga

TUTOR: Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Jeremy Sebastián Ortiz Mayorga portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1803641099, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, septiembre 2022



Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Jeremy Sebastián Ortiz Mayorga, con C.I. 1803641099, 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 PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2022



Jeremy Sebastián Ortiz Mayorga

C.I. 1803641099

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, septiembre 2022



Jeremy Sebastián Ortiz Mayorga

C.I. 1803641099

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Jeremy Sebastián Ortiz Mayorga 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 PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:

Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldas Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a las personas que me han forjado y educado para día a día ser una mejor persona, apoyándome para ir escalando en la vida, para poder así lograr una preparación de calidad y ser un profesional de índole. Se lo dedico a mi familia y amigos, esa persona especial que siempre fue un pilar importante en mi vida.

A mi madre, es a la persona que principalmente le dedico mi trabajo ya que ha sido una mujer que a pesar de las complicaciones u obstáculos que le ha puesto la vida ha sido una mujer luchadora, valiente y sobre todo una gran madre educando desde el ejemplo, con un apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mi padre que, a pesar de la distancia, en esta etapa de mi vida me ha apoyado para salir adelante y cumplir las metas que me he propuesto, dándome ese empuje constante para crecer como persona y ahora profesional.

A Patricio Manzano que se ha convertido en un hombre ejemplar para mí, el cual a lo largo de la vida me ha sabido guiar como hombre y profesional, caminando a mi lado en cada paso del camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia en primer lugar ya que ha sido mi fuente de apoyo en cada paso que he dado en mi vida diaria, aun mas en mi vida académica ya que desde niño siempre me han enseñado que lo importante es ponerse metes y cumplirlas dando el mejor esfuerzo.

A las autoridades y docentes que supieron enseñarme los conocimientos necesarios para poder finiquitar esta carrera e incluso el desarrollo de este proyecto, de manera especial a mi tutor el Ing. Alex López por ser la guía en este proceso final

Quiero agradecer a la noble institución que me acogió desde el primer día, a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por ser mi segundo hogar.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 Objetivos.....	21
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	22
2.1 Materiales.....	22
2.2 Métodos.....	25
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
3.1 Análisis y discusión de resultados.....	31
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
4.1 Conclusiones.....	77
4.2 Recomendaciones.....	78
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	6
Tabla 2 Rango de Clasificación PCI	7
Tabla 3 Niveles de severidad para huecos	10
Tabla 4 Clasificación AASHTO	15
Tabla 5 Clasificación SUCS.....	18
Tabla 6 Materiales Georreferenciación	22
Tabla 8 Ensayos con sus respectivos materiales	23
Tabla 9 Materiales con sus marcas.....	24
Tabla 10 Ensayos con su respectiva Normativa.....	26
Tabla 11: Preguntas para la recolección de información	27
Tabla 12 Coordenadas del inicio y final de la vía	31
Tabla 13 Características visuales de la vía.....	32
Tabla 14 Coordenadas de la estación de conteo vehicular.....	33
Tabla 15 Tráfico Promedio Diario Anual	33
Tabla 16 Factor de Hora Pico.....	34
Tabla 17 Cálculo de TPDA Actual	35
Tabla 18 Cálculo del Tráfico Atraído	37
Tabla 19 Tráfico Promedio Diario Anual Total.....	38
Tabla 20 Índice de Tasa de crecimiento.....	39
Tabla 21 Cálculo del Tráfico Futuro	40
Tabla 22 Clasificación del tipo de vía.....	41
Tabla 23 Clasificación Funcional de las vías	42
Tabla 24 Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo.....	44
Tabla 25 Factores de Distribución Direccional.....	44
Tabla 26 Porcentajes de W18 en Carril.....	45
Tabla 27 Ejes Equivalentes de la Vía Patate – Baños	45
Tabla 28 Datos básicos recolectados.....	46
Tabla 29 Abscisado para la toma de muestras	48
Tabla 30 Condiciones de la Calzada	51
Tabla 31 Lecturas de la Viga Benkelman	52
Tabla 32 Deflexión corregida por relación	53
Tabla 33 Corrección por Temperatura	55

Tabla 34 Factores de corrección por estacionalidad	56
Tabla 35 Deflexiones corregidas por la estacionalidad.....	57
Tabla 36 Radios de curvatura.....	59
Tabla 37 Desviación estándar de las deflexiones recuperables máximas	60
Tabla 38 Ecuaciones para el cálculo de la deflexión	61
Tabla 39 Tipos de Deflexiones	63
Tabla 40 Deflexiones calculadas.....	64
Tabla 41 Resultados finales	65
Tabla 42 Ubicación de la realización de calicatas	67
Tabla 43 Resultados Estudio Granulométrico.....	68
Tabla 44 Resumen de Resultados de los Límites de Atterberg.....	69
Tabla 45 Resultados del Proctor Modificado	70
Tabla 46 Clasificación de suelos.....	71
Tabla 47 Resultados CBR	71
Tabla 48 Intervención para los tipos de fallas.....	72
Tabla 49 Mantenimiento rutinario planteado	75
Tabla 50 Mantenimiento periódico planteado.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Viga Benkelman	12
Ilustración 2 Distribucion Granulométrico.....	15
Ilustración 3 Proctor Modificado.....	19
Ilustración 4 Hoja de campo para conteo vehicular	28
Ilustración 5 Hoja de campo método PCI.....	29
Ilustración 6 Hoja de campo del método Viga Benkelman.....	30
Ilustración 7 Vía Patate – Baños Km 15+200 – 18+700.....	31
Ilustración 8 Carretera de Mediana Capacidad	42
Ilustración 9 Análisis Deflectométrico de la Vía	66

RESUMEN

En la actualidad el desarrollo vial es fundamental a nivel mundial por lo que varias asociaciones de ingenieros civiles ven como preocupación la conservación y mantenimiento, esto se da por los bajos recursos económicos. En este proyecto se realizó un levantamiento georreferenciado, un estudio de la movilidad vehicular, una inspección visual en campo basándose en el método PCI y ensayos de laboratorio para conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo en donde se asienta la estructura asfáltica. Al desarrollar este proceso se determinó que por medio de la movilidad vehicular la vía es una carretera C1 Colectora tipo II con una calzada en excelentes condiciones ya que el PCI promedio es de 93.76, a su vez las deflexiones del pavimento fueron evaluadas con el método CONREVIAl proporcionando deflexiones tipo I, esto concluye que la estructura es funcional y adecuada. Para finalizar se realizó los estudios de suelos conociendo así la base en donde se asienta la estructura del pavimento. Al desarrollar el estudio granular y límites de Atterberg se obtuvo una Arena Limosa (A-2-4) con un CBR de 10 por ciento, con estos datos se interpreta que la subrasante tiene condiciones Regulares-Buenas. El fin del estudio es la realización de un plan de mantenimiento rutinario y periódico satisfaciendo las necesidades de la vía, por esto se han propuesto soluciones económicas y funcionales.

Palabras claves: Movilidad vehicular, Límites Atterberg, Levantamiento georreferenciado, Deflexiones, Capa de rodadura

ABSTRACT

In the present, road development is very important worldwide, which is why several civil engineering associations see conservation and maintenance as a concern, this is due to low economic resources. In this project, a georeferenced survey, a study of vehicle mobility, a visual inspection in the place based on the PCI method and laboratory tests were carried out to determine the physical and mechanical properties of the soil where the asphalt structure was settled. When developing this process, it was determined that by means of vehicle mobility, the road is a C1 Collector type II road with a roadway in excellent condition since the average PCI is 93.76, in turn the pavement deflections were evaluated with the CONREVIAl method. Giving us type I deflections, this concludes that the structure is functional and adequate. To finish studies realized were those of soils, thus knowing the base where the pavement structure is based. When developing the granular study and Atterberg limits, a Loamy Sand (A-2-4) with a CBR of 10 percent was obtained, with these data we interpret that the subgrade has Fair-Good conditions. The purpose of the study is to carry out a routine and periodic maintenance plan satisfying the needs of the road, for this reason we have economic and functional solutions.

Keywords: Vehicle mobility, Atterberg limits, Georeferenced survey, Deflections, Wear course

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Según la hoja informativa más reciente publicada por la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles, una de las cinco principales preocupaciones sobre infraestructura de los EE. UU. en la actualidad es el sistema de transporte. El mayor desafío al que se enfrentan los gerentes de mantenimiento en los Departamentos de Transporte estatales en la actualidad es preservar las redes viales a un nivel aceptable de capacidad de servicio sujeto a los estrictos presupuestos anuales de mantenimiento y rehabilitación. Los gerentes de mantenimiento deben asignar presupuestos tan limitados entre alternativas competidoras. [1]

El mantenimiento de la infraestructura debe ser desarrollado por fases, las cuales constan de un levantamiento georreferenciado en la que se analizan los desniveles, ejes y condiciones de la capa asfáltica. La fase que la prosigue es conocer la movilidad real que transita por la vía por que un plan de mantenimiento debe tomar en cuenta este factor para saber el tipo de carretera y pavimento que será empleado. Para finiquitar el proceso se requieren los estudios de suelo, mediante las cuales se obtiene las características de la estructura en la que vamos a asentar todo lo que se está desarrollando, esto es muy importante en la actualidad ya que el transporte ha ido adquiriendo una considerable importancia a través de los años esencialmente por garantizar una competitividad y desarrollo local, mejorando claramente la calidad de vida de sus habitantes. [2], [3]

Según la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE's) informa que el principal problema del deterioro de la capa de rodadura de una vía es el sistema de transporte y las entidades a cargo ya que las mismas son las que prolongan el mantenimiento hasta llegar a un punto en donde la capa está demasiado deteriorada en vez de realizar un plan de mantenimiento previo para que la vía cumpla su tiempo de vida útil. [4]

Según un estudio realizado por Tacza. E & Rodríguez. B (2018) en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, mediante el método PCI se propone una intervención de tipo menor que debe ser realizado con trabajos como sellado de grietas, sellado superficial, bacheo profundo y bacheo superficial, así evitar la filtración de agua hacia las capas inferiores de la estructura y un mayor deterioro a lo largo de los años. [5]

En el año 2019 Ecuador culminó una red vial de alrededor de diez mil kilómetros de longitud lo que ayudó al país a mejorar a nivel mundial su postura en el desarrollo de las conexiones viales situando a Ecuador en el puesto 35 de una lista de alrededor de 140 países. [6]

El enfoque es mejorar el estilo de vida de alrededor de 20 000 habitantes del sector Patate - Baños con la ayuda de un desarrollo vial, favoreciendo así a la comunicación, comercialización y desarrollo del sector, ya que se habla de sectores agrícolas, ganaderos y turísticos, incluso, la vía es una interacción directa del centro del país al sur. Sin embargo, a pesar de los progresos que se han conseguido en muchas regiones del país y principalmente en el sector vial su conservación exige de instituciones, organizaciones, financiamiento y herramientas óptimas para llevar a cabo de forma eficaz un mantenimiento de la infraestructura de un pavimento. [7]

1.1.2. Fundamentación Teórica

Para el presente proyecto que trata sobre la implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños Abs 15+200 – 18+700 de la provincia de Tungurahua es necesario conocer los conceptos básicos sobre el tema a estudiar.

1.1.2.1. Estudios para la recolección de información

Para iniciar el proceso de investigación es necesario realizar varios estudios previos

Georreferenciación. – Un levantamiento georreferenciado sirve para marcar con exactitud la elevaciones y posiciones en función a la superficie propia del terreno, a partir de esto se podrían incluir características propias determinando incluso relieves. Los métodos utilizados son por medio de GPS, estaciones topográficas y altímetros, ya que son instrumentos de alta precisión por su conectividad satelital. [5]

1.1.2.2. Movilidad Vehicular

Ésta consiste en la realización de los estudios de tránsito tomando en cuenta todos los aspectos que lo conforman como el tránsito vehicular, peatones, ciclistas y personas discapacitadas. [4]

a. Volumen de Tránsito

Se denomina a la cantidad vehicular que circula por una calzada determinando un tiempo o periodo de estudio y así obtener datos reales de la circulación vehicular, incluso peatonal. [8]

b. Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Es una representación del tránsito circulante por una carretera durante un año calendario dividido para 365 días, es decir el volumen de tránsito promedio por día. [9]

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Ecuación 1

Donde:

TA= Tránsito Anual

c. Volumen de hora pico (VHP)

“Es el volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito intenso”. [9]

$$VHP = k TE$$

Ecuación 2

Donde:

TE= Tráfico existe

K= Factor de la relación entre el volumen de la 30va hora y TE (k=0.08 para zonas urbanas, 0.12 para zonas rurales secundarias y 0.16 para zonas rurales principales)

d. Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional

Las carreteras al entrar en un proceso de mejoramiento o diseño es necesario que su mejora sea proyectada a futuro, tomando en cuenta que el tránsito con el pasar de los años aumentaría paulatinamente. El fin de una carretera es proporcionar comodidad y seguridad al usuario por lo que la vida útil es muy importante, por esto el plan de mantenimiento debe proyectarse para 20 años como condición mínima. [9]

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

Ecuación 3

Donde:

T_f : Tráfico Futuro

T_a : Tráfico actual o TPDA

n: Número de Años proyectados

Se tomará en cuenta los valores de los índices de crecimiento para el cálculo del tráfico futuro.

Tabla 1 Tasa de Crecimiento

PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO %
2021-2026	0,81
2026-2031	0,66
2031-2036	0,55
2036-2041	0,47
2041-2046	0,42

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC

1.1.2.3. Índice de Condición del Pavimento (PCI-Pavement Condition Index)

Se determina como la evaluación del desgaste, la rugosidad, la fricción y la estructura por lo que es uno de los componentes más importantes para el diseño y gestión de pavimentos. En la mayoría de las estrategias rentables de mantenimiento y rehabilitación desarrollados se utiliza el sistema de gestión de pavimentos el cual categoriza la capa de rodadura por el estado de sus condiciones. [10]

- **Unidades de Muestreo**

Varias unidades de muestreo pueden componer la sección de un pavimento con una variabilidad que depende de la capa de rodadura y tipo de vía. Si una carretera tiene un ancho menor a 7.30 m, el área de unidad de muestreo tiene que mantener un rango de $203.0 \pm 90.0 \text{ m}^2$. [4], [11]

Tabla 2 Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

ANCHO DE LA CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO
5.0	46
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (Valor máximo)	31.5

Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

- **Número de unidades de Muestreo**

Este valor se calcula de la siguiente manera:

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

Ecuación 4

Donde:

N: Número de unidades de muestreo en la vía a estudiar

Lt: Longitud de la vía (m).

L: Longitud de unidad de muestreo (m).

- **Número mínimo de unidades de Muestreo**

En los estudios viales las unidades de muestreo pueden extender excesivamente el proyecto por lo que es necesario aplicar métodos más simples de muestreo. Se utiliza la siguiente fórmula como número mínimo de muestreo. [12]

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

Ecuación 5

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo.

e: Error admisible en el PCI (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI (generalmente se asume un valor de 10 para pavimentos flexibles y 15 para pavimentos rígidos)

- **Unidades de Muestreo para Inspección**

Las unidades de muestreo deben tener una separación equitativa por lo que se hace el cálculo del distanciamiento con la siguiente ecuación. [13]

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

Ecuación 6

N= Número total de unidades de muestreo disponible.

n= Número mínimo de unidades para evaluar.

i= Intervalo de muestreo.

Se debe aproximar al inmediato inferior.

1.1.2.4. Manual de Daños

- **Calidad de Tránsito**

Para la evaluación con respecto a la calidad de tránsito se debe realizar una inspección sobre los daños y la severidad que causa en las corrugaciones o cruces de vías férreas.

Tabla 3 Rango de Clasificación PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Paviment Condition Index PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002

- o **L: (Low: Bajo).** Al conducir un vehículo existe una vibración ligera por lo que no es necesario reducir la velocidad sin incomodar al usuario. [14]
- o **M: (Medium: Medio).** Al conducir un vehículo existe una vibración significativa por lo que es necesario reducir ligeramente la velocidad para la seguridad del usuario. [14]
- o **H: (High: Alto).** Al conducir un vehículo existe una excesiva vibración por lo que es necesario reducir considerablemente la velocidad ya que causa mucha incomodidad o en ocasiones peligro para el usuario. [14]

Falla en pavimentos flexibles

1. Piel de Cocodrilo

“Son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por la fatiga, formando grietas longitudinales paralelas que se conectan entre si formando polígonos sin superar los 0.60m”. [14]

2. Exudación

“Es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de sellante o un bajo contenido de vacíos de aire. Esto ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas”. [14]

3. Agrietamiento en bloque

Son grietas que dividen el pavimento en pedazos de forma rectangular, formándose así por los cambios de temperatura que provocan una contracción en el concreto asfáltico. [14]

4. Abultamiento y Hundimientos

Un abultamiento es una protuberancia hacia arriba localizado en la superficie del pavimento, causado por un levantamiento o combadura de losas, expansión por congelación o infiltración y elevación del material. [14]

5. Corrugación

Son intervalos próximos de cimas y depresiones causados por el tránsito o una base inestable con unos intervalos de máximo 3m de separación, la corrugación siempre se presenta de manera perpendicular a la dirección que circula el tránsito. [14]

6. Depresión

Las depresiones son causadas por que existe un hundimiento de la capa subrasante, originando una rugosidad y si tienen la profundidad suficiente se llenan de agua causando hidropilano. [14]

7. Grieta en borde

“Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento”. [14]

8. Grieta de reflexión de junta

Solo se presenta si es construido por una losa de concreto de cemento portland y es provocado por la temperatura o humedad ya que juntamente con el tráfico desplazan el concreto asfáltico. [14]

9. Desnivel carril/berma

“Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma ocasionado por un asentamiento de ésta”. [14]

10. Grieta longitudinales y transversales

Son fallas paralelas al eje del pavimento causados por: una junta de carril, contracción del concreto asfáltico o una grieta por reflexión causado por un agrietamiento bajo la capa. [14]

11. Parcheo

“Es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente, pero aún así se considera un defecto porque provoca una rugosidad”. [14]

12. Pulimento de agregados

La repetición excesiva de cargas de tránsito vuelve a la superficie suave por que la porción de agregados no es suficiente. No tiene un nivel de severidad. [14]

13. Huecos

“Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón, su tamaño va aumentando por la acumulación de agua”. [14]

Tabla 4 Niveles de severidad para huecos

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

Fuente: Pavement Condition Index (PCI), 2002

14. Ahuellamiento

Es una depresión por las huellas de las ruedas y se deriva de una deformación permanente en cualquier capa que compone la estructura asfáltica. [14]

15. Desplazamiento

“Es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie”. [14]

16. Grietas parabólicas

Cuando existe un deslizamiento o frenado muy pronunciado se producen grietas en forma de medialuna. [14]

17. Hinchamiento

Tiene una longitud de más de 3.0m en la que existe una protuberancia hacia arriba, acompañado de un agrietamiento. [14]

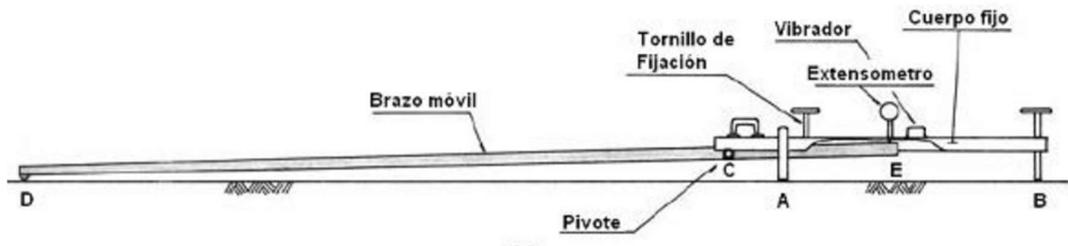
18. Desprendimiento de agregados

“Es la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable”. [14]

1.1.2.5. Viga Benkelman

La viga Benkelman está conformada por dos partes, la primera parte es la fija que va netamente en el terreno y continua con la segunda que está compuesta por un cuerpo móvil la cual se encuentra en contacto con un extensómetro. [15]

Ilustración 1 Viga Benkelman



Fuente: Análisis comparativo de la evaluación de Pavimentos por medio de la viga benkelman y el Deflectómetro de impacto, Escobar K.

Esta viga sirve para realizar un estudio estructural referente a las deflexiones para lo cual se debe aplicar una carga de 18000 lb, que será colocada en el eje trasero de un camión o volqueta que debe iniciar en un punto de referencia y avanzar a una velocidad promedio de 5 km/h permitiendo la recuperación del pavimento creando de esta manera la curva de deflexiones.

Para los cálculos de deflexión es necesario aplicar las siguientes ecuaciones

- **Corrección por el brazo de la viga Benkelman 1:2**

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

Ecuación 6

Donde:

D: deflexiones

RB: relaciones del brazo de la viga

Df: deflexión final

Do: deflexión inicial

- **Corrección por defecto de la variación de la temperatura**

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D_0}{0.001 * (t - 20^{\circ}C) * (h) + 1}$$

Ecuación 7

Donde:

$D_{20^{\circ}C}$: Deflexion corregida de temperatura

D_0 : Deflexion recuperable

t: Temperatura del pavimento

h: Espesor de la capa asfáltica

- **Radio de curvatura**

$$Rc = \frac{3125}{D_0 - D_{25}}$$

Ecuación 8

Donde:

Rc: Radio de curvatura

D₀: Deflexión máxima a los 0 metros

D₂₅: Deflexión a los 0.25 metros

- **Deflexión característica**

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

Ecuación 9

Donde:

D_c: Deflexión característica en 0.01 mm

\bar{D} : Deflexión promedio

t: Coeficiente de probabilidad de presentar deflexiones superiores a la D_c.

σ : Desviación estándar

- **Deflexión admisible**

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

Ecuación 10

Donde:

D_{adm}: Deflexión admisible en millones

W₁₈: Número de ejes equivalentes

- **Deflexión crítica**

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

Ecuación 11

Donde:

D_{adm}: Deflexión admisible en millones

W₁₈: Número de ejes equivalentes

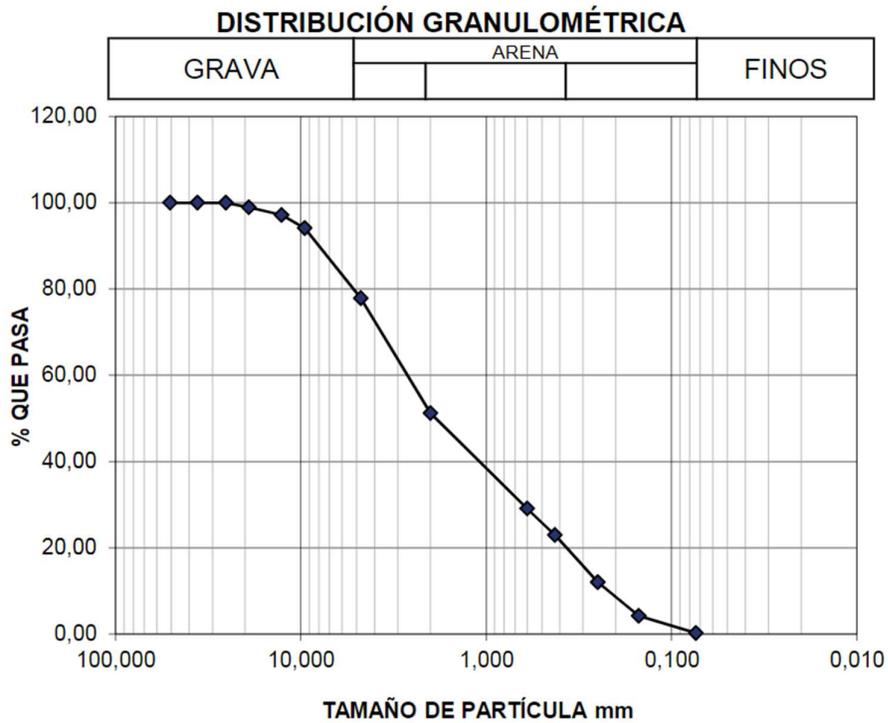
1.1.2.6. Evaluación de suelos

El suelo es la base necesaria para cualquier proyecto ya que es en donde se asienta cualquier estructura y en este caso la asfáltica, por lo que se deben realizar una serie de ensayos para el análisis de sus propiedades, así como es la granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y el CBR.

- **Granulometría**

Para las propiedades mecánicas de los suelos se conoce que la distribución de las partículas son un tema de estudio, ya que dependiendo de los porcentajes de tamaños de las partículas que componen un suelo lo categorizan. Es decir, los suelos finos son cuando más del 35% pasa el tamiz #200 (0.075mm), si menos de un 35% pasa se lo denomina limo-arcilloso y si las partículas se quedan entre los tamices de 4.75 y 75mm es un suelo granular. [12], [16]

Ilustración 2 Distribucion Granulométrico



Fuente: Libro de Mecánica de suelos, Juárez Badillo, Tomo 1

- **Clasificación del suelo**

Al suelo se lo categoriza por varios análisis que se realizan en el laboratorio como es granulometría, límites de Atterberg y su clasificación por AASHTO y SUCS

- **Método AASHTO**

Es un método muy similar a otras clasificaciones sin embargo su empleo se enfoca en lo que sería el suelo para carreteras y en menor medida, a lo largo de los años ha sido modificado. En 1942 se realizó la última actualización del método y es la que sigue vigente hasta el día de hoy basándose en normas como la AASHTO M-145 y ASTM D-3282. [17]

Tabla 5 Clasificación AASHTO

Clasificación General	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
Clasificación de grupo	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10	50 máx.						
Malla núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Malla núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Para la fracción que pasa							
Malla núm. 40							
Límite Líquido (LL)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad (IP)	6 máx.	No plástico		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena Fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificación de la tapa	Excelente a Buena						
Clasificación General	Materiales laminares (más de 35% de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
Clasificación de grupo	A-4	A-5	A-6	A-7 (A-7-5a/A-7-5b)			
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10							
Malla núm. 40							
Malla núm. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.			
Para la fracción que pasa							
Malla núm. 40							
Límite Líquido (LL)	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.			
Índice de plasticidad (IP)	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.			
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos			Principalmente suelos arcillosos			
Calificación subrasante	Regular a Malo						

Fuente: El sistema de clasificación de suelos AASHTO, Álvaro Boiero

- **Método SUCS**

El método del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos divide en dos grandes grupos como son suelos de granos finos en el cual, si menos del 50 por ciento del suelo pasa por el tamiz 200, sería un suelo de grava arenosa y si más del 50 por ciento o igual pasa sería uno fino. [18]

- **Límites de Atterberg**

Límite plástico. – Es el contenido de humedad en porcentaje que está en la frontera del estado plástico o semisólido. [19]

Límite líquido. - Es el contenido de humedad en porcentaje que está en la frontera del estado plástico o líquido. [20]

Tabla 6 Clasificación SUCS

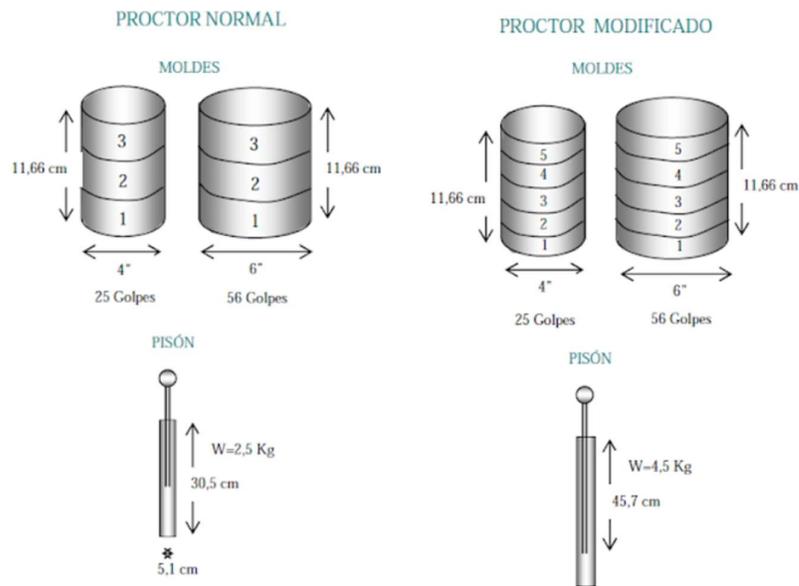
Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio			Clasificación del Suelo		
			Símbolo del grupo	NOMBRE DEL GRUPO	
Suelo de grano grueso Más de 50% retenido en la malla núm. 200	Grava Más de 50% de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4	Gravas limpias	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3e$	GW	Grava bien graduada f
		Menos de 5% finos c	$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3e$	GP	Grava mal graduada f
		Gravas con finos	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa f, g, h
		Más 12% finos c	Los finos se clasifican como CL o CH	GC	Grava arcillosa f, g, h
	Arena 50% o más de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4	Arenas limpias	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3e$	SW	Arena bien graduada i
		Menos de 5% finos d	$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3e$	SP	Arena mal graduada i
		Arenas con finos	Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa g, h, i
		Más 12% finos d	Los finos se clasifican como CL o CH	SC	Arena arcillosa g, h, i
Suelo de grano fino 50% o más pasa la malla núm. 200	Suelo de grano fino 50% o más pasa la malla núm. 200	Inorgánicos	$IP > 7$ y se encuentra en o arriba de la línea "A" j	CL	Arcilla de baja compresibilidad k, l, m
			$IP < 4$ o se encuentra debajo de la línea "A" j	ML	Limo de baja compresibilidad k, l, m
		Orgánicos	< 0.75 Límite líquido-secado en horno Límite líquido—no secado	OL	Arcilla orgánica k, l, m, n Limo orgánico k, l, m, o
Limos y arcilla Límite líquido 50 o mayor	Limos y arcilla Límite líquido 50 o mayor	Inorgánicos	IP se encuentra en o arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta compresibilidad k, l, m, n
			IP se encuentra debajo de la línea "A"	MH	Limo de alta compresibilidad k, l, m, n
		Orgánicos	< 0.75 Límite líquido-secado en horno Límite líquido—no secado	OL	Arcilla orgánica k, l, m, n Limo orgánico k, l, m, o
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico			PT	Turba

Fuente: Clasificación de un suelo según SUCS, A. Ryogzel, S. Caicedo

Compactación de suelos por método Proctor

El ensayo Proctor Modificado persigue determinar la densidad seca máxima de un suelo y la humedad óptima necesaria para alcanzar esta densidad. Es un método que consiste en realizar 5 capas dentro de un recipiente que tiene la capacidad de 1 litro, se deja caer un martillo de 4,5 kg por 56 veces en cada capa para darle homogeneidad a la muestra. [21], [22]

Ilustración 3 Proctor Modificado



Fuente: Ensayos de laboratorio de suelos, mecánica de suelos, Orozco J.

1.1.2.7. California Bearing Ratio (Ensayo CBR)

Es un ensayo que empieza a aparecer en los estándares americanos en el año 1964 aunque tenga varias limitaciones, ha sido aceptado en campo y laboratorio a través de los años por un factor muy relevante que es el bajo costo. [23]

Consiste en evaluar la calidad del suelo o material que se ocupa por medio de su resistencia, la muestra debe ser mezclada con agua para llegar a un índice de humedad óptima lo que causaría una resistencia máxima al corte, se continúa con el uso de una placa a escala que ejerce una presión dando un valor numérico sobre la calidad del material. [23]

Se calcula por la siguiente ecuación.

$$CBR = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patron}} (100\%)$$

Ecuación 12

1.1.2.8. Mantenimiento Vial

Este es un aspecto para tomar muy en cuenta que depende de las políticas y economías de un sector ya que exige un enfoque a corto, mediano y largo plazo, pero antiguamente solo se enfocaba en la construcción de vías, pero no en la programación de mantenimiento o mejora de ésta, provocando elevación de costos porque la inversión en la construcción se perdía por completo. [5]

- **Rutinario**

Es un mantenimiento que se realiza una o más veces al año porque se realizan mantenimientos más simples como es limpieza, mantenimiento de drenajes, cunetas, zanjas, bermas, control de la vegetación y reparación de fallas mínimas. [5]

- **Periódico del estado de la vía.**

Este mantenimiento se realiza cada cierto año y su fin es darle al usuario vial comodidad y un buen estado a lo que sería la capa de rodadura. El fin es tratar de reparar o prevenir fallas dentro de la estructura asfáltica con la reparación de taludes, puentes y calzada. [5]

1.2 Objetivos

Objetivo General

- Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Patate - Baños Abs 15+200 – 18+700 de la provincia de Tungurahua

Objetivos Específicos

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Patate - Baños Abs 15+200 – 18+700 de la provincia de Tungurahua
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate - Baños Abs 15+200 – 18+700 de la provincia de Tungurahua
- Evaluar cada uno de los componentes físico de la vía Patate - Baños Abs 15+200 – 18+700 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la primera fase del proyecto se realizó un levantamiento georreferencial con la utilización de los siguientes materiales para ubicar exactamente el tramo de la vía en estudio.

Tabla 7 Materiales Georreferenciación

Ensayo	Materiales	Equipos
Georreferenciación	<ul style="list-style-type: none">• Cinta métrica• Aerosol de pintura	Receptor Satelital GPS (Garmin, etrex 10)
		
		

Realizado por: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Una vez utilizados estos materiales se accede a un software de AutoCAD Civil 3D (AutoDesk), con el cual se realizan los planos con coordenadas exactas. A continuación, se realiza el conteo vehicular y posteriormente se tabula.

Como paso final se debe conocer las propiedades físicas del suelo y las de la capa de rodadura respectivamente de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 8 Ensayos con sus respectivos materiales

Ensayo	Materiales	Equipos
Toma de muestras	<ul style="list-style-type: none"> • Pala • Pico • Flexómetro • Costales 	-
Granulometría	Muestra de suelo	Tamices, tamizadora eléctrica, balanzas
Límite Plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Muestra de suelo que pasa por el tamiz N° 40 	Mortero, recipiente de porcelana, placa de vidrio, espátula, horno, recipiente metálico.
Límite Líquido	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Muestra de suelo que pasa por el tamiz N° 40 	Copa de Casagrande, recipientes, balanza, acanalador, espátula, horno
Proctor Modificado	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Muestra de suelo 	Bandejas, recipientes, molde cilíndrico de metal, martillo compactador, balanza, horno, palustre.
CBR	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Muestra de suelo 	Bandeja, recipientes, molde cilíndrico de metal, martillo compactador, pesa ranurada, máquina multispeed, pesa anular, balanza, horno, palustre.
Deflexión	<ul style="list-style-type: none"> • Tiza • Agua 	Viga Benkelman, volqueta, termómetro, flexómetro, cinta métrica, combo.

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

En la tabla se observa lo que se ha utilizado para los estudios de las características necesarias.

Tabla 9 Materiales con sus marcas

Tamices	Tamizador	Balanza
		
Marca: Humboldt Version: 2011	Marca: Controls Version: 15-d0407/BZ	Marca: Mexico
Horno	Copa de Casagrande	Molde Cilindrico
		
Marca: Sin Marca	Marca: Sin Marca	Marca: Sin Marca
Máquina Multispeed	Martillo compactador	Recipiente de Porcelana
		
Marca: Controls Version: 34V1174	Marca: Controls Version: 33T 0075	Marca: Sin Marca
Viga Benkelman	Volqueta	Termómetro
		
Marca: CONTROLS Modelo: 80-B0180	Marca: HINO Modelo: GH 8m3	Marca: Sin Marca

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

2.2 Métodos

2.2.1. Tipos de Investigaciones

- **Investigación Bibliográfica**

En el caso de un estudio sobre el mantenimiento y conservación de la capa de rodadura, es necesario hacer una investigación por medio de fuentes bibliográficas porque hay conceptos e incluso normas a las que se debe regir el presente proyecto. [24]

- **Investigación de Campo**

La investigación de campo se refiere a una observación y comprensión de factores, ubicándose en el lugar de los hechos, conjuntamente analizando todo el entorno. [24]

Es sumamente necesaria esta investigación en el presente proyecto, porque es indispensable realizar varias fases en las que consta dirigirse al sitio para examinar de manera visual o efectuar ensayos sobre la misma capa de rodadura. Los estudios que a ejecutarse en el lugar son: TPDA, muestreo de suelo, aplicación de Viga Benkelman, las cuales sirven para conocer la movilidad vehicular y los componentes físicos respectivamente de la vía. [24]

- **Investigación de Laboratorio**

Es una investigación que consta netamente de una experimentación con la cual se llega a un resultado dictaminando las características o componentes de la muestra en estudio. [24]

Para el mantenimiento y conservación de una capa de rodadura es primordial realizar estos estudios en lo que sería la muestra de suelo del sitio. Para conocer la viabilidad se deben realizar los límites de Atterberg, CBR, Proctor modificado y análisis granulométrico.

Tabla 10 Ensayos con su respectiva Normativa

Ensayo	Normativa
Obtención de muestras alteradas	NTE INEN 686
Granulometría	ASTM C136
Límite Líquido	ASTM D4318
Límite Plástico	ASTM D4318
Índice de Condición del Pavimento PCI	ASTM D6433-07
Proctor Modificado	AASHTO T-180 ASTM D1557
CBR	ASTM D1883
Deflexiones (Viga Benkelman)	AASHTO T256

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

2.3. Plan de recolección de información

Se necesita una autoevaluación respondiendo algunas preguntas para poder llegar a cumplir los objetivos propuestos

Tabla 11: Preguntas para la recolección de información

Pregunta	Descripción
¿Qué se evalúa?	Las propiedades físicas, mecánicas Las propiedades de la capa de rodadura y su estructura.
¿Cómo se evalúa?	<ul style="list-style-type: none">• Investigación bibliográfica• Investigación de campo• Investigación de laboratorio
¿Dónde se evalúa?	En la vía Patate – Baños en las Abs 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
¿Quién evalúa?	Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga
¿Para qué se evalúa?	Para implementar un plan de conservación de la capa de rodadura que concuerde con las condiciones de la vía.

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

2.4. Plan de procesamiento de Información

El proceso que debe seguir el proyecto se debe presentar de la siguiente manera:

En la primera fase para el desarrollo del proyecto por medio de una visita de campo se debe abscribir la vía y realizar un recorrido para inspeccionar visualmente, e identificar características importantes del medio. A continuación, se deberá realizar una investigación bibliográfica para determinar las normas y en base a estudios previos se facilite la guía con conceptos fundamentales, fórmulas y hojas de campo. Se realiza una faja topográfica de las curvas de nivel por medio de plataformas o programas digitales.

Realizamos un levantamiento topográfico con un GPS tomando puntos en los límites laterales y eje de la vía. Los puntos obtenidos en coordenadas se colocan sobre la faja topográfica realizada con anterioridad.

Se inicia a la fase dos con la utilización de los formatos para el conteo vehicular se establece una estación en donde se deberá permanecer por 12 horas continuas por 7

días para así conseguir datos reales, para posteriormente calcular el TPDA categorizando la vía por el volumen de vehículos que transitan, este volumen vehicular depende de la cantidad de ejes que circulan.

Ilustración 4 Hoja de campo para conteo vehicular




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

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Fecha:		Ubicación:									
Hoja #:		Sentido:									
		Responsable:									
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				Total	TOTAL	ACUMULADO POR	
				C-2P	C-2G	C-3	C>3				
7h00	7h15										
7h15	7h30										
7h30	7h45										
7h45	8h00										
8h00	8h15										
8h15	8h30										
8h30	8h45										
8h45	9h00										
9h00	9h15										
9h15	9h30										
9h30	9h45										
9h45	10h00										
10h00	10h15										
10h15	10h30										
10h30	10h45										
10h45	11h00										
11h00	11h15										
11h15	11h30										
11h30	11h45										
11h45	12h00										
12h00	12h15										

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

- **Sección 1:** Datos informativos del proyecto.
- **Sección 2:** Intervalos de tiempo para el seguimiento en el conteo vehicular.
- **Sección 3:** Clasificación de vehículos que circulan en una carretera, pueden ser livianos, buses y pesados. Los vehículos pesados cuentan con una subclasificación que depende de sus ejes y se representa de la siguiente forma: dos ejes simples C-2P, dos ejes doble llanta trasera C-2G, tres ejes C-3, más de tres ejes C > 3.
- **Sección 4:** Esta sección cuenta con el total de vehículos pesados, total de vehículos que circulan en 15 minutos y total de vehículos que circulan acumulados en una hora.

- **Sección 5:** Total de vehículos que circulan durante 12 horas según su tipo

A continuación, se debe analizar la capa de rodadura por el método PCI para el cual se necesita un material de apoyo con el fin de dar un valor numérico a las fallas identificadas.

Ilustración 5 Hoja de campo método PCI

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.			
Abs Inicial	Area de muestra (m2)	Fecha:	
Abs Final	Unidad de muestreo		
Ancho carril	Tramo:		

1

NÚMERO	FALLAS	m2	ESQUEMA			
1	Piel de cocodrilo	m2	<div style="text-align: center;">3</div>			
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en Bloque	m2				
4	Abultamientos y hundimientos	m				
5	Corrugación	m2				
6	Depresión	m2				
7	Grieta de Borde	m2				
8	Grieta de reflexión de junta	m				
9	Desnivel Carril/Berma	m				
10	Grietas longitudinales y transversales	m				
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2				
12	Pulimento de agregados	m2				
13	Huecos	U				
14	Cruce de Vía ferrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grietas parabólicas	m2				
18	Hunchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				

2

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				

4

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

- **Sección 1:** Datos informativos del proyecto.
- **Sección 2:** Tipos de fallas que pueden presentarse en la vía en estudio
- **Sección 3:** Esquema de la unidad de muestro y las fallas presentes.
- **Sección 4:** Datos correspondientes al valor deducido y al PCI

El paso final dentro del estudio de campo es la realización de la deflexión de la capa de rodadura mediante la viga Benkelman. En campo se debe llenar el siguiente formato.

Ilustración 6 Hoja de campo del método Viga Benkelman



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



PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS
 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

ESTACIÓN	ABSCISA	CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)					TEMPERATURA (°C)	
				D0	D25	D50	D100	D500		D800
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

- **Sección 1:** Datos informativos del proyecto.
- **Sección 2:** Datos sobre el área de medición
- **Sección 3:** Datos de las deflexiones tomadas.

Como fase final se realiza la toma de muestras de suelo para ser llevado al laboratorio. En el laboratorio se realizan los ensayos para identificar el tipo y resistencia del suelo, por medio de los límites de Atterberg, granulometría, Proctor y CBR para concluir si el suelo es óptimo para sostener toda la estructura vial dependiendo de su resistencia al corte.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto está localizado en la provincia de Tungurahua recorriendo la vía Inter cantonal que conecta Patate-Baños cruzando por la parroquia de Lligua. La longitud de estudio va desde la abscisa 15+200-18+700 lo que sería una longitud total de 3.5 km de capa de rodadura. Las coordenadas exactas son:

Tabla 12 Coordenadas del inicio y final de la vía

ABSCISA	SUR	ESTE
15+200	9845207.43	782726.55
18+700	9845335.83	785595.71

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

La vía en estudio se encuentra cruzando el Parque Aventuras por lo que a continuación se muestra la ubicación satelital del recorrida del proyecto

Ilustración 7 Vía Patate – Baños Km 15+200 – 18+700



Fuente: Google Earth

3.1.2 Georreferenciación de la vía

Para realizar una georreferenciación es necesario recorrer la vía Patate – Baños a lo largo de la abscisa 15+200 – 18+700 con la utilización de un receptor satelital GPS, las coordenadas son tomadas cada 25m para mejorar la precisión de los datos, formando así un boceto de la carretera. Para esto se toman tres puntos indispensables por el GPS Etrex en este caso dos laterales y un central, denominándolo el eje de la vía. A continuación, los datos recolectados se tabulan en formato CSV e ingresan para ser procesados por un software que proporcionaría un plano conformado por una faja topográfica Anexo E.

Tabla 13 Características visuales de la vía

Elemento	Dato	Unidades
Longitud Total de la vía	3.5	km
Ancho promedio de la calzada	5.35	m
Longitud cunetas lado derecho	0	m
Longitud cunetas lado izquierdo	3.5	km
Coordenadas obtenidas	463	Unidades

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Por la tabla 13 se analiza que existe una falta de cunetas al lado derecho de la vía y una calzada con un conflicto al momento de transitar por la estrechez de sus carriles.

3.1.3 Análisis de Tráfico

En la realización del análisis de tráfico se ubicó una estación fija de conteo vehicular de manera manual tomando en cuenta los dos sentidos de la calzada, se llevó un registro durante 7 días por 12 horas, el estudio se realizó el 25, 26, 27, 28, 29, 30 de abril y el 01 de mayo del 2022 desde las 7 horas hasta las 19 horas. Las coordenadas de la estación son:

Tabla 14 Coordenadas de la estación de conteo vehicular

ABSCISA	NORTE	ESTE
18+000	9845583.00	785121.77

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

3.1.3.1 Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por medio de la trigésima hora.

Con los datos recolectados de 7 días se determinó que el día 01/05/2022 es el día con un mayor flujo de tráfico vehicular. Se muestran los datos recolectados en la siguiente tabla.

Tabla 15 Tráfico Promedio Diario Anual

DÍA	NÚMERO DE VEHÍCULOS
Lunes	2133
Martes	2112
Miércoles	2164
Jueves	2219
Viernes	3029
Sábado	2835
Domingo	3093

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

El domingo 01 de mayo del 2022 es el día que se registra una mayor movilidad vehicular en comparación con el resto de la semana, por lo que este día se contabilizaron 3093 vehículos. Se identificó que la hora pico sería desde las 15 horas hasta las 16 horas dando un total de 358 vehículos registrados en esa hora.

Tabla 16 Factor de Hora Pico

HORA		LIVIANO S	BUSE S	PESADOS					TOTA L	ACUMULAD O POR HORA
				C- 2P	C- 2G	C- 3	C> 3	Tota 1		
15h0 0	15h1 5	75	2	4	1	0	0	5	82	82
15h1 5	15h3 0	89	2	1	0	0	1	2	93	175
15h3 0	15h4 5	95	2	2	0	0	0	2	99	274
15h4 5	16h0 0	82	2	0	0	0	0	0	84	358
TOTAL		341	8	7	1	0	1	9	358	716

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Con los datos obtenidos se determina hora pico de 358 veh/h, con una baja circulación de vehículos pesados, se realizan cálculos sobre el tráfico promedio diario juntamente con las constantes k

3.1.3.2 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

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

Ecuación 13

Donde:

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

VHP: Volumen de tráfico en la hora pico

k: Factor del TPDA según la zona de estudio. (Zona Urbana 8% - 12%, Zona Rural 12% - 18%)

- TPDA actual para vehículos livianos

$$TPDA_{actual} = \frac{341 Veh}{0.15}$$

Datos: (Tabla 15)

$$TPDA_{actual} = 2273.33 \frac{Veh}{día}$$

- TPDA actual para buses

$$TPDA_{actual} = \frac{8 Veh}{0.15}$$

- Datos: (Tabla 15)

- $TPDA_{actual} = 53.33 \frac{Veh}{día}$

- TPDA actual para vehículos pesados

$$TPDA_{actual} = \frac{9 Veh}{0.15}$$

- Datos: (Tabla 16)

$$TPDA_{actual} = 60 \frac{Veh}{día}$$

Al concluir los cálculos a continuación se presenta una tabla resumen del TPDA actual

Tabla 17 Cálculo de TPDA Actual

TIPO DE VEHÍCULO	VHP	TPDA ACTUAL (veh/día)
Livianos	341	2273
Buses	8	53
Pesados	9	60
TOTAL, TPDA actual		2386

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Con el TPDA actual calculado se debe realizar un proceso numérico para con el valor final analizarlo para un futuro, tomando en cuenta los índices de crecimiento de acuerdo con la región, zona o incluso economía del sector

3.1.3.3 Cálculo de Tráfico Atraído

$$T_{at} = 10\% TPDA_{actual}$$

Ecuación 14

Donde:

T_{at} : Tráfico atraído

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

- Tráfico atraído para vehículos livianos

$$T_{at} = 10\% * 2273$$

Datos: (Tabla 17)

$$T_{at} = 227 \frac{Veh}{día}$$

- Tráfico atraído para Buses

$$T_{at} = 10\% * 53$$

Datos: (Tabla 12)

$$T_{at} = 5 \frac{Veh}{día}$$

- Tráfico atraído para vehículos pesados

$$T_{at} = 10\% * 60$$

Datos: (Tabla 12)

$$T_{at} = 6 \frac{Veh}{día}$$

Al concluir los cálculos a continuación se presenta una tabla resumen del tráfico atraído dividido por tipo de vehículo.

Tabla 18 Cálculo del Tráfico Atraído

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL (veh/día)	TRÁFICO ATRAIDO (veh/día)
Livianos	2273	227
Buses	53	5
Pesados	60	6

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

3.1.3.4 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total

Se implementa la *Ecuación 1* para el cálculo

- TPDA para vehículos livianos

$$TPDA = TPDA \text{ actual} + Tat$$

$$TPDA = 2273 \frac{Veh}{día} + 227 \frac{Veh}{día}$$

Datos: (Tabla 17)

$$TPDA = 2500 \frac{Veh}{día}$$

- TPDA para buses

$$TPDA = 53 \frac{Veh}{día} + 5 \frac{Veh}{día}$$

Datos: (Tabla 17)

$$TPDA = 58 \frac{Veh}{día}$$

- TPDA para vehículos pesados

$$TPDA = 60 \frac{Veh}{día} + 6 \frac{Veh}{día}$$

Datos: (Tabla 17)

$$TPDA = 66 \frac{Veh}{día}$$

Al concluir los cálculos a continuación se presenta una tabla resumen del TPDA dividido por tipo de vehículo.

Tabla 19 Tráfico Promedio Diario Anual Total

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL (veh/día)	TRÁFICO ATRAIDO (veh/día)	TPDA (veh/día)	TPDA (%)
Livianos	2273	227	2500	95.26%
Buses	53	5	58	2.22%
Pesados	60	6	66	2.51%
TOTAL			2624	100.00%

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Como resultado final se observa que la cantidad de vehículos que circulan por la vía mayormente son livianos determinando así que la vía no debe resistir altas cargas durante varios periodos de tiempo prolongados

3.1.3.5 Cálculo del Tráfico Futuro

En el presente proyecto se debe realizar una proyección a 20 años por lo que se calcula el aumento del tránsito sobre la calzada hasta el año 2042.

Al no tener un índice de crecimiento vehicular se debe tomar la tasa de crecimiento de vehículos matriculados dentro de la provincia de Tungurahua, utilizando los datos proporcionados por la INEC.

Tabla 20 Índice de Tasa de crecimiento

PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO %
2021-2026	0,81
2026-2031	0,66
2031-2036	0,55
2036-2041	0,47
2041-2046	0,42

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC

Los cálculos se realizan con la utilización de la Ecuación 3.

Tabla 21 Cálculo del Tráfico Futuro

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TRÁFICO FUTURO (veh/día)			TPDAf (veh/día)
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2022	0.81%	2500	58	66	2624
2023	0.81%	2520	58	67	2645
2024	0.81%	2541	59	67	2667
2025	0.81%	2561	59	68	2688
2026	0.81%	2582	60	68	2710
2027	0.66%	2603	60	69	2732
2028	0.66%	2620	61	69	2750
2029	0.66%	2637	61	70	2768
2030	0.66%	2655	62	70	2786
2031	0.66%	2672	62	71	2805
2032	0.55%	2690	62	71	2823
2033	0.55%	2705	63	71	2839
2034	0.55%	2720	63	72	2855
2035	0.55%	2735	63	72	2870
2036	0.55%	2750	64	73	2886
2037	0.47%	2765	64	73	2902
2038	0.47%	2778	64	73	2916
2039	0.47%	2791	65	74	2929
2040	0.47%	2804	65	74	2943
2041	0.47%	2817	65	74	2957
2042	0.42%	2830	66	75	2971

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Con las tasas de crecimiento utilizadas se obtuvo un valor del tráfico futuro de 2971 veh/día como sumatoria final, este valor es indispensable para análisis futuros o

proyectos porque en base a este dato se realizan diseños, ampliación o cualquier tipo de mejora

3.1.3.6 Tipo de vía en Función al tráfico Futuro

El Ministerio de Obras Públicas se basa en las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras proporcionando una tabla clasificatoria de los tipos de carretera dependiendo de la cantidad de tránsito que circule por la vía.

Tabla 22 Clasificación del tipo de vía

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (MOP)	TPDAf (AÑO FINAL DE DISEÑO)	Ancho de la Calzada	
			Recommendable	Absoluto
Corredor Arterial	RI - RII (2)	>8000	7.30	7.30
	I	3000-8000	7.30	7.30
Colectora	II	1000-3000	7.30	6.50
	III	300-1000	6.70	6.00
Vecinal	IV	100-300	6.00	6.00
	V	300	4.00	4.00

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

La norma identifica a la vía como una colectora clase II con un ancho de calzada de 7.30m de ancho, un peralte máximo del 8%, una velocidad de diseño de 100 km /h y el ancho de los espaldones puede ir de 2 a 3 metros. [25]

Con las especificaciones de la MTOP se debe identificar la funcionalidad de la carretera para un trazado geométrico con características funcionales y una mejora en la calidad de circulación

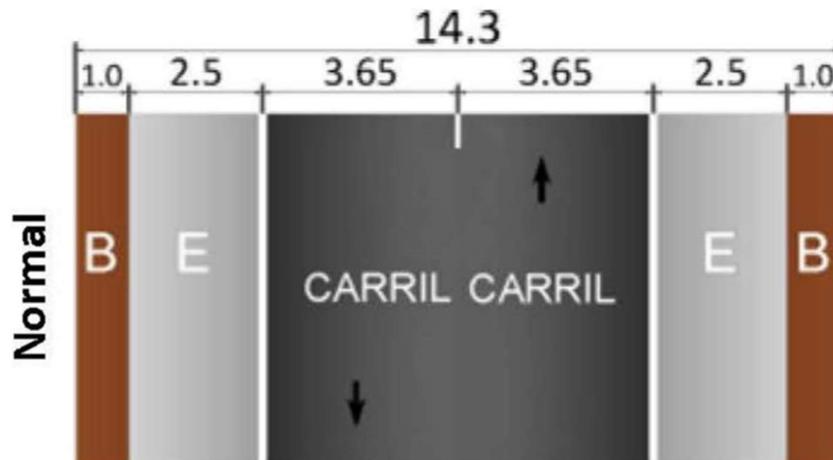
Tabla 23 Clasificación Funcional de las vías

Descripción	Clasificación Funcional	TPDAf	
		Límite inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Norma NEVI Volumen 2, 2012

Al tener un TPDAf de 2941 corresponde a una carretera C1 que se refiere a una carretera de mediana capacidad con las especificaciones siguientes que deben ser cumplidas.

Ilustración 8 Carretera de Mediana Capacidad



Fuente: Norma NEVI Volumen 2, 2012

Al observar la gráfica se identifica que la carretera no cumple con los anchos establecidos según la NEVI volumen 2, se observa la falta de espaldones y dificultad de circulación.

3.1.3.7 Cálculo de Ejes Equivalentes

Este cálculo se realiza porque al tener una gran variedad de vehículos transitando por la vía, se debería transformar a ejes equivalentes.

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

Ecuación 15

- **W18:** Número de ejes equivalentes (establecido para un periodo de diseño de 20 años).
- **TPDA:** Tráfico promedio diario anual (establecido para un periodo de diseño de 20 años).
- **FD:** Factor de daño.
- **Fd:** Factor de distribución direccional.
- **DI:** Porcentaje W18 en el carril DI

A continuación, se presentarán los valores para los factores de daño para los tipos de vehículos que transitan por la vía en estudio

Tabla 24 Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Trídem		Factor de daño
	Ton	$(P/6.6)^4$	Ton	$(P/8.2)^4$	Ton	$(P/15)^4$	Ton	$(P/23)^4$	(FD)
Bus	4	0.135	8	0.906	-	-	-	-	1.041
C-2P	2.5	0.021	-	-	-	-	-	-	1.286
	7	1.265	-	-	-	-	-	-	
C-2G	6	0.683	11	3.238	-	-	-	-	3.921
C-3	6	0.683	-	-	18	2.074	-	-	2.760

Autor: Guía técnica de pavimentos de Moreira Fricson, 2015

Ahora se encuentra el Factor de distribución direccional, esta tabla es en función del número de carriles

Tabla 25 Factores de Distribución Direccional

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de W18 en un carril (%)
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO 93 Diseño de Estructuras del Pavimento, 2014

A continuación, se presentan los porcentajes de W18 por carril

Tabla 26 Porcentajes de W18 en Carril

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

Fuente: AASHTO 93 Diseño de Estructuras del Pavimento, 2014

Calculo típico

- **W18 por año**

$$\mathbf{W18} = [((58 * 1.04) + (47 * 1.29) + (7 * 3.92) + (7 * 2.76)) * 365] * 1$$

$$\mathbf{W18} = 61214.15 \text{ ejes equivalentes}$$

- **W18 por carril**

$$\mathbf{W18} = [((58 * 1.04) + (47 * 1.29) + (7 * 3.92) + (7 * 2.76)) * 365] * 1$$

$$* 0.5$$

$$\mathbf{W18} = 30607.08 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 27 Ejes Equivalentes de la Vía Patate – Baños

	Buses	1.04	C-2P	1.29	C-2G	3.92	C-3	2.76		
AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL	W18 por año	W18 Acumulada	W18 por carril
			C-2P	C-2G	C-3	TOTAL				
2022	2500	58	47	7	7	61	2619	61214	61214	30607
2023	2520	58	47	7	7	61	2640	61710	122924	61462
2024	2541	59	48	7	7	62	2662	62210	185134	92567
2025	2561	59	48	7	7	62	2683	62714	247848	123924
2026	2582	60	49	7	7	63	2705	63222	311069	155535
2027	2603	60	49	7	7	64	2727	63734	374803	187402
2028	2620	61	49	7	7	64	2745	64154	438958	219479
2029	2637	61	50	7	7	64	2763	64578	503536	251768
2030	2655	62	50	7	7	65	2781	65004	568540	284270
2031	2672	62	50	7	7	65	2800	65433	633973	316986
2032	2690	62	51	8	8	66	2818	65865	699838	349919
2033	2705	63	51	8	8	66	2833	66227	766065	383032
2034	2720	63	51	8	8	66	2849	66591	832656	416328
2035	2735	63	51	8	8	67	2865	66958	899614	449807
2036	2750	64	52	8	8	67	2880	67326	966940	483470
2037	2765	64	52	8	8	67	2896	67696	1034636	517318
2038	2778	64	52	8	8	68	2910	68014	1102651	551325
2039	2791	65	52	8	8	68	2924	68334	1170985	585493
2040	2804	65	53	8	8	68	2937	68655	1239640	619820
2041	2817	65	53	8	8	69	2951	68978	1308618	654309
2042	2830	66	53	8	8	69	2965	69302	1377921	688960

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Como resultado final se obtiene que en la vía Patate - Baños abs 15+200 – 18+700 para una proyección de 20 años es decir para el 2042 se tendría un valor de 688960 ejes equivalentes

3.1.4 Cálculo del índice de Condición del Pavimento (PCI)

El método del PCI consiste que a lo largo del abscisado 15+200-18+700 por medio de una investigación de campo utilizando el método visual se les dé un valor numérico a las fallas identificadas en la carretera.

Tabla 28 Datos básicos recolectados

DATOS	VALORES
Ancho Promedio de la vía (A_v)	5.35 m
Longitud del tramo (L_t)	3500 m
Área del Tramo	$230 \pm 93 \text{ m}^2$
Error admisible estimado para el PCI (e)	5%
Desviación estándar del PCI (σ)	10

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

3.1.4.1 Longitud de la Unidad de Muestreo

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

Ecuación 16

Donde:

L: Longitud de la unidad de Muestreo

A: Área máxima de la unidad de muestreo

A_v : Ancho promedio de la vía

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2}{5.35 \text{ m}}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 + 93 \text{ m}^2}{5.35 \text{ m}}$$

$$L = 60.29 \text{ m}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 - 93 \text{ m}^2}{5.35 \text{ m}}$$

$$L = 25.57 \text{ m}$$

Con los resultados obtenidos se tiene un rango de máximo y mínimo, para el muestreo del proyecto, lo más factible sería realizar un promedio de los dos valores calculados para una mayor precisión dando un valor de 42.93 m por lo que es más factible realizar un redondeo a 40 m.

3.1.4.2 Unidad Total de Muestreo

Para el cálculo de las unidades totales de muestreo se utiliza la Ecuación 4.

Cálculos típicos

$$N = \frac{3500 \text{ m}}{40 \text{ m}}$$

$$N = 87 \text{ Unidades}$$

3.1.4.3 Unidades Mínimas de Muestro

Implementación de la Ecuación 5

$$n = \frac{87 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (1 + 87) + 10^2}$$

$$n = 13.78 \approx 14 \text{ Unidades de muestreo}$$

3.1.4.4 Intervalos para la Muestra

Con el desarrollo de la Ecuación 6 se obtienen los siguientes resultados

$$i = \frac{87}{14}$$

$$i = 6.21 \approx 6 \text{ Unidades de muestreo}$$

La interpretación del dato es que se realizó una unidad de muestreo cada 6 unidades, y la unidad está conformada por 40m, lo que permite realizar la aplicación del método PCI cada 240.

Tabla 29 Abscisado para la toma de muestras

UNIDAD	ABCISA (m)		ANCHO PROMEDIO (m)	AREA (m2)
	INICIAL	FINAL		
1	15+200	15+240	5.60	224
2	15+440	15+480	4.80	192
3	15+680	15+720	4.80	192
4	15+920	15+960	4.80	192
5	16+160	16+200	5.15	206
6	16+400	16+440	5.15	206
7	16+640	16+680	5.50	220
8	16+880	16+920	4.00	160
9	17+120	17+160	5.55	222
10	17+360	17+400	5.55	222
11	17+600	17+640	5.55	222
12	17+840	17+880	5.60	224
13	18+080	18+120	8.60	344
14	18+320	18+360	4.90	196

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Se realiza una inspección visual de una manera subjetiva recolectando los datos necesarios para llenar las hojas de campo en la Ilustración 5 y obtener los datos necesarios para los cálculos.

3.1.4.5 Cálculo de la densidad

La densidad es un valor porcentual en la que se realiza una relación entre el área de la falla con el área total de la unidad de muestreo.

$$Densidad \% = \frac{\text{Área total de la falla}}{\text{Área de la unidad de muestreo}} * 100$$

Ecuación 17

3.1.4.6 Cálculo del valor deducido

Para el cálculo del valor deducido se debe utilizar la densidad de cada falla para ser graficado en un monograma específico que se encuentra en el manual de Paviment Condition Index. Los resultados se observan en el Anexo B.

3.1.4.7 Cálculo del PCI

En el cálculo final del valor del PCI se debe aplicar una diferencia.

$$PCI = 100 - VDT$$

Ecuación 18

Donde:

PCI: Paviment Condition Index

VDT: Valor deducido total

Al obtener los cálculos individuales del valor del PCI por cada tramo se revisan los parámetros para determinar el estado de la vía que se encuentra en la Tabla 2.

Tabla 30 Condiciones de la Calzada

TRAMO	ÁREA	PCI	CALIDAD DEL PAVIMENTO
1	224	97	EXCELENTE
2	192	96.5	EXCELENTE
3	192	85.5	EXCELENTE
4	192	70.5	MUY BUENO
5	206	92.5	EXCELENTE
6	206	99.4	EXCELENTE
7	220	99.9	EXCELENTE
8	160	96.5	EXCELENTE
9	222	98	EXCELENTE
10	222	99.9	EXCELENTE
11	222	99.9	EXCELENTE
12	224	100	EXCELENTE
13	344	78	MUY BUENO
14	196	99	EXCELENTE
PROMEDIO PCI		93.76	EXCELENTE

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Al finalizar el cálculo del PCI se realiza un promedio numérico de las 14 unidades de muestreo lo que da un valor de 93.76 por lo que observando nuevamente la tabla de parámetros da un resultado de una vía en EXCELENTE estado.

3.1.5 Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura

Para la realización de la viga Benkelman se toma en cuenta el ancho promedio de la vía para ver a que distancia del borde de la carretera se debe realizar la lectura. En el estudio realizado se encuentra una calzada promedio de 5.35 m por lo que a 0.90 m del borde se coloca la viga y tomando lecturas a los 0, 0.25, 0.50, 1.00, 5.00 y 8.00 metros.

La siguiente tabla presenta los datos recolectados dependiendo de la abscisa, temperatura y espesor del pavimento.

Tabla 31 Lecturas de la Viga Benkelman

Estación	Abscisa	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	15+200	0.0	9.0	12.0	16.0	18.0	20.0	19.0	5.0
2	15+400	0.0	5.0	8.0	12.0	17.0	21.0	20.0	5.0
3	15+600	0.0	4.0	8.0	10.0	14.0	19.0	20.0	5.0
4	15+800	0.0	7.0	9.0	13.0	17.0	19.0	22.0	5.0
5	16+000	0.0	6.0	10.0	13.0	16.0	20.0	21.0	5.0
6	16+200	0.0	6.0	9.0	15.0	18.0	22.0	23.0	5.0
7	16+400	0.0	5.0	7.0	11.0	15.0	21.0	28.0	5.0
8	16+600	0.0	4.0	8.0	10.0	13.0	18.0	24.0	5.0
9	16+800	0.0	8.0	11.0	15.0	19.0	22.0	22.0	5.0
10	17+000	0.0	7.0	9.0	13.0	16.0	21.0	20.0	5.0
11	17+200	0.0	9.0	12.0	16.0	19.0	24.0	21.0	5.0
12	17+400	0.0	9.0	13.0	15.0	17.0	21.0	25.0	5.0
13	17+600	0.0	5.0	8.0	13.0	17.0	20.0	23.0	5.0
14	17+800	0.0	6.0	10.0	15.0	18.0	20.0	22.0	5.0
15	18+000	0.0	6.0	9.0	13.0	16.0	20.0	21.0	5.0
16	18+200	0.0	4.0	7.0	10.0	15.0	21.0	20.0	5.0
17	18+400	0.0	8.0	12.0	17.0	20.0	25.0	21.0	5.0
18	18+600	0.0	9.0	14.0	18.0	20.0	24.0	19.0	5.0
19	18+700	0.0	5.0	7.0	13.0	17.0	22.0	20.0	5.0

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

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

Se realiza una relación 1:2 de acuerdo con el extensómetro utilizado, ésta mide de forma directa y para la corrección de datos se debe multiplicar a la deflexión recuperable.

Para este proceso se debe seguir la Ecuación 6 y a continuación, se presenta la tabla de deflexiones corregidas

Tabla 32 Deflexión corregida por relación

Estación	Abscisa	DEFLEXIÓN CORREGIDA (X10e-2mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	15+200	40.0	22.0	16.0	8.0	4.0	0.0	19.0	5.0
2	15+400	42.0	32.0	26.0	18.0	8.0	0.0	20.0	5.0
3	15+600	38.0	30.0	22.0	18.0	10.0	0.0	20.0	5.0
4	15+800	38.0	24.0	20.0	12.0	4.0	0.0	22.0	5.0
5	16+000	40.0	28.0	20.0	14.0	8.0	0.0	21.0	5.0
6	16+200	44.0	32.0	26.0	14.0	8.0	0.0	23.0	5.0
7	16+400	42.0	32.0	28.0	20.0	12.0	0.0	28.0	5.0
8	16+600	36.0	28.0	20.0	16.0	10.0	0.0	24.0	5.0
9	16+800	44.0	28.0	22.0	14.0	6.0	0.0	22.0	5.0
10	17+000	42.0	28.0	24.0	16.0	10.0	0.0	20.0	5.0
11	17+200	48.0	30.0	24.0	16.0	10.0	0.0	21.0	5.0
12	17+400	42.0	24.0	16.0	12.0	8.0	0.0	25.0	5.0
13	17+600	40.0	30.0	24.0	14.0	6.0	0.0	23.0	5.0
14	17+800	40.0	28.0	20.0	10.0	4.0	0.0	22.0	5.0
15	18+000	40.0	28.0	22.0	14.0	8.0	0.0	21.0	5.0
16	18+200	42.0	34.0	28.0	22.0	12.0	0.0	20.0	5.0
17	18+400	50.0	34.0	26.0	16.0	10.0	0.0	21.0	5.0
18	18+600	48.0	30.0	20.0	12.0	8.0	0.0	19.0	5.0
19	18+700	44.0	34.0	30.0	18.0	10.0	0.0	20.0	5.0

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

3.1.5.2 Corrección de las deflexiones por las diferentes temperaturas

La temperatura es uno de los factores físicos más importantes dentro del ensayo por que los cambios climáticos de la zona afectan directamente las deflexiones recuperables. Para tomar la muestra de temperatura se debe realizar una pequeña perforación en la calzada para llenarla de agua y poder colocar el termómetro, pero la corrección debe realizarse con una temperatura estándar de 20 °C. Se realiza el cálculo con la Ecuación 7

Cálculos Típicos:

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{40.0}{0.001 * (19 - 20^{\circ}C) * (5) + 1}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 40.20 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 33 Corrección por Temperatura

Estación	Abscisa	DEFLEXIÓN CORREGIDA POR TEMPERATURA (X10e-2mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	15+200	40.2	22.1	16.1	8.0	4.0	0.0
2	15+400	42.0	32.0	26.0	18.0	8.0	0.0
3	15+600	38.0	30.0	22.0	18.0	10.0	0.0
4	15+800	37.6	23.8	19.8	11.9	4.0	0.0
5	16+000	39.8	27.9	19.9	13.9	8.0	0.0
6	16+200	43.3	31.5	25.6	13.8	7.9	0.0
7	16+400	40.4	30.8	26.9	19.2	11.5	0.0
8	16+600	35.3	27.5	19.6	15.7	9.8	0.0
9	16+800	43.6	27.7	21.8	13.9	5.9	0.0
10	17+000	42.0	28.0	24.0	16.0	10.0	0.0
11	17+200	47.8	29.9	23.9	15.9	10.0	0.0
12	17+400	41.0	23.4	15.6	11.7	7.8	0.0
13	17+600	39.4	29.6	23.6	13.8	5.9	0.0
14	17+800	39.6	27.7	19.8	9.9	4.0	0.0
15	18+000	39.8	27.9	21.9	13.9	8.0	0.0
16	18+200	42.0	34.0	28.0	22.0	12.0	0.0
17	18+400	49.8	33.8	25.9	15.9	10.0	0.0
18	18+600	48.2	30.2	20.1	12.1	8.0	0.0
19	18+700	44.0	34.0	30.0	18.0	10.0	0.0

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

El proceso que se realizó anteriormente ayuda a homogenizar los datos recolectados sin una variación de datos por factores externos físicos

3.1.5.3 Corrección realizada por estacionalidad

Al momento de realizar la evaluación de deflexiones se debe pensar en las peores condiciones que se pueden presentar, la cual sería la época de invierno y considerar el comportamiento del pavimento flexible. A continuación, se presentan los factores

Tabla 34 Factores de corrección por estacionalidad

Tipo suelo subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenoso-permeable	1	1.1 a 1.3
Arcillosa-sensible al agua	1	1.2 a 1.4

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Al tener como resultado una subrasante arenoso-permeable se observa en la tabla la estación lluviosa que sería de 1 y multiplicarlo por la deflexión corregida

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

Ecuación 19

Donde:

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

D: Deflexión corregida por estacionalidad.

Cálculos Típicos:

$$D = 1.0 * 40.20 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D = 40.20 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 35 Deflexiones corregidas por la estacionalidad

Estación	Abscisa	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	15+200	40.2	22.1	16.1	8.0	4.0	0.0
2	15+400	42.0	32.0	26.0	18.0	8.0	0.0
3	15+600	38.0	30.0	22.0	18.0	10.0	0.0
4	15+800	37.6	23.8	19.8	11.9	4.0	0.0
5	16+000	39.8	27.9	19.9	13.9	8.0	0.0
6	16+200	43.3	31.5	25.6	13.8	7.9	0.0
7	16+400	40.4	30.8	26.9	19.2	11.5	0.0
8	16+600	35.3	27.5	19.6	15.7	9.8	0.0
9	16+800	43.6	27.7	21.8	13.9	5.9	0.0
10	17+000	42.0	28.0	24.0	16.0	10.0	0.0
11	17+200	47.8	29.9	23.9	15.9	10.0	0.0
12	17+400	41.0	23.4	15.6	11.7	7.8	0.0
13	17+600	39.4	29.6	23.6	13.8	5.9	0.0
14	17+800	39.6	27.7	19.8	9.9	4.0	0.0
15	18+000	39.8	27.9	21.9	13.9	8.0	0.0
16	18+200	42.0	34.0	28.0	22.0	12.0	0.0
17	18+400	49.8	33.8	25.9	15.9	10.0	0.0
18	18+600	48.2	30.2	20.1	12.1	8.0	0.0
19	18+700	44.0	34.0	30.0	18.0	10.0	0.0

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Se analiza que existe un incremento de valores porque al tomar en cuenta este proceso se considera condiciones pocas favorables para el pavimento, es decir se realiza un cálculo de datos para tener un margen de error que no afecte de una manera exagerada a las deflexiones

3.1.5.4 Radio de curvatura

Se determinó la magnitud que tendrá la deformación lineal por tracción de las capas elásticas al ser flexionadas por el peso del paso vehicular. El proceso se realiza con la Ecuación 8

Cálculos Típicos:

$$\mathbf{Rc} = \frac{3125}{40.2 - 22.1}$$

$$\mathbf{Rc} = 172.7 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 36 Radios de curvatura

N.º	ABSCISA	Dc (x10 ²)		Rc
		d0	d25	m
1	15+200	40.2	22.1	172.7
2	15+400	42.0	32.0	312.5
3	15+600	38.0	30.0	390.6
4	15+800	37.6	23.8	225.4
5	16+000	39.8	27.9	261.7
6	16+200	43.3	31.5	264.3
7	16+400	40.4	30.8	325.0
8	16+600	35.3	27.5	398.4
9	16+800	43.6	27.7	197.3
10	17+000	42.0	28.0	223.2
11	17+200	47.8	29.9	174.5
12	17+400	41.0	23.4	178.0
13	17+600	39.4	29.6	317.2
14	17+800	39.6	27.7	263.0
15	18+000	39.8	27.9	261.7
16	18+200	42.0	34.0	390.6
17	18+400	49.8	33.8	196.3
18	18+600	48.2	30.2	172.7
19	18+700	44.0	34.0	312.5

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

3.1.5.5 Deflexión Característica

Se calcula para conocer la desviación estándar del pavimento es decir la caracterización representativa de la misma mediante la utilización de la Ecuación 9.

En primer lugar, se realiza el cálculo de las deflexiones máximas recuperables para obtener valores importantes posteriormente.

Tabla 37 Desviación estándar de las deflexiones recuperables máximas

N.º	ABSCISA	D0	(Dm-D0)	(Dm-D0) ^2
1	15+200	40.2	1.6	2.5
2	15+400	42.0	-0.2	0.0
3	15+600	38.0	3.8	14.3
4	15+800	37.6	4.2	17.2
5	16+000	39.8	2.0	3.9
6	16+200	43.3	-1.6	2.5
7	16+400	40.4	1.4	1.9
8	16+600	35.3	6.5	42.0
9	16+800	43.6	-1.8	3.2
10	17+000	42.0	-0.2	0.0
11	17+200	47.8	-6.0	35.8
12	17+400	41.0	0.8	0.6
13	17+600	39.4	2.4	5.6
14	17+800	39.6	2.2	4.7
15	18+000	39.8	2.0	3.9
16	18+200	42.0	-0.2	0.0
17	18+400	49.8	-8.0	63.6
18	18+600	48.2	-6.5	41.8
19	18+700	44.0	-2.2	4.9
	Promedio	41.8		248.7

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Según la CONREVIAl (Consortio de Rehabilitación Vial de Perú) se sugiere tomar en cuenta que se obtendrán datos que superaran las determinadas por lo que se realiza un diseño al 95%, es decir, solo un 5% de los datos de la deflexión obtenida será mayor a la deflexión característica. [26]

Tabla 38 Ecuaciones para el cálculo de la deflexión

Valor de Diseño (%)	Deflexión Característica (Dc)	Extensión del Pavimento D>Dc
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
99.9	D+3*σ	0.1

Fuente: Comportamiento estructural del pavimento flexible en la vía de evitamiento Sur – Cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la Viga Benkelman, 2017

Se debe realizar un cálculo previo a la Deflexión Característica que sería la desviación estándar con la aplicación de la siguiente fórmula

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_0)^2}{(n - 1)}}$$

Ecuación 20

Donde:

- **σ**: representa la Desviación estándar
- **Di**: representa la Deflexión Recuperable Máxima Corregida
- **Đ**: representa la Deflexión Media
- **n**: representa el número de datos

Cálculos típicos

$$\sigma = \sqrt{\frac{248.7}{(19 - 1)}}$$

$$\sigma = 3.72$$

Por la tabla 33 se observa que se debería aplicar la siguiente fórmula para la Deflexión Característica

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

Ecuación 21

$$Dc = 41.8 + 1.645 * 4.46$$

$$Dc = 47.89$$

3.1.5.6 Deflexión admisible

La deflexión admisible tiene una relación directa con el tránsito que circula por la vía en estudio por lo que a este dato se le deberá realizar un cálculo previo para transformarlo en ejes equivalentes que se encuentra en la tabla 23, utilizando así el dato obtenido actual para este proceso. Se aplicó la siguiente fórmula.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{W18}\right)^{1/4} * 100$$

Ecuación 22

Donde:

- **D_{adm}**: Deflexión Admisible en milímetros.
- **W18**: Número de Ejes Equivalentes para un periodo de 20 años.

Cálculos típicos

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.031}\right)^{1/4} * 100$$

$$D_{adm} = 246.79 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.7 Deflexión Crítica

Con el valor de los ejes equivalentes acumulados se calcula la deflexión que se genera una vez que el pavimento haya alcanzado su periodo de servicio

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{W18}\right)^{1/5.3} * 100$$

Ecuación 23

Donde:

- **D_{cr}**: Deflexión Crítica en milímetros.
- **W18**: Número de Ejes Equivalentes para un periodo de 20 años.

Cálculos típicos

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{0.031}\right)^{1/5.3} * 100$$

$$D_{cr} = 217.39 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Al obtener los cálculos respectivos se revisa en la normativa CONREVIAl con las comparaciones entre las deflexiones y radios de curvatura como se observa en la siguiente tabla

Tabla 39 Tipos de Deflexiones

Tipo de deflexiones	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
Tipo I	Bueno $D < D_a$	Bueno $R_o > 100$
Tipo II	Malo $D > D_a$	Bueno $R_o > 100$
Tipo III	Bueno $D < D_a$	Malo $R_o < 100$
Tipo IV	Malo $D > D_a$	Malo $R_o < 100$

Fuente: Estudio CONREVIAl, Perú

A continuación, se muestran los resultados obtenidos al culminar los cálculos respectivos por abscisado.

Tabla 40 Deflexiones calculadas

Año de Estudio						
N.º	ABSCISA	D0	Re	Dc	Dadm	Dcr
		1e-2mm				
1	15+200	40.20	172.74	47.89	246.79	246.79
2	15+400	42.00	312.50	47.89	246.79	246.79
3	15+600	38.00	390.63	47.89	246.79	246.79
4	15+800	37.62	225.45	47.89	246.79	246.79
5	16+000	39.80	261.72	47.89	246.79	246.79
6	16+200	43.35	264.32	47.89	246.79	246.79
7	16+400	40.38	325.00	47.89	246.79	246.79
8	16+600	35.29	398.44	47.89	246.79	246.79
9	16+800	43.56	197.27	47.89	246.79	246.79
10	17+000	42.00	223.21	47.89	246.79	246.79
11	17+200	47.76	174.48	47.89	246.79	246.79
12	17+400	40.98	177.95	47.89	246.79	246.79
13	17+600	39.41	317.19	47.89	246.79	246.79
14	17+800	39.60	263.02	47.89	246.79	246.79
15	18+000	39.80	261.72	47.89	246.79	246.79
16	18+200	42.00	390.63	47.89	246.79	246.79
17	18+400	49.75	196.29	47.89	246.79	246.79
18	18+600	48.24	172.74	47.89	246.79	246.79
19	18+700	44.00	312.50	47.89	246.79	246.79

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Al obtener una deflexión crítica menor a la admisible, ésta se convierte en el valor crítico porque significa que las deflexiones que están dispuestas a soportar superan a la que se darían en el peor de los casos o con el peso máximo para el que se diseñó la calzada.

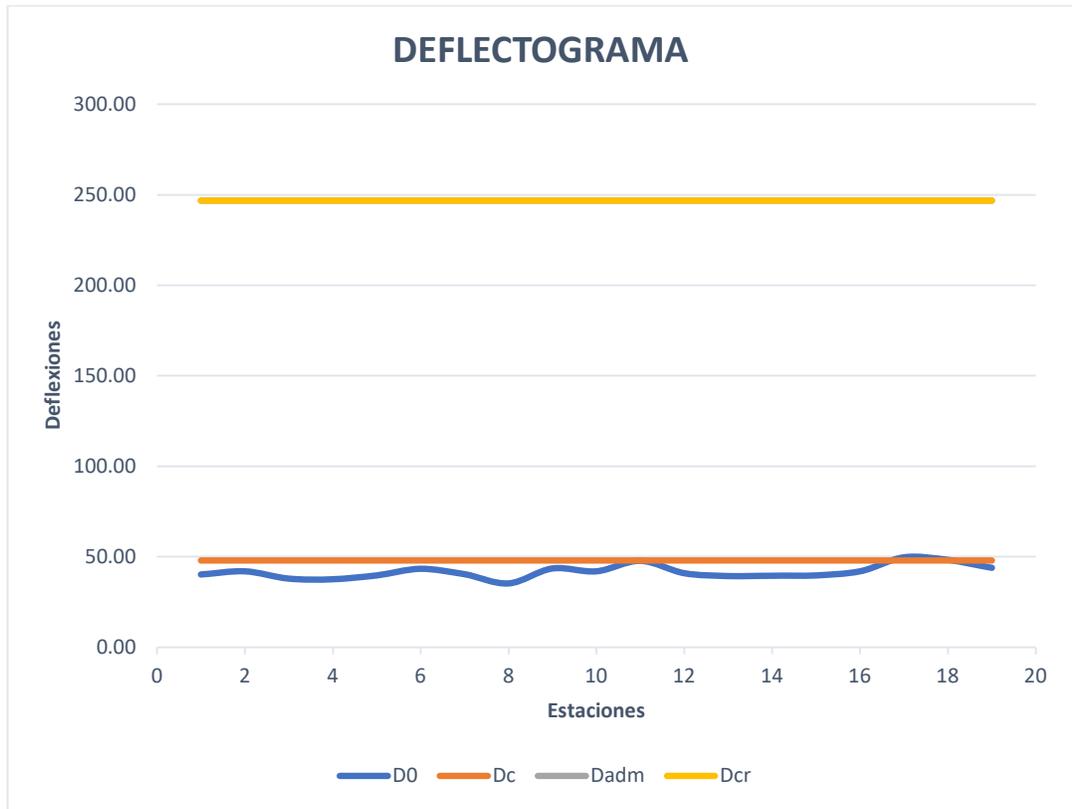
Tabla 41 Resultados finales

RESULTADOS	
Deflexión Promedio (Dm)	41.8e-2mm
Desviación Estándar (σ)	3.72
Deflexión Característica (Dc)	47.89e-2mm
Deflexión Admisible (Dadm)	246.79e-2mm
Deflexión Critica (Dcr)	246.79e-2mm
Evaluación	
Tipo de Deflexión	Tipo I
Comportamiento subrasante	BUENO
D<Dadm	
41.8<246.793e-2mm	
Comportamiento pavimento	BUENO
Rc>100m	
172.7m>100m	

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Con los resultados finales se puede concluir que se encuentra una capa de rodadura en un buen estado según el manual CONREVIAl, incluso las deflexiones de la vía Patate-Baños abs 15+200-18+700 son de Tipo I, es decir su subrasante y pavimento tienen un comportamiento Bueno.

Ilustración 9 Análisis Deflectométrico de la Vía



Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Se determinó que el tramo Patate-Baños abs 15+200 al 18+700 tiene unas deflexiones Tipo I porque cumplen las dos condiciones que son: las deflexiones características son menores que las deflexiones admisibles dentro del comportamiento de la subrasante y el comportamiento del pavimento de igual forma cumple que el radio de curvatura siendo mayor a 100 m

3.1.6 Estudio de Suelos

Para un estudio sobre la calzada de una vía es indispensable conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el que se está asentando toda la estructura de la capa de rodadura, por lo que se realizaron cuatro calicatas a cielo abierto de muestra alterada con unas dimensiones de 1.0 m x 1.0 m excavando a una profundidad de 1.0 m, extrayendo de las mismas dos sacos de alrededor de 50 kg cada uno. Posteriormente se traslada la muestra al laboratorio para la realización de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado Tipo B y el CBR.

Tabla 42 Ubicación de la realización de calicatas

N.º	Calicata	Abscisa	Coordenadas	
			Este	Norte
1		15+800	783328.87	9845183.48
2		17+000	784358.04	9845378.83
3		18+200	785123.49	9845576.75

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Se observa la ubicación de los pozos a cielo abierto con una precisión exacta de coordenadas satelitales por medio de un GPS

3.1.6.1 Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico permite separar las partículas que conforman el suelo por su tamaño y así conocer porcentajes de gruesos y finos que lo conforman.

Tabla 43 Resultados Estudio Granulométrico

Calicata	Grava	Arena	Finos	AASHTO	SUCS
1	0	72	28	A-2-4 Arena limosa, arena	SM – Arena limosa
2	0	94	6	A-2-4 Arena limosa, arena	SM – Arena limosa
3	0	83	17	A-2-4 Arena limosa, arena	SM – Arena limosa

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Al tamizar el suelo grueso se debe pasar por el tamiz de 2” hasta el #4, una vez realizado este proceso se observó que no hubo retención de material por lo que no existe presencia de agregados gruesos. Se realiza el mismo proceso para el suelo fino pasando la muestra por el juego de tamices conformado del tamiz #8 (2.36mm) hasta el #200 (0.075mm) por lo que se trata una Arena limosa.

3.1.6.2 Límites de Atterberg

Consiste en identificar que comportamiento tienen los suelos finos al tener un contacto con el agua

- Límite líquido

Se utilizaron 350 gr de material que pasa por el tamiz #40, realizando una mezcla en un mortero con un porcentaje de agua adecuado y así se coloca la muestra en la Copa de Casagrande para dividir la muestra con un ranurador y observar cuantos golpes da hasta que se una la muestra nuevamente, posteriormente se coloca en dos recipientes una parte del suelo para llevar al área de secado y determinar su porcentaje de humedad

- Límite Plástico

Se utilizaron 350 gr de material que pasa por el tamiz #40, con la ayuda de una placa de vidrio se realizó 5 rollos por muestra con una longitud entre 3 y 4 cm, un radio de 3mm, finalmente se determina el porcentaje de humedad.

Tabla 44 Resumen de Resultados de los Límites de Atterberg

N.º de Muestra	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico LP (%)	Índice de Plasticidad IP (%)
1	25.26	21.41	3.85
2	33	30.73	2.27
3	30.4	26.59	3.81

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Los resultados obtenidos ayudaron a identificar que los porcentajes determinan la presencia de un suelo arenoso

3.1.6.3 Proctor Modificado Tipo B

El Proctor modificado determinó la densidad seca juntamente con su contenido de humedad óptimo, se extrae una muestra de 6000 gr del material que pasa por el tamiz #4, mezclando progresivamente con agua para ser compactado en 5 diferentes capas de 56 golpes cada capa con un martillo de 10 lb.

Tabla 45 Resultados del Proctor Modificado

Calicata	AASHTO	Tipo de Suelo	Densidad Seca (gr/cm ³)	Humedad Óptima (%)
1	A-2-4	Arena limosa, arena	1.917	7.76
2	A-2-4	Arena limosa, arena	1.915	9.40
3	A-2-4	Arena limosa, arena	1.996	6.51

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Con los resultados obtenidos se tiene el conocimiento del porcentaje de agua que deberíamos colocar en la vía para llegar a una densidad aceptable y soporte durante su vida útil.

3.1.6.4 Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

Con los valores de la densidad y humedad óptima calculados anteriormente se realizó el ensayo del CBR con el fin de conocer la resistencia al corte.

Tabla 46 Clasificación de suelos

CBR	Clasificación	
	General	Uso
2-5	Muy Mala	Subrasante
5-8	Mala	Subrasante
8-20	Regular-Buena	Subrasante
20-30	Excelente	Subrasante
30-60	Buena	Subbase
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: AASHTO – 93, Diseño de pavimentos

Esta clasificación es en la que se basó la determinación de resultados porque se fundamenta en las normas ecuatorianas que debe cumplir cada tipo de capa.

Tabla 47 Resultados CBR

Calicata	Abscisa	CBR (%)	Clasificación	Uso
1	15+800	9.01	Regular - Buena	Subrasante
2	17+000	10.82	Regular - Buena	Subrasante
3	18+200	8.72	Regular - Buena	Subrasante

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Se determinó la presencia de una subrasante en condiciones regulares, incluso valores bajos que se encuentran en el límite por lo que se debería tomar en cuenta para futuros proyectos

3.1.7 Plan de Conservación Vial

Al haber obtenido todos los datos sobre la vía se debe hacer una interpretación a profundidad del Índice de condición del Pavimento (PCI) juntamente con los datos de las deflexiones. En la vía Patate - Baños en las abscisas 15+200 hasta la 18+700 es necesario planificar un mantenimiento vial rutinario, periódico y específico que cubra todas las necesidades de las fallas actuales. [27]

Tabla 48 Intervención para los tipos de fallas

Tipo de Falla	Unidad de Muestreo	Unidad	Abscisa (Km)		Cantidad por Intervenir	Intervención	Tipo de deflexión
			Inicial	Final			
Piel de Cocodrilo	U4	m ²	15+920	15+960	3.29	Sobre carpeta o reconstrucción. Sellado superficial. Parcheo parcial o en toda la profundidad.	DEFLEXIÓN TIPO I
Agrietamiento en bloque	U2	m ²	15+440	15+480	5.69	Sellado con la utilización del material bituminoso y cubrirlo con agregados pétreos	
	U14		18+320	18+360	2.72		
Abultamiento y Hundimientos	U4	m	15+920	15+960	1.6	Parcheo profundo o parcial	
	U9		17+120	17+160	1.1		
Grieta de Borde	U3	m ²	15+680	15+720	4.7	Sellado de grietas y parcheo	
	U8		16+880	16+920	5		
Grietas longitudinales y transversales	U1	m	15+200	15+240	2	Sellado de grietas	
	U2		15+440	15+480	0.7		
	U3		15+680	15+720	1.7		
	U4		15+920	15+960	3.9		
	U5		16+160	16+200	15.2		
	U6		16+400	16+440	5.3		
	U8		16+880	16+920	1.8		
	U9		17+120	17+160	3.2		
	U10		17+360	17+400	5.2		
	U11		17+600	17+640	4.2		
	U12		17+840	17+880	2		
	U14		18+320	18+360	4.8		
Huecos	U4	U	15+920	15+960	0.5	Parcheo superficial o profundo	
	U9		17+120	17+160	0.5		
Ahuellamiento	U3	m ²	15+680	15+720	1.98	Recapeo de la calzada	
	U13		18+080	18+120	14		
Desprendimiento de Agregados	U1	m ²	15+200	15+240	0.6	Sellado superficial,	
	U3		15+680	15+720	2.17		

U4	15+920	15+960	3.08	sobre carpeta o tratamiento superficial
U6	16+400	16+440	0.54	
U7	16+640	16+680	0.46	
U9	17+120	17+160	0.12	
U11	17+600	17+640	0.8	
U13	18+080	18+120	14	

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Se interpretó por medio de la Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá que al cuantificar los valores del método PCI se llega a la conclusión que si se obtuvieron valores de 56 a 100 se realizaría un mantenimiento periódico y rutinario, si se encuentra de 26 a 55 significa que la vía tiene un deterioro superficial o incluso un daño estructural por lo que se necesitaría una rehabilitación de emergencia. Si se encuentra con valores menores a 25 significa que la vía tiene que ser reconstruida. [28]

Un mantenimiento rutinario se basa en una conservación económica de forma regular que es vital para una prevención y un desempeño óptimo, lo que se debe destacar es que este procedimiento funciona cuando se realiza una intervención oportuna. [29]

Un mantenimiento periódico se realiza en un lapso mayor a un año sin intervenir en las capas granulares, es decir que el enfoque es en la calzada netamente, pero la estructura debe tener la capacidad de soportar los tratamientos para así cumplir su vida útil.

A continuación, se observan los procesos que se deben realizar dependiendo del tipo de mantenimiento propuesto.[29]

Mantenimiento Rutinario

- Limpieza de la vía
- Limpieza de tuberías y box culverts
- Limpieza de pozos y sumideros
- Sello de fisuras
- Pintura asfáltica

Mantenimiento Periódico

- Sello arena – asfalto
- Riego en negro
- Riego de liga
- Lechada asfáltica
- Fresado de capa de rodadura asfáltica
- Restitución de carpeta con mezcla asfáltica en caliente
- Restitución de carpeta con mezcla asfáltica en frío
- Tratamiento superficial simple
- Reparación superficial de pavimento asfáltico (parqueo)

Al analizar los procesos que se deben llevar a cabo según la normativa ecuatoriana se propone la utilización de:

Mantenimiento rutinario

- Sellado de grietas
- Bacheo superficial
- Bacheo profundo
- Nivelación de Bermas granulares no revestidas
- Reperfilado de bermas en caminos con pavimento asfáltico

Mantenimiento periódico

- Sellos bituminosos
- Nivelación de Bermas granulares revestidas
- Imprimación reforzada
- Reposición de capa de rodadura en concreto asfáltico

A continuación, se observan los mantenimientos propuestos para las condiciones a cumplir

Tabla 49 Mantenimiento rutinario planteado

MANTENIMIENTO RUTINARIO	ACTIVIDAD
Limpieza de la vía	El retiro de partículas que compliquen el tránsito u obstruyan los drenajes ocasionando inundaciones
Pintura asfáltica	Mantener la señalización horizontal visible para comodidad y fluidez
Sellado de grietas	Colocar asfalto caliente en los agrietamientos para evitar una infiltración y reducir el deterioro progresivo de la estructura
Bacheo superficial	Es el reemplazo de áreas de pavimentos deterioradas y reparación de baches

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

Para la vía en estudio se realizarían los siguientes procedimientos para los tramos que necesitan un mantenimiento rutinario, éstos se identifican porque tienen un PCI de 85 a 100. [30]

Tabla 50 Mantenimiento periódico planteado

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	ACTIVIDAD
Sellos Bituminosos	Es la combinación de pavimento asfáltico con agregados para corregir fisuras como: neblina y lechado asfáltico
Nivelación de Bermas granulares revestidas	Consiste en la nivelación por riego de imprimación ajustando una pendiente uniforme
Imprimación reforzada	Consiste en un recubrimiento sobre una base granular
Tratamiento Superficial simple	Riego asfáltico solo o con agregados para recuperar las condiciones superficiales

Autor: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

El mantenimiento periódico se lo aplica en condiciones que requieren de una mayor intervención por esta razón se utiliza material asfáltico para dar solución a las fallas de la calzada. [30]

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En la vía Patate-Baños para la abs 15+200 hasta el 18+700 se realizó un levantamiento georreferenciado en el formato UTM-GSW84 de la zona 17 sur en donde se obtuvieron características fundamentales como el ancho promedio de vía de 5.35 m. Se identificó la falta de cunetas al lado derecho en ciertos tramos de la vía e incluso la que se encuentra habilitada a la izquierda con la falta de limpieza, una deficiencia en la señalética vertical y horizontal, la falta de un correcto porcentaje de inclinación en el desarrollo de peraltes.
- Para la vía Patate-Baños abs 15+200 a la 18+700 se calculó el Tráfico Promedio Anual dando un valor de 2624 veh/día a su vez con este valor se calcula una proyección a 20 años resultando un valor de 2971 veh/día. La MTOP categoriza la carretera como una vía Colectora II ya que ésta dictamina que el tráfico futuro se encuentra entre 1000 y 3000 veh/día. En referencia a la normativa del Manual NEVI Volumen 2ª se establece que corresponde a una carretera C1 de mediana capacidad la cual debe cumplir un ancho de 7.30 m por lo que es necesario realizar una ampliación ya que el estado actual es de 5,35 m.
- Se concluyó que al realizar el PCI de la vía Patate-Baños de la abs 15+200 a la 18+700 se obtuvo un promedio de 93.76, por lo que la Norma establece que la vía se encuentra en excelente estado haciendo referencia a la ASTM D6433-07 por esto se debe realizar un mantenimiento leve.
- Para el estudio de la viga Benkelman se basó en el método CONREVIAl por lo que categoriza a las deflexiones de la vía Patate-Baños de la abs 15+200 a la 18+700 como curvas cortas poco profundas de Tipo I.
- En la vía Patate-Baños abs 15+200 a la 18+700 se realizaron los ensayos de granulometría y límites de Atterberg, por lo que en conclusión se determinó que es una Arena-limosa A-2-4 según la AASHTO y por la SUCS como SM-Arena Limosa.
- Mediante los datos obtenidos en el desarrollo del CBR y el Proctor modificado de la vía Patate-Baños abs 15+200 a la 18+700 se determinó un CBR de 9.01%, 10.82% y 8.72% respectivamente de las tres calicatas, según la AASHTO 93

se concluye que es una subrasante con una calidad Regular-Buena, es decir que los problemas viales no serán por la estructura de ésta.

- Al haber recolectado toda la información durante el desarrollo del proyecto se concluye que para la vía Patate-Baños abs 15+200 a la 18+700 se debe desarrollar un mantenimiento rutinario y periódico anual con base a las soluciones propuestas por el manual NEVI volumen 6 establecidas en la tabla 46 y 47.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar los mantenimientos propuestos dentro de los lapsos establecido para que la vía cumpla su vida útil antes de que se empeore y exista un deterioro grave causando un incremento de gastos o un peligro para el usuario.
- Realizar inmediatamente una ampliación vial para así cumplir los parámetros de una vía C1 establecida por la MTOP a un ancho de carril de 7.30 m, favoreciendo así a la circulación futura.
- Invertir en el mantenimiento periódica del método PCI porque es una solución de bajo costo y para una intervención inmediata, con esto favorece a los funcionarios públicos a cargo y al usuario se le brinda comodidad y seguridad.
- Tomar en cuenta los equipos que serán utilizados, con una calibración correcta con guía en las normativas a utilizarse, al ser equipos de alta precisión se debe tomar en cuenta que mientras menor sea el margen de error se tendría resultados favorables brindando mejores soluciones.
- Se recomienda solicitar a las autoridades competentes invertir en los mantenimientos viales para mejorar el desarrollo, favoreciendo aspectos turísticos, agrícolas y un mejor desempeño en lo que serían los sectores rurales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- [1] J. M. de La Garza, S. Akyildiz, D. R. Bish, and D. A. Krueger, “Network-level optimization of pavement maintenance renewal strategies,” *Advanced Engineering Informatics*, vol. 25, no. 4, pp. 699–712, Oct. 2011, doi: 10.1016/J.AEI.2011.08.002.
- [2] A. J. Sosa, F. Wulff, A. Principal, T. J. Kogan, and J. C. Saavedra, “Mantenimiento Vial,” 2010, Accessed: Feb. 14, 2022. [Online]. Available: www.caf.com/publicaciones
- [3] Andres Campaña, “Presupuesto 2022, más recortes y privatizaciones - Opción S,” 2021. <https://opcions.ec/portal/2021/11/03/presupuesto-2022-mas-recortes-y-privatizaciones/> (accessed Feb. 14, 2022).
- [4] S. D. Villacres Quintana, “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO - TISALEO EN EL TRAMO HUACHI SAN JOSÉ – HUACHI LA LIBERTAD – TISALEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA AUTOR: Stephany Daniela Villacrés Quintana TUTOR: Ing. Lorena Pérez. Mg.AMBATO – ECUADOR 2018,” 2018.
- [5] C. K. Veloz Ramirez, “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO-QUISAPINCHA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA KM 3+200 HASTA LA ABSCISA KM 6+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,” 2022.
- [6] Nigel Abraham Caspa Pacheco, “La política de transportes en Ecuador, 1925-1962,” 2020.
- [7] J. Margoth Escobar Tanquino, “MPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO –PATATE EN EL TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 4+170 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” 2019.

- [8] Gordillo Pinos Darwin Javier, “DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE MAYORACIÓN DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) PARTIENDO DE DATOS HISTÓRICOS DE ZONAS REPRESENTATIVAS DE LA CIUDAD DE CUENCA,” *UNIVERSIDAD DE CUENCA*, 2018.
- [9] N. Ecuatoriana Vial, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE VOLUMEN N° 2-LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES,” 2013.
- [10] Y. U. Shah, S. S. Jain, D. Tiwari, and M. K. Jain, “Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network,” *Procedia Soc Behav Sci*, vol. 104, pp. 332–341, Dec. 2013, doi: 10.1016/J.SBSPRO.2013.11.126.
- [11] Ronald Fernando Cervantes Cifuentes, “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – QUISAPINCHA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,” 2021.
- [12] R. F. Cervantes Cifuentes, “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – QUISAPINCHA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,” 2021.
- [13] R. F. Cervantes Cifuentes, “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – QUISAPINCHA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,” 2021.

BATO

QUISAPINCHA EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” 2021.

- [14] L. R. Vasquez Varela, “Manual PCI - PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS - StuDocu,” 2002. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-ricardo-palma/pavimentos/manual-pci/11497887> (accessed May 12, 2022).
- [15] KERIN ALEXANDER ESCOBAR AGUIRREALBERTO ALONSO GARCÍA GARCÍACARLOS ROLANDO GUZMÁN LÓPEZ, “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS POR MEDIO DE LA VIGA BENKELMAN Y EL DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO (FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER, FWD) - PDF Free Download,” 2007. <https://docplayer.es/59428304-Analisis-comparativo-de-la-evaluacion-de-pavimentos-por-medio-de-la-viga-benkelman-y-el-deflectometro-de-impacto-falling-weight-deflectometer-fwd.html> (accessed Jul. 25, 2022).
- [16] J. Badillo, “Mecanica de suelos,” 2005.
- [17] “El sistema de clasificación de suelos AASHTO -.” <https://geowebonline.com/el-sistema-de-clasificacion-de-suelos-aashto/> (accessed Jun. 04, 2022).
- [18] A. Ryogzel, S. Caicedo, and L. Alvarado, “CLASIFICACIÓN DE UN SUELO SEGÚN SUCS Related papers Clasificacion de los suelos segun la SUCS.”
- [19] Ecuatoriana Norma, “LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS,” 2013.
- [20] Ecuatoriana Norma, “DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS,” 2013.

- [21] O. G. Américo J. Hossne García, “Valoración física comparativa del muestreador Uhland y el Proctor en un suelo franco arenoso de sabana del estado Monagas, Venezuela,” 2013.
- [22] “Ensayo de Compactación del Suelo - Excel - La Librería del Ingeniero.” <https://www.libreriaingeniero.com/2017/09/ensayo-de-compactacion.html> (accessed Jul. 25, 2022).
- [23] “Geotechtips - ¿Qué es el CBR? - Aprende Geotecnia.” <https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr> (accessed Jun. 04, 2022).
- [24] “TIPOS DE INVESTIGACION Por Tevni Grajales G”.
- [25] PEDRO CHIQUITO ORTEGA, “ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VIA LAUREL-JUNQUILLAL CON UNA LONGITUD DE 10.30 KM EN EL CANTON SALITRE DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.”
- [26] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, “MANUAL DE CARRETERAS,” 2014.
- [27] Héctor L. Delbono1; Oscar Raúl Rebollo, “Ahuellamiento en pavimentos asfálticos utilizando geosintéticos,” *Congreso Ibero-Latinoamericano de asfalto*, 2017.
- [28] D. Armando and E. Rodríguez, “Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá D.C,” 2009. [Online]. Available: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil
- [29] P. Departamental, “DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES MANUAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO PARA LA RED VIAL DEPARTAMENTAL NO PAVIMENTADA.”
- [30] N. Ecuatoriana Vial, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE.”

ANEXOS

ANEXO A.- Conteo Vehicular

ANEXO B.- Registro de inspección PCI

ANEXO C.- Estudio de Suelo

ANEXO D.- Registro fotográfico

ANEXO E.- Planos

ANEXO A

Conteo Vehicular

ESTACIÓN MANUAL DE CONTEO

FECHA DE EVALUACIÓN: Del 25 de
abril hasta el 01 de mayo del 2022



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 - 18+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 25-04-2022 Ubicación: 18+000
 Hoja #:1 Sentido: Ambos sentidos
 Responsable: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total			
7h00	7h15	4	2	0	0	0	0	0	6	6
7h15	7h30	8	2	0	0	0	0	0	10	16
7h30	7h45	12	1	0	0	1	0	1	14	30
7h45	8h00	17	2	0	1	0	0	1	20	50
8h00	8h15	22	0	2	0	0	0	2	24	74
8h15	8h30	20	2	0	0	0	0	0	22	96
8h30	8h45	27	0	1	0	0	0	1	28	124
8h45	9h00	29	0	1	0	0	0	1	30	154
9h00	9h15	29	1	2	1	1	0	4	34	188
9h15	9h30	29	1	2	0	0	0	2	32	220
9h30	9h45	32	1	1	0	0	0	1	34	254
9h45	10h00	33	2	0	0	1	0	1	36	290
10h00	10h15	28	2	0	1	0	1	2	32	322
10h15	10h30	28	2	0	0	0	0	0	30	352
10h30	10h45	36	2	1	0	0	0	1	39	391
10h45	11h00	43	1	0	0	0	0	0	44	435
11h00	11h15	48	0	3	1	0	0	4	52	487
11h15	11h30	45	2	0	0	0	1	1	48	535
11h30	11h45	52	1	0	0	0	0	0	53	588
11h45	12h00	57	1	0	0	0	0	0	58	646
12h00	12h15	53	1	0	0	0	0	0	54	700
12h15	12h30	59	2	2	0	0	0	2	63	763
12h30	12h45	57	2	0	0	0	1	1	60	823
12h45	13h00	53	1	0	0	0	0	0	54	877
13h00	13h15	46	2	0	0	0	0	0	48	925
13h15	13h30	59	1	0	0	0	0	0	60	985
13h30	13h45	57	2	0	0	0	0	0	59	1044
13h45	14h00	53	2	0	0	0	0	0	55	1099
14h00	14h15	56	2	0	0	1	0	1	59	1158
14h15	14h30	65	3	1	0	0	0	1	69	1227
14h30	14h45	55	2	0	0	0	1	1	58	1285
14h45	15h00	52	3	2	0	0	0	2	57	1342
15h00	15h15	52	0	1	1	0	0	2	54	1396
15h15	15h30	53	2	2	0	0	1	3	58	1454
15h30	15h45	51	2	0	0	0	0	0	53	1507
15h45	16h00	52	2	0	0	0	0	0	54	1561
16h00	16h15	51	2	2	0	0	0	2	55	1616
16h15	16h30	49	1	2	0	0	0	2	52	1668
16h30	16h45	50	2	1	0	0	1	2	54	1722
16h45	17h00	49	1	1	1	0	0	2	52	1774
17h00	17h15	52	1	0	0	0	0	0	53	1827
17h15	17h30	45	2	0	1	0	0	1	48	1875
17h30	17h45	40	2	0	0	0	0	0	42	1917
17h45	18h00	36	2	1	0	1	0	2	40	1957
18h00	18h15	36	1	0	0	0	0	0	37	1994
18h15	18h30	39	1	0	0	0	0	0	40	2034
18h30	18h45	44	2	0	0	0	0	0	46	2080
18h45	19h00	52	1	0	0	0	0	0	53	2133
TOTAL		2015	72	28	7	5	6	46	2133	46001



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 – 18+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 26-04-2022 Ubicación: 18+000
 Hoja #:2 Sentido: Ambos sentidos
 Responsable: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total			
7h00	7h15	7	1	0	0	0	0	0	8	8
7h15	7h30	6	2	0	0	0	0	0	8	16
7h30	7h45	14	1	0	0	0	0	0	15	31
7h45	8h00	14	2	0	1	0	0	1	17	48
8h00	8h15	23	1	2	0	0	0	2	26	74
8h15	8h30	29	2	0	0	0	0	0	31	105
8h30	8h45	26	1	1	0	0	0	1	28	133
8h45	9h00	32	1	1	0	0	0	1	34	167
9h00	9h15	29	1	1	0	1	0	2	32	199
9h15	9h30	33	1	4	0	0	0	4	38	237
9h30	9h45	30	2	1	0	0	0	1	33	270
9h45	10h00	31	1	0	0	0	0	0	32	302
10h00	10h15	28	2	0	0	0	1	1	31	333
10h15	10h30	24	2	0	0	0	0	0	26	359
10h30	10h45	29	2	1	0	0	0	1	32	391
10h45	11h00	33	3	0	0	0	0	0	36	427
11h00	11h15	35	1	1	1	0	0	2	38	465
11h15	11h30	39	2	1	0	0	1	2	43	508
11h30	11h45	39	3	0	0	0	0	0	42	550
11h45	12h00	46	1	0	0	0	0	0	47	597
12h00	12h15	46	1	0	0	0	0	0	47	644
12h15	12h30	49	2	2	0	0	0	2	53	697
12h30	12h45	54	2	0	0	0	1	1	57	754
12h45	13h00	59	2	0	0	0	0	0	61	815
13h00	13h15	57	2	0	0	0	0	0	59	874
13h15	13h30	51	2	0	0	0	0	0	53	927
13h30	13h45	57	1	0	0	0	0	0	58	985
13h45	14h00	55	2	0	0	0	0	0	57	1042
14h00	14h15	59	2	2	0	0	0	2	63	1105
14h15	14h30	59	1	2	0	0	0	2	62	1167
14h30	14h45	63	2	1	0	0	1	2	67	1234
14h45	15h00	61	1	2	0	0	0	2	64	1298
15h00	15h15	59	2	3	0	0	0	3	64	1362
15h15	15h30	48	2	1	0	0	0	1	51	1413
15h30	15h45	46	1	0	0	0	0	0	47	1460
15h45	16h00	47	2	0	0	0	0	0	49	1509
16h00	16h15	46	2	1	0	0	0	1	49	1558
16h15	16h30	52	2	2	0	0	0	2	56	1614
16h30	16h45	56	2	0	0	0	1	1	59	1673
16h45	17h00	54	1	1	1	0	0	2	57	1730
17h00	17h15	50	2	0	0	0	0	0	52	1782
17h15	17h30	54	2	0	1	0	0	1	57	1839
17h30	17h45	50	2	0	0	0	0	0	52	1891
17h45	18h00	46	1	0	0	1	0	1	48	1939
18h00	18h15	45	1	0	0	0	0	0	46	1985
18h15	18h30	42	1	0	0	0	0	0	43	2028
18h30	18h45	37	2	0	0	0	0	0	39	2067
18h45	19h00	43	2	0	0	0	0	0	45	2112
TOTAL		1992	79	30	4	2	5	41	2112	44724



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 - 18+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 27-04-2022

Ubicación: 18+000

Hoja #:3

Sentido: Ambos sentidos

Responsable: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total			
7h00	7h15	2	1	0	0	0	0	0	3	3
7h15	7h30	5	2	0	0	0	0	0	7	10
7h30	7h45	9	1	0	0	0	0	0	10	20
7h45	8h00	13	2	0	1	0	0	1	16	36
8h00	8h15	20	1	2	0	0	0	2	23	59
8h15	8h30	20	3	0	0	0	0	0	23	82
8h30	8h45	27	1	1	0	0	0	1	29	111
8h45	9h00	29	1	1	0	0	0	1	31	142
9h00	9h15	29	0	0	1	1	0	2	31	173
9h15	9h30	31	1	4	0	0	0	4	36	209
9h30	9h45	33	2	1	0	0	0	1	36	245
9h45	10h00	30	2	0	0	1	0	1	33	278
10h00	10h15	28	2	2	0	0	1	3	33	311
10h15	10h30	36	2	0	0	0	0	0	38	349
10h30	10h45	42	2	1	0	0	0	1	45	394
10h45	11h00	51	1	0	0	0	0	0	52	446
11h00	11h15	54	1	1	1	0	0	2	57	503
11h15	11h30	52	2	1	0	0	1	2	56	559
11h30	11h45	53	3	0	0	0	0	0	56	615
11h45	12h00	57	1	0	0	0	0	0	58	673
12h00	12h15	56	1	0	0	0	0	0	57	730
12h15	12h30	60	2	2	0	0	0	2	64	794
12h30	12h45	61	1	0	0	0	1	1	63	857
12h45	13h00	57	2	0	0	0	0	0	59	916
13h00	13h15	59	2	0	0	0	0	0	61	977
13h15	13h30	53	2	0	0	0	0	0	55	1032
13h30	13h45	46	2	0	0	0	0	0	48	1080
13h45	14h00	44	2	0	0	0	0	0	46	1126
14h00	14h15	48	2	0	1	1	0	2	52	1178
14h15	14h30	51	2	2	0	0	0	2	55	1233
14h30	14h45	47	2	0	0	0	1	1	50	1283
14h45	15h00	51	3	2	0	0	0	2	56	1339
15h00	15h15	53	2	2	1	0	0	3	58	1397
15h15	15h30	52	2	1	0	0	1	2	56	1453
15h30	15h45	52	1	2	0	0	0	2	55	1508
15h45	16h00	49	2	0	0	0	0	0	51	1559
16h00	16h15	50	2	1	0	0	0	1	53	1612
16h15	16h30	50	3	2	0	0	0	2	55	1667
16h30	16h45	46	1	2	0	1	1	4	51	1718
16h45	17h00	45	1	1	1	0	0	2	48	1766
17h00	17h15	41	2	0	0	0	0	0	43	1809
17h15	17h30	50	1	0	1	0	0	1	52	1861
17h30	17h45	46	2	0	0	0	0	0	48	1909
17h45	18h00	48	2	1	0	1	0	2	52	1961
18h00	18h15	46	0	0	0	0	0	0	46	2007
18h15	18h30	49	2	0	0	0	0	0	51	2058
18h30	18h45	51	1	0	0	0	0	0	52	2110
18h45	19h00	52	2	0	0	0	0	0	54	2164
TOTAL		2034	80	32	7	5	6	50	2164	46322



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 – 18+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 28-04-2022 Ubicación: 18+000
 Hoja #4 Sentido: Ambos sentidos
 Responsable: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	ADO POR HORA		
			C-2P	C-2G	C-3	C>3				
7h00	7h15	7	0	0	0	0	0	7		
7h15	7h30	9	1	0	1	0	0	11		
7h30	7h45	13	1	0	0	0	0	14		
7h45	8h00	18	2	0	1	0	0	21		
8h00	8h15	24	0	2	0	0	0	26		
8h15	8h30	24	3	0	0	0	0	27		
8h30	8h45	25	1	1	0	0	0	27		
8h45	9h00	27	1	1	0	0	0	29		
9h00	9h15	29	1	1	0	2	0	33		
9h15	9h30	31	1	4	0	0	0	36		
9h30	9h45	33	2	1	0	0	0	36		
9h45	10h00	34	1	0	0	0	0	35		
10h00	10h15	35	1	2	1	0	0	39		
10h15	10h30	39	2	0	0	0	0	41		
10h30	10h45	42	2	1	0	0	0	45		
10h45	11h00	44	3	0	0	0	0	47		
11h00	11h15	48	1	1	1	0	0	51		
11h15	11h30	45	1	1	0	0	1	48		
11h30	11h45	42	3	0	0	0	0	45		
11h45	12h00	46	1	0	0	0	0	47		
12h00	12h15	52	1	0	0	0	0	53		
12h15	12h30	55	2	2	0	0	1	60		
12h30	12h45	53	2	0	0	0	0	55		
12h45	13h00	54	2	1	1	0	0	58		
13h00	13h15	53	2	1	0	0	0	56		
13h15	13h30	52	1	2	0	0	0	55		
13h30	13h45	53	3	0	0	0	0	56		
13h45	14h00	51	2	1	0	0	0	54		
14h00	14h15	52	1	0	0	1	0	54		
14h15	14h30	50	3	1	0	1	0	55		
14h30	14h45	55	2	0	0	0	1	58		
14h45	15h00	55	3	0	0	0	0	58		
15h00	15h15	53	2	2	1	0	0	58		
15h15	15h30	58	2	1	0	0	1	62		
15h30	15h45	55	2	2	0	0	0	59		
15h45	16h00	53	2	0	0	0	0	55		
16h00	16h15	50	2	1	0	0	0	53		
16h15	16h30	53	2	2	0	0	0	57		
16h30	16h45	46	2	2	0	0	1	51		
16h45	17h00	51	1	1	1	0	0	54		
17h00	17h15	47	2	3	0	0	0	52		
17h15	17h30	50	3	0	1	0	0	54		
17h30	17h45	49	2	0	1	0	0	52		
17h45	18h00	54	2	1	0	1	0	58		
18h00	18h15	54	1	0	0	0	0	55		
18h15	18h30	46	2	0	0	0	0	48		
18h30	18h45	55	2	0	0	0	0	57		
18h45	19h00	55	2	0	0	0	0	57		
TOTAL		2079	83	38	9	5	5	57	2219	46913



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 - 18+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 29-04-2022		Ubicación: 18+000								
Hoja #:5		Sentido: Ambos sentidos								
		Responsable: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga								
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total			
7h00	7h15	7	2	0	0	0	0	0	9	9
7h15	7h30	18	2	0	0	0	0	0	20	29
7h30	7h45	24	1	0	0	0	0	0	25	54
7h45	8h00	28	2	0	1	0	0	1	31	85
8h00	8h15	33	1	2	0	0	0	2	36	121
8h15	8h30	32	3	0	0	0	0	0	35	156
8h30	8h45	35	1	1	1	1	0	3	39	195
8h45	9h00	39	1	1	0	0	0	1	41	236
9h00	9h15	32	1	1	1	1	0	3	36	272
9h15	9h30	37	0	4	0	0	0	4	41	313
9h30	9h45	40	2	1	0	0	0	1	43	356
9h45	10h00	39	2	0	0	0	0	0	41	397
10h00	10h15	45	2	2	0	0	1	3	50	447
10h15	10h30	47	2	0	0	0	0	0	49	496
10h30	10h45	50	1	0	0	0	0	0	51	547
10h45	11h00	58	1	0	1	0	0	1	60	607
11h00	11h15	67	1	1	1	0	0	2	70	677
11h15	11h30	62	2	1	0	0	1	2	66	743
11h30	11h45	65	4	0	0	0	0	0	69	812
11h45	12h00	64	1	0	0	0	0	0	65	877
12h00	12h15	65	1	0	0	0	0	0	66	943
12h15	12h30	73	2	2	0	0	0	2	77	1020
12h30	12h45	73	2	0	0	0	1	1	76	1096
12h45	13h00	72	2	0	0	0	0	0	74	1170
13h00	13h15	67	1	0	0	0	0	0	68	1238
13h15	13h30	69	2	0	0	0	0	0	71	1309
13h30	13h45	65	1	0	0	0	0	0	66	1375
13h45	14h00	65	2	0	0	0	0	0	67	1442
14h00	14h15	71	2	1	0	1	0	2	75	1517
14h15	14h30	79	2	1	0	0	0	1	82	1599
14h30	14h45	76	2	1	0	0	1	2	80	1679
14h45	15h00	76	3	2	0	0	0	2	81	1760
15h00	15h15	78	2	1	1	0	0	2	82	1842
15h15	15h30	81	1	1	1	0	1	3	85	1927
15h30	15h45	93	2	2	0	0	0	2	97	2024
15h45	16h00	93	2	0	0	0	0	0	95	2119
16h00	16h15	92	2	0	0	0	0	0	94	2213
16h15	16h30	87	3	1	0	0	0	1	91	2304
16h30	16h45	90	2	3	0	0	1	4	96	2400
16h45	17h00	84	0	1	1	0	0	2	86	2486
17h00	17h15	74	1	0	0	0	0	0	75	2561
17h15	17h30	81	1	0	1	0	0	1	83	2644
17h30	17h45	73	2	0	0	1	0	1	76	2720
17h45	18h00	63	2	1	0	1	0	2	67	2787
18h00	18h15	66	1	0	0	0	0	0	67	2854
18h15	18h30	56	2	0	1	0	0	1	59	2913
18h30	18h45	56	2	0	0	0	0	0	58	2971
18h45	19h00	61	2	0	0	0	0	0	63	3034
TOTAL		2901	81	31	10	5	6	52	3034	63376



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 - 18+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 30-04-2022 Ubicación: 18+000
 Hoja #6 Sentido: Ambos sentidos
 Responsable: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total			
7h00	7h15	12	2	0	0	0	0	0	14	14
7h15	7h30	12	1	0	0	0	0	0	13	27
7h30	7h45	22	1	0	0	0	0	0	23	50
7h45	8h00	22	2	0	1	0	0	1	25	75
8h00	8h15	29	0	2	0	0	0	2	31	106
8h15	8h30	33	4	0	0	0	0	0	37	143
8h30	8h45	33	1	1	0	0	0	1	35	178
8h45	9h00	35	1	0	0	0	0	0	36	214
9h00	9h15	39	1	0	1	1	0	2	42	256
9h15	9h30	32	1	2	0	0	0	2	35	291
9h30	9h45	33	2	1	0	0	0	1	36	327
9h45	10h00	32	2	0	0	0	0	0	34	361
10h00	10h15	31	1	2	0	0	1	3	35	396
10h15	10h30	37	3	0	0	0	0	0	40	436
10h30	10h45	44	2	0	0	0	0	0	46	482
10h45	11h00	51	3	0	0	0	0	0	54	536
11h00	11h15	64	1	0	1	0	0	1	66	602
11h15	11h30	60	1	1	0	0	1	2	63	665
11h30	11h45	56	3	0	1	0	0	1	60	725
11h45	12h00	63	3	1	1	0	0	2	68	793
12h00	12h15	66	1	1	0	0	0	1	68	861
12h15	12h30	75	2	2	0	0	0	2	79	940
12h30	12h45	72	2	1	0	0	1	2	76	1016
12h45	13h00	70	2	1	0	0	0	1	73	1089
13h00	13h15	70	1	1	0	0	0	1	72	1161
13h15	13h30	72	2	0	0	0	0	0	74	1235
13h30	13h45	68	2	0	0	0	0	0	70	1305
13h45	14h00	69	2	0	0	0	0	0	71	1376
14h00	14h15	73	2	2	0	1	0	3	78	1454
14h15	14h30	84	2	1	1	0	0	2	88	1542
14h30	14h45	87	2	1	0	0	1	2	91	1633
14h45	15h00	84	3	2	0	0	0	2	89	1722
15h00	15h15	86	2	1	1	0	0	2	90	1812
15h15	15h30	75	1	1	0	1	1	3	79	1891
15h30	15h45	79	2	2	0	0	0	2	83	1974
15h45	16h00	74	2	0	0	0	0	0	76	2050
16h00	16h15	68	2	0	0	0	0	0	70	2120
16h15	16h30	73	1	0	0	0	0	0	74	2194
16h30	16h45	80	2	2	0	0	1	3	85	2279
16h45	17h00	67	1	1	1	0	0	2	70	2349
17h00	17h15	64	2	0	0	0	0	0	66	2415
17h15	17h30	67	1	1	1	0	0	2	70	2485
17h30	17h45	58	2	2	0	0	0	2	62	2547
17h45	18h00	50	1	1	1	1	0	3	54	2601
18h00	18h15	49	1	1	0	0	0	1	51	2652
18h15	18h30	50	2	1	0	0	0	1	53	2705
18h30	18h45	57	1	1	0	0	0	1	59	2764
18h45	19h00	69	2	0	0	0	0	0	71	2835
TOTAL		2696	83	36	10	4	6	56	2835	59684



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



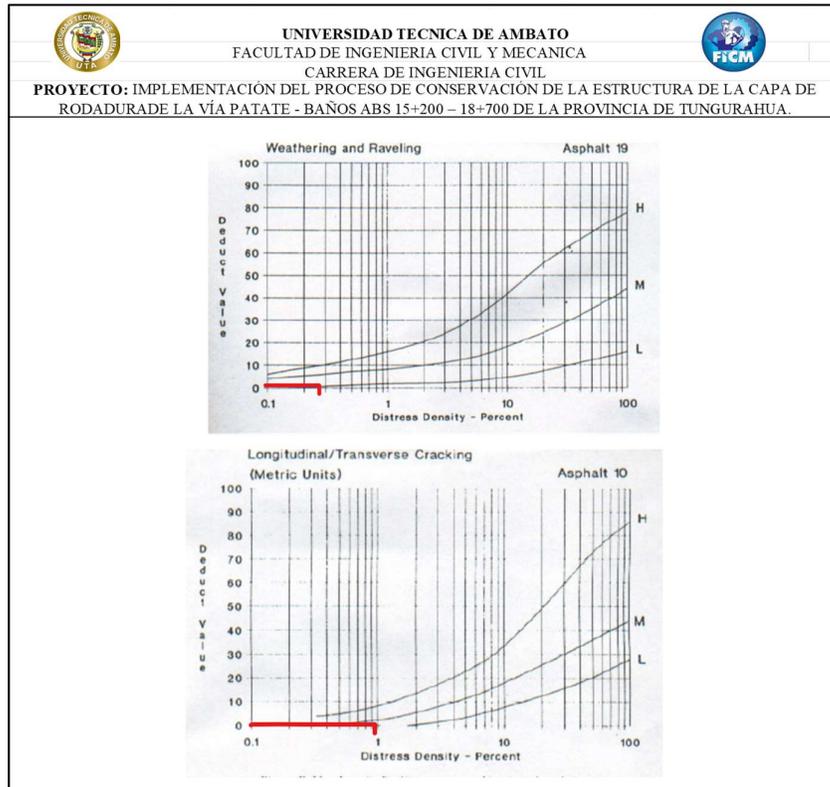
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 – 18+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 01-05-2022 Ubicación: 18+000
 Hoja #:7 Sentido: Ambos sentidos
 Responsable: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga

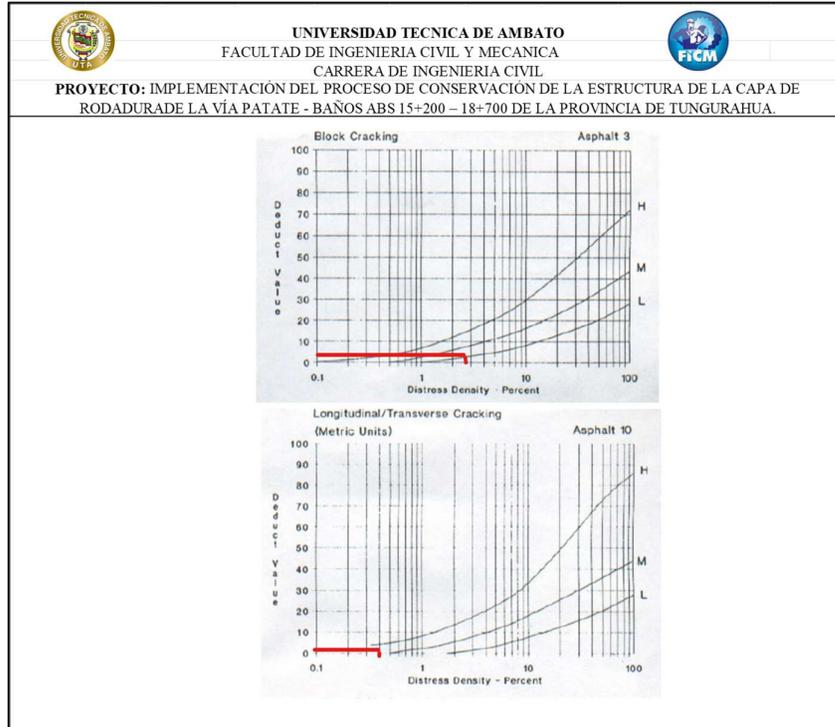
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total			
7h00	7h15	13	2	0	0	0	0	0	15	15
7h15	7h30	17	2	0	0	0	0	0	19	34
7h30	7h45	21	1	0	0	0	0	0	22	56
7h45	8h00	27	2	0	1	0	0	1	30	86
8h00	8h15	36	1	2	0	0	0	2	39	125
8h15	8h30	35	3	0	0	0	0	0	38	163
8h30	8h45	37	1	1	0	0	0	1	39	202
8h45	9h00	41	1	2	0	0	0	2	44	246
9h00	9h15	38	1	1	1	1	0	3	42	288
9h15	9h30	38	1	4	0	0	0	4	43	331
9h30	9h45	38	2	1	0	0	0	1	41	372
9h45	10h00	35	2	0	0	0	0	0	37	409
10h00	10h15	41	2	2	1	0	1	4	47	456
10h15	10h30	42	2	0	0	0	0	0	44	500
10h30	10h45	47	3	1	0	0	0	1	51	551
10h45	11h00	58	3	1	0	0	0	1	62	613
11h00	11h15	64	1	1	1	1	0	3	68	681
11h15	11h30	58	2	1	0	0	1	2	62	743
11h30	11h45	61	3	0	0	0	0	0	64	807
11h45	12h00	63	2	0	0	0	0	0	65	872
12h00	12h15	68	1	1	0	0	0	1	70	942
12h15	12h30	72	2	2	1	0	0	3	77	1019
12h30	12h45	74	4	0	0	0	1	1	79	1098
12h45	13h00	70	2	0	0	0	0	0	72	1170
13h00	13h15	74	2	2	0	0	0	2	78	1248
13h15	13h30	74	2	0	0	0	0	0	76	1324
13h30	13h45	74	2	0	0	0	0	0	76	1400
13h45	14h00	75	2	1	0	0	0	1	78	1478
14h00	14h15	77	2	2	0	1	0	3	82	1560
14h15	14h30	88	3	2	1	0	0	3	94	1654
14h30	14h45	85	2	1	0	0	1	2	89	1743
14h45	15h00	83	3	4	0	0	0	4	90	1833
15h00	15h15	88	2	4	1	0	0	5	95	1928
15h15	15h30	89	2	1	0	0	1	2	93	2021
15h30	15h45	100	2	2	0	0	0	2	104	2125
15h45	16h00	96	2	0	0	0	0	0	98	2223
16h00	16h15	96	2	1	0	0	0	1	99	2322
16h15	16h30	89	3	2	1	0	0	3	95	2417
16h30	16h45	90	2	2	0	0	1	3	95	2512
16h45	17h00	88	1	1	1	0	0	2	91	2603
17h00	17h15	78	2	1	0	0	0	1	81	2684
17h15	17h30	74	2	0	1	0	0	1	77	2761
17h30	17h45	63	3	0	0	0	0	0	66	2827
17h45	18h00	58	2	1	0	1	0	2	62	2889
18h00	18h15	53	1	0	0	0	0	0	54	2943
18h15	18h30	44	2	0	0	0	0	0	46	2989
18h30	18h45	45	2	1	0	0	0	1	48	3037
18h45	19h00	53	3	0	0	0	0	0	56	3093
TOTAL		2928	97	48	10	4	6	68	3093	65393

ANEXO B
Registro de inspección PCI

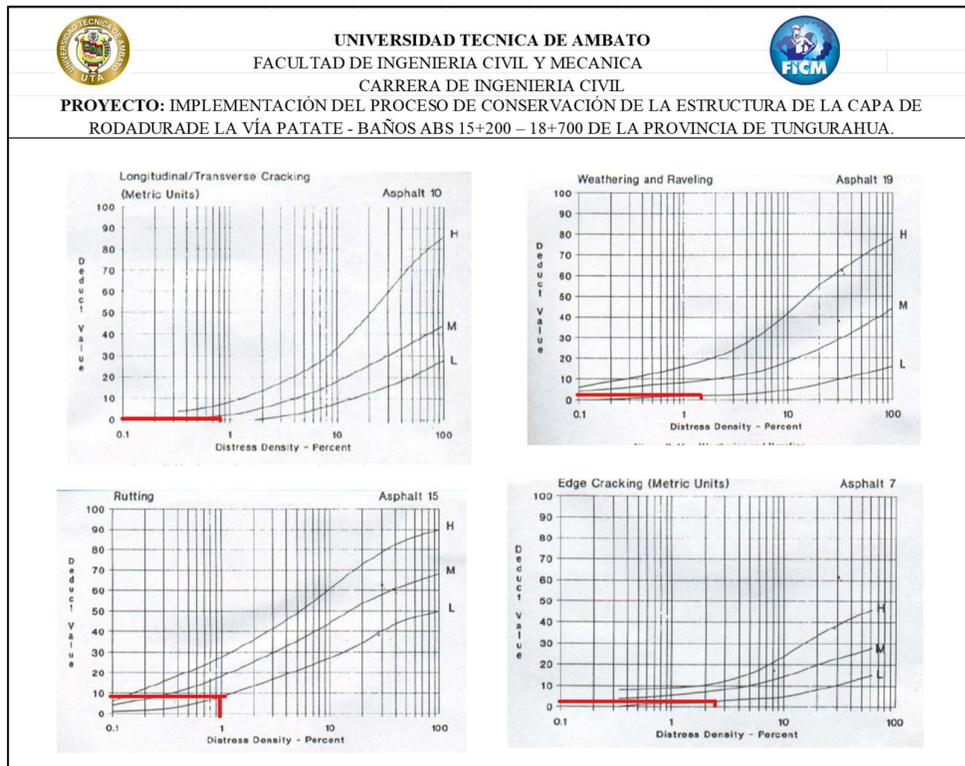
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
Abs Inicial	15+200	Area de muestra (m2)	224	Fecha:	23/05/2022		
Abs Final	15+240	Unidad de muestreo	U				
Ancho caril	5.60	Tramo:	1				
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA					
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de Borde	m2					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel Caril/Berma	m					
10	Grietas longitudinales y transversales	m					
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Huecos	U					
14	Cruce de Vía ferrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grietas parabólicas	m2					
18	Hunchamiento	m2					
19	Desprendimiento de agregados	m2					
FALLA #	SEVERIDAD		CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				
19	x			2	0.3	0.6	0.27%
10	x			2		2	0.89%
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)							3
PCI = 100-VDT=							97



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
Abs Inicial	15+440	Area de muestra (m2)	192	Fecha:	23/05/2022			
Abs Final	15+480	Unidad de muestreo	U					
Ancho carril	4.80	Tramo:	2					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m2						
2	Exudación	m2						
3	Agrietamiento en Bloque	m2						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m2						
6	Depresión	m2						
7	Grieta de Borde	m2						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2						
12	Pulimiento de agregados	m2						
13	Huecos	U						
14	Cruce de Vía ferrea	m2						
15	Ahuellamiento	m2						
16	Desplazamiento	m2						
17	Grietas parabólicas	m2						
18	Hunchamiento	m2						
19	Desprendimiento de agregados	m2						
FALLA #	SEVERIDAD		CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID	
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)					
3	x			0.8	7.1	5.68	2.96%	3.5
10	x			0.7		0.7	0.36%	0
						VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	3.5	
						PCI = 100-VDT=	96.5	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
Abs Inicial	15+680	Area de muestra (m2)	192	Fecha:	23/05/2022				
Abs Final	15+720	Unidad de muestreo	U						
Ancho carril	4.80	Tramo:	3						
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de Borde	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel Carril/Berna	m							
10	Grietas longitudinales y transversales	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulmiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Vía ferrea	m2							
15	Aluallamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grietas parabólicas	m2							
18	Hinchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
10	x			0.9	0.8		1.60	0.83%	0
19	x			0.4	5.43		2.17	1.13%	2
15	x			0.7	2.8		1.96	1.02%	10
7	x			4.7			4.70	2.45%	2.5
						VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDI)		14.5	
						PCI = 100-VDI=			85.5



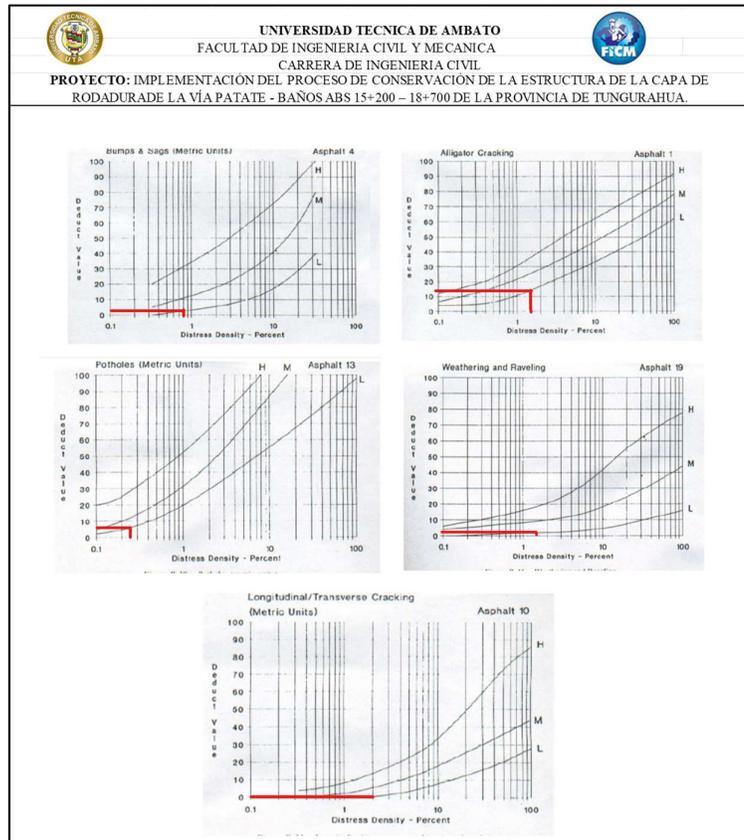
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

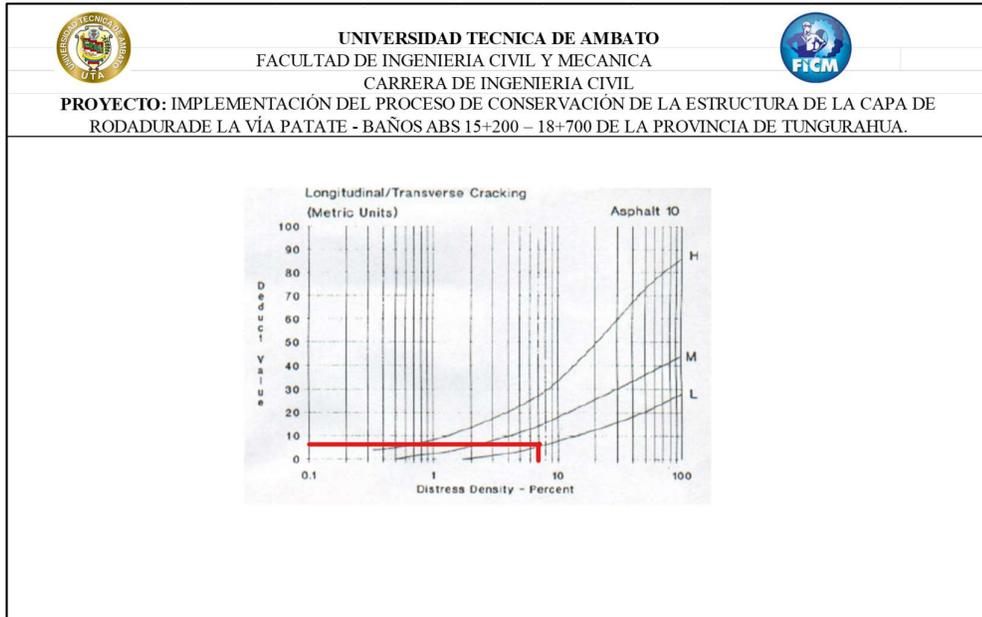
Abs Inicial	15+920	Area de muestra (m2)	192	Fecha:	23/05/2022
Abs Final	15+960	Unidad de muestreo	U		
Ancho carril	4.80	Tramo:	4		

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	
2	Exudación	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Abultamientos y hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresión	
7	Grieta de Borde	
8	Grieta de reflexión de junta	
9	Desnivel Carril/Berma	
10	Grietas longitudinales y transversales	
11	Parqueo y acometida de servicio público	
12	Pulimiento de agregados	
13	Huecos	
14	Cruce de Vía ferrea	
15	Ahuellamiento	
16	Desplazamiento	
17	Grietas parabólicas	
18	Hinchamiento	
19	Desprendimiento de agregados	

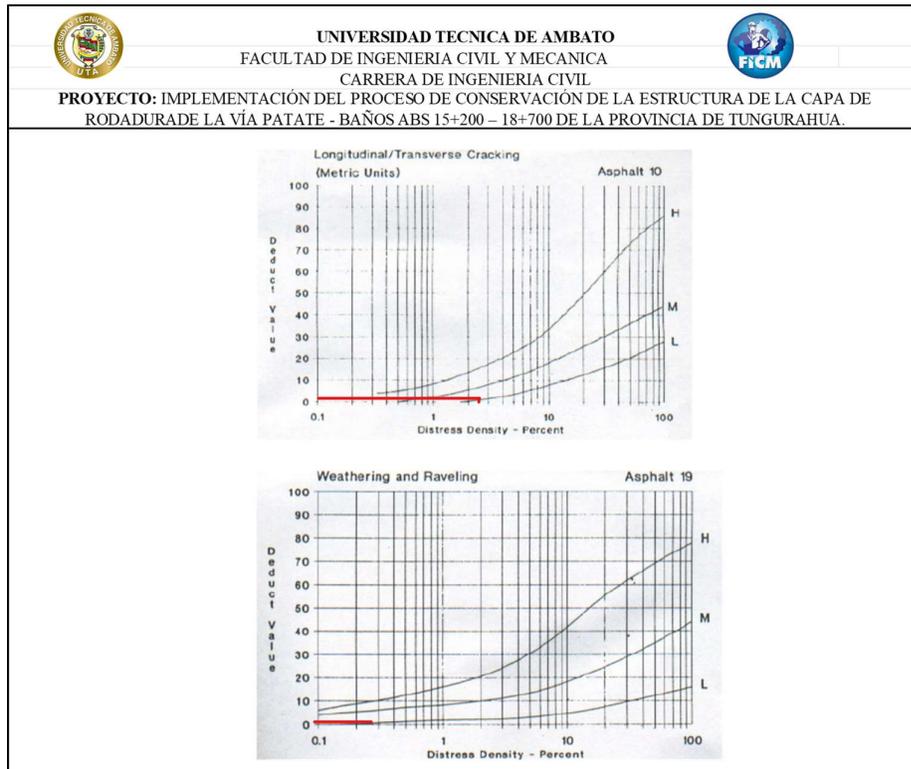
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				
4	X			1.6	1.6	0.83%	2.5
1	X			1.5	2.1	1.64%	15
13		X		1	0.5	0.26%	13
19	X			0.7	4.4	1.60%	1.5
10	X			3.9	3.9	2.03%	0
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):							29.5
PCI = 100-VDT=							70.5



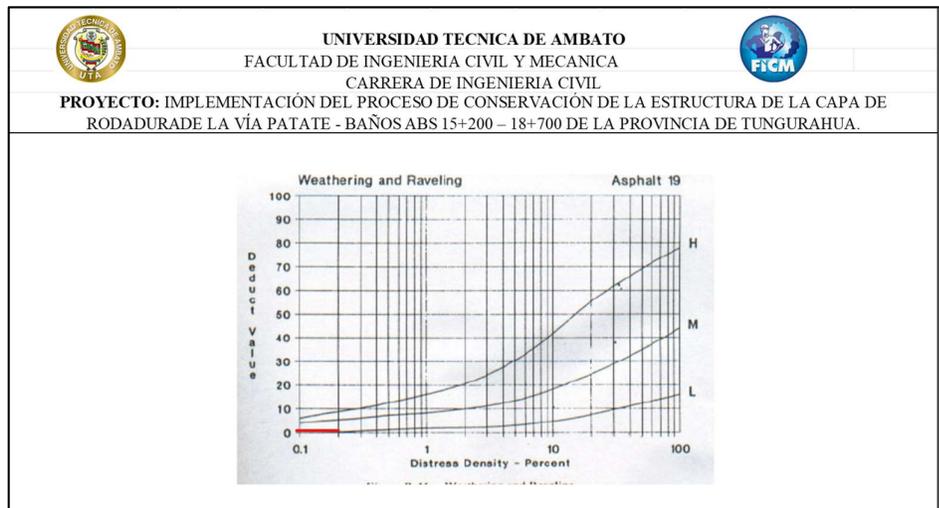
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
Abs Inicial	16+160	Area de muestra (m2)	206	Fecha:	23/05/2022		
Abs Final	16+200	Unidad de muestreo	U				
Ancho carril	5.15	Tramo:	5				
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA					
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de Borde	m2					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel Carril/Berna	m					
10	Grietas longitudinales y transversales	m					
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Huecos	U					
14	Cruce de Vía ferrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grietas parabólicas	m2					
18	Hunchamiento	m2					
19	Desprendimiento de agregados	m2					
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				
10	X			15.9	15.9	7.72%	7.5
						VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	7.5
						PCI = 100-VDT=	92.5



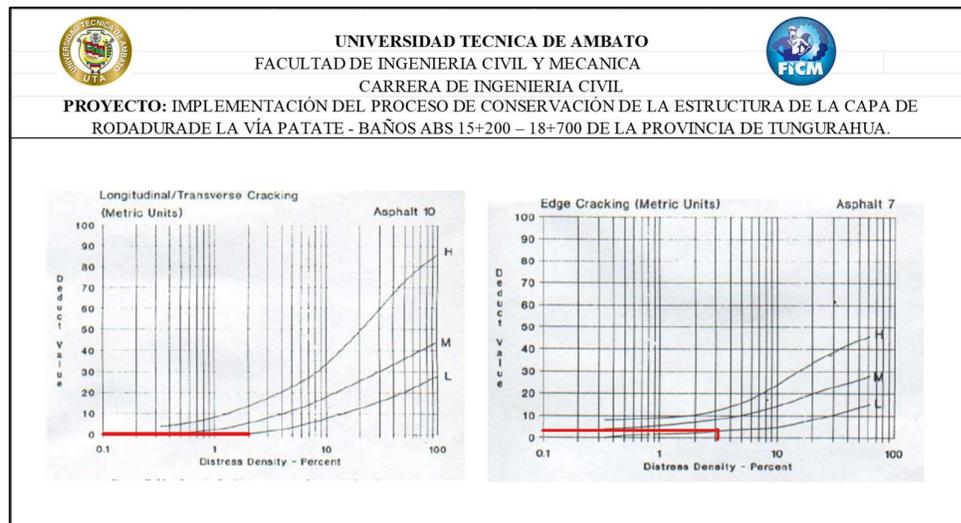
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
Abs Inicial	16+400	Area de muestra (m2)	206	Fecha:	23/05/2022			
Abs Final	16+440	Unidad de muestreo	U					
Ancho carril	5.15	Tramo:	6					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m2						
2	Exudación	m2						
3	Agrietamiento en Bloque	m2						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m2						
6	Depresión	m2						
7	Grieta de Borde	m2						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel Carril/Berna	m						
10	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2						
12	Pulimiento de agregados	m2						
13	Huecos	U						
14	Cruce de Via ferrea	m2						
15	Ahuellamiento	m2						
16	Desplazamiento	m2						
17	Grietas parabólicas	m2						
18	Hinchamiento	m2						
19	Desprendimiento de agregados	m2						
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)					
19	X			0.3	1.8	0.54	0.26%	0.1
10	X			5.3		5.3	2.57%	0.5
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	0.6
							PCI = 100-VDT=	99.4



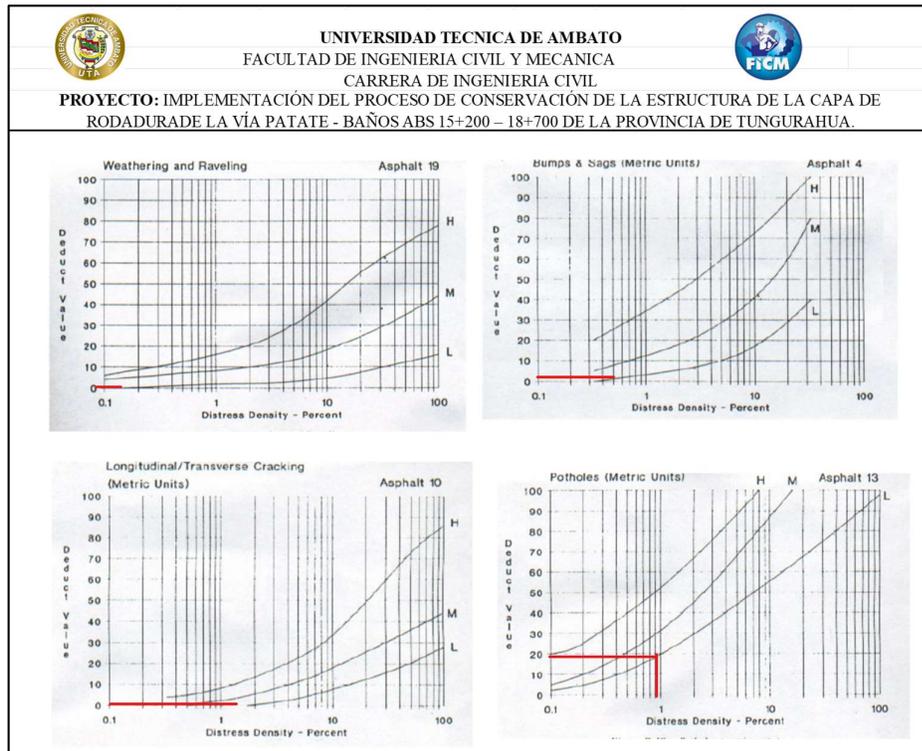
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
Abs Inicial	16+640	Area de muestra (m2)	220	Fecha:	23/05/2022				
Abs Final	16+680	Unidad de muestreo	U						
Ancho carril	5.50	Tramo:	7						
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de Borde	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y transversales	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Vía ferrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grietas parabólicas	m2							
18	Hunchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
FALLA #	SEVERIDAD		CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID		
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
19 X				0.25	1.85		0.46	0.21%	0.1
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)							0.1		
PCI = 100-VDT=							99.9		



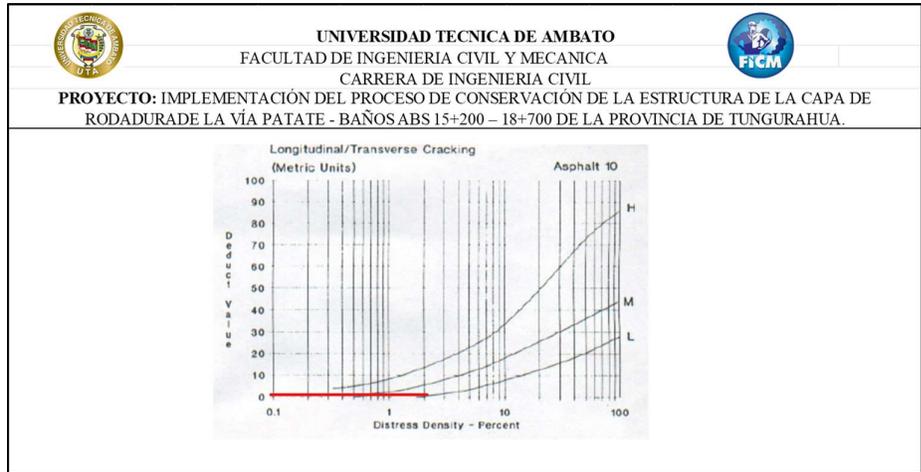
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
Abs Inicial	16+880	Area de muestra (m2)	160	Fecha:	23/05/2022		
Abs Final	16+920	Unidad de muestreo	U				
Ancho carril	4.00	Tramo:	8				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA				
1	Piel de cocodrilo						
2	Exudación						
3	Agrietamiento en Bloque						
4	Abultamientos y hundimientos						
5	Corrugación						
6	Depresión						
7	Grieta de Borde						
8	Grieta de reflexión de junta						
9	Desnivel Carril/Berma						
10	Grietas longitudinales y transversales						
11	Parcheo y acometida de servicio público						
12	Pulimiento de agregados						
13	Huecos						
14	Cruce de Vía ferrea						
15	Aluallamiento						
16	Desplazamiento						
17	Grietas parabólicas						
18	Hunchamiento						
19	Desprendimiento de agregados						
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				
10	x			1.8	1.8	1.13%	0
7	x			5	5	3.13%	3.5
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)							3.5
PCI = 100-VDT=							96.5



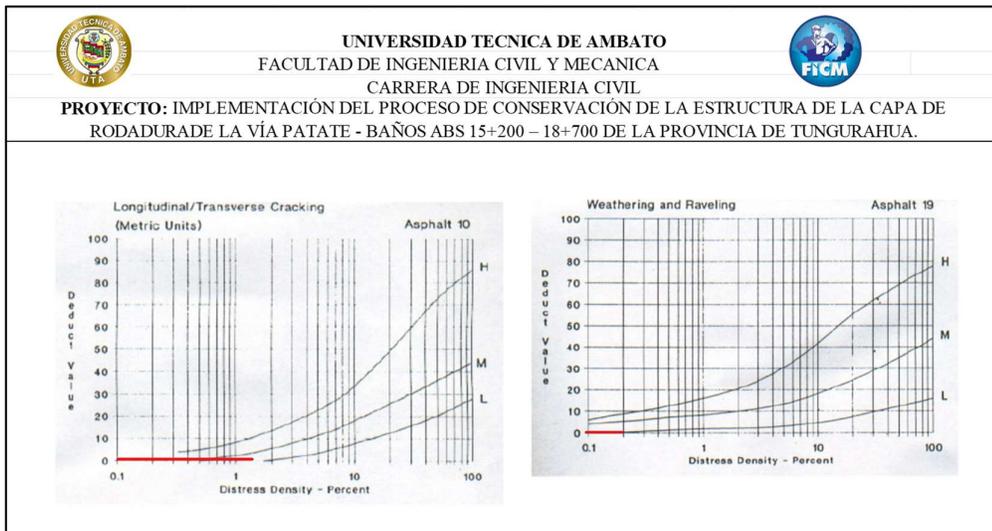
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.									
Abs Inicial	17+120	Area de muestra (m2)	222	Fecha:	23/05/2022				
Abs Final	17+160	Unidad de muestreo	U						
Ancho carril	5.55	Tramo:	9						
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de Borde	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel Carril/Berna	m							
10	Grietas longitudinales y transversales	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Via ferrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grietas parabólicas	m2							
18	Hunchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
19	x			0.2	0.25	0.1	0.7	0.12	0.05%
4	x			1.1				1.1	0.50%
10	x			3.2				3.2	1.44%
13		x		0.2				0.2	0.09%
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	2
								PCI = 100-VDT=	98



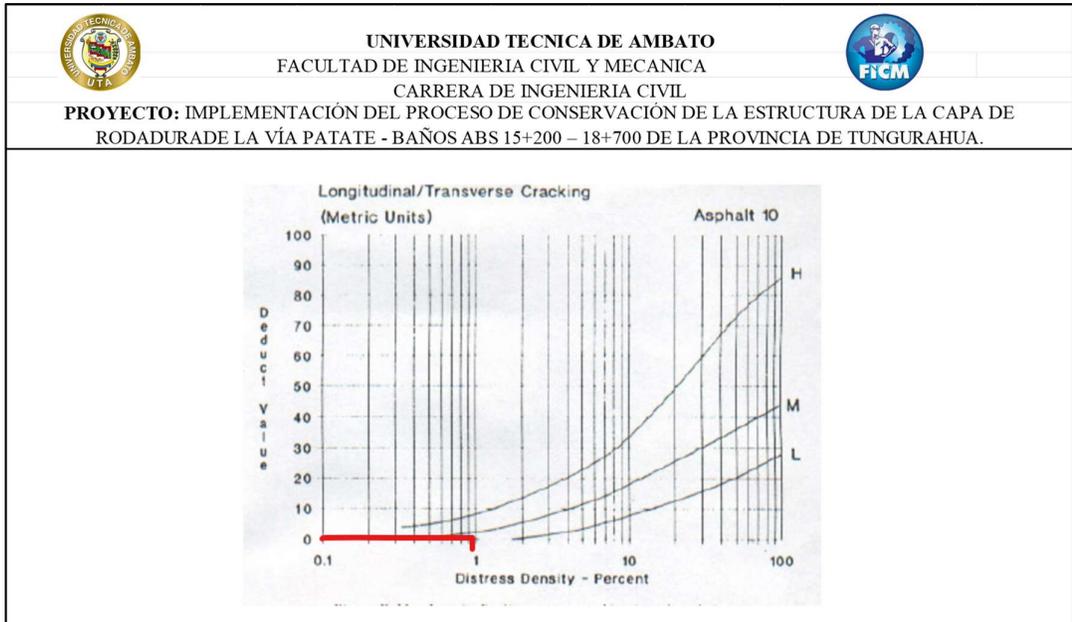
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
Abs Inicial	17+360	Area de muestra (m2)	222	Fecha:	23/05/2022			
Abs Final	17+400	Unidad de muestreo	U					
Ancho carril	5.55	Tramo:	10					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m2						
2	Exudación	m2						
3	Agrietamiento en Bloque	m2						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m2						
6	Depresión	m2						
7	Grieta de Borde	m2						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2						
12	Pulimiento de agregados	m2						
13	Huecos	U						
14	Cruce de Vía ferrea	m2						
15	Ahuellamiento	m2						
16	Desplazamiento	m2						
17	Grietas parabólicas	m2						
18	Hunchamiento	m2						
19	Desprendimiento de agregados	m2						
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)					
10 x				4	1.2	5.2	2.34%	0.1
						VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	0.1	
						PCI = 100-VDT=	99.9	



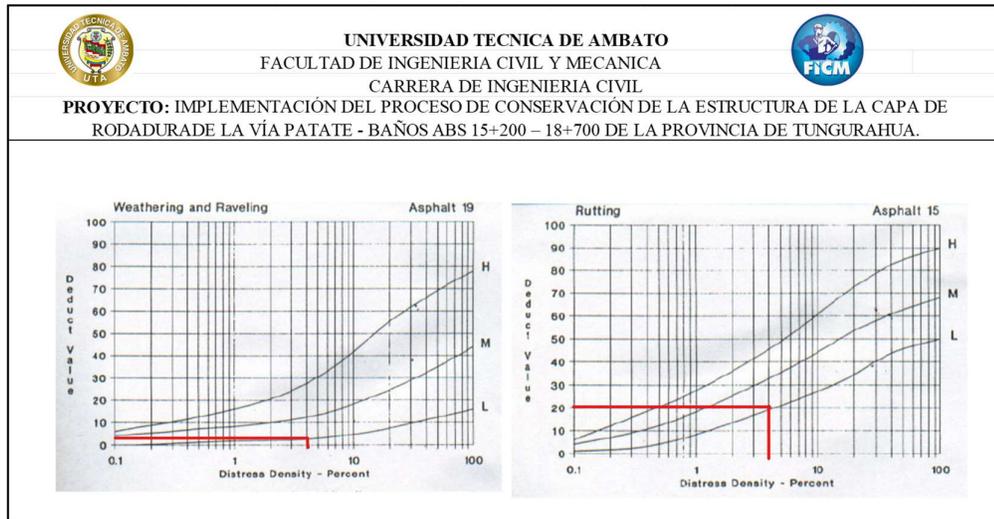
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
Abs Inicial	17+600	Area de muestra (m2)	222	Fecha:	23/05/2022			
Abs Final	17+640	Unidad de muestreo	U					
Ancho carril	5.55	Tramo:	11					
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA					
1	Piel de cocodrilo	m2						
2	Exudación	m2						
3	Agrietamiento en Bloque	m2						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m2						
6	Depresión	m2						
7	Grieta de Borde	m2						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2						
12	Pulimiento de agregados	m2						
13	Huecos	U						
14	Cruce de Vía ferrea	m2						
15	Ahuellamiento	m2						
16	Desplazamiento	m2						
17	Grietas parabólicas	m2						
18	Hunchamiento	m2						
19	Desprendimiento de agregados	m2						
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)					
10	x			4.2		4.2	1.89%	0.1
19	x			0.15	2	0.3	0.14%	0
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDI):	0.1
							PCI = 100-VDI=	99.9



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
Abs Inicial	17+840	Area de muestra (m2)	224	Fecha:	23/05/2022		
Abs Final	17+880	Unidad de muestreo	U				
Ancho carril	5.60	Tramo:	12				
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA					
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de Borde	m2					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel Carril/Berma	m					
10	Grietas longitudinales y transversales	m					
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Huecos	U					
14	Cruce de Via ferrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grietas parabólicas	m2					
18	Hunchamiento	m2					
19	Desprendimiento de agregados	m2					
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				
10	x			2	2	0.89%	0
						VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	0
						PCI = 100-VDT=	100



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
Abs Inicial	18+080	Area de muestra (m2)	344	Fecha:	23/05/2022					
Abs Final	18+120	Unidad de muestreo	U							
Ancho carril	8.60	Tramo:	13							
NÚMERO	FALLAS			ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m2								
2	Exudación	m2								
3	Agrietamiento en Bloque	m2								
4	Abultamientos y hundimientos	m								
5	Corrugación	m2								
6	Depresión	m2								
7	Grieta de Borde	m2								
8	Grieta de reflexión de junta	m								
9	Desnivel Carril/Berma	m								
10	Grietas longitudinales y transversales	m								
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2								
12	Pulimento de agregados	m2								
13	Huecos	U								
14	Cruce de Vía ferrea	m2								
15	Ahuellamiento	m2								
16	Desplazamiento	m2								
17	Grietas parabólicas	m2								
18	Hunchamiento	m2								
19	Desprendimiento de agregados	m2								
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCID			
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
19	x			1	7	1	7	14	4.07%	2.5
15	x			1	7	1	7	14	4.07%	19.5
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDI)								22		
PCI = 100-VDT=									78	





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

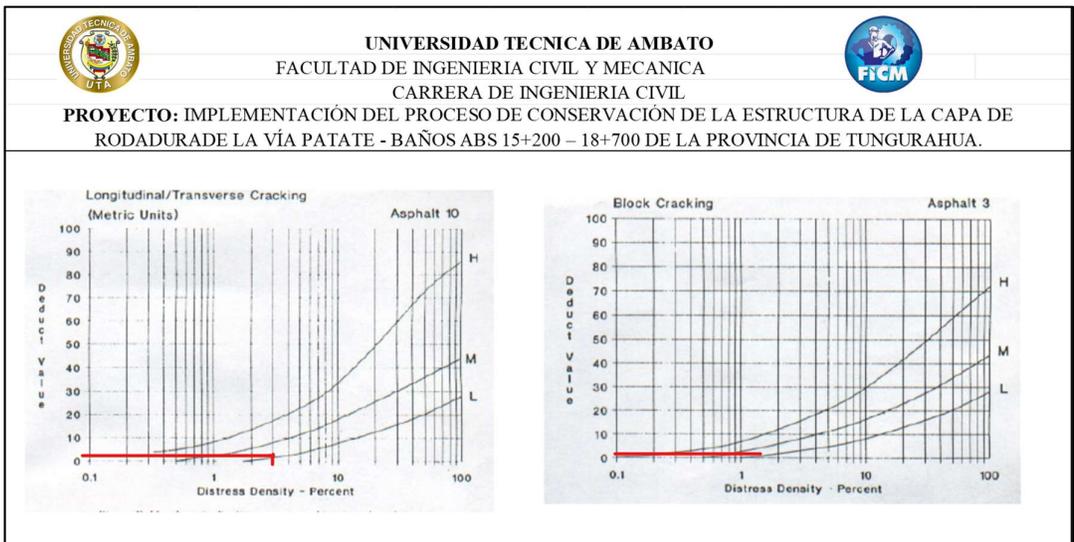


PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURADE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 – 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Abs Inicial	18+320	Area de muestra (m2)	196	Fecha:	23/05/2022
Abs Final	18+360	Unidad de muestreo	U		
Ancho carril	4.90	Tramo:	14		

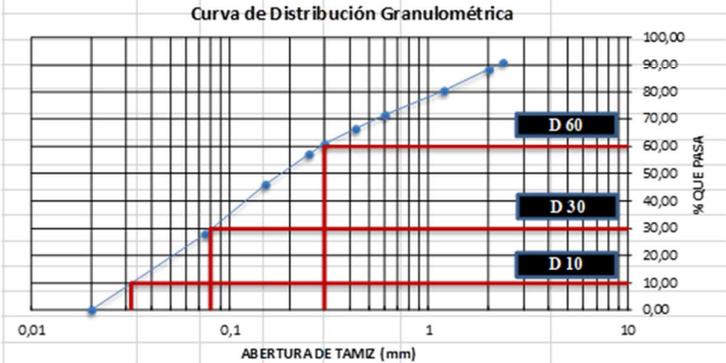
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m2
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimiento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Cruce de Vía ferrea	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
17	Grietas parabólicas	m2
18	Hunchamiento	m2
19	Desprendimiento de agregados	m2

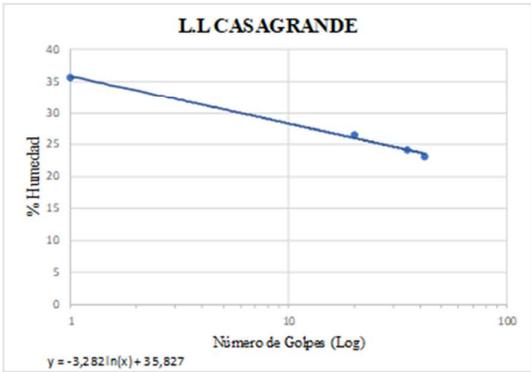
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDA D (%)	VALOR DEDUCID
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
10 x				2.3	3.5		5.8	2.96%	0.75
3 x				0.8	3.4		2.72	1.39%	0.25
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		1
							PCI = 100-VDT=		99

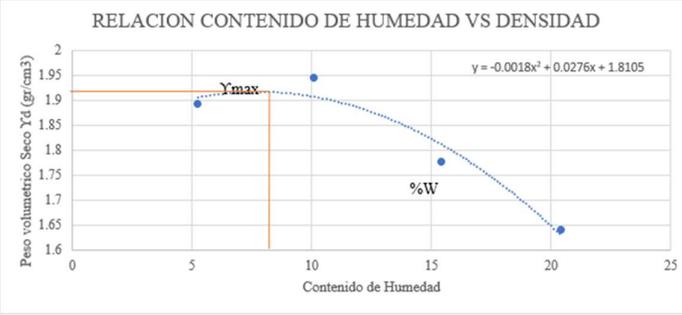


ANEXO C
Estudio de Suelos

MUESTRA #1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
		Proyecto Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.				
Normas:		ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70		
Realizado por:		Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga		Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López		
ID de Muestra:		3		Profundidad: 1 m		
Peso Muestra:		1000 gr		14-06-2022		
#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que Pasa	
8	2.36	92.26	93.3	9.34	90.66	
10	2	27.46	120.7	12.09	87.91	
16	1.18	76.03	196.8	19.71	80.29	
30	0.6	88.27	285	28.55	71.45	
40	0.425	50.07	335.1	33.57	66.43	
50	0.3	55.87	391	39.16	60.84	
60	0.25	39.14	430.1	43.08	56.92	
100	0.15	109.02	539.1	54.01	45.99	
200	0.075	180.84	720	72.12	27.88	
Bandeja		278.3	998.3	100		
RESULTADOS						
TNM	2.36	Cu	9.38	Error Permitido	1%	
D10	0.032					
D30	0.08	Cc	0.67	Error Calculado	0.17%	
D60	0.3					
PORCENTAJE DE MATERIAL						
		Grava (G%)	Arena (S)%	Limo y arcilla (Finos %)		
SUCS		0	72	28		
AASHTO		3	67	28		
Curva de Distribución Granulométrica						
						

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.							
Ensayo:	Límites de Atterberg		Normas:		AASHTO T-90-70			
Realizado por: Jeremy Sebastian Ortiz			Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López					
ID de Muestra:	3		15-06-2033					
Abscisa:	Km 15+800							
LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE								
Número de Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
Número de Recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del Recipiente	10.99	10.91	11.47	11.47	11.11	10.81	10.81	10.81
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) g	20.52	18.47	19.35	19.75	18.9	18.13	18.25	20.14
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	18	16.49	17.69	18.03	17.38	16.71	16.84	18.41
Peso Agua (Ww) gr	2.52	1.98	1.66	1.72	1.52	1.42	1.41	1.73
Peso de la Muestra Seca (Ws)	7.01	5.58	6.22	6.56	6.27	5.9	6.03	7.6
Contenido de Humedad W%	35.95	35.52	26.77	26.14	24.23	24.16	23.52	22.8
Promedio W%	35.735		26.455		24.195		23.16	
Número de Golpes	1		20		35		42	
Límite Líquido L.L (%)	25.26							
 <p style="text-align: center;">L.L. CASAGRANDE</p> <p style="text-align: center;">$y = -3,282 \ln(x) + 35,827$</p>								
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de Muestra	1	2	3	4	5			
Número de Recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del Recipiente	10.75	10.66	10.73	10.73	10.56			
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) g	11.92	11.95	11.85	11.81	12.04			
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	11.72	11.73	11.66	11.61	11.76			
Peso Agua (Ww) gr	0.2	0.22	0.19	0.2	0.28			
Peso de la Muestra Seca (Ws)	0.97	1.07	0.93	0.88	1.2			
Contenido de Humedad W%	21.09	20.28	20.17	22.29	23.23			
Promedio W%	21.41							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)					25.26			
LÍMITE PLÁSTICO (%)					21.41			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP (%)					3.85			

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.							
Ensayo:	Proctor Modificado "B"	Normas:	ASTM-D 1557	AASHTO T 180				
	Realizado por: Jeremy Sebastián Ortiz Mayorga		Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López					
ID de Muestra:	3	17-06-2033						
Abscisa:	Km 15+800							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Numero de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12854 gr			
Numero de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2322,899 cm ³			
Energía de Compactación								
Peso inicial deseado	5000	5000	5000	5000				
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Numero de Ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	5	10	15	20				
P. molde+suelo húmedo (gr)	17480	17827	17616	17451				
Peso suelo Húmedo Wm (gr)	4626	4973	4762	4597				
Peso Unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.991	2.141	2.05	1.979				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso Recipiente W_r	31.06	30.76	26.75	25.75	28.78	26.43	30.78	30.7
Rec + Suelo Húmedo W_r+W_m	102.77	118.6	119.54	122.02	139.71	146.65	124.43	137.79
Rec + Suelo seco W_s+W_m	98.96	114.54	110.75	113.52	124.08	131.53	108.16	120.07
Peso Sólidos	67.9	83.78	84	87.77	95.3	105.1	77.38	89.37
Peso del Agua	3.81	4.06	8.79	8.5	15.63	15.12	16.27	17.72
Contenido de humedad w%	5.61	4.85	10.46	9.68	16.40	14.39	21.03	19.83
Cont. Humedad prom. W%	5.23		10.07		15.39		20.43	
Peso Volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.893		1.945		1.777		1.643	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
Revisando la gráfica encontramos una densidad máxima de 1,917 gr/cm³ y contenido de humedad óptimo de 7.76%								



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 –1 8+700 de la provincia de Tungurahua.

ABS : 158+00 Muestra: Subrasante
 Norma: ASTM D- 1883 Ensayado por: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga
 Profundidad: 1,0 m W óptimo: 7.76

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15.09	Diámetro:	15.11	Diámetro:	15.16
	Altura:	12.86	Altura:	12.82	Altura:	12.81

PROCESO DE COMPACTACIÓN

	11	27	56
Número golpes			
Muestra húmeda + molde (gr)	13915	13154	12958
Masa Molde (gr)	9255	8261	7919
Masa de la muestra húmeda (gr)	4660.00	4893.00	5039.00
Volumen de la muestra (cm ³)	2299.90	2298.83	2312.26
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	2.026	2.128	2.179

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (W _r) (gr)	32.66	31.71	30.85	30.89	22.79	25.95
Masa suelo húmedo + recip. (W _m +W _r) (gr)	163.65	142.83	102.4	115.34	86.94	113.8
Masa suelo seco + recip (W _s +W _r) (gr)	154.27	133.82	96.37	108.76	82.83	107.36
Masa del suelo seco (W _s) (gr)	121.61	102.11	65.52	77.87	60.04	81.41
Masa del agua (W _w) (gr)	9.38	9.01	6.03	6.58	4.11	6.44
Contenido de humedad (W %)	7.71	8.82	9.20	8.45	6.85	7.91
Cont. De humedad promedio (W %)	8.27		8.83		7.38	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1.871		1.956		2.030	

DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

	14233	13433	13159
Muestra húmeda + molde (gr)			
Masa Molde (gr)	9255	8261	7919
Masa de la muestra húmeda (gr)	4978.00	5172.00	5240.00
Volumen de la muestra (cm ³)	2299.90	2298.83	2312.26
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	2.164	2.250	2.266

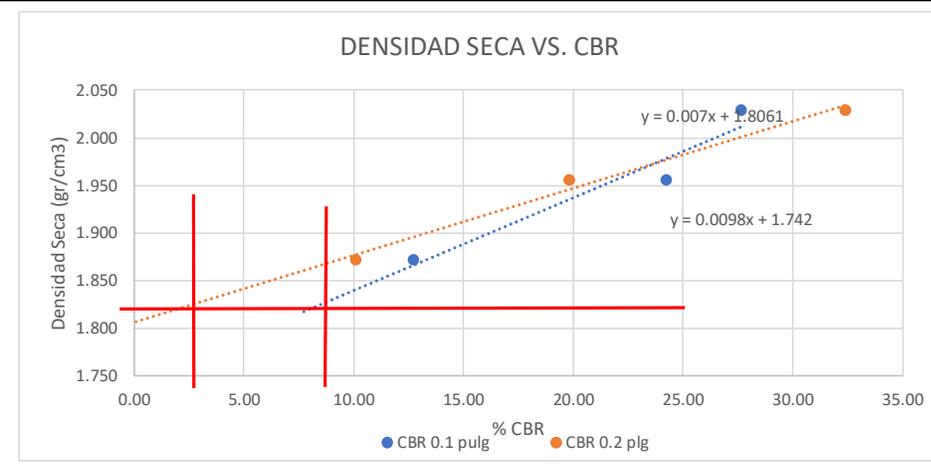
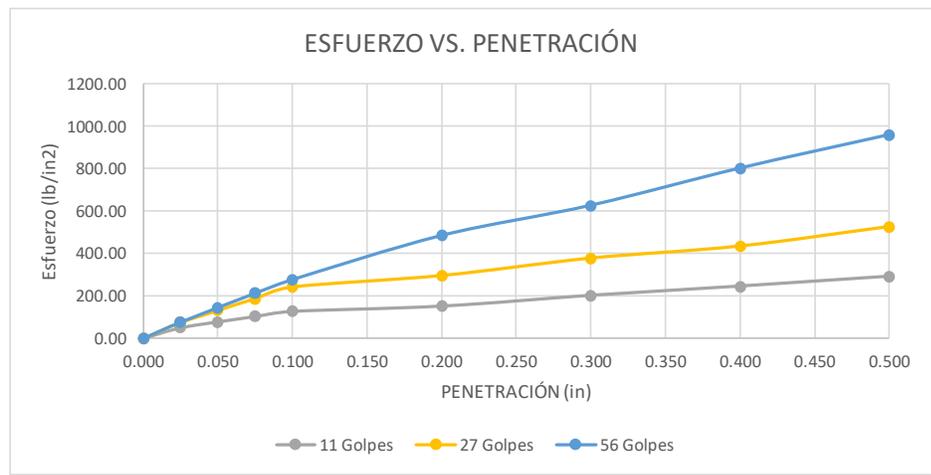
CONTENIDO DE HUMEDAD

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente (W _r) (gr)	27.08	24.06	23.77	25.21	22.79	23.41
Masa suelo húmedo + recip. (W _m +W _r) (gr)	94.92	105.65	122.21	120.73	108.22	103.29
Masa suelo seco + recip (W _s +W _r) (gr)	84.67	94.54	108.6	108.14	97.6	93.78
Masa del suelo seco (W _s) (gr)	57.59	70.48	84.83	82.93	74.81	70.37
Masa del agua (W _w) (gr)	10.25	11.11	13.61	12.59	10.62	9.51
Contenido de humedad (W %)	17.80	15.76	16.04	15.18	14.20	13.51
Cont. De humedad promedio (W %)	16.78		15.61		13.86	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1.853		1.946		1.990	

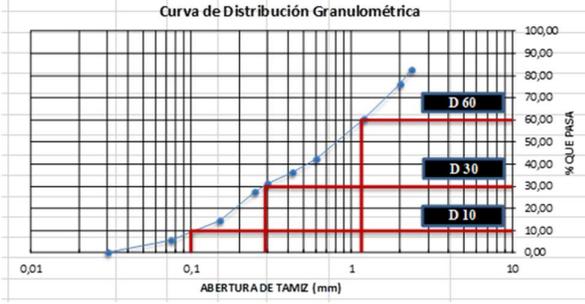
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

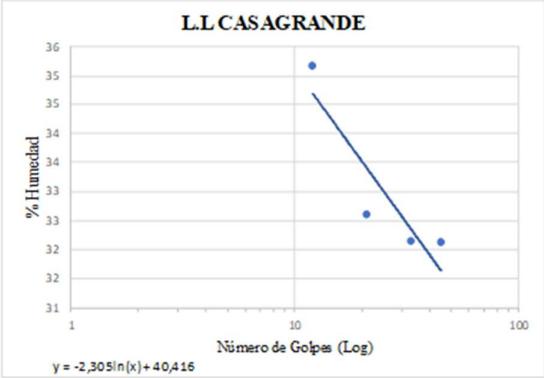
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in ²		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	151.1	50.37	225.2	75.07	230.6	76.87
0.050	234.6	78.20	396.9	132.30	435.9	145.30
0.075	309.7	103.23	564.8	188.27	638.6	212.87
0.100	381.8	127.27	726.8	242.27	830.1	276.70
0.200	454.6	151.53	891.2	297.07	1456.8	485.60
0.300	607.3	202.43	1135.2	378.40	1880	626.67
0.400	735.7	245.23	1305.6	435.20	2406.7	802.23
0.500	876.5	292.17	1579.8	526.60	2876.7	958.90

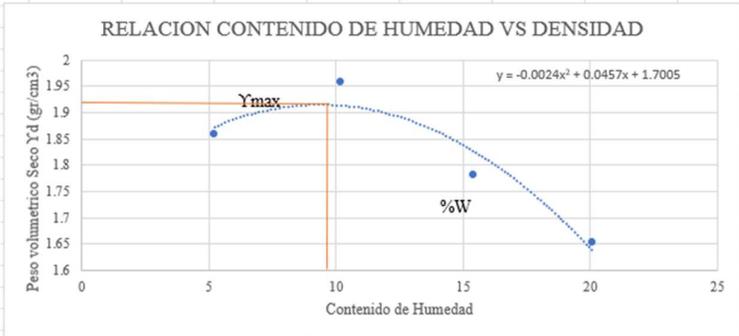
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	127.27	12.73	1.871	151.53	10.10	1.871
B	242.27	24.23	1.956	297.07	19.80	1.956
C	276.70	27.67	2.030	485.60	32.37	2.030
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)			1.917			
DSM		%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	% CBR MAYOR		
95%	1.821	9.01	2.37	9.01		



MUESTRA #2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
					
Proyecto	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.				
Normas:	ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70		
Realizado por:	Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga		Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López		
ID de Muestra:	4		14-06-2022		
Peso Muestra:	1000 gr		Profundidad: 1 m		
#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que Pasa
8	2.36	173.76	173.8	17.4	82.6
10	2	65.9	239.7	24	76
16	1.18	157.2	396.9	39.74	60.26
30	0.6	180.25	577.1	57.8	42.2
40	0.425	58.52	635.6	63.66	36.34
50	0.3	52.98	688.6	68.96	31.04
60	0.25	34.53	723.1	72.42	27.58
100	0.15	130.4	852.5	85.48	14.52
200	0.075	83.36	941.9	94.33	5.67
Bandeja		56.63	998.5	100	
RESULTADOS					
TNM	2.36	Cu	11.5	Error Permitido	1%
D10	0.1				
D30	0.29	Cc	0.73	Error Calculado	0.15%
D60	1.15				
PORCENTAJE DE MATERIAL					
		Grava (G%)	Arena (S)%	Limo y arcilla (Finos %)	
SUCS		0	94	6	
AASHTO		5	89	6	
<p style="text-align: center;">Curva de Distribución Granulométrica</p> 					

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.							
Ensayo:	Límites de Atterberg		Normas:	AASHTO T-90-70				
Realizado por: Jeremy Sebastian Ortiz		Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López						
ID de Muestra:	4		15-06-2033					
Abscisa:	Km 17+000							
LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE								
Número de Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
Número de Recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del Recipiente	11.1	10.98	10.85	10.99	11.15	11.56	11.77	11.29
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) g	24.92	25.21	19.42	25.1	24.55	26.15	31.16	29.24
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	21.3	21.53	17.33	21.6	21.29	22.6	26.44	24.88
Peso Agua (Ww) gr	3.62	3.68	2.09	3.5	3.26	3.55	4.72	4.36
Peso de la Muestra Seca (Ws)	10.2	10.55	6.48	10.61	10.14	11.04	14.67	13.59
Contenido de Humedad W%	35.49	34.88	32.25	32.99	32.15	32.16	32.17	32.08
Promedio W%	35.185		32.62		32.155		32.125	
Número de Golpes	12		21		33		45	
Límite Líquido L.L (%)	33							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de Muestra	1	2	3	4	5			
Número de Recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del Recipiente	10.58	10.63	10.58	10.67	10.52			
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) g	12.3	12.33	13.08	13.25	12.43			
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	11.9	11.93	12.48	12.65	11.98			
Peso Agua (Ww) gr	0.4	0.4	0.6	0.6	0.45			
Peso de la Muestra Seca (Ws)	1.32	1.3	1.9	1.98	1.46			
Contenido de Humedad W%	30.3	30.77	31.58	30.17	30.82			
Promedio W%	30.73							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)					33			
LÍMITE PLÁSTICO (%)					30.73			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP (%)					2.27			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
								
Proyecto	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.							
Ensayo:	Proctor Modificado "B"	Normas:	ASTM-D 1557	AASHTO T 180				
Realizado por: Juan Sebastián Sánchez		Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López						
ID de Muestra:	3	20-06-2033						
Abscisa:	Km 17+000							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Numero de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12847			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2314.968			
Energía de Compactación								
Peso inicial deseado	5000	5000	5000	5000				
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Numero de Ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	5	10	15	20				
P. molde+suelo húmedo (gr)	17372	17839	17608	17443				
Peso suelo Húmedo Wm (gr)	4525	4992	4761	4596				
Peso Unitario húmedo γm (gr/cm3)	1.955	2.156	2.057	1.985				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso Recipiente Wr	30.99	30.65	26.61	25.52	28.92	26.53	30.81	30.67
Rec + Suelo Húmedo Wr+Wm	104.99	120.64	122.87	125.29	141.82	148.12	126.03	139.46
Rec + Suelo seco Ws+Wm	101.39	116.08	114.02	115.99	126.78	131.83	110.25	121.08
Peso Sólidos	70.4	85.43	87.41	90.47	97.86	105.3	79.44	90.41
Peso del Agua	3.6	4.56	8.85	9.3	15.04	16.29	15.78	18.38
Contenido de humedad w%	5.11	5.34	10.12	10.28	15.37	15.47	19.86	20.33
Cont. Humedad prom. W%	5.23		10.20		15.42		20.10	
Peso Volumétrico seco γd (gr/cm3)	1.858		1.957		1.782		1.653	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
Revisando la gráfica encontramos una densidad máxima de <u>1.915 gr/cm3</u> y contenido de humedad óptimo de <u>9.40%</u>								



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 –1 8+700 de la provincia de Tungurahua.

ABS : 17+000 Muestra: Subrasante
 Norma: ASTM D- 1883 Ensayado por: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga
 Profundidad: 1,0 m W óptimo: 9.40%

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15.11	Diámetro:	15.16	Diámetro:	15.21
	Altura:	12.95	Altura:	12.93	Altura:	12.94

PROCESO DE COMPACTACIÓN

	11	27	56
Número golpes			
Muestra húmeda + molde (gr)	13895	13123	12946
Masa Molde (gr)	9263	8269	7927
Masa de la muestra húmeda (gr)	4632.00	4854.00	5019.00
Volumen de la muestra (cm ³)	2322.14	2333.92	2351.16
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	1.995	2.080	2.135

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Bandeja		Molde		Bandeja		Molde	
	1	2	3	4	8	6		
Número de recipiente								
Masa del recipiente (W _r) (gr)	31.65	31.62	30.88	30.74	22.66	25.98		
Masa suelo húmedo + recip. (W _m +W _r) (gr)	165.78	148.54	104.78	115.34	87.93	114.05		
Masa suelo seco + recip (W _s +W _r) (gr)	153.99	138.85	98.02	107.98	82.45	106.69		
Masa del suelo seco (W _s) (gr)	122.34	107.23	67.14	77.24	59.79	80.71		
Masa del agua (W _w) (gr)	11.79	9.69	6.76	7.36	5.48	7.36		
Contenido de humedad (W %)	9.64	9.04	10.07	9.53	9.17	9.12		
Cont. De humedad promedio (W %)	9.34		9.80		9.14			
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1.824		1.894		1.956			

DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

	14193	13318	13078
Muestra húmeda + molde (gr)			
Masa Molde (gr)	9263	8269	7927
Masa de la muestra húmeda (gr)	4930.00	5049.00	5151.00
Volumen de la muestra (cm ³)	2322.14	2333.92	2351.16
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	2.123	2.163	2.191

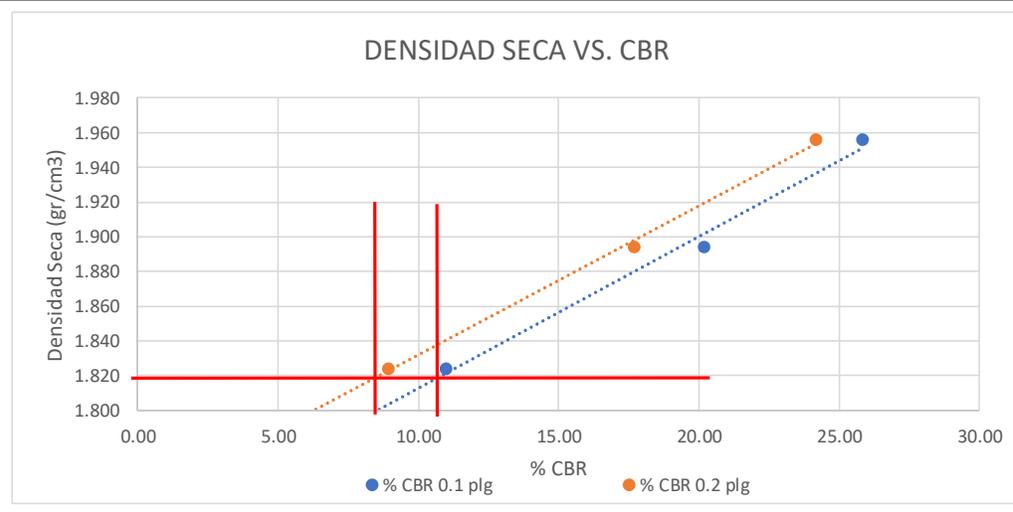
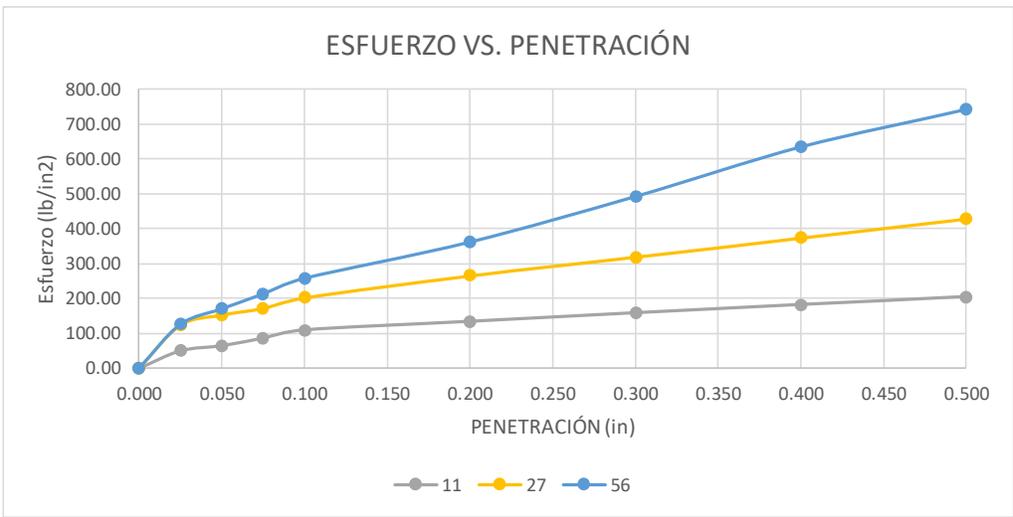
CONTENIDO DE HUMEDAD

	Superior		Inferior		Superior		Inferior	
	1	2	3	4	8	6		
Número de recipiente								
Masa del recipiente (W _r) (gr)	27.78	24.02	23.54	25.19	22.79	23.4		
Masa suelo húmedo + recip. (W _m +W _r) (gr)	98.63	110.45	128.96	124.63	108.87	104.39		
Masa suelo seco + recip (W _s +W _r) (gr)	87.58	97.92	113.61	110.72	97.59	94.12		
Masa del suelo seco (W _s) (gr)	59.80	73.90	90.07	85.53	74.80	70.72		
Masa del agua (W _w) (gr)	11.05	12.53	15.35	13.91	11.28	10.27		
Contenido de humedad (W %)	18.48	16.96	17.04	16.26	15.08	14.52		
Cont. De humedad promedio (W %)	17.72		16.65		14.80			
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1.804		1.854		1.908			

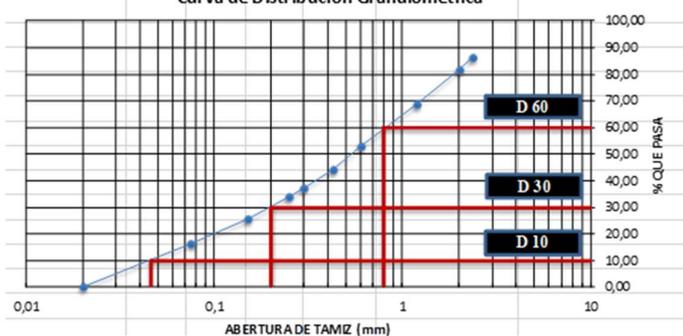
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in ²		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
0.000	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
0.025	149.7	49.90	369.8	123.27	378.3	126.10
0.050	194.4	64.80	459.4	153.13	512.6	170.87
0.075	259.3	86.43	515.7	171.90	642.5	214.17
0.100	329.4	109.80	606.4	202.13	775.4	258.47
0.200	401.9	133.97	797.1	265.70	1088.2	362.73
0.300	474.2	158.07	956.4	318.80	1480.7	493.57
0.400	544.2	181.40	1121.4	373.80	1906.9	635.63
0.500	612.4	204.13	1287.4	429.13	2230.7	743.57

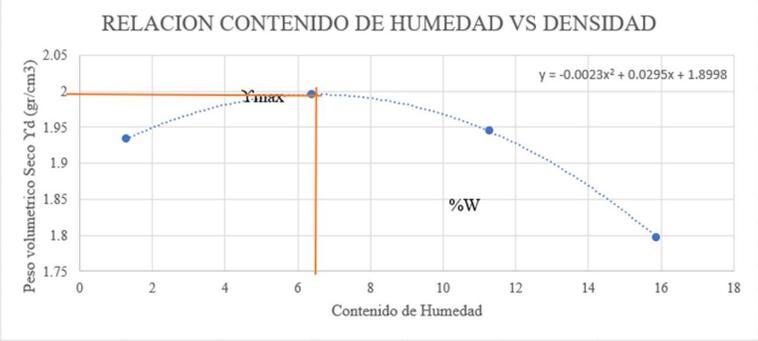
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	109.80	10.98	1.824	133.97	8.93	1.824
B	202.13	20.21	1.894	265.70	17.71	1.894
C	258.47	25.85	1.956	362.73	24.18	1.956
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)			1.915			
DSM		%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	% CBR MAYOR		
95%	1.819	10.82	8.55	10.82		



MUESTRA #3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
Proyecto	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.					
Normas:	ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70			
Realizado por:	Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga		Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López			
ID de Muestra:	5		Profundidad: 1 m	14-06-2022		
Peso Muestra: 1000 gr						
#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que Pasa	
8	2.36	136.87	136.9	13.7	86.3	
10	2	45.34	182.2	18.23	81.77	
16	1.18	133.26	315.5	31.57	68.43	
30	0.6	156.79	472.3	47.26	52.74	
40	0.425	85.27	557.5	55.79	44.21	
50	0.3	71.51	629	62.95	37.05	
60	0.25	30.96	660	66.05	33.95	
100	0.15	83.88	743.9	74.44	25.56	
200	0.075	93.58	837.5	83.81	16.19	
Bandeja		161.81	998.3	100		
RESULTADOS						
TNM	2.36	Cu	17.39	Error Permitido	1%	
D10	0.046					
D30	0.2	Cc	1.09	Error Calculado	0.07%	
D60	0.8					
PORCENTAJE DE MATERIAL						
		Grava (G%)	Arena (S)%	Limo y arcilla (Finos %)		
SUCS		0	83	17		
AASHTO		5	78	17		
Curva de Distribución Granulométrica						
 <p>The graph shows a granulometric distribution curve. The x-axis represents sieve size in millimeters (mm) on a logarithmic scale from 0.01 to 10. The y-axis represents the percentage of material that passes through the sieve, ranging from 0.00 to 100.00. Three specific points are highlighted with red lines and labeled: D10 at approximately 0.075 mm sieve size, D30 at approximately 0.25 mm sieve size, and D60 at approximately 0.85 mm sieve size. The curve shows a relatively uniform distribution of material.</p>						

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.								
Ensayo:	Límites de Atterberg			Normas:		AASHTO T-90-70			
Realizado por: Jeremy Sebastian Ortiz				Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López					
ID de Muestra:	5			15-06-2033					
Abscisa:	Km 18+200								
LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE									
Número de Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	
Número de Recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H	
Peso del Recipiente	10.84	10.98	11.51	12.77	10.92	11.06	10.913	10.986	
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) g	16.78	16.39	24.56	22.17	20.28	19.34	20.571	20.866	
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	15.24	15	21.55	19.69	18.14	17.45	18.438	18.719	
Peso Agua (Ww) gr	1.54	1.39	3.01	2.48	2.14	1.89	2.133	2.147	
Peso de la Muestra Seca (Ws)	4.4	4.02	10.04	6.92	7.22	6.39	7.525	7.733	
Contenido de Humedad W%	34.98	34.67	29.95	35.93	29.6	29.5	28.35	27.76	
Promedio W%	34.825		32.94		29.55		28.055		
Número de Golpes	6		16		30		45		
Límite Líquido L.L (%)	30.4								
LÍMITE PLÁSTICO									
Número de Muestra	1	2	3	4	5				
Número de Recipiente	A	B	C	D	E				
Peso del Recipiente	10.61	10.64	10.69	10.74	10.62				
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) g	12.43	12.1	12.68	12.98	12.24				
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	12.05	11.79	12.27	12.51	11.9				
Peso Agua (Ww) gr	0.38	0.31	0.41	0.47	0.34				
Peso de la Muestra Seca (Ws)	1.44	1.15	1.58	1.77	1.28				
Contenido de Humedad W%	26.55	26.99	26.25	26.17	26.99				
Promedio W%					26.59				
RESULTADOS									
LÍMITE LÍQUIDO (%)					30.4				
LÍMITE PLÁSTICO (%)					26.59				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP (%)					3.81				

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
								
Proyecto	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 15+200 – 18+700 de la Provincia de Tungurahua.							
Ensayo:	Proctor Modificado "B"	Normas:	ASTM-D 1557	AASHTO T 180				
Realizado por: Juan Sebastián Sánchez		Revisado por: Ing. Mg Alex Gustavo López						
ID de Muestra:	3	21-06-2033						
Abscisa:	Km 18+200							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Numero de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12861			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2327.77			
Energía de Compactación								
Peso inicial deseado	5000	5000	5000	5000				
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Numero de Ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	5	10	15				
P. molde+suelo húmedo (gr)	17421	17802	17899	17708				
Peso suelo Húmedo Wm (gr)	4560	4941	5038	4847				
Peso Unitario húmedo γm (gr/cm3)	1.959	2.123	2.164	2.082				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso Recipiente Wr	32.91	31.33	30.51	30.47	28.02	23.01	25.89	24.22
Rec + Suelo Húmedo Wr+Wm	170.26	160.48	118.19	110.17	112.49	104.33	135.48	140.12
Rec + Suelo seco Ws+Wm	168.72	158.66	113.11	105.21	103.97	96.05	120.67	124.01
Peso Sólidos	135.81	127.33	82.6	74.74	75.95	73.04	94.78	99.79
Peso del Agua	1.54	1.82	5.08	4.96	8.52	8.28	14.81	16.11
Contenido de humedad w%	1.13	1.43	6.15	6.64	11.22	11.34	15.63	16.14
Cont. Humedad prom. W%	1.28		6.39		11.28		15.88	
Peso Volumétrico seco γd (gr/cm3)	1.934		1.995		1.945		1.797	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">RELACION CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
Revisando la gráfica encontramos una densidad máxima de <u>1,996 gr/cm3</u> y contenido de humedad óptimo de <u>6.51%</u>								



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 15+200 –1 8+700 de la provincia de Tungurahua.

ABS : 18+200 Muestra: Subrasante
 Norma: ASTM D- 1883 Ensayado por: Jeremy Sebastian Ortiz Mayorga
 Profundidad: 1,0 m W óptimo: 6.51%

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15.11	Diámetro:	15.16	Diámetro:	15.21
	Altura:	12.95	Altura:	12.93	Altura:	12.94

PROCESO DE COMPACTACIÓN

	11	27	56
Número golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	11666	10623	11224
Masa Molde (gr)	7005	5814	6273
Masa de la muestra húmeda (gr)	4661.00	4809.00	4951.00
Volumen de lamuestra (cm3)	2322.14	2333.92	2351.16
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	2.007	2.060	2.106

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Bandeja		Molde		Bandeja		Molde	
	1	2	3	4	8	6		
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6		
Masa del recipiente (Wr) (gr)	33.25	32.99	30.52	31.01	24.78	28.91		
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	175.36	178.26	106.14	112.23	109.47	104.26		
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	164.21	166.02	100.28	104.57	103.18	97.84		
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	130.96	133.03	69.76	73.56	78.40	68.93		
Masa del agua (Ww) (gr)	11.15	12.24	5.86	7.66	6.29	6.42		
Contenido de humedad (W %)	8.51	9.20	8.40	10.41	8.02	9.31		
Cont. De humedad promedio (W %)	8.86		9.41		8.67			
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1.844		1.883		1.938			

DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

	11886	10824	11391
Muestra húmeda + molde (gr)	11886	10824	11391
Masa Molde (gr)	7005	5814	6273
Masa de la muestra húmeda (gr)	4881.00	5010.00	5118.00
Volumen de lamuestra (cm3)	2322.14	2333.92	2351.16
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	2.102	2.147	2.177

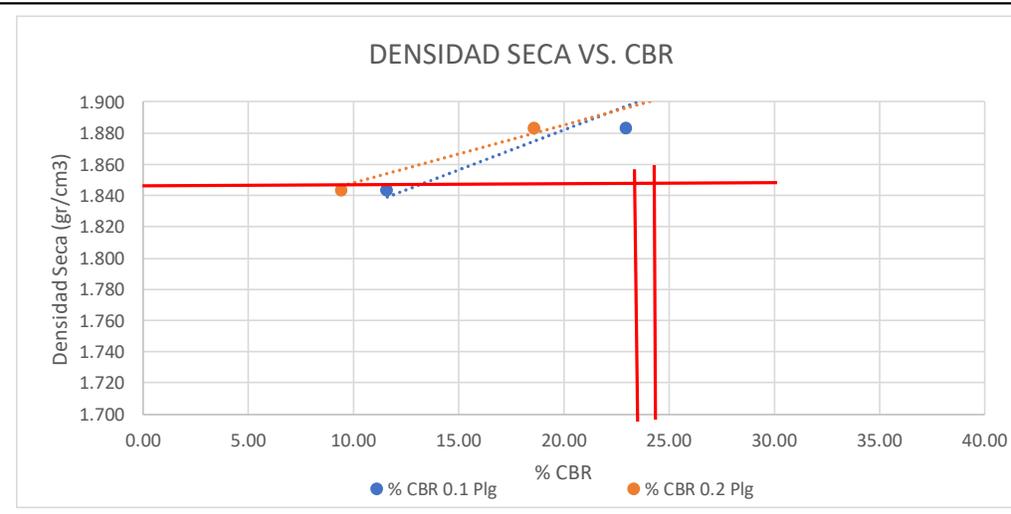
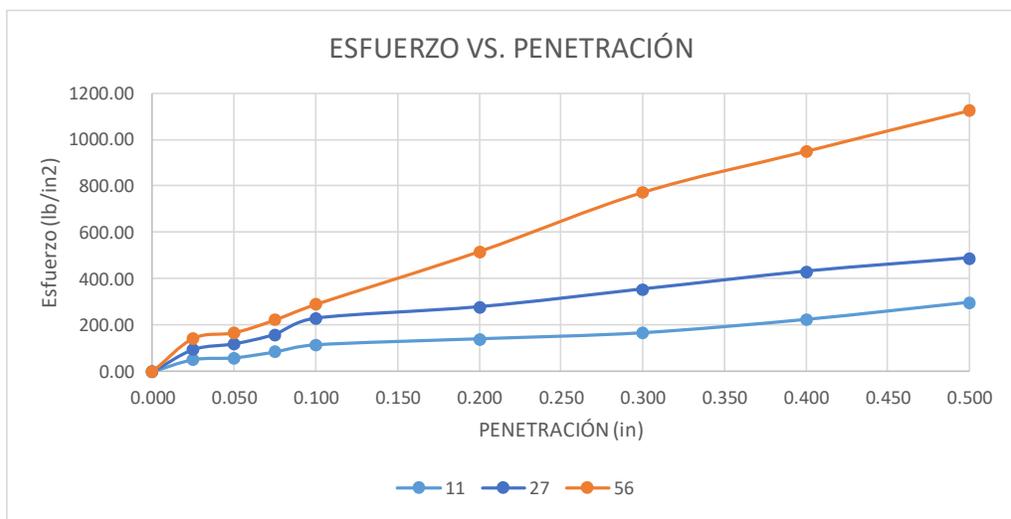
CONTENIDO DE HUMEDAD

	Superior		Inferior		Superior		Inferior	
	1	2	3	4	8	6		
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6		
Masa del recipiente (Wr) (gr)	27.56	24.96	24.01	25.02	23.14	23.84		
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	99.05	108.29	130.47	127.12	113.27	106.47		
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	88.25	95.34	115.07	111.76	102.05	94.68		
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	60.69	70.38	91.06	86.74	78.91	70.84		
Masa del agua (Ww) (gr)	10.80	12.95	15.40	15.36	11.22	11.79		
Contenido de humedad (W %)	17.80	18.40	16.91	17.71	14.22	16.64		
Cont. De humedad promedio (W %)	18.10		17.31		15.43			
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1.780		1.830		1.886			

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in2		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	155.7	51.90	284.6	94.87	432.6	144.20
0.050	178.4	59.47	359.1	119.70	503.2	167.73
0.075	254.9	84.97	481.6	160.53	669.3	223.10
0.100	348.7	116.23	689.4	229.80	871.1	290.37
0.200	425.3	141.77	837.8	279.27	1554.7	518.23
0.300	504.8	168.27	1065.6	355.20	2322.6	774.20
0.400	676.6	225.53	1293.2	431.07	2852.1	950.70
0.500	897.9	299.30	1465.1	488.37	3379.7	1126.57

CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	116.23	11.62	1.844	141.77	9.45	1.844
B	229.80	22.98	1.883	279.27	18.62	1.883
C	290.37	29.04	1.938	518.23	34.55	1.938
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)			1.915			
DSM		%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	% CBR MAYOR		
95%	1.819	8.72	2.30	8.72		



ANEXO D
Registro fotográfico

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

GEORREFERENCIACION

FOTOGRAFÍA 1	FOTOGRAFÍA 2
	
<p>Descripción: Abscisado de la vía Patate-Baños</p>	<p>Descripción: Toma de punto GPS</p>

CALICATAS

FOTOGRAFÍA 3	FOTOGRAFÍA 4
	
<p>Descripción: Delimitar calicata</p>	<p>Descripción: Excavación</p>

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

Movilidad vehicular

FOTOGRAFÍA 5	FOTOGRAFÍA 6
	
<p>Descripción: Ubicación de la Estación de conteo</p>	<p>Descripción: Conteo vehicular por 12 horas</p>
PCI	
FOTOGRAFÍA 7	FOTOGRAFÍA 8
	
<p>Descripción: medición del ancho promedio de la vía Patate-Baños</p>	<p>Descripción: Medición de fallas</p>

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

FOTOGRAFÍA 9	FOTOGRAFÍA 10
	
<p style="text-align: center;">Descripción: Fallas encontradas en la vía Patate-Baños</p>	<p style="text-align: center;">Descripción: Medición de fallas longitudinales</p>
VIGA BENKELMAN	
FOTOGRAFÍA 11	FOTOGRAFÍA 12
	
<p style="text-align: center;">Descripción: Armado de la viga benkelman</p>	<p style="text-align: center;">Descripción: Nivelación de la Viga Benkelman</p>

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

FOTOGRAFÍA 13	FOTOGRAFÍA 14
	
Descripción: Calibración del equipo en cero	Descripción: Medición de fallas longitudinales
FOTOGRAFÍA 15	FOTOGRAFÍA 16
	
Descripción: Recorrido de la volqueta	Descripción: Toma de datos del equipo

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

ENSAYO DE SUELOS

FOTOGRAFÍA 17	FOTOGRAFÍA 18
	
<p>Descripción: Pesaje de la muestra</p>	<p>Descripción: Tamizado para la obtención de la granulometría</p>
FOTOGRAFÍA 19	FOTOGRAFÍA 20
	
<p>Descripción: Realización del ensayo de limite plástico</p>	<p>Descripción: Realización del ensayo de limite liquido</p>

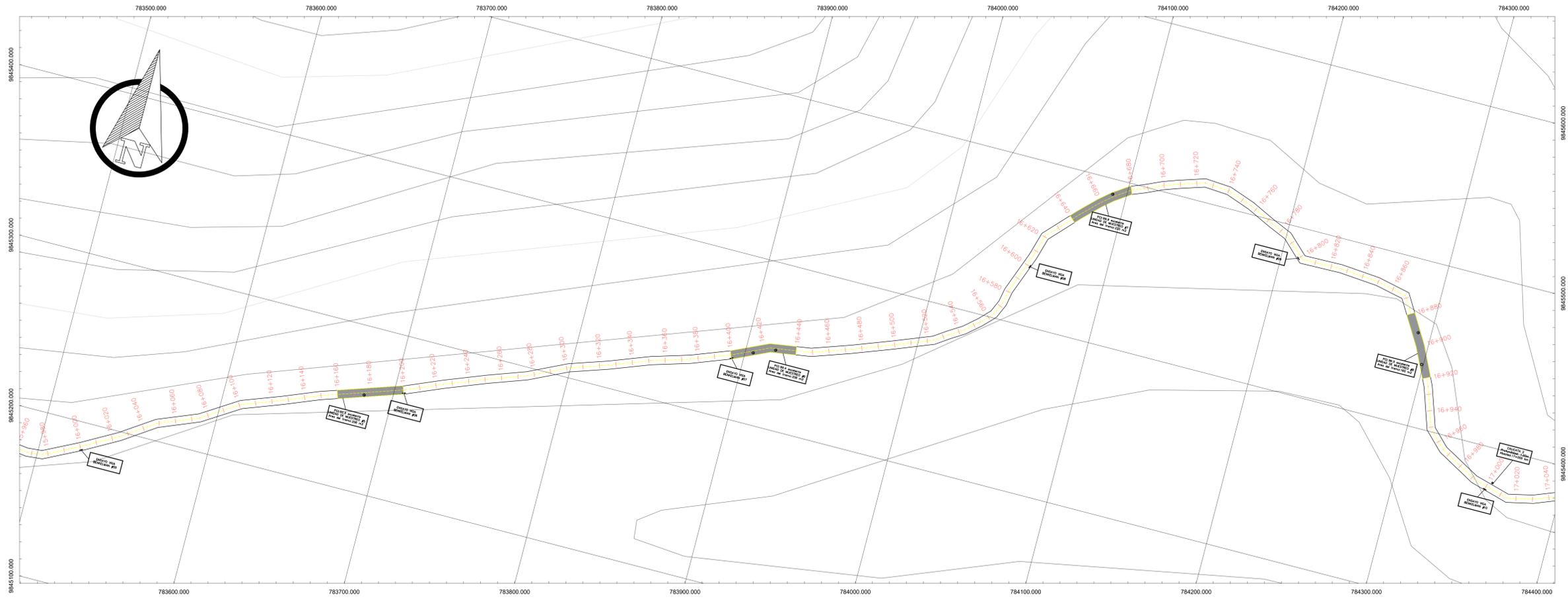
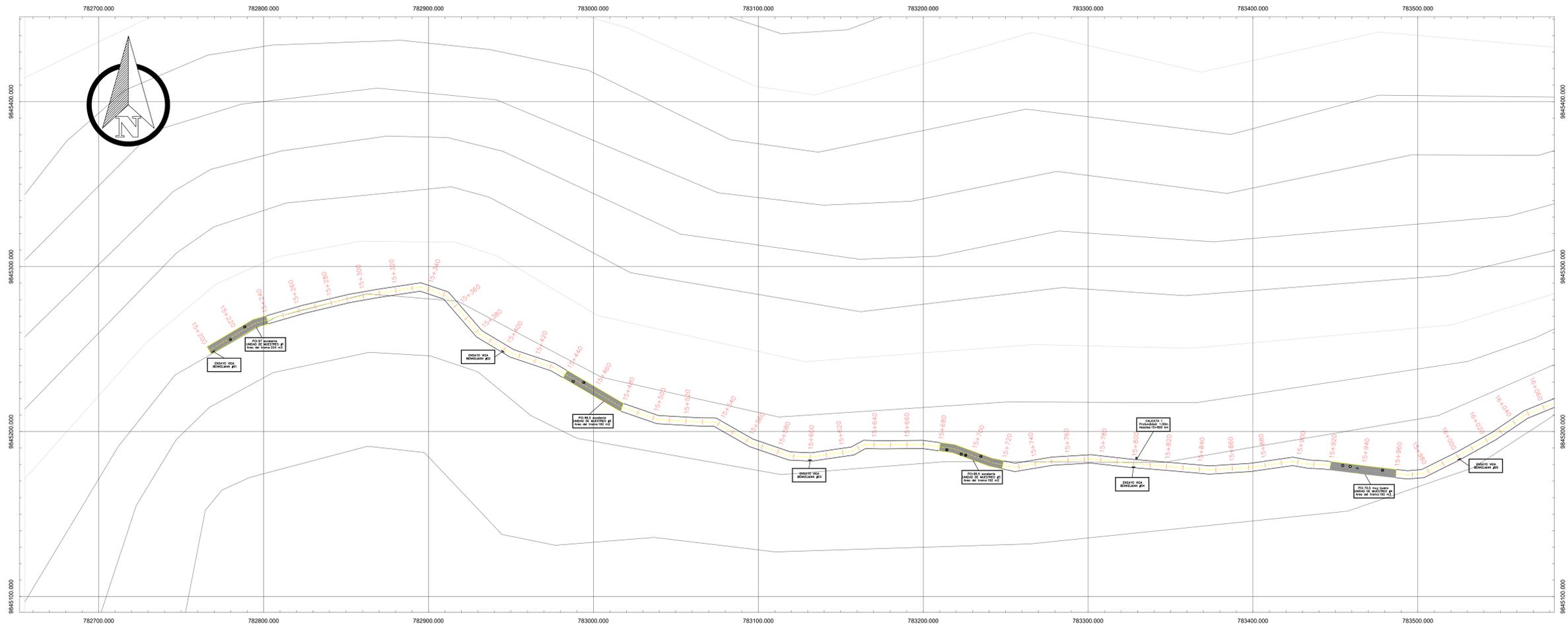
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
FOTOGRAFÍAS

PROCTOR MODIFICADO

FOTOGRAFÍA 21	FOTOGRAFÍA 22
	
Descripción: Armado del molde cilíndrico	Descripción: realizar el golpeo para el Proctor Modificado
CBR	
FOTOGRAFÍA 23	FOTOGRAFÍA 24
	
Descripción: Colocar el cilindro para el CBR e la cámara de curado	Descripción: Realizar la penetración en la maquina multispeed

ANEXO E

Planos



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

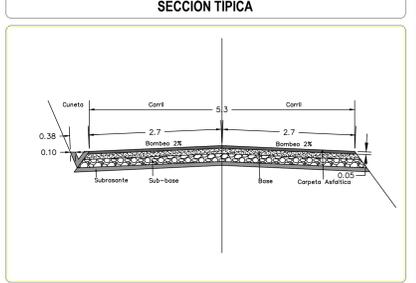
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

UBICACIÓN

MAPA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

MAPA CANTONES

Escala: S/N



PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 - 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

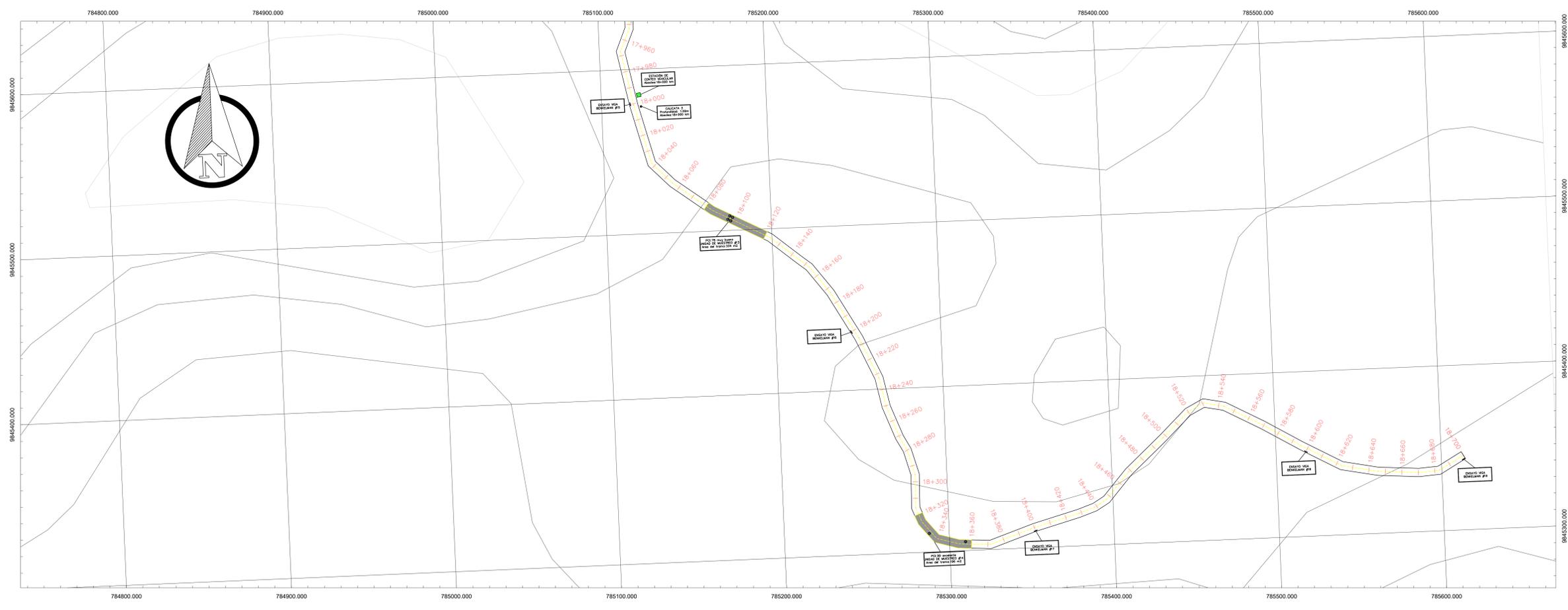
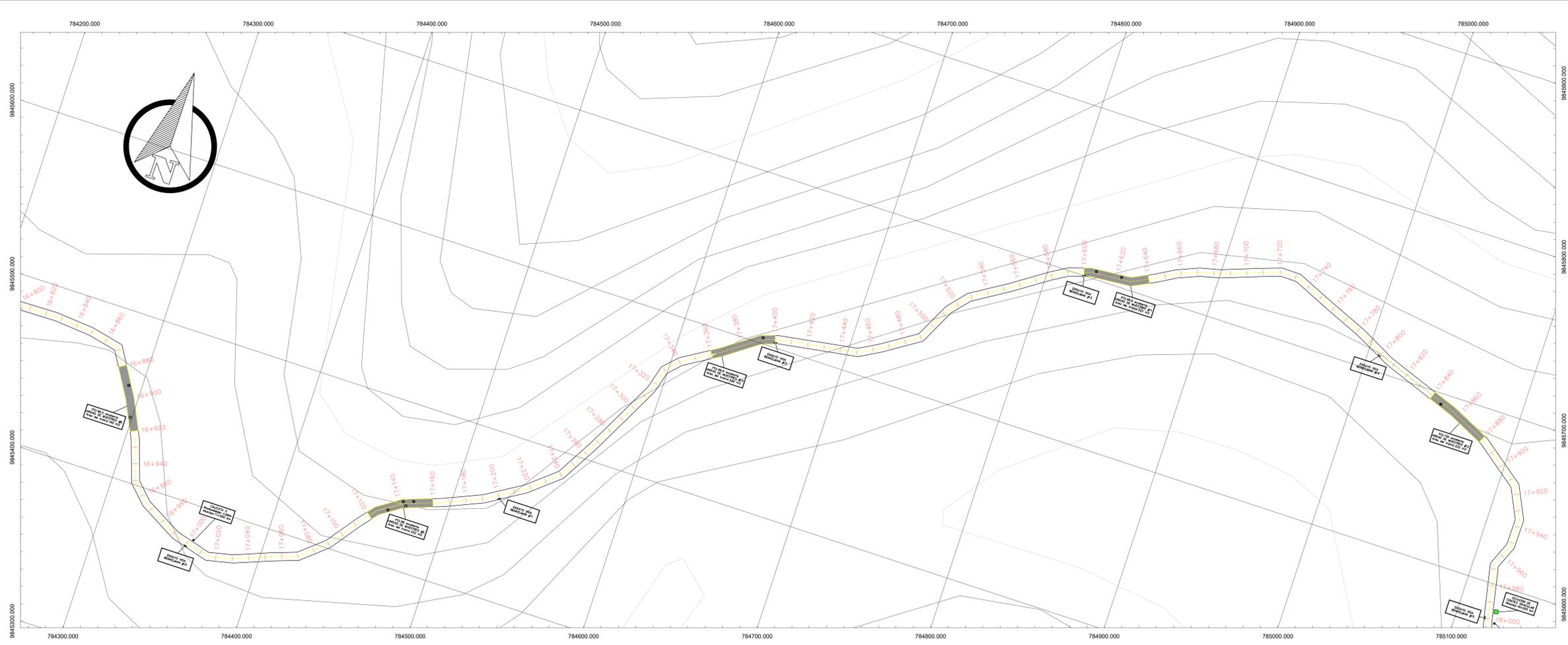
AUTOR: ORTIZ MAYORGA JEREMY SEBASTIÁN

PROVINCIA: TUNGURAHUA **ESCALA:** 1:1000 **FECHA:** SEPTIEMBRE 2022

SECCIÓN: Abs Inicial: 15+200 Abs Final: 18+700

CONTIENE: -ABSCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 15+200 - 17+000
-UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI

TUTOR: ING. ALEX LÓPEZ



INSTITUCIÓN



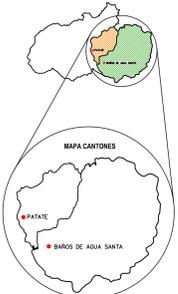
UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO



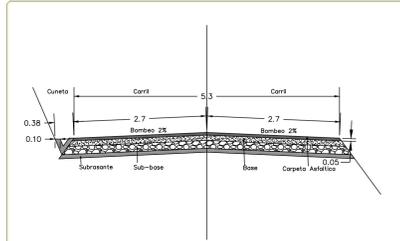
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN

MAPA PROVINCIA DE TUNGURAHUA



SECCIÓN TÍPICA



PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 15+200 - 18+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: ORTIZ MAYORGA JEREMY SEBASTIÁN

PROVINCIA: TUNGURAHUA **ESCALA:** 1:1000 **FECHA:** SEPTIEMBRE 2022

SECCIÓN: Abs Inicial: 15+200 Abs Final: 18+700

CONTIENE: -ABSCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 17+000 - 18+700
-UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI

TUTOR:
ING. ALEX LÓPEZ